Herkomstanalyse gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater van de Provincie Drenthe

Meetperiode 2002-2007

Roel Kruijne, Jan Groenwold

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Herkomstanalyse gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater van de Provincie Drenthe

Meetperiode 2002-2007

Roel Kruijne, Jan Groenwold

Dit onderzoek is in 2008 uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van en gefinancierd door Provincie Drenthe.

Wageningen Environmental Research
Wageningen, mei 2017

Rapport 2815
ISSN 1566-7197

Roel Kruijne, Jan Groenwold, 2017. *Herkomstanalyse gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater van de Provincie Drenthe; Meetperiode 2002-2007*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2815. 42 blz.; 7 fig.; 17 tab.; 10 ref.

In 2008 heeft WEnR-Alterra een analyse gegeven van de mogelijke herkomst van gewasbeschermingsmiddelen die in de jaren 2002, 2004, 2006 en 2007 zijn aangetroffen in het grondwater van de Provincie Drenthe. Ruim de helft van de geanalyseerde gewasbeschermingsmiddelen is niet (meer) toegelaten op de Nederlandse markt. Veel stoffen hebben een brede toepassing (gehad) in meerdere sectoren en daarnaast ook buiten de landbouw. De breedte van deze toepassingen en de wijzigingen in de tijd beperken de mogelijkheid om het voorkomen van een stof in verband te brengen met een specifiek gebruik. Uit regionale berekeningen blijkt dat het grondwater in de Provincie Drenthe als geheel minder kwetsbaar is voor uitspoeling van stoffen dan het grondwater in Nederland. Uit berekeningen met lokale invoergegevens blijkt, dat de meest kwetsbare locaties voor uitspoeling van de stof bentazon zijn oververtegenwoordigd in de bemonstering.

Trefwoorden: gewasbeschermingsmiddel, bestrijdingsmiddel, pesticide, monitoring, grondwater, uitspoeling, LMG, PMG, GeoPEARL

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/415731> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

2017 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Aanleiding	9
	1.2 Doelstelling	9
	1.3 Werkwijze	9
	1.4 Leeswijzer	10
2	Gegevens	11
	2.1 Monitoring in het grondwater	11
	2.1.1 Locaties en analyses	11
	2.1.2 Resultaten	11
	2.2 Locatiekenmerken	12
	2.2.1 Grondgebruik	12
	2.2.2 Bodem	13
	2.3 Gebruik	13
	2.4 Stofeigenschappen	14
	2.5 Uitspoeling van stoffen	14
	2.5.1 Regionale berekeningen	14
	2.5.2 Lokale berekeningen	15
3	Resultaten en discussie	16
	3.1 Monitoring	16
	3.2 Locatiegegevens	18
	3.3 Berekeningen	19
	3.3.1 Regionaal	19
	3.3.2 Lokaal	20
4	Conclusies en aanbevelingen	23
	Literatuur	25
	Bijlage 1 Monitoringsresultaten grondwater Drenthe	26
	Bijlage 2 Locatiekenmerken	31
	Bijlage 3 Gebruik van stoffen	35
	Bijlage 4 Stofparameters	37
	Bijlage 5 Resultaten uitspoelingsberekeningen	38

Woord vooraf

In het jaar 2008 heeft de Provincie Drenthe aan Wageningen Environmental Research (Alterra) opdracht gegeven om een analyse te maken van de mogelijke herkomst van werkzame stoffen en afbraakproducten van gewasbeschermingsmiddelen die in het grondwater zijn gemeten.

Bij de uitvoering van dit onderzoek werd dankbaar gebruik gemaakt van de adviezen van dhr. A.M.A. van der Linden (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu/RIVM).

Voorliggend rapport over dit onderzoeksproject werd in 2008 opgeleverd. Om de resultaten beter te ontsluiten, werd in 2017 besloten om het uit te brengen in de reeks rapporten van Wageningen Environmental Research (Alterra).

Roel Kruijne

Samenvatting

In Nederland zijn de provincies verantwoordelijk voor het uitvoeren van de monitoring van het grondwater die is voorgeschreven vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). De Provincie Drenthe heeft WUR-Alterra gevraagd om een analyse te geven van de mogelijke herkomst van stoffen die in de jaren 2002, 2004, 2006 en 2007 zijn aangetroffen in het grondwater van de Provincie Drenthe.

Deze herkomstanalyse is gebaseerd op een vergelijking van de meetgegevens met een aantal kenmerken van de bemonsteringslocaties en met de resultaten van modelberekeningen ter bepaling van het uitspoelingsrisico voor het grondwater. Er zijn een aantal aanbevelingen voor toekomstige monitoringsactiviteiten geformuleerd.

De meetgegevens zijn door de Provincie Drenthe aan WUR-Alterra verstrekt. Deze gegevens hebben betrekking op 31 stoffen, waaronder 24 stoffen die een registratie hebben (gehad) als gewasbeschermingsmiddel en 3 metabolieten. In het grondwater van de Provincie Drenthe zijn 8 werkzame stoffen en metabolieten één of meerdere keren aangetoond (2,6% van het totaal aantal analyses). De werkzame stof bentazon is het meest aangetoond (16 keer of 17% van het aantal analyses op bentazon), gevolgd door diuron (8%), ethofumesaat (5%), chloridazon (4%), metalaxyl (3%), en mecoprop-p (2%).

Ruim de helft van de geanalyseerde gewasbeschermingsmiddelen zijn niet (meer) toegelaten op de Nederlandse markt. Veel stoffen hebben een toepassing (gehad) in een aantal grote teelten binnen de akkerbouw, de veehouderij en in een aantal andere landbouwsectoren. Daarnaast zijn veel stoffen ook buiten de landbouw toegepast. De breedte van deze toepassingen en de wijzigingen in de loop der jaren beperken de mogelijkheid om het voorkomen van een stof in het grondwater in verband te brengen met een specifiek gebruik.

Gegevens van de bemonsteringslocaties uit het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit/PMG zijn aangevuld aan de hand van LGN-grondgebruikskaarten en de Bodemkaart van Nederland. Uit een inventarisatie van 4 achtereenvolgende opnames van het grondgebruik blijkt dat er geen permanent onderscheid valt te maken tussen bemonsteringslocaties op bouwland en op grasland. De mogelijkheden, om op basis van locatiekenmerken van het meetnet een verdere optimalisatie in de monitoring van het grondwater te bereiken, zijn zeer beperkt.

Om het uitspoelingsrisico voor het grondwater in de Provincie Drenthe en op de bemonsteringslocaties te bepalen zijn berekeningen uitgevoerd met het model GeoPEARL 3.3.3. Dit model wordt gebruikt in de beoordeling van toelatingsaanvragen op het onderdeel uitspoeling. Uit regionale berekeningen blijkt dat het grondwater in de Provincie Drenthe als geheel minder kwetsbaar is voor uitspoeling van stoffen dan het grondwater in Nederland. De resultaten van berekeningen met lokale invoergegevens geven een beeld van het uitspoelingsrisico op de bemonsteringslocaties. Dit risico blijkt sterk te variëren met het gehalte organische stof en de mate waarin het grondwater vanuit de bouwvoor wordt aangevuld.

Voor de stof bentazon is de representativiteit van de bemonsteringslocaties voor de Provincie Drenthe in beeld gebracht voor wat betreft het uitspoelingsrisico. Het blijkt dat de combinaties van bodem en hydrologie met het grootste uitspoelingsrisico zijn oververtegenwoordigd in de bemonstering. Voor de stof bentazon is er een relatie tussen de berekende lokale uitspoelingsgevoeligheid, en de bemonsteringslocaties waar deze stof is aangetoond. Deze relatie is afhankelijk van de stofeigenschappen en kan per stof verschillend zijn.

Uit het overzicht van de meetgegevens van het grondwater in de Provincie Drenthe is geconcludeerd dat de resultaten van 2007 een bevestiging zijn van de resultaten uit 2006. Er zijn geen nieuwe

inzichten uit de resultaten van de laatste ronde naar voren gekomen. Dit ligt in de lijn der verwachtingen omdat gedeeltelijk hetzelfde water (afkomstig van dezelfde toepassingen) is bemonsterd. Gegeven de diepte en de lengte van de filters is het niet zinvol om vaker dan één's per 2 jaar monsters te analyseren op gewasbeschermingsmiddelen. Om deze reden wordt aanbevolen om de komende 2-3 jaar geen bemonstering op dezelfde locaties uit te voeren. Eventueel, als er meer putten zijn, dan zou bemonstering daarvan wel overwogen kunnen worden.

Op dit moment is de Werkgroep Validatie Beslisboom Uitspoeling (Alterra-RIVM-PBL-VEWIN-Ctgb) actief. Deze werkgroep toetst of de huidige beslisboom uitspoeling het grondwater in Nederland voldoende beschermt. Voor wat betreft de stoffen bentazon en mecoprop-p wordt aanbevolen om de rapportage van de Werkgroep Validatie Beslisboom Uitspoeling en/of eventuele ontwikkelingen omtrent de toelating af te wachten.

In de Provincie Drenthe zijn de meeste stoffen aangetoond in de monsters van het grondwater in de ondiepe filters. Over het algemeen zal dit water op een recenter tijdstip geïnfiltreerd zijn dan het grondwater in het diepe filter. Geadviseerd wordt om beter in te spelen op de ontwikkelingen in het agrarisch grondgebruik en de daarmee samenhangende veranderingen in het middelengebruik in de landbouw. Dit valt te realiseren door over te stappen naar een bemonstering van het bovenste grondwater.

Aanbevolen wordt om in de opzet van een nieuwe monitoringsronde bij de keuze van het stoffenpakket rekening te houden met de resultaten van eerdere inventarisaties van het gebruik in de landbouw en daarbuiten, en met de resultaten van een analyse van de mogelijke herkomst van probleemstoffen in de Provincie Drenthe en andere regio's.

Ongeveer 2/3 van de aangetoonde stoffen in de Provincie Drenthe en de overige Noordelijke provincies is medio 2008 niet meer toegelaten. Aanbevolen wordt om in volgende bemonsteringsronden minder analyses aan deze stoffen te besteden.

Tenslotte wordt geadviseerd om na te gaan of er specifieke omstandigheden zijn die hebben geleid tot het aantreffen van stoffen. Locaties waar meerdere stoffen tegelijkertijd zijn aangetroffen komen hiervoor het eerste in aanmerking.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In Nederland zijn de provincies verantwoordelijk voor het uitvoeren van de monitoring van het grondwater die is voorgeschreven vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). In het grondwater in de Provincie Drenthe worden regelmatig werkzame stoffen en afbraakproducten van een aantal gewasbeschermingsmiddelen aangetroffen. Een aantal provincies heeft besloten om in 2006 een bemonstering van het grondwater te laten uitvoeren en de resultaten voor de KRW-rapportageverplichting te gebruiken (nulmeting). Ook in 2007 is in een aantal provincies een bemonstering van het grondwater uitgevoerd.

In samenwerking met de waterbeheerders en drinkwaterbedrijven, de agrarische sector en overige gebruikers van gewasbeschermingsmiddelen speelt de Provincie Drenthe een actieve rol in de ontwikkeling van aanvullend beleid om te komen tot een verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater. De Provincie Drenthe heeft Alterra gevraagd om een analyse te geven van de mogelijke herkomst van stoffen die in het grondwater van de Provincie Drenthe zijn aangetroffen.

1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is om de mogelijke herkomst te bepalen van gemeten werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater van de Provincie Drenthe. Tevens wordt een aantal aanbevelingen gedaan voor toekomstige monitoring van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater.

1.3 Werkwijze

Deze herkomstanalyse is gebaseerd op een vergelijking van meetgegevens met een aantal locatiekenmerken en met de resultaten van modelberekeningen.

In het voorliggend onderzoek zijn lokale bodem- en grondgebruiksgegevens en originele meetnetgegevens gebruikt om het uitspoelingsrisico globaal aan te geven. Resultaten van modelberekeningen voor een standaard toediening van de geanalyseerde stoffen zijn gebruikt om het beeld van het uitspoelingsrisico verder in te vullen.

Op basis van modelberekeningen wordt een uitspraak gedaan over het uitspoelingsrisico voor het grondwater in de Provincie Drenthe als geheel, en in de meetlocaties. Er volgt een interpretatie aan de hand van vergelijking met de meetresultaten, waaruit enkele conclusies en aanbevelingen voor een vervolg op de recente monitoringsactiviteiten worden geformuleerd.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 van het voorliggend rapport is een korte beschrijving van de monitoringsresultaten van de Provincie Drenthe gegeven. Het hoofdstuk vervolgt met een beschrijving van het grondgebruik, de bodemgegevens en andere kenmerken van de bemonsteringslocaties, met de (historische) toepassingen van de geanalyseerde gewasbeschermingsmiddelen, en met de opzet van de modelberekeningen. In Hoofdstuk 3 worden de monitoringsresultaten besproken in relatie tot de locatiegegevens en de resultaten van de modelberekeningen. Hoofdstuk 4 bevat de conclusies en een aantal aanbevelingen voor toekomstige monitoring.

In het voorliggend rapport wordt de term grondwater gebruikt voor het water dat zich op de diepte van het ondiepe filter van de bemonsteringsputten bevindt; op de meeste locaties is dat op ca. 10 m diepte. Met de term diep grondwater wordt het water bedoeld dat zich op de diepte van het diepe filter bevindt (ca. 25 m diepte).

Het resultaat van een analyse is 'aangetoond' of 'gemeten' bij een concentratie groter dan of gelijk aan de detectielimiet.

2 Gegevens

2.1 Monitoring in het grondwater

In dit onderzoek zijn alle analyseresultaten van monsters van het grondwater in de Provincie Drenthe meegenomen. Deze monsters zijn in 2002, 2004, 2006 en 2007 verzameld door medewerkers van de Provincie Drenthe, onder verantwoordelijkheid van het Waterlaboratorium Noord/WLN. De monsters zijn geanalyseerd door het WLN (2002, 2004) en door het laboratorium Omegam (2006, 2007). Eventuele verschillen in rapportage en notaties in de originele bestanden van Omegam zijn door Alterra geëlimineerd en de resultaten zijn in een database opgenomen. De meeste analyses zijn uit 2006 en 2007. In Bijlage 1 is een aantal overzichten van de resultaten opgenomen.

Op meetlocaties in de provincies Friesland, Groningen en Overijssel zijn ook monsters van het grondwater genomen. In 2006 zijn de monsters in deze provincies verzameld door Tauw Noord. In 2007 zijn de monsters in alle vier de provincies verzameld door de monsternemers van de Provincie Drenthe. De monsters zijn door Omegam op dezelfde stoffen geanalyseerd als in Drenthe.

Binnen de provincies zijn tussen de meetjaren 2006 en 2007 verschillen in resultaten waargenomen. Deze verschillen waren het grootst in de provincies Friesland, Groningen en Overijssel. Nu wordt verondersteld dat deze verschillen zijn terug te voeren op de wijze van bemonstering door de monsternemers van TAUW (Friesland, Groningen en Overijssel) en van de Provincie Drenthe (*persoonlijke mededeling Anton Dries, Provincie Drenthe*). Overeenkomstige resultaten uit de bemonsteringsronden van 2006 en 2007 liggen in de lijn der verwachtingen; gezien de lengte van de filters wordt in twee opeenvolgende jaren gedeeltelijk hetzelfde grondwater bemonsterd.

Deze herkomstanalyse heeft betrekking op werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen die zijn opgenomen in de database van de Nationale Milieu Indicator/NMI 2. De resultaten van de metingen in de Provincies Friesland, Groningen en Overijssel worden uitsluitend meegenomen in de bespreking van de resultaten en de discussie.

2.1.1 Locaties en analyses

De monsters zijn op 40 locaties in de Provincie Drenthe genomen; meestal van het grondwater in het ondiepe filter (filternr. 1 op ca. 10 meter diepte) en het diepe filter van de put (filternr. 3 op ca. 25 meter diepte). De meeste monsters waarin een of meerdere stoffen zijn aangetoond zijn afkomstig van het grondwater in het ondiepe filter. Dit geldt ook voor het percentage aangetoond per filter (in procenten van het aantal analyses per filter).

2.1.2 Resultaten

Er zijn 31 stoffen geanalyseerd, waarvan 24 stoffen die een registratie hebben (gehad) als gewasbeschermingsmiddel en 3 metabolieten.

In het grondwater van de Provincie Drenthe is 68 keer een stof aangetoond (2,6% van het totaal aantal analyses). Er zijn 8 werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen aangetoond. De werkzame stof bentazon is het meest aangetoond (16 keer of 17% van het aantal analyses op bentazon), gevolgd door diuron (8 keer of 8% van het aantal analyses op diuron) en ethofumesaat (5 keer of 5% van het aantal analyses op ethofumesaat). De overige werkzame stoffen zijn chloridazon, metalaxyl, en mecoprop-p¹. Tabel 1 bevat een overzicht van het aantal keer dat

¹ Vermoedelijk is mecoprop gemeten, maar waarschijnlijk is het afkomstig van een toepassing met mecoprop-p. Mecoprop en mecoprop-p zijn optische isomeren die in elkaar kunnen worden omgezet.

stoffen zijn aangetoond in het grondwater van de Provincie Drenthe, inclusief de herkomst van de monsters (het aantal locaties).

Tabel 1 Het aantal aangetoond en het aantal locaties in het grondwater van de Provincie Drenthe (monitoring 2002, 2004, 2006 en 2007).

Stofnaam	aantal meetwaarden	aantal locaties
<i>Werkzame stof</i>		
Bentazon	16	9
Diuron	8	4
Ethofumesaat	5	3
Chloridazon	4	2
Metalaxyl	3	3
mecoprop-p	2	1
<i>Metabool</i>		
2,6-dichlorobenzamide/BAM	9	4
desethyl-atrazin	4	2
<i>Overige</i>		
1,2-dichloorpropaan	16	9
diethyltoluamide (DEET)	1	1
Totaal	68	

Ook regelmatig aangetroffen is 2,6-dichlorobenzamide/BAM (9 keer of 10% van het aantal analyses op BAM). Deze metabool van dichlobenil heeft een niet-relevantverklaring. De stof desethyl-atrazin is een metabool van atrazin, dat sinds november 1999 niet meer is toegelaten. De stoffen 1,2-dichloorpropaan (een verontreiniging in het niet meer toegelaten grondontsmettingsmiddel 1,3-dichloorpropeen) en diethyltoluamide (bestanddeel in muggenolie) zijn geen gewasbeschermingsmiddel.

De maximum concentratie van de stoffen ethofumesaat, desethyl-atrazin en diethyltoluamide/DEET in de grondwatermonsters is lager dan de drinkwaternorm (0,1 µg/L). De maximum concentratie van de andere stoffen in Tabel 1 overschrijdt de drinkwaternorm.

2.2 Locatiekenmerken

Van 23 locaties uit het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit/PMG zijn locatiegegevens verstrekt door de Provincie Drenthe. Dit betreft onder meer de uitslag van een bepaling van de ouderdom van het grondwater, de grondsoort en bodemeenheid, het grondwaterregime (Gt-klasse), de interactie met het grondwater (kwel, infiltratie, intermediair), en het bodemgebruik (bouwland, grasland, bos/natuur). Van 13 locaties zijn een aantal locatiegegevens uit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit/LMG gebruikt. Het geheel is aangevuld aan de hand van de LGN-grondgebruikskaarten en de Bodemkaart van Nederland (Bijlage 2).

Omdat vorm en omvang van het intrekgebied niet bekend zijn, is in deze studie gebruik gemaakt van bodem- en grondgebruiksgegevens in een straal van 50 m rond de meetlocatie. In werkelijkheid kan het bemonsterde grondwater gedeeltelijk of geheel op een grotere afstand van de put geïnfiltreerd zijn.

2.2.1 Grondgebruik

Informatie over het grondgebruik in de directe omgeving van de meetlocaties kan inzicht geven in het mogelijke gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. In het algemeen is de periode tussen het moment van infiltratie en het bemonsteringstijdstip niet bekend. Om deze reden zijn verschillende opnames van het grondgebruik op dezelfde locaties verzameld. In de versies 2 t/m 5 van het Landelijk

Grondgebruiksbestand/LGN zijn de gegevens van de Provincie Drenthe gebaseerd op satellietbeelden uit 1992, 1997, 2000 en 2004. Van 32 locaties zijn de locatiegegevens aangevuld met deze vier opnames van het grondgebruik. In de 8 overige locaties zijn alleen gegevens van de opname uit 2004 gebruikt (LGN4).

2.2.2 Bodem

Het uitspoelingsrisico wordt vooral bepaald door het gehalte organische stof in de bodem. Om deze reden zijn de bodemeenheden in een straal van 50 m rond de meetlocatie gegroepeerd aan de hand van het organischestofprofiel in de laag tot 1.2 m diepte (volgens de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000). Naast het gehalte organische stof kunnen ook de pH van de bodem en de hydrologische omstandigheden van belang zijn voor het uitspoelingsrisico van stoffen. Overige relevante informatie in de bodemkaart betreft de aanwezigheid van associaties van minerale- en moerige gronden, en eventuele opmerkingen over de degradatie en de status van het veen (uit de herkartering 2004). Degradatie van het veen kan namelijk een vergroting van het uitspoelingsrisico binnen het intrekgebied tot gevolg hebben.

Voor elke locatie is de dominante kaarteenheden gekozen binnen de 50 m-buffer (32 locaties) of in een gebied van ongeveer dezelfde grootte (8 locaties o.b.v. LGN4). Er zijn 11 locaties met een oppervlakte veen of moerige grond in de directe omgeving. In 6 van deze locaties met een associatie bestaand uit minerale grond en veengrond, of met de opmerking 'Onzekerheid over de status moerige grond', of 'Gedegradeerde veengrond (2004)' bij de dominante bodemeenheden, is de minerale grond als de representatieve bodemeenheden gekozen. Uit het overzicht in Tabel 2 met 6 combinaties van organischestof- en Gt-klasse blijkt dat de meeste locaties in de Provincie Drenthe op zandgronden liggen.

Tabel 2 Bodemeenheden ter hoogte van de 40 meetlocaties in de Provincie Drenthe (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000).

Profiel-nr.	Aantal locaties	Gt-klasse	organische stof (%)		Bodemeenheden
			0-25 cm	0-100 cm	
1	2	Vb, VI	1.7	0.6	Zn21
2	1	Vb	4.1	1.4	pZg23
3	3	VII	5.2	3.9	zEZ21, zEZ23
4	29	V, Vb, VI, VII, VIII	5.2	2.2	Hn21, Hn23, cHn21, cHn23, Hd21, cY21, cY23
5	1	IV, IIIb	29.9	14.1	vWp, iWp, vWz, iWz
6	4	III, IIIb	34.6	64.0	aVz, iVc, iVz
totaal	40				

2.3 Gebruik

De lijst van 31 stoffen die zijn geanalyseerd in de monsters van het grondwater van de Provincies Drenthe, Friesland, Groningen en Overijssel bevat 21 werkzame stoffen en 3 metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen die zijn opgenomen in de database van de Nationale Milieu Indicator/NMI 2. Onder de resterende stoffen zijn een aantal niet (meer) toegelaten gewasbeschermingsmiddelen; zoals de herbiciden fenuron (geen gegevens bekend; Ctgb) en dichloorprop-p (geen toelating sinds november 1999) en het grondontsmettingsmiddel 1,3-dichloorpropeen. Verder staan er op deze lijst een aantal (chloor)verbindingen en de stof diethyltoluamide/DEET (bestanddeel van muggenolie).

Een deel van de lijst met geanalyseerde stoffen betreft werkzame stoffen die in het verleden (ook) buiten de landbouw werden toegepast. In een overzicht van het landsdekkend gemiddeld verbruik in de sector openbaar groen (gegevens 1986) staan de werkzame stoffen atrazin, bromacil, dichlobenil,

diuron, glyfosaat, MCPA, mecoprop-P, en simazin vermeld. In het overzicht per 2001 staan de stoffen dichlobenil, glyfosaat, MCPA, mecoprop-P en simazin vermeld (Evaluatie Convenant Openbaar Groen; EC-LNV, 2003). In Bijlage 3 is een overzicht van de toepassingen in de landbouw en daar buiten gegeven, voor de 21 gewasbeschermingsmiddelen die zijn opgenomen in de database van de Nationale Milieu Indicator/NMI 2.

Van de 24 geanalyseerde gewasbeschermingsmiddelen zijn er 14 niet (meer) toegelaten op de Nederlandse markt. Veel stoffen hebben een toepassing (gehad) in een aantal grote teelten binnen de akkerbouw, de veehouderij en soms ook in een aantal andere landbouwsectoren. Er staan 8 werkzame stoffen op deze lijst die ook buiten de landbouw zijn toegepast. Door de breedte van deze toepassingen zijn de mogelijkheden om het voorkomen van een stof in het grondwater in verband te brengen met een specifieke toepassing beperkt.

2.4 Stofeigenschappen

Voor de uitspoelingsberekeningen van 21 werkzame stoffen en 3 metabolieten zijn stofgegevens uit de database NMI 2 gebruikt. Deze database bevat de geometrisch gemiddelde waarden voor de afbraaksnelheid en de rekenkundig gemiddelde waarden voor de sorptieparameters en de overige fysisch-chemische parameters (Bijlage 4).

2.5 Uitspoeling van stoffen

Om het uitspoelingsrisico voor de geanalyseerde stoffen en voor de verschillende locaties te kunnen rangschikken zijn berekeningen uitgevoerd met het model GeoPEARL 3.3.3. Dit model wordt gebruikt in de beoordeling van toelatingsaanvragen op het onderdeel uitspoeling. De doelgrootte is het ruimtelijk 90-percentiel van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentratie op 1 m diepte, berekend voor het gebruiksareaal in de Nederlandse landbouw. Het criterium is 0,1 µg/L voor het gebruiksareaal. Voor grondwaterbeschermingsgebieden geldt een veiligheidsfactor 10; stoffen met een ruimtelijk 90-percentiel voor het gebruiksareaal > 0,01 µg/L mogen niet binnen deze gebieden gebruikt worden. GeoPEARL maakt gebruik van een schematisatie van Nederland die is opgebouwd uit unieke combinaties van meteorologie, bodem, hydrologie en bodemgebruik (Tiktak et al., 2003; Tiktak et al., 2004). In de voorliggende studie zijn onderdelen van deze schematisatie gebruikt als invoergegevens voor regionale – en lokale berekeningen.

2.5.1 Regionale berekeningen

Om een uitspraak te kunnen doen over de kwetsbaarheid van het grondwater in de Provincie Drenthe als geheel, zijn landsdekkende berekeningen vergeleken met regionale berekeningen voor de Provincie Drenthe. Deze vergelijkingsmethode heeft betrekking op het ruimtelijk 90-percentiel van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentratie, en is eerder gebruikt om bijvoorbeeld de kwetsbaarheid van de drinkwatergebieden in Nederland te bepalen ten opzichte van de Nederlandse landbouw als geheel (Kruijnen et al., 2003).

De landsdekkende schematisatie in GeoPEARL bestaat uit 6405 ruimtelijke eenheden, waarvan er 1334 voorkomen binnen de Provincie Drenthe. Conform de procedure beschreven in (Tiktak et al., 2004) zijn berekeningen uitgevoerd voor de werkzame stoffen en metabolieten uit de lijst van geanalyseerde stoffen die tevens zijn opgenomen in de database NMI 2. In het model is een jaarlijkse toediening op 15 mei met een bodemdepositie van 1 kg ha⁻¹ gehanteerd. Alleen voor isoproturon, dat voornamelijk werd toegepast in de teelt van winter tarwe, is het toedieningstijdstip 1 november gekozen.

De berekeningen kunnen worden gedaan voor specifieke gewassen of voor combinaties van gewassen. Vanwege de breedte van de toepassingen binnen de landbouw en daar buiten is ervoor gekozen om het ruimtelijk 90-percentiel van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentratie te berekenen voor

het grootst mogelijke gebruiksareaal; in GeoPEARL aangeduid als het ruraal (niet-stedelijk) gebied. Dit houdt in dat in deze berekeningen geen onderscheid wordt gemaakt naar het grondgebruik binnen het rurale gebied.

2.5.2 Lokale berekeningen

Om inzicht te krijgen in de relatieve kwetsbaarheid van het grondwater op de meetlocaties is voor de bodem-Gt-combinaties in Tabel 2 de langjarig gemiddelde concentratie berekend voor dezelfde stoffen als in de regionale berekeningen. Binnen de Provincie Drenthe zijn meerdere ruimtelijke eenheden met dezelfde bodem-Gt-combinaties aanwezig. Voor elke combinatie is de ruimtelijke eenheid met het grootste oppervlak geselecteerd. Het organischestofprofiel van deze ruimtelijke eenheid uit GeoPEARL is vervangen door het lokale organischestofprofiel volgens de Bodemkaart van Nederland (Sectie 2.2.2).

In Tabel 3 zijn enkele hydrologische kenmerken van de 4 geselecteerde ruimtelijke eenheden gegeven; de berekende langjarige gemiddelde hoeveelheid water die op 1 m-mv uit de bouwvoor stroomt (hier de grondwateraanvulling genoemd) en het berekend grondwaterregime (Gt, GHG en GLG). Uit deze tabel valt af te lezen dat de grondwateraanvulling en daarmee ook het uitspoelingsrisico voor wat betreft de hydrologie op de ruimtelijke eenheid met grondwatertrap VII het grootst is. Deze ruimtelijke eenheid wordt als bodem-Gt-combinaties 3 en 4 gekoppeld aan 32 bemonsteringslocaties op zandgronden.

Tabel 3 Enkele hydrologische kenmerken van de ruimtelijke eenheden van de schematisatie in GeoPEARL die zijn geselecteerd voor lokale uitspoelingsberekeningen (Grondwatertrap/Gt, Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand/GHG en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand/GLG).

Eenheid (plotnr.)	Profielnr. (Tabel 2)	Grondwateraanvulling op 1 m-mv. (m/j)	grondwaterregime (berekend)		
			Gt	GHG (m-mv.)	GLG (m-mv.)
1140	1, 2	0.20	V	0.21	1.23
1477	3, 4	0.32	VII	0.98	1.87
621	5	0.16	IV	0.72	1.12
812	6	0.19	IV	0.65	1.14

De resultaten van de lokale berekeningen zijn in de vorm van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentraties voor 24 stoffen en 6 bodem-Gt-combinaties opgenomen in Tabel 5. De berekende uitspoelingskaarten van bentazon zijn als voorbeeld opgenomen in Bijlage 5.

3 Resultaten en discussie

Vergeleken met werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater zijn er bij een herkomstanalyse van stoffen in het grondwater een aantal extra bronnen van onzekerheid om rekening mee te houden. Zo is er geen directe relatie tussen de aanwezigheid in het grondwater en het tijdstip van gebruik, omdat afhankelijk van de filterdiepte van de bemonsteringsbuis de reistijd van het grondwater van de bouwvoor naar filterdiepte zo'n 10 jaar of meer kan bedragen. De hoeveelheid uitspoeling uit de bovenste meter van de bodem verschilt van jaar tot jaar, afhankelijk van de weerscondities. Verder geldt dat voor maar weinig stoffen iets bekend is over de afbraak in de ondergrond (vanaf 1 m beneden maaiveld tot aan de diepte van het filter). In de meeste gevallen zijn de vorm en de omvang van het gebied, waar het water dat uit de bouwvoor percoleert het filter van de bemonsteringsbuis kan bereiken, niet bekend.

Een en ander heeft tot gevolg dat een analyse van de mogelijke herkomst van stoffen in het grondwater anders van opzet is dan bij stoffen die in het oppervlaktewater zijn gemeten. In de volgende paragrafen worden de monitoringsresultaten vergeleken met de verzamelde locatiegegevens en met de resultaten van de modelberekeningen. Voor de stof bentazon worden de resultaten van regionale – en lokale uitspoelingsberekeningen besproken in Sectie 3.3.

3.1 Monitoring

Op 20 locaties in de Provincie Drenthe zijn een of meerdere stoffen aangetoond. In de 20 overige locaties zijn geen stoffen aangetoond. In Figuur 1 zijn de locaties gegeven inclusief het aantal metingen als percentage van het aantal analyses per locatie. Het grootste aantal stoffen dat op één locatie is aangetoond bedraagt 6 (putnr. 115; zie Bijlage 1, Tabel 1-6).

De meeste stoffen zijn aangetoond in het grondwater ter hoogte van het ondiepe filter. Dit geldt ook voor het percentage van het aantal analyses per filter. Deze bevinding komt overeen met de resultaten van de landelijke nulmeting in 2006 (Van der Linden et al., 2007). Het komt zowel voor dat de maximum gemeten concentratie van een stof in de diepe filters hoger is dan de maximum gemeten concentratie in de ondiepe filters, als andersom.

Als het grondwater in het ondiepe filter op een recenter tijdstip is geïnfiltreerd dan het grondwater in het diepe filter, dan kan de concentratie van een stof als gevolg van afbraak afnemen met de diepte. Er zijn echter stoffen waarvoor geldt dat de intensiteit van het gebruik in de loop der jaren is gedaald, als gevolg van een aanpassing van de aanbevolen dosering of andere wijzigingen in de toelating. Het verloop van de concentratie met de diepte kan ook het gevolg zijn van variatie in de jaarlijkse weersomstandigheden. Verder geldt dat een gemeten concentratie op een bepaalde diepte en een bepaald tijdstip niets zegt over de vorm en de omvang van de verontreiniging, die zich in alle richtingen in het grondwatersysteem uitstrekt en zich bovendien langzaam verplaatst en/of verder verspreidt. De concentratie in een dergelijke pluimvormige verontreiniging kan door enige verdunning afnemen in de tijd.

Om deze redenen is niet mogelijk om zonder uitvoerig onderzoek op een specifieke locatie een eenduidige oorzaak voor de aanwezigheid van een stof in het (diepe) grondwater aan te wijzen. Wel is het zinvol om na te gaan wat de overeenkomsten zijn van locaties waar stoffen zijn aangetoond, en van de locaties waar deze stoffen niet zijn aangetoond.

Figuur 1 Het aantal metingen per locatie (in % van het aantal analyses per locatie). De labels geven de locatienummers die in dit rapport zijn gebruikt.

De stof ethofumesaat (5 keer aangetoond in Drenthe, Tabel 1) wordt vooral in de teelt van suikerbieten gebruikt, en daarnaast in veel mindere mate in de teelt van graszaad. De stof metalaxyl (3 keer aangetoond in Drenthe, Tabel 1) daarentegen is veel breder toegepast in meerdere teelten binnen de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomkwekerij. Voor de stoffen dichlobenil en glyfosaat geldt dat met name de risico's van het gebruik buiten de landbouw aandacht verdient.

Op dit moment is de Werkgroep Validatie Beslisboom Uitspoeling (Alterra-RIVM-PBL-VEWIN-Ctgb) actief. Deze werkgroep toetst of de huidige beslisboom uitspoeling het grondwater in Nederland voldoende beschermt. Deze werkgroep heeft een selectie van stoffen gemaakt mede op basis van de metingen in grondwaterwinningen en in de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit. In de rapportage van deze werkgroep wordt uitvoerig ingegaan op de stoffen bentazon, MCPA, en mecoprop-p. De stoffen bentazon en mecoprop-p zijn onder andere in de Provincie Drenthe aangetoond (Tabel 1). De rapportage van deze werkgroep zal naar verwachting in 2009 openbaar zijn.

In 2006 en 2007 zijn in de Provincie Drenthe vrijwel dezelfde stoffen aangetoond. Bovendien zijn de meeste stoffen in de afgelopen jaren ook elders in Nederland in het grondwater aangetroffen. Het grootste deel van de stoffen die in Drenthe en/of in de andere Noordelijke provincies zijn aangetroffen is medio 2008 niet meer toegelaten. Er zijn 18 werkzame stoffen en metabolieten aangetoond in het grondwater van Groningen, Friesland en/of Overijssel, die niet zijn aangetroffen in de Provincie Drenthe (Tabel 4).

Tabel 4 Stoffen aangetoond in het grondwater van Groningen, Friesland en/of Overijssel, die niet zijn aangetoond in de Provincie Drenthe (monitoringsresultaten 2006, 2007).

Stofnaam	Aantal aangetoond	Toelating (medio 2008)
desethyl-atrazin	1	(zie atrazin)
dimethenamide	1	N ¹
flutolanil	1	N
metazachloor	1	J
triadimefon	1	N
atrazin	2	N
bromacil	2	N
carbeetamide	2	J
glyfosaat	2	J
simazin	2	N
carbendazim	3	N ²
dichlobenil	3	J
dichloran	3	N
isoproturon	3	J ³
MCPA	3	J
monolinuron	3	N
dichloorprop-p	5	N
aminomethylfosfonzuur (AMPA)	8	(zie glyfosaat)

1) dimethenamide is niet meer toegelaten, dimethenamide-p wel. De analysemethodiek maakt geen onderscheid tussen beide isomeren.

2) carbendazim kan ook ontstaan als metaboliet van benomyl (niet meer toegelaten) en thiofanaat-methyl.

3) alleen toegelaten in combinatiestoffen.

Voor de stof AMPA (metaboliet van glyfosaat) geldt een niet-relevantverklaring. De stof carbeetamide (2 keer aangetoond buiten Drenthe) wordt minder intensief gebruikt en kent geen brede toepassing in grote teelten (Bijlage 4). Het herbicide carbeetamide wordt vooral toegepast in de vollegronds groenteteelt (witlof, schorseneren), de akkerbouw (cichorei) en de boomkwekerij (sierconiferen). Hetzelfde geldt in mindere mate voor het herbicide metazachloor (1 keer aangetoond buiten Drenthe), dat wordt toegepast in de vollegronds groenteteelt, de akkerbouw, de fruitteelt en de boomkwekerij (sierconiferen). Wellicht is het mogelijk om het voorkomen van deze stoffen in verband te brengen met een bepaalde toepassing.

3.2 Locatiegegevens

In 1992 zijn er 2 locaties (putnr. 55 en 109) met uitsluitend bos- en natuur in de directe omgeving. In 2004 zijn daar nog 2 locaties bijgekomen. In een van deze locaties (putnr. 55) is de stof diuron gemeten. Diuron werd in de landbouw gebruikt, maar ook als onkruidbestrijdingsmiddel op spoorbanen en verhardingen, en als aangroeiwerend middel op scheepshuiden. Diuron wordt ook op veel plaatsen in het oppervlaktewater aangetroffen.

In alle overige locaties zijn zowel de akkerbouw (aardappelen, bieten, granen) als de veeteelt (grasland, mais) aanwezig in dezelfde opname van het grondgebruik, dan wel in afwisseling. De LGN-klasse "overige landbouwgewassen" komt vaak in combinatie met de akkerbouw voor. In deze klasse zijn zowel de akkerbouw (kleine gewassen) als een aantal andere sectoren vertegenwoordigd (boomkwekerij, vollegronds groenteteelt). In 2004 is de bollenteelt aanwezig in de directe omgeving van 2 locaties. In 2/3 deel van de locaties komt bebouwd gebied voor. Uit deze beschrijving blijkt dat er geen eenduidig onderscheid is tussen locaties op bouwland en locaties op grasland. In de meeste locaties met landbouwkundig grondgebruik moet bovendien rekening gehouden worden met de risico's volgend uit een niet-landbouwkundige vorm van gebruik.

Het grondgebruik volgens de opnames van 4 achtereenvolgende versies van het LGN en de classificatie van het bodemgebruik volgens de locatiegegevens van het meetnet leveren hetzelfde beeld op. Het feit dat er op basis van de beschikbare gegevens weinig onderscheid is tussen de

landbouwkundige vormen van grondgebruik betekent dat er op specifieke locaties geen toepassingen uitgesloten kunnen worden.

In de meeste gevallen zijn de monsters afkomstig uit filters waar de ouderdom van het grondwater aan de hand van het tritiumgehalte in 1994 werd bepaald als recent (d.w.z. water dat na 1950 is geïnfiltreerd) of als mengwater (van recent en niet-recent geïnfiltreerd water). Op één uitzondering na zijn de gemeten stoffen afkomstig uit filters met recent geïnfiltreerd water. Deze uitzondering is een herhaalde meting in 2006 en 2007 in het diepe filter van putnr. 89 (0,01 µg/L diuron = detectielimiet). In de overige 5 filters met niet-recent geïnfiltreerd water zijn geen stoffen gemeten.

Op grond van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat op basis van deze locatiekenmerken de mogelijkheden om tot een verdere optimalisatie van de monitoring van het grondwater te komen zeer beperkt zijn.

3.3 Berekeningen

De belangrijkste resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in Bijlage 5, inclusief enkele kaarten met bodemeigenschappen en een illustratie van de regionale berekeningen voor de stof bentazon.

3.3.1 Regionaal

In Figuur 2 is het uitspoelingsrisico in Nederland en Drenthe vergeleken voor de 24 werkzame stoffen en metabolieten van gewasbeschermingsmiddelen die in de database NMI 2 zijn opgenomen, op basis van het ruimtelijk 90-percentiel van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentratie op 1 m diepte. Op de horizontale as is de concentratie voor Nederland uitgezet op logaritmische schaal. Op de verticale as is de concentratie voor de Provincie Drenthe uitgezet op logaritmische schaal. Deze concentraties zijn berekend bij een nominale bodemdepositie = 1 kg/ha (Sectie 2.5).

Figuur 2 Het uitspoelingsrisico in Nederland en Drenthe vergeleken voor 21 werkzame stoffen en 3 metabolieten (ruimtelijk 90-percentiel van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentratie op 1 m in µg/L, bij een nominale bodemdepositie = 1 kg/ha).

Voor bentazon bijvoorbeeld is het ruimtelijk 90-percentiel van de uitspoelingsconcentratie in Nederland als geheel = 16 µg/L en in de Provincie Drenthe = 12 µg/L. Dit betekent voor de Provincie Drenthe, dat in 90% van het ruraal (niet-stedelijk) gebied een uitspoelingsconcentratie < 12 µg/L is berekend, en in de overige 10% van het ruraal (niet-stedelijk) gebied een uitspoelingsconcentratie ≥ 12 µg/L. Voor vrijwel alle stoffen (behalve bromacil en BAM) is het 90-percentiel van de uitspoelingsconcentratie op 1-m diepte in Nederland hoger dan in de Provincie Drenthe. Deze concentraties zijn berekend met stofgegevens uit de NMI-database (Bijlage 4). De juistheid van deze gegevens wordt momenteel voor een aantal stoffen onderzocht door de Werkgroep Validatie Beslisboom Uitspoeling

Uit deze regionale berekeningen blijkt dat het grondwater in de Provincie Drenthe als geheel minder kwetsbaar is voor uitspoeling van stoffen dan het grondwater in Nederland. Dit wordt verklaard door de aanwezigheid van moerige gronden en veengronden in de Provincie Drenthe. Voor stoffen met pH-afhankelijke sorptie wordt dit effect versterkt door de afwezigheid van grote gebieden met een hoge pH in de bodem. Bij een hoge pH in de bodem zijn deze stoffen mobieler en spoelen daardoor gemakkelijker uit dan bij een lage pH in de bodem. Dit geldt voor de stoffen bentazon, carbeetamide, carbendazim, glyfosaat, MCPA en mecoprop-p.

3.3.2 Lokaal

De resultaten van de berekeningen met lokale invoergegevens geven een beeld van de gevoeligheid van het uitspoelingsrisico voor het gehalte organische stof in de bodem en voor de hydrologische omstandigheden op de bemonsteringslocaties.

Uit Tabel 5 valt af te leiden dat de *range* voor de hier gehanteerde maat voor het lokale uitspoelingsrisico op de 6 profielnummers (combinaties van organische stof en hydrologie; Tabel 2) voor sommige stoffen tot een factor 10⁷ kan oplopen. De belangrijkste oorzaak is de variatie in het gehalte organische stof (van 1,7% voor profielnr. 1, tot 34,6% voor profielnr. 6; Tabel 2).

Om een indruk te krijgen van de representativiteit van deze locaties voor wat betreft het uitspoelingsrisico voor het grondwater in de Provincie Drenthe als geheel, zijn de concentraties bentazon op deze 6 typen locaties uitgezet in de grafiek met de cumulatieve frequentie van de uitspoelingsconcentratie (Figuur 3). Uit deze figuur en uit het overzicht in Tabel 2 blijkt dat de combinaties van organische stof en hydrologie met het grootste uitspoelingsrisico zijn oververtegenwoordigd in de bemonstering; er zijn 19 locaties met profielnummer 4. De uitspoelingsconcentratie van een mobiele stof als bentazon wordt mede bepaald door de aanvulling van het grondwater vanuit de bouwvoor. Deze hoeveelheid water is voor profielnummers 3 en 4 het grootst (Tabel 3). De stof bentazon is gemeten op 7 locaties met profielnummer 4, op 1 locatie met profielnummer 3, en op 1 locatie met profielnummer 6. Voor details zie Bijlage 1, Tabel 1.7.

Voor bentazon is er een duidelijke relatie tussen de berekende uitspoelingsgevoeligheid en de locaties waar deze stof is gemeten. Deze relatie is mede afhankelijk van de stofeigenschappen en zal per stof verschillend zijn. Aanbevolen wordt om ook voor andere stoffen de representativiteit van de bemonsteringslocaties voor het grondwater in de Provincie Drenthe qua uitspoelingsgevoeligheid in beeld te brengen.

Tabel 5 Het lokale uitspoelingsrisico op 6 typen locaties (het langjarig gemiddelde van de lokale uitspoelingsconcentratie, berekend bij een nominale bodemdepositie; in µg/L). De notatie van de concentraties in deze tabel zijn aangepast omwille van de leesbaarheid.

werkzame stof	Organischestofprofiel (Tabel 2)					
	1	2	3	4	5	6
Atrazin	9.3	1.1	0.17	2.1	0.0046	< 1.0e-6
desethyl-atrazine	5.5	2.0	1.6	4.6	0.12	0.00071
Bentazon	12	11	13	23	0.12	< 1.0e-6
Bromacil	87	69	67	91	24	7.0
Carbeetamide	0.000020	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Carbendazim (*)	0.0074	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	0	0
Chloridazon	1.6	0.12	0.0035	0.19	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Dichlobenil	1.5	0.019	0.000031	0.017	< 1.0e-6	< 1.0e-6
BAM	6.3	5.7	21	21	4.4	4.7
Dichloran	4.8	0.017	< 1.0e-6	0.00050	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Dimethenamide	0.027	0.000015	< 1.0e-6	0.000024	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Diuron	0.55	0.0013	< 1.0e-6	0.00096	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Ethofumesaat	7.0	0.50	0.023	0.74	0.00045	< 1.0e-6
Flutolanil	38	3.5	0.000030	1.4	0.000055	< 1.0e-6
Glyfosaat	0	0	0	0	0	0
AMPA	< 1.0e-6	0	0	0	0	0
Isoproturon	0.0027	0	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6
MCPA	7.0	1.9	0.88	4.6	0.011	< 1.0e-6
mecoprop-p	0.00050	0.000001	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Metalaxyl	0.18	0.0014	0.000004	0.0047	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Metazachloor	0.0014	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Monolinuron	0.066	0.000040	< 1.0e-6	0.000033	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Simazin	0.93	0.012	0.000023	0.017	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Triadimefon	0.00049	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6	< 1.0e-6

(*) De waarde van $K_{om,base}$ voor carbendazim is onjuist. Er geldt > 150 L/kg. Berekening met de juiste waarde leidt tot een lagere uitspoelingsconcentratie voor deze stof.

Gegeven deze onzekerheid is het zinvol om nadere informatie te verzamelen en na te gaan of er specifieke omstandigheden zijn die hebben geleid tot het aantreffen van de stoffen. Locaties waar meerdere stoffen tegelijkertijd zijn aangetroffen komen hiervoor het eerste in aanmerking. Deze mogelijkheden zijn nader besproken in (Van der Linden et al., 2007).

Figuur 3 De cumulatieve frequentie van de uitspoelingsconcentratie bentazon, berekend voor het oppervlak van de Provincie Drenthe ($\mu\text{g/L}$). De uitspoelingsconcentratie berekend voor de bemonsteringslocaties is weergegeven voor profielnummer 1 t/m 6 (deze vertegenwoordigen 2, 1, 3 29, 1, respectievelijk 4 bemonsteringslocaties; zie Tabel 2).

4 Conclusies en aanbevelingen

Uit het overzicht van de meetgegevens van het grondwater in de Provincie Drenthe is geconcludeerd dat de resultaten van 2007 een bevestiging zijn van de resultaten uit 2006. Er zijn geen nieuwe inzichten uit de resultaten van de laatste ronde naar voren gekomen. Gezien de lengte van de filters ligt dit in de lijn der verwachtingen omdat gedeeltelijk hetzelfde water (afkomstig van dezelfde toepassingen) is bemonsterd.

De mogelijkheden om, op basis van locatiekenmerken die in de locatiegegevens van het meetnet zijn vastgelegd of die ter aanvulling uit landelijke gegevensbestanden zijn gehaald, een verdere optimalisatie van de monitoring van het grondwater te bereiken, zijn zeer beperkt.

Uit een vergelijking op basis van het ruimtelijk 90-percentiel van de langjarig gemiddelde uitspoelingsconcentratie op 1 m diepte blijkt dat voor de meeste geanalyseerde werkzame stoffen en metabolieten het uitspoelingsrisico voor het grondwater in de Provincie Drenthe lager is dan voor het grondwater in Nederland.

Voor bentazon is er een duidelijke relatie tussen de berekende uitspoelingsgevoeligheid en de locaties waar deze stof is gemeten. Deze relatie is mede afhankelijk van de stofeigenschappen en zal per stof verschillend zijn. Aanbevolen wordt om ook voor andere stoffen de representativiteit van de bemonsteringslocaties voor het grondwater in de Provincie Drenthe qua uitspoelingsgevoeligheid in beeld te brengen.

Het Provinciaal (en het Landelijk) Meetnet Grondwaterkwaliteit zijn in beginsel niet bedoeld voor jaarlijkse bemonstering. Gegeven de diepte en de lengte van de filters is het niet zinvol om vaker dan één per 2 jaar monsters te analyseren op gewasbeschermingsmiddelen. Om deze reden wordt aanbevolen om de komende 2-3 jaar geen bemonstering van het grondwater (PMG) op te zetten op dezelfde locaties. Eventueel, als er meer putten zijn, dan zou bemonstering daarvan wel overwogen kunnen worden.

Op dit moment is de Werkgroep Validatie Beslisboom Uitspoeling (Alterra-RIVM-PBL-VEWIN-Ctgb) actief. Deze werkgroep toetst of de huidige beslisboom uitspoeling het grondwater in Nederland voldoende beschermt. Voor wat betreft de stoffen bentazon en mecoprop-p wordt aanbevolen om de rapportage van de Werkgroep Validatie Beslisboom Uitspoeling en/of eventuele ontwikkelingen omtrent de toelating af te wachten.

Conform het landelijk beeld uit de nulmeting 2006, zijn de meeste stoffen in de Provincie Drenthe aangetoond in het water in de ondiepe filters van de meetlocaties. Over het algemeen zal dit water op een recenter tijdstip geïnfiltreerd zijn dan het grondwater in het diepe filter. Geadviseerd wordt om beter in te spelen op de ontwikkelingen in het agrarisch grondgebruik en de daarmee samenhangende veranderingen in het middelengebruik in de landbouw, door naar een bemonstering van het bovenste grondwater over te stappen. Zo kan beter het directe verband tussen gebruik en lokale omstandigheden in beeld worden gebracht.

Aanbevolen wordt om in de opzet van een nieuwe monitoringsronde bij de keuze van het stoffenpakket rekening te houden met de resultaten van eerdere inventarisaties van het gebruik in de landbouw (Merkelbach et al., 2008) en daarbuiten (Spijker en Niemeijer, 2008), en met de resultaten van een analyse van de mogelijke herkomst van stoffen in de Provincie Drenthe en andere regio's.

Ongeveer 2/3 van de aangetoonde stoffen in de Provincie Drenthe en de overige Noordelijke provincies is medio 2008 niet meer toegelaten. Aanbevolen wordt om in volgende bemonsteringsronden minder analyses aan deze stoffen te besteden.

Het is zinvol om na te gaan of er specifieke omstandigheden zijn die hebben geleid tot het aantreffen van stoffen. Locaties waar meerdere stoffen tegelijkertijd zijn aangetroffen komen hiervoor het eerste in aanmerking.

Literatuur

- EC-LNV, 2003. Evaluatie convenant openbaar groen - onderdeel emissies. In: Evaluatie bestuurlijke afspraken uitvoering MJP-G openbaar groen; achtergronddocument. Ede, EC-LNV/183 - p. 51-85.
- Kruijne, R.; Smelt, J.H. (2003) Selectie van locaties en bestrijdingsmiddelen voor monitoring in het diepe grondwater. Wageningen : Alterra, (Alterra-rapport 761) - p. 57.
- Kruijne, R.; Tiktak, A.; Kraalingen, D.W.G. van; Boesten, J.J.T.I.; Linden, A.M.A. van der (2004) Pesticide leaching to the groundwater in drinking water abstraction areas; analysis with the GeoPEARL model. Alterra. (Alterra-rapport 1041) - p. 66.
- Linden, A.M.A. van der; Boesten, J.J.T.I.; Cornelese, A.A.; Kruijne, R.; Leistra, M.; Linders, J.B.H.J.; Pol, J.W.; Tiktak, A.; Verschoor, A.J. (2004) The new decision tree for the evaluation of pesticide leaching from soils. Bilthoven, RIVM Report 601450019 - p. 57.
- Merkelbach, R.C.M., R. Kruijne, J.G. Groenwold, C.M. Niemeijer en J.H. Spijker, 2008. Gewasbeschermingsmiddelen in Drenthe - Een verkenning 2006-2007. Alterra, Wageningen UR.
- Spijker, J.H. en C.M. Niemeijer, 2008. Gewasbeschermingsmiddelen in Drenthe; Fase 2b; Inventarisatie van het niet-landbouwkundig gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de provincie Drenthe. Alterra, Wageningen UR.
- Tiktak, A., A.M.A. van der Linden en J.J.T.I. Boesten, 2003. The GeoPEARL model. description, applications and manual. Bilthoven, RIVM, report 716601007.
- Tiktak, A., A.M.A. van der Linden, J.J.T.I. Boesten, R. Kruijne en D. van Kraalingen, 2004. The GeoPEARL model. Part II. User guide and model description update. Bilthoven, RIVM, report 716601008.
- Van der Linden, A.M.A., H.F.R. Rijnders, M.C. Zijp en A.M. Durand-Huizing, 2007. Residuen van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater. Een analyse voor de KRW. RIVM rapport 607310001/2007 (Concept)
- Van der Linden, A.M.A., J.G. Groenwold, R. Kruijne, R. Luttik, and R.C.M. Merkelbach, 2008. Dutch Environmental Indicator for plant protection products, version 2. Input, calculation and aggregation procedures. Bilthoven, RIVM Report 607600002. 69 p.

Bijlage 1 Monitoringsresultaten grondwater Drenthe

Overzicht meetgegevens

Tabel 1-1 *Het aantal analyses.*

jaar	aangetoond	niet aangetoond	totaal
2002	8	135	143
2004	6	202	208
2006	23	1033	1056
2007	31	1139	1170
totaal	68	2509	2577

Tabel 1-2 *Het aantal analyses per filter.*

filter	jaar				totaal	
	2002	2004	2006	2007		%
1	110	160	528	546	1344	52
2	33	16		78	127	5
3		32	528	546	1106	43
totaal	143	208	1056	1170	2577	100

Tabel 1-3a *Het aantal aangetoond per filter.*

filter	jaar				totaal	
	2002	2004	2006	2007		%
1	6	5	16	19	46	68
2	2				2	3
3		1	7	12	20	29
totaal	8	6	23	31	68	100

Tabel 1-3b *Het percentage aangetoond per filter.*

filter	jaar				totaal
	2002	2004	2006	2007	
1	5.5	3.1	3.0	3.5	3.4
2	6.1	0.0			1.6
3		3.1	1.3	2.2	1.8
totaal	5.6	2.9	2.2	2.6	2.6

Tabel 1-4 Aantal analyses en het percentage aangetoond per locatie.

Putnr	aantal analyses				Totaal	aangetoond (%)
	2002	2004	2006	2007		
47	-	-	44	-	44	0
55	-	-	44	26	70	2.9
64	-	-	44	-	44	0
67	-	-	44	26	70	2.9
74	-	-	44	-	44	0
75	-	-	44	26	70	4.3
80	-	-	44	52	96	4.2
82	11	16	44	26	97	4.1
89	-	-	44	26	70	2.9
103	-	-	44	-	44	0
109	-	-	44	-	44	0
110	-	-	44	-	44	0
111	11	16	44	-	71	2.8
113	-	-	44	-	44	0
115	-	-	44	52	96	12.5
120	-	-	44	26	70	2.9
123	11	16	44	-	71	2.8
129	-	-	44	26	70	2.9
131	11	16	44	26	97	2.1
133	-	-	44	26	70	10.0
134	-	-	44	-	44	0
136	-	-	44	26	70	2.9
143	-	-	44	-	44	0
147	-	-	44	-	44	0
166	11	16	-	52	79	2.5
167	11	16	-	52	79	5.1
168	11	16	-	52	79	2.5
169	-	-	-	52	52	0
170	11	16	-	52	79	2.5
171	11	16	-	52	79	6.3
172	11	16	-	52	79	0
173	-	-	-	52	52	9.6
174	-	-	-	52	52	0
175	-	-	-	52	52	0
177	-	-	-	52	52	0
178	-	-	-	52	52	0
179	-	-	-	26	26	0
180	11	16	-	52	79	0
181	11	16	-	52	79	0
182	11	16	-	52	79	0

Tabel 1-5 Stofnummers in het overzicht met de metingen per locatie.

1	atrazin
2	bentazon
3	bromacil
4	carbeetamide
5	carbendazim
6	chloridazon
7	dichlobenil
8	dichloran
9	dimethenamide
10	diuron
11	ethofumesaat
12	flutolanil
13	glyfosaat
14	isoproturon
15	MCPA
16	mecoprop-p
17	metalaxyl
18	metazachloor
19	monolinuron
20	simazin
21	triadimefon
22	aminomethylphosphonic acid (AMPA)
23	desethyl-atrazine
24	2,6-dichlorobenzamide
25	diethyltoluamide (deet)
26	1,2-dichlooretheen (cis)
27	1,2-dichloorpropaan
28	dichloorprop-p
29	fenuron
30	tetrachlooretheen
31	trichlooretheen

Tabel 1-6 Overzicht van het aantal metingen in het grondwater op 40 locaties in Drenthe. Stoffen in kolom 1 t/m 31 (zie Tabel 1-5 voor de stofnamen). Kolom **a1** = aantal metingen per locatie, **a2** = aantal stoffen per locatie. Regel **A1** = totaal aantal metingen per stof **A2** = totaal aantal locaties waar de stof is gemeten).

nr																											a1	a2							
	atrazin	bentazon	bromacil	carbeetamide	carbendazim	chloridazon	dichlobenil	dichloran	dimethenamide	diuron	ethofumesaat	flutolanil	glyfosaat	isoproturon	MCPA	mecoprop-p	metalaxyl	metazachloor	monolinuron	simazin	triadimefon	aminomethylphosphon ic acid (AMPA)	desethyl-atrazine	2,6-dichlorobenzamide diethyltoluamide (deet)	1,2-dichlooretheen (cis)	1,2-dichloorpropaan	dichloorprop-p	fenuron	tetrachlooretheen	trichlooretheen					
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1		
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
75	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2		
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	1	
82	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	3	
89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1	
113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
115	-	3	-	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	12	6	
120	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1	
129	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
131	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	2	
133	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	7	4	
134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
136	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

nr																									a1	a2							
	atrazin	bentazon	bromacil	carbeetamide	carbendazim	chloridazon	dichlobenil	dichloran	dimethenamide	diuron	ethofumesaat	flutolanil	glyfosaat	isoproturon	MCPA	mecoprop-p	metalaxyl	metazachloor	monolinuron	simazin	triadimefon	aminomethylphosphon ic acid (AMPA)	desethyl-atrazine	2,6-dichlorobenzamide diethyltoluamide (deet)	1,2-dichlooretheen (cis)	1,2-dichloorpropaan	dichloorprop-p	fenuron	tetrachlooretheen	trichlooretheen			
147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1
167	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	4	2
168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	1
169	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	5	3
172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
173	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	5	3
174	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
177	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A1	16					4				8	5					2	3						4	9	1	16							
A2	9					2				4	3					1	3						2	4	1	9							

Tabel 1-7 Gemeten concentraties bentazon op ca 10 m diepte (filternr. 1) en de berekende uitspoelingsgevoeligheid op 1 m-mv. ($\mu\text{g/L}$).

putnr. (filternr. 1)	profielnr. (Tabel 2)	meetwaarde ($\mu\text{g/L}$)			uitspoelingsgevoeligheid ($\mu\text{g/L}$) (Tabel 5)
		2006	2007	gemiddeld	
75	4		0.01	0.01	23
115	4	0.01	0.02	0.02	23
120	4	0.01	0.02	0.02	23
129	4	0.20	0.19	0.20	23
133	4	0.01		0.01	23
136	6	0.02	0.06	0.04	< 1.0e-6
170	3		0.02	0.02	13
173	4		0.09	0.09	23

Bijlage 2 Locatiekenmerken

Tabel 2-1 Landbouwkundig grondgebruik en natuur volgens LGN en profielnummer volgens de Bodemkaart van Nederland, 1 : 50 000. Op 32 locaties 4 LGN-opnames in een straal van 50 m (code V = veehouderij, A = akkerbouw, B = bollenteelt, N = natuur). Op de 8 overige locaties LGN4-gegevens in een cel van 250 m x 250 m (code als hierboven, met een inschatting van het percentage). Profielnr. zie Tabel 2.

x	y	Putnr	PutCode	Profielnr.	LGN2	LGN3	LGN4	LGN5	LGN4
207300	539400	47	16EA3095	4	V	VA	VA	V	-
212450	546675	55	16FA3046	1	N	N	N	N	-
217775	526775	64	16HA3067	5	V	VA	VA	V	-
219270	532130	67	16HA3107	4	VA	V	VAO	VA	-
221875	533538	74	17CA3157	4	VA	AV	VOA	VA	-
222837	540975	75	17AA3086	4	VA	V	VAO	V	-
226350	567500	80	12AA3122	4	VA	VA	VA	AV	-
227770	552600	82	12CA3097	4	AV	AV	A	A	-
231500	540500	89	17BA3129	2	VA	VA	VA	VA	-
239950	567025	103	12BA3135	1	V	N	N	N	-
241350	548350	109	17EA3087	4	N	N	N	N	-
241700	555190	110	12GA3116	4	VA	VAO	VA	VA	-
242500	528500	111	17GA3088	4	AV	AVO	AV	AV	-
243500	522030	113	22EA3138	4	VA	V	V	VBOA	-
244250	568400	115	12EA3249	4	VA	VA	VA	VA	-
246550	535512	120	17GA3063	4	VA	VAO	AV	VAO	-
249160	557010	123	12GA3114	4	AV	AV	AV	AV	-
252000	532900	129	17HA3356	4	VA	VA	VA	VO	-
252740	540820	131	17FA3088	4	AV	AV	AVO	AV	-
256150	553688	133	12HA3085	4	AV	AV	AV	AV	-
256175	546238	134	17FA3072	6	VA	AVO	AVO	AV	-
256675	527516	136	17HA3350	6	AV	A	A	AV	-
262920	532890	143	18CA3041	6	AV	A	N	N	-
265620	526370	147	18CA3064	6	AV	AV	A	AOV	-
241819	564541	166	12EP0258	4	NAV	NAO	NA	NA	-
248581	550170	167	12GA3115	4	AVO	AV	VOA	VA	-
245069	558075	168	12GP0104	4	VAO	VA	VAO	VA	-
210517	531929	169	16HA3088	4	AV	V	V	V	-
230740	546820	170	17BA3154	3	AV	AVO	AV	VAB	-
251320	545680	171	17FA3086	4	AV	AV	AO	AV	-
255560	534600	172	17HA3359	3	A	AOV	AV	AV	-
228888	520345	173	22AA3098	4	A	V	VA	V	-
220500	537920	174	17AA3102	4	-	-	-	-	V50A05
221213	566820	175	12AA3151	4	-	-	-	-	V50A10
225680	530490	177	17CA3184	4	-	-	-	-	V40A30
231380	536240	178	17DA3090	3	-	-	-	-	V40A10
235970	562365	179	12DA3285	4	-	-	-	-	V60A20
239120	537180	180	17DA3091	4	-	-	-	-	A60V15
246672	538705	181	17EA3088	4	-	-	-	-	A40V10
248500	545070	182	17EA3089	4	-	-	-	-	A30V20

Tabel 2-2 Enkele locatiekenmerken (PMG, LMG).

Putnr	TR_O	TR_D	HGT	CODE	LETTER	GWT	LGB	KWEL	BODEM	BODEM	OM	BG	BT	SL	MV	IJ	VG
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	r	r	niz	U16Tnr102--	U16T	-	natuur/bos	infiltratie	zand	associaties	28	Bos	Za	L1	7	1978	St
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	Gra	Zr	L9	3	1978	In
67	r	r	giz	Hn23-V	Hn	V	grasland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	Bos	Zr	L9	10	1978	St
75	r	o	gtz	Hn23x-V	Hn	V	grasland	intermediair	zand	veld+laar	30	Gra	Zr	L9	9	1978	Kw
80	r	r	biz	cHn23x-VI	cHn	VI	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	21	Bou	Zr	L1	8	1983	St
82	r	r	biz	Hn21-VII	Hn	VII	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
89	o	o	gtz	Hn21-VI	Hn	VI	grasland	intermediair	zand	veld+laar	31	Gra	Zr	L1	13	1978	In
103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	Gra	Zr	L2	5	1983	In
109	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	r	r	giz	Hn21-VII	Hn	VII	grasland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
111	r	o	biz	cHn23-VII	cHn	VII	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
115	r	r	gtz	U12ORnr116--	U12OR	-	grasland	intermediair	zand	associaties	340	Gra	La	L1	1	1983	In
120	r	o	btz	fvWzt-III	vWz	III	bouwland	intermediair	zand	moerig	39	Gra	Zr	L8	17	1978	In
123	r	r	biz	Hn23x-sVI	Hn	sVI	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
129	r	o	gtz	Hn23t-VI	Hn	VI	grasland	intermediair	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
131	r	r	biz	cY23x-sVII	cY	sVII	bouwland	infiltratie	zand	dikeerd+ mode	-	-	-	-	-	-	-
133	m	m	btz	U12ORnr114--	U12OR	-	bouwland	intermediair	zand	associaties	34	Bou	Zr	L2	6	1983	Kw
134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	Bou	Zr	L7	10	1983	In
136	r	m	bk	iVzt-IIIb	iV	IIIb	bouwland	kwel	zand/ veen	veen	36	Bou	Ho	L0	14	1987	Kw
143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	Bou	Ho	L1	14	1978	Kw
147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
166	r	r	biz	Hd21-VIII	Hd	VIII	bouwland	infiltratie	zand	haar+kamp	-	-	-	-	-	-	-
167	r	r	biz	Hn23-sVII	Hn	sVII	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
168	r	r	biz	Hn21-VII	Hn	VII	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
169	r	m	biz	Hn23x-V	Hn	V	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	186	Gra	Zr	L9	5	1983	St
170	r	r	biz	cHn21-VI	cHn	VI	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
171	r	r	biz	Hn23x-sVI	Hn	sVI	bouwland	infiltratie	zand	veld+laar	-	-	-	-	-	-	-
172	r	r	biz	cY23x-sVII	cY	sVII	bouwland	infiltratie	zand	dikeerd+mode	-	-	-	-	-	-	-
173	r	r	giz	Hn23x-VI	Hn	VI	grasland	infiltratie	zand	veld+laar	44	Gra	Ho	L6	11	1978	In

[illegible]

Bijlage 3 Gebruik van stoffen

Deze bijlage geeft een overzicht van het gebruik van 21 geanalyseerde werkzame stoffen met gegevens in de database NMI 2.

Bronnen;

1. documentatie verstrekt door de Provincie Drenthe
2. Evaluatie Convenant Openbaar Groen, 2003
3. EDG-2006; Jaargemiddeld verbruik in de landbouwsectoren akkerbouw, veeteelt en vollegronds groenteteelt (kg/ha/j, voor de referentie 1998). Geldt als indicatie voor de intensiteit van het gebruik (niet voor stoffen die relatief veel buiten de landbouw worden toegepast)
4. Evaluatie Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G, 2000, EC-LNV, 2003)
5. ISBEST 2.0 (verbruiksgegevens 1986)
6. Gewasbeschermingsdatabank (www.ctgb.nl)

nr	stofnaam	Werking	Belangrijkste toepassingen		Seizoen	(kg/j/ha) (3)	Toelating	Aangetoond	
			Landbouw (1)	niet-landbouw (1, 2)				in Drenthe (aantal)	In overige prov.
1	atrazin	H	veehouderij (mais)	-	vj	0.086	n (1999)	0	OV
2	bentazon	H	akkerbouw (aardappel, graan), veehouderij	sportvelden, gazons (2)	(vj)	0.048	j (01-07-11)	16	FR, GR, OV
3	bromacil	H	-	onbeteelde terrein, spoorbanen (1, 2)		?	n (?)	0	OV
4	carbeetamide	H	vollegronds groenteteelt, akkerbouw (kleine teelten)	-	Vj	0.009	j	0	GR
5	carbendazim	F	akkerbouw (bieten, granen), bloembollen, fruitteelt, vollegronds groenten	verf	vj, nj	0.163	n (01-01-08)	0	FR, GR
6	chloridazon	H	akkerbouw (bieten), bollen	-	Vj	0.362	j (01-09-07)	2	GR, OV
7	dichlobenil	H	Fruitteelt	openbaar groen, wegbermen/verhardingen, waterlopen (in 1986) (1, 2)	vj	-	j	0	FR, GR
8	dichloran	F	glastuinbouw (groenten, bloemisterij), bollen (4)	-		?	n (01-06-00)	0	GR
9	dimethenamide, dimethenamide-p	H	veehouderij (mais)	-	Vj	0.005	n (04)	0	OV

nr	stofnaam	Wer- king	Belangrijkste toepassingen					Aangetoond	
			Landbouw (1)	niet-landbouw (1, 2)	Seizoen	(kg/j/ha) (3)	Toelating	in Drenthe (aantal)	In overige prov.
10	diuron	H	vollegronds groenten	openbaar groen, sportvelden, verhardingen/permanent onbeteeld terrein (1, 2) scheepsverf	(vj)	-	n (01-06-99)	8	GR, OV
11	ethofumesaat	H	akkerbouw (bieten, graszaad), veehouderij (grasland), vollegrondsgroente	-	vj?	0.031	j	2	GR, OV
12	flutolanil	F	Akkerbouw, boomkwekerij, bollen (4)		Vj	0.040	n (01-05-04) (6)	0	OV
13	glyfosaat	H	akkerbouw (aardappelen, bieten), veehouderij (mais), bloembollen, boomkwekerij, fruitteelt, vollegronds groenten	Openbaar groen, spoorbanen, onbeteelde terrein, sportvelden, verhardingen (1, 2) Particulier gebruik	(vj)	-	j	0	GR
14	isoproturon	H	akkerbouw (wintertarwe, wintergerst)	-	nj	0.122	j	0	OV
15	MCPA	H	akkerbouw (aardappel, graan), veehouderij (grasland), fruitteelt	Openbaar groen, spoorbanen, sport-velden, verhardingen, waterlopen (in 1986) (1)	vj?	0.156	j	0	GR, OV
16	mecoprop, mecoprop-P	H	akkerbouw, veehouderij (grasland)	Openbaar groen, sport-velden, waterlopen (in 1986) (2)	vj?	0.097	J	2	FR, GR, OV
17	metalaxyl, metalaxyl-P	F	Akkerbouw (aardappelen), groenten (aardbeien), bloembollen, boomkwekerij	-	vj	0.062	n ('99)	3	-
18	metazachloor	H	Akkerbouw, fruitteelt, boomkwekerij, bollen (4)	-		0.005	j	0	OV
19	monolinuron	H	Boomkwekerij	openbaar groen, particulier groen (1)	vj?	0.088	n ('00)	0	OV
20	simazin	H	akkerbouw (kleine teelten), bloembollen, boomkwekerij, fruitteelt, vollegronds groenten	Openbaar groen, verhardingen (2)	vj	0.007	n ('99)	0	GR
21	triadimefon	F	Boomkwekerij, fruitteelt (5)	-		-	n (15-09-99) (6)	0	OV

Bijlage 4 Stofparameters

De afbraak- en sorptieparameters in de stofdatabase NMI 2 zijn als volgt afgeleid van de gegevens in de dossiers van het Ctgb:

- het geometrisch gemiddelde voor de afbraaksnelheid in de onverzadigde zone (DegT50);
- het rekenkundig gemiddelde voor de sorptieconstante K_{om} ;
- de maximum waarde voor $K_{om,zuur}$ en minimum waarde voor $K_{om,base}$.

Tabel 4-1 Stofparameters gebruikt in de modelberekeningen. Vet gedrukt zijn mediane waarden ter vervanging van ontbrekende gegevens (stofdatabase NMI 2).

stofnaam	Damp-druk (mPa)	Mol- Massa (g/mol)	Oplos- baarheid (mg/L)	DegT50 (d)	K_{om} (L/kg)	$K_{om,Basisch}$ (L/kg)	$K_{om,Zuur}$ (L/kg)	pKa (-)
atrazin	0.00041	215.7	32	66	60	-	-	-
bentazon	0.17	240.3	570	35	-	0	176	3.2
bromacil	0.041	261.1	807000	150	18	-	-	-
carbeetamide	0.1	236.3	3500	9.0	52	-	-	-
carbendazim	0.039	175.2	7.0	72	-	8 (*)	2100	4.3
chloridazon	1E-08	221.7	340	33	-	38	197	3.3
dichlobenil	70	172.0	16	77	142	-	-	-
dichloran	0.16	207.0	6.3	274	428	-	-	-
dimethenamide	18.815	275.8	997	26	88	-	-	-
diuron	0.000564	233.1	36	94	237	-	-	-
ethofumesaat	0.044	286.4	91	80	92	-	-	-
flutolanil	1.77	323.3	10	464	299	-	-	-
glyfosaat	0.0067	169.1	9966	39	-	5.3	13050	5.6
isoproturon	0.0063	206.3	70	14	76	-	-	-
MCPA	0.0835	200.6	244077	37	-	20	55	3.7
mecoprop-p	0.23	214.7	860	7.1	-	16	88	3.9
metalaxyl	0.29	279.3	7446	27	62	-	-	-
metazachloor	0.049	277.8	17	18	81	-	-	-
monolinuron	1.3	214.7	583	41	134	-	-	-
simazin	0.00081	201.7	3.5	53	105	-	-	-
triadimefon	0.002	293.8	64	29	165	-	-	-
AMPA (1)	-	111.0	9966	101	4662	-	-	-
desethyl-atrazine	-	187.7	32	45	18	-	-	-
BAM (2)	-	190.9	16	19	0	-	-	-

(1) aminomethylphosphonic acid

(2) 2,6-dichlorobenzamide

(*) Deze waarde van $K_{om,base}$ voor carbendazim is onjuist. Er geldt $K_{om,base} > 150$ L/kg. Gebruik van de correcte waarde leidt tot een lagere uitspoelingsconcentratie dan gerapporteerd.

Bijlage 5 Resultaten uitspoelingsberekeningen

Regionale berekeningen

Tabel 5-1 Het ruimtelijk 90-percentiel voor 21 werkzame stoffen en 3 metabolieten; landsdekkende berekeningen (NL) en regionale berekeningen voor de Provincie Drenthe (DR); in µg/L, bij een bodemdepositie = 1 kg w.s./ha.

werkzame stof	NL (µg/L)	DR (µg/L)
atrazin	2.5	1.0
desethyl-atrazine	4.4	3.4
bentazon	16	12
bromacil	80	82
carbeetamide	< 1.0e-6	< 1.0e-6
Carbendazim (*)	31	< 1.0e-6
chloridazon	0.38	0.029
dichlobenil	0.055	0.0050
BAM	17	19
dichloran	0.043	0.00017
dimethenamide	0.000067	0.0000015
diuron	0.0036	0.00011
ethofumesaat	1.0	0.32
flutolanil	6.4	0.66
glyfosaat	< 1.0e-6	0
AMPA	< 1.0e-6	0
isoproturon	< 1.0e-6	< 1.0e-6
MCPA	3.8	1.7
mecoprop-p	0.000017	< 1.0e-6
metalaxyl	0.0048	0.00076
metazachloor	< 1.0e-6	< 1.0e-6
monolinuron	0.00012	0.0000020
simazin	0.029	0.0038
triadimefon	< 1.0e-6	< 1.0e-6

(*) Gebruik van de correcte waarde van $K_{om,base}$ voor carbendazim leidt tot een lagere uitspoelingsconcentratie dan gerapporteerd.

Figuur 5-1 Het gehalte organische stof en de pH-KCl in de bovengrond (0-5 cm).

Voorbeeldberekeningen voor bentazon

Figuur 5-2 Nederland (links het oppervlak ruraal/niet-stedelijk gebied en rechts de nominale uitspoelingsconcentratie op 1 m-mv, ($\mu\text{g/L}$, bij een bodemdepositie = 1 kg w.s./ha).

Figuur 5-3 Drenthe; nominale uitspoelingsconcentratie bentazon op 1 m-mv ($\mu\text{g/L}$, bij een bodemdepositie = 1 kg w.s./ha).

Figuur 5-4 De cumulatieve frequentie van de uitspoelingsconcentratie bentazon, berekend voor Nederland en voor de Provincie Drenthe (nominale concentratie op 1 m-mv; in $\mu\text{g/L}$).

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2815
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2815
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.