

RIVM rapport 716601004/2002

Emissie-evaluatie MJP-G 2000

Achtergronden en berekeningen van emissies van
gewasbeschermingsmiddelen.

Samenstelling en redactie: D.S. de Nie



Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van Ministerie van VROM in het kader van project Stofstromen bestrijdingsmiddelen en het Ministerie Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, in het kader van programma DWK 385, Milieuplanbureaufunctie.

Abstract

The long-term crop protection programme (MJP-G) of the Netherlands aimed for the period 1990 – 2000 a.o. at 50 to 90 % reduction of emissions of plant protection products to the environment. The success of the emission reduction part of this plan was evaluated by calculating emissions to air, surface water, soil and groundwater for the reference period and the year 2000. Reductions were estimated to be 79 % (aim: at least 75 %) for emissions to soil and groundwater, 54 % (aim: at least 50 %) for emissions to air and 79 % (aim: at least 90 %) for emissions to surface water. The emissions to air constitute over 95% of total emitted amounts.

This report presents technical backgrounds, boundary conditions and calculation methods. As compared to the interim evaluation in 1995, several calculations methods have changed significantly. For the calculation of emissions to air, new information has become available so that it is now possible to account for direct emission of droplets to air and interactions of the plant protection products with soil and crop. The leaching and drainage is calculated directly for the most important substances, while in the interim evaluation an overall distribution was calculated. Drift to surface water and non-target areas is now based on an extended database on drift measurements and includes drift reduction measures.

Emissions for the reference period and for 1995 have been recalculated with the new calculation procedures to make a proper evaluation of the reduction percentages possible.

Voorwoord en leeswijzer

Dit rapport geeft de wetenschappelijke onderbouwing van de totstandkoming van de emissiecijfers voor de evaluatie van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) over de periode 1990-2000. Het doel is te bekijken in hoeverre de taakstellingen van het MJP-G met betrekking tot reductie van emissies zijn behaald. Bij de evaluatie is een aantal (wetenschappelijke) instituten betrokken, onder leiding van Alterra. De resultaten van de evaluatie zijn in 2001 gepubliceerd in het rapport EC-LNV (2001/049). De resultaten uit dit EC-LNV rapport worden hier kort herhaald. De resultaten zijn echter ondergeschikt aan de beschrijving en onderbouwing van de gehanteerde methoden en technieken.

De evaluatie van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu is een complex vraagstuk. Er is gekozen voor een indeling naar milieucompartiment. Dit is synchroon aan de indeling die in het EC-LNV rapport en de Tussenevaluatie wordt gehanteerd. Elk van de betrokken instituten is op basis van expertise verantwoordelijk voor een onderdeel in deze emissie-evaluatie. Bij elk hoofdstuk zijn de verantwoordelijke auteurs en hun instituut genoemd op het tabblad.

Het rapport begint met een korte inleiding. In dit hoofdstuk wordt een aantal begrippen gedefinieerd en de werkwijze in grote lijnen uiteengezet. Verreweg de meeste nadruk ligt op het onderdeel basisgegevens. De afleiding en verwerking van de basisgegevens zijn dan ook van grote invloed op de berekende emissies. Daarna volgen de milieucompartimenten, elk in een apart hoofdstuk. Vier milieucompartimenten worden afzonderlijke beschouwd: lucht, oppervlaktewater, grondwater en bodem. Bij elk van de milieucompartimenten worden de gekwantificeerde emissieroutes en de afleiding van de emissiefactoren beschreven. Ook wordt in de paragraaf 'kwaliteit' bij elk compartiment aandacht geschonken aan de randvoorwaarden en aannames, verantwoording van gekozen model of berekeningsmethode en de effecten hiervan op de resultaten. Het rapport wordt afgesloten met een onderdeel atmosferische depositie en een onderdeel monitoring.

De editor heeft getracht de teksten van de auteurs op logische wijze in te delen. Echter, de emissie-evaluatie is complexe materie die zich niet makkelijk in hokjes laat duwen. Er werd getracht om de structuur en indeling van het rapport zo helder mogelijk te houden. Dit betekent dat er enige overlap kan zijn ontstaan in gedeeltes van de tekst. De verantwoordelijkheid voor de inhoud en kwaliteit van de teksten, de werkwijze en de totstandkoming van de emissiecijfers ligt bij de auteurs.

D.S. de Nie (RIVM)
Bilthoven, 25 maart 2002

Inhoud

Samenvatting	11
Summary	15
1. Introductie	19
1.1 <i>Inleiding</i>	20
1.2 <i>Taakstellingen MJP-G</i>	20
1.3 <i>Emissie-evaluatie MJP-G</i>	21
1.4 <i>Begrippenomschrijving</i>	22
1.5 <i>De werkwijze in vogelvlucht</i>	24
1.5.1 <i>De berekening van emissies met behulp van emissiefactoren</i>	24
1.5.2 <i>Verbruiksgegevens</i>	27
1.5.3 <i>Afleiding emissiefactoren</i>	28
1.6 <i>Vergelijking met de tussentijdse evaluatie</i>	30
1.7 <i>Literatuur</i>	31
2. Basisgegevens	33
2.1 <i>Inleiding</i>	34
2.2 <i>Verbruiksgegevens</i>	34
2.2.1 <i>Landbouwkundig verbruik</i>	34
2.2.2 <i>Minerale olie</i>	35
2.2.3 <i>Oude en nieuwe stoffen, hulpstoffen</i>	36
2.2.4 <i>Toedeling ‘vervangende stoffen’</i>	37
2.3 <i>Stofeigenschappen</i>	39
2.4 <i>Gebruiksparameters</i>	40
2.4.1 <i>Jaargang</i>	41
2.4.2 <i>Koppeling aan gewassen</i>	41
2.4.3 <i>Middelengroepen</i>	41
2.4.4 <i>Koppeling aan aantasters</i>	42
2.4.5 <i>Verdeling over perioden</i>	42
2.4.6 <i>Samenvoeging CBS/BIN</i>	43
2.4.7 <i>Behandeld areaal</i>	45
2.4.8 <i>Verbruiksgegevens ISBEST</i>	46
2.5 <i>ISBEST 4.0</i>	47
2.5.1 <i>Gegevensstromen en databronnen ISBEST 4.0</i>	47
2.5.2 <i>Criteria en datastructuur</i>	48
2.5.3 <i>Afbakening ISBEST 4.0</i>	48
2.5.4 <i>Beschrijving per onderwerp</i>	49
2.6 <i>GIS bestanden</i>	71
2.7 <i>Kwaliteit</i>	71
2.7.1 <i>Verbruiksgegevens</i>	71
2.7.2 <i>Stofeigenschappen</i>	72
2.7.3 <i>Emissiefactoren</i>	72
2.7.4 <i>Verhouding open en gesloten teelten</i>	74
2.7.5 <i>Vervluchtiging tijdens toepassing en materiaalbalans</i>	74
2.7.6 <i>Rekenkundig gemiddelde driftpercentages en toedienings-technieken</i>	74
2.7.7 <i>Grondontsmettingsmiddelen (RGO)</i>	75

2.8	<i>Literatuur</i>	75
3.	Emissie naar oppervlaktewater	79
3.1	<i>Inleiding</i>	80
3.2	<i>Emissieroutes open teelten</i>	80
3.3	<i>Emissieroutes bedekte teelten</i>	83
3.4	<i>Emissie naar oppervlaktewater</i>	86
3.5	<i>Kwaliteit</i>	89
3.6	<i>Literatuur</i>	93
4.	Emissie naar bodem	95
4.1	<i>Inleiding</i>	96
4.2	<i>Emissieroute</i>	96
4.3	<i>Emissie naar bodem</i>	98
4.4	<i>Kwaliteit</i>	99
4.5	<i>Literatuur</i>	100
5.	Emissie naar grondwater	101
5.1	<i>Inleiding</i>	102
5.2	<i>Emissieroutes</i>	103
5.3	<i>Methodiek</i>	104
5.4	<i>Emissie naar grondwater</i>	108
5.5	<i>Kanttekeningen</i>	111
5.6	<i>Kwaliteit</i>	112
5.7	<i>Literatuur</i>	113
6.	Emissie naar lucht	115
6.1	<i>Inleiding</i>	116
6.2	<i>Emissieroutes</i>	116
6.2.1	Open teelten	116
6.2.2	Bedekte teelten	119
6.3	<i>Emissies</i>	119
6.4	<i>Kwaliteit</i>	121
6.4.1	Emissie vanuit bedekte teelt	121
6.4.2	Emissie vanuit open teelt	122
6.5	<i>Literatuur</i>	122
7.	Atmosferische depositie	125
7.1	<i>Inleiding</i>	126
7.2	<i>Emissieroutes en berekeningen</i>	126
7.3	<i>Deposities</i>	129
7.4	<i>Kwaliteit</i>	131
7.5	<i>Literatuur</i>	132

8. Monitoring	135
8.1 Inleiding	136
8.2 Kwalitatieve vergelijking	138
8.2.1 Gebruikte gegevens	139
8.2.2 Vergelijking meetresultaten met berekeningen	141
8.3 Conclusies	142
Bijlage 1 Overzicht van ‘grote oude stoffen’	144
Bijlage 2 Overzicht van ‘nieuwe stoffen’	146
Bijlage 3 Overzicht van ‘kleine oude stoffen’	147
Bijlage 4 Overzicht van ‘hulp- en reststoffen’	149
Bijlage 5 Toewijzing toepassingsmethoden	150
Bijlage 6 Gegevens emissiebeperkende maatregelen voor de herbiciden in ISBEST 4.0	151
Bijlage 7 Gegevens emissiebeperkende maatregelen voor de insecticiden en fungiciden in ISBEST 4.0	153
Bijlage 8 Techniekcombinaties volvelds-spuittoepassingen	155
Bijlage 9 Conversietabel gewassen	156
Bijlage 10 Teeltvrije zone referentieperiode	157
Bijlage 11 BASIS-driftcijfers	158
Bijlage 12 Methode en gegevens RGO	160
Bijlage 13 Monitoring Oppervlaktewater	164
Bijlage 14 Probleemstoffen compartiment grondwater	165
Bijlage 15 Bestrijdingsmiddelen in de lucht	167
Verzendlijst	169

Samenvatting

In 1991 is het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) (Min. van LNV, 1991) uitgebracht, waarin een aantal taakstellingen is geformuleerd voor de Nederlandse land- en tuinbouw voor de periode 1990–2000. Eén van deze taakstellingen behelst een vermindering van de omvang van de emissie van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu. In opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu geëvalueerd over de periode 1990 – 2000. Deze beoordeling is gebaseerd op het vergelijken van geschatte emissies van de referentieperiode (1984–1988) met de emissies in het ijkjaar 2000. In 1995 is een tussentijdse evaluatie gehouden. De resultaten van de berekeningen voor 1995 en voor de eindperiode 1998 - 2000 zijn verschenen in het beleidsdocument EC-LNV (2001/049). Tabel 1 geeft een samenvatting.

Tabel 1: Jaarlijkse emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar de verschillende milieucompartimenten in de referentieperiode (1984-1988), 1995 en 1998-2000.

Compartiment	Emissie naar compartiment (ton werkzame stof / jaar ¹)		
	1984-1988	1995	1998-2000
Bodem & Grondwater	66	21 (68)	14 (79)
Lucht	2233	1200 (46)	1033 (54)
Oppervlaktewater	116	48 (59)	25 (79)

¹ Getallen tussen haakjes geven de reductie in procenten

Dit rapport gaat vooral in op de achtergronden en berekeningen die hebben geleid tot deze resultaten.

Werkwijze

De emissies worden berekend door per afzonderlijke werkzame stof het (nationaal) landbouwkundige verbruik van die stof in het betreffende jaar (kg w.s.) te vermenigvuldigen met een stofspecifieke emissiefactor voor respectievelijk bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht.

$$Emissie = Verbruik \times Emissiefactor$$

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in open en bedekte teelten. Door vervolgens de emissies per milieucompartiment over alle werkzame stoffen te sommeren worden de emissies verkregen naar bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht.

Landbouwkundig verbruik

Om de emissies te kunnen vaststellen, wordt het landbouwkundige verbruik van de diverse actieve stoffen vermenigvuldigd met de bijbehorende emissiefactoren. Het landbouwkundige verbruik wordt bepaald door de landelijke afzetvolumes van de diverse actieve stoffen te

corrigeren voor het niet-landbouwkundig verbruik. Naast het landelijk verbruik zijn gebruiksparameters nodig om de emissie naar de diverse milieucompartimenten (bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht) te kunnen berekenen. Voor de verdeling van het verbruik van de diverse actieve stoffen over gewassen en aantasters is gebruik gemaakt van de verbruiksgegevens (volumes) en gebruiksgegevens (relaties), zoals vastgelegd in de Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS en in het Bedrijven Informatie Net (BIN) van het LEI. Het Informatie Systeem Bestrijdingsmiddelen (ISBEST 4.0) van Alterra vormt het doorgeefluik tussen de verbruiksgegevens van CBS en BIN en emissiemodellen van Alterra en RIVM.

Emissiefactoren

Voor de berekening van de individuele emissiefactoren voor elke werkzame stof is gebruik gemaakt van rekenregels, databases (ISBEST 4.0) en deterministische modellen (o.a. PEARL). In de database ISBEST 4.0 worden veel gegevens met elkaar gecombineerd, waaronder steekproeven over bestrijdingsmiddelenverbruik, enquête-gegevens over de implementatie van emissiebeperkende toedieningstechnieken, stoffeigenschappen, wettelijke gebruiksvoorschriften, naast onderzoeksgegevens over verschillende emissieroutes van bestrijdingsmiddelen. Door de rekenregels voor verschillende emissieroutes (in open teelt) op te nemen, is het mogelijk de emissiefactor voor een specifiek middel, gecombineerd met een specifieke emissieroute, te bepalen. Voor stoffen waarvoor de genoemde informatie niet beschikbaar was, is een andere procedure gevolgd. Deze laatstgenoemde categorie betreft ca. 12% van het totale verbruik in de referentieperiode en ca. 1% in de eindperiode.

Informatie omtrent de verdeling van het verbruik van werkzame stoffen over gewassen in de glastuinbouw is ontleend aan het instrument dat is ontwikkeld in het kader van het convenant Glastuinbouw & Milieu (GLAMI), waarin het over 1997 geregistreerde verbruik van middelen binnen een aantal kasteelten is opgenomen.

Emissieroutes

Over een aantal emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu is slechts weinig informatie beschikbaar. Een schatting van de hoeveelheid emissie kan voor deze routes nauwelijks betrouwbaar worden uitgevoerd. Het gaat hierbij onder meer om de routes oppervlakkige afspoeling vanaf percelen, winderosie, emissies via het spoelwater en/of fusten van bloembollen en de verliezen uit verpakkingsresten. Ook van de emissie vanuit bewaarplaatsen kan nog geen betrouwbare schatting gemaakt worden. Geen van bovengenoemde routes zijn in de huidige emissie-evaluatie meegenomen. De routes die wel meegenomen in open teelten zijn:

- vervluchtiging tijdens bespuiten;
- vervluchtiging vanaf gewas na bespuiten;
- vervluchtiging vanaf de bodem van het cultuurterrein na bespuiten;
- vervluchtiging vanuit de bodem van het cultuurterrein bij ingewerkte middelen;
- verwaaiing van spuitvloeistof (drift);

- uitspoeling naar grondwater;
- laterale uitspoeling naar oppervlaktewater;
- verlies van dompelvloeistof (bij bolontsmetting) naar oppervlaktewater.

En voor bedekte teelten zijn de volgende routes gekwantificeerd:

- emissie naar de buitenlucht tijdens en na toepassing in kassen;
- directe lozing van in kassen opgevangen condenswater op oppervlaktewater;
- lozing op oppervlaktewater door het spuien van recirculerend voedingswater (met daarin resten van opgevangen condenswater en drainagewater);
- lozing op oppervlaktewater tijdens reiniging van het glasdek van kassen;
- lozing op oppervlaktewater door afloop van beregeningsleidingen in kassen;
- lozing op oppervlaktewater door het weglopen van water uit kassen vanaf teeltresten, stenen vloeren en opgeslagen steenwolmatten;
- lozing van schoonmaakwater vanuit de teelt van eetbare paddestoelen, al dan niet via een bezinkinrichting, op oppervlaktewater;
- uitspoeling van middel vanuit de bodem van kassen naar oppervlaktewater (laterale uitspoeling) via directe lozing van drainagewater op oppervlaktewater;
- uitspoeling van middel vanuit de bodem van kassen naar grondwater.

Atmosferische depositie is binnen deze evaluatie niet beschouwd als een primaire emissieroute. Immers er dient eerst emissie naar de lucht op te treden voordat een stof weer (terug) kan emitteren naar het aardoppervlak. Omdat het belang van atmosferische depositie de laatste jaren steeds ter discussie staat, is desalniettemin een globale en indicatieve schatting gegeven van de mate van atmosferische depositie.

Monitoringgegevens

Tenslotte is binnen deze evaluatie ook aandacht gegeven aan de meetresultaten van verschillende monitoringprogramma's. Informatie over het aantreffen van gewasbeschermingsmiddelen in verschillende milieucompartimenten kan een indruk geven van de kwaliteit van de emissieschattingen. De beschikbare meetgegevens zijn niet in evaluerende zin gebruikt. Wel is geïnventariseerd of stoffen waarvoor wordt berekend dat ze bovengemiddeld emitteren ook meer dan andere stoffen in het milieu worden aangetroffen.

Vergelijking met tussentijdse evaluatie

De resultaten van de berekeningen zijn niet te vergelijken met de getallen verkregen bij de tussentijdse evaluatie in 1995. Voor alle compartimenten zijn de methodieken op onderdelen gewijzigd of zijn routes niet gekwantificeerd vanwege onvoldoende kwaliteit van de basisgegevens. De belangrijkste wijzigingen zijn:

- Voor emissie naar lucht. De vervluchtiging tijdens toepassing en de invloed van gewas en bodem op de vervluchtiging zijn meegenomen. De invloed van gewas en bodem op de vervluchtiging is groot; de berekende emissie is ongeveer 3 miljoen kg lager voor de referentieperiode en ongeveer 2 miljoen kg voor 1995.

- Voor emissie naar oppervlaktewater. Voor de belangrijkste middelen is de drainage berekend met GeoPEARL, terwijl in 1995 achteraf een verdeling over drainage en uitspoeling heeft plaatsgevonden. Kwantitatief belangrijker is het niet meenemen van restanten uit verpakkingen (31 ton) en reinigen van apparatuur (10 ton). Deze veranderingen hebben invloed op de getallen voor de referentieperiode. De berekende drift is voor de referentieperiode en 1995 ongeveer 30% hoger, omdat meer onderscheid tussen de verschillende gewassen is gemaakt. Voor 2000 wordt echter veel minder drift berekend, omdat rekening is gehouden met driftreducerende maatregelen.
- Voor emissie naar bodem en grondwater. De emissie van restanten uit verpakkingen is niet gekwantificeerd vanwege onbetrouwbare basisgegevens; voor de referentieperiode maakt dit een verschil van 180 ton. Omdat deze route is geëlimineerd maakt het voor 1995 en 2000 geen verschil. Voor de referentieperiode wordt ongeveer 40 ton minder uitspoeling berekend; dit is naast de directe berekening van uitspoeling en drainage vooral het gevolg van correcties op stofparameters.

Summary

In 1991 the Long Term Crop Protection programme of the Dutch Ministry of Agriculture, Environment and Fisheries was released, in which goals were set for the Dutch agricultural sector regarding the use of crop protection products. One of the goals was to reduce the emissions of chemical crop protection products to the environment. Within the scope of this programme, the emissions of chemical crop protection products to the environment were evaluated over the period 1990-2000. This evaluation is carried out by a comparison of emissions of crop protection products for the reference period (1984-1988) and the emissions for the end period (1998 - 2000). In 1995 an interim evaluation took place (EE1996). The results for the end period (1998 - 2000) have been published in the policy document EC-LNV (2001/049). The present study provides the technical backgrounds and calculations used in this final evaluation. Of all environmental compartments, the compartment air receives the greatest load of crop protection products, followed by surface water and groundwater (table 1).

Table 1: Emissions of crop protection products to the various environmental compartments in 1984-1988, 1995 and 1998-2000.

Compartment	Emission to compartment (1000kg active ingredient / year ¹)		
	1984-1988	1995	1998-2000
Soil ² & Groundwater	66	21 (68)	14 (79)
Air	2233	1200 (46)	1033 (54)
Surface water	116	48 (59)	25 (79)

¹Figures in between brackets indicate reduction percentages.

² Soil in this context represents soil surfaces adjacent to cultivated areas.

Approach

Emissions of crop protection products are calculated separately for each active substance, by multiplying the agricultural use (volume in kg.yr⁻¹) of this substance with the emission factor separately for air, surface water, groundwater and natural areas.

$$\text{Emission} = \text{Volume} \times \text{Emission factor}$$

In this approach a distinction between open field applications and applications in glasshouses has been made. Finally, by summing the individual emissions for each environmental compartment, the emissions to air, surface water, groundwater and soils are obtained.

Agricultural volumes

To estimate emissions of crop protection products, the agricultural volume of each product is multiplied with its corresponding emission factor. The agricultural volume is estimated from the total national sales of the various active substances corrected for the non-agricultural use of these substances. Besides the total national sale of these substances, various application

parameters are required to calculate emissions to the environment. The distribution of the active substances over crop and disease is based on information on use (volumes) and application parameters (relationships) that is gathered in the 'Crop Protection Questionnaire' of the Central Bureau for Statistics (CBS) and the Business Information Network (BIN) of the Institute of Agricultural Economics (LEI). The database ISBEST 4.0 (Information System Crop Protection Products) of Alterra Green World Research forms the bridge between the information of CBS and LEI, and the emission models of RIVM and Alterra.

Emission factors

For the calculation of the individual emission factors for each active substance, a package of calculation rules, databases (ISBEST 4.0) and deterministic models (e.g. PEARL) have been used. Within the database ISBEST 4.0 a lot of information is combined, like surveys of the use of crop protection products, implementation of emission reduction measures, substance properties, label instructions and prescriptions and research results of emission routes of crop protection products.

In ISBEST 4.0 it is possible to calculate the emission of a given substance (in open cultivation) by making a combination of the possible emission routes and its corresponding emission factors. Emissions of substances for which no detailed information was available a different approach was followed.

For the applications in glasshouses, information about the distribution of active substances over crops has been derived from the data gathered within the project 'Glasshouses and the Environment' (GLAMI). Within the GLAMI programme a database has been developed that contains registered use and emissions of active substances for 1997.

Emission routes

About some emission routes of crop protection products to the environment only limited information is available. An estimation of the loads of crop protection products to the environment via these routes is not reliable. It concerns, amongst others, surface run-off from agricultural fields, wind erosion, leaching from empty crates of flower bulbs and losses from discarded packaging. Similarly, no reliable estimation of emissions from storage houses can be made. Hence, none of these routes were taken into account in the emission evaluation. The routes that were included in the research were:

- volitalisation during application;
- volitalisation from crops after application;
- volitalisation from soil surface after application;
- volitalisation from soil after injection or working in of substances;
- drift of sprayed pesticide;
- leaching to groundwater;
- lateral discharge to surface water;
- loss of fluids during disinfection of flower bulbs to surface water.

For glasshouses the following emission routes have been included:

- emission to air during and after application;
- direct discharge of collected condensation water to surface water;
- discharge of recirculating nutrition water to surface water;
- discharge to surface water during rinsing of the glass;
- discharge to surface water by loss of irrigation water from the sprinkler system;
- discharge to surface water by run-off of water via crop residues, floors and rockwool mats;
- discharge to surface water of rinsing water from the cultivation of edible mushrooms;
- lateral discharge and direct discharge from greenhouses to surface water;
- leaching from soil of greenhouse to groundwater.

Atmospheric deposition

Atmospheric deposition has not been included as a primary emission route in this evaluation. Before atmospheric deposition can take place the active substance must be emitted to the air first. However, because the interest in atmospheric deposition has increased over the last years, an evaluation of atmospheric deposition has been included in this emission evaluation.

Monitoring

Finally, the results of various monitoring programmes are considered within the scope of the emission evaluation. Facts about the presence of crop protection products in the air, surface water and groundwater can provide insight in the accomplishment of the emission calculations. The available data from measurements have not been used in the evaluation. However, a comparison has been made between crop protection products with high emissions to the environment according to models and calculations, and the actual presence of these substances in the environment.

Comparison with the interim evaluation

The results obtained in this evaluation cannot be compared with the results of the interim evaluation. For all compartments calculation methods have been changed and / or emission routes have not all been taken into account. The most important differences are:

- Emission to air. The 2000 calculations take into account volatilisation to air during application and the influence of soil and crop on the volatility. The influence of soil and crop is very important; the calculated emission is about 3 million kg lower for the reference period and about 2 million kg for 1995.
- Emission to surface water. For the most important substances drainage is calculated directly with GeoPEARL, while in 1995 drainage was derived via post-processing of the data. Quantitatively more important is excluding the routes 'cleaning of equipment' and 'emission from packaging', respectively 31 and 10 tonnes in the reference period (practically zero for 1995 due to precautionary measures). The calculated drift is about 30% higher, caused by the variability of crops. For 2000 the calculated drift is much lower due to the anti-drift measures.

- Emission to soil and groundwater. Emission from packaging is not taken into account because of unreliable data. Therefore, the emission to soil is about 180 tonnes less than stated in the interim study. As this route is eliminated, there are no differences for 1995 and 2000. The calculated leaching to groundwater is about 40 tonnes less. Both the direct calculation of leaching and drainage and corrections to substance properties contribute to this difference.

1. Inleiding

1.1 Inleiding

De nadelige effecten op het milieu en de nadelen die de landbouw zelf ondervond van het veelvuldig gebruik van gewasbeschermingsmiddelen waren aanleiding voor de beleidsnota Meerjarenplan Gewasbescherming (Min. van LNV, 1991). De belasting van de bodem met gewasbeschermingsmiddelen zorgde voor problemen met de drinkwaterbereiding uit grondwater. In het oppervlaktewater zorgden de gewasbeschermingsmiddelen ervoor dat het ecologisch functioneren van die wateren sterk werd belemmerd.

Naast de effecten op het milieu moest voorkomen worden dat door een eenzijdige chemische bestrijding resistenties bij allerlei ziekteverwekkers of plaagorganismen zou ontstaan. De landbouw had daarom zelf ook alle belang bij een spaarzamer gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (EC-LNV, 2001).

1.2 Taakstellingen MJP-G

In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) worden drie taakstellingen geformuleerd. De eerste taakstelling is vermindering van de afhankelijkheid van chemische gewasbescherming, de tweede is vermindering van de omvang van het gebruik van chemische gewasbescherming en de derde is vermindering van de emissie van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu. Na de tussentijdse evaluatie in 1995 werd een vierde taakstelling toegevoegd: vermindering van de milieueffecten van gewasbeschermingsmiddelen.

In opdracht van o.a. het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu geëvalueerd over de periode 1990 – 2000. De beoogde reducties van emissie van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar bodem en grondwater (gezamenlijk), lucht en oppervlaktewater staan beschreven in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Taakstellingen MJP-G voor de reductie van emissies van chemische gewasbeschermingsmiddelen naar bodem en grondwater (gezamenlijk), lucht en oppervlaktewater.

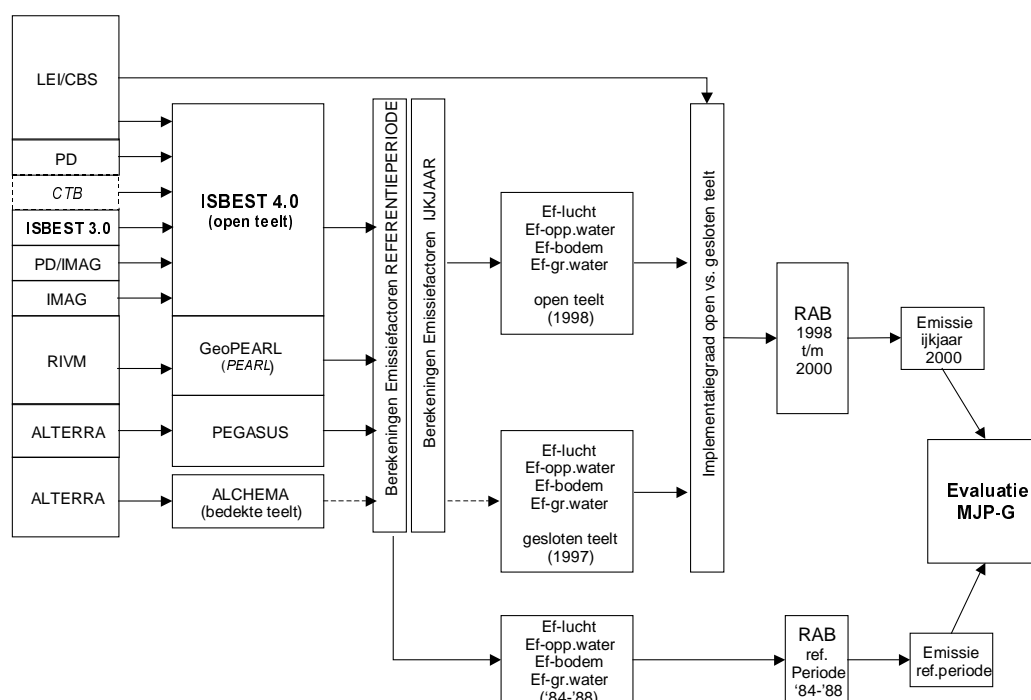
Compartiment	Beoogde reductie 1995 (MJP-G taakstelling)	Beoogde reductie 2000 (MJP-G taakstelling)
Bodem + Grondwater	40 – 45%	≥ 75%
Lucht	30 – 35%	≥ 50%
Oppervlaktewater	> 70%	≥ 90%

Bron: Min. van LNV, 1991.

1.3 Emissie-evaluatie MJP-G

De uitvoering van de MJP-G evaluatie 2000 is in handen van LNV-L, die op haar beurt de regie heeft overgedragen aan EC-LNV. Deze heeft vervolgens technische uitvoerders gezocht voor de onderdelen volume, emissie, afhankelijkheid en milieueffecten. De technische uitvoering van het onderdeel emissie ligt in handen van Alterra met medewerking van het RIVM, RIZA, PD, IMAG, LEI, CBS en TNO. De verantwoordelijkheid voor de onderdelen volume, afhankelijkheid en milieueffecten van gewasbeschermingsmiddelen vallen buiten de verantwoordelijkheid van Alterra.

Het doel van het emissiedeel van de MJP-G evaluatie 2000 is om te beoordelen of de taakstellingen voor de reductie van emissies naar de verschillende milieucompartimenten zijn gehaald. Deze beoordeling is gebaseerd op het vergelijken van geschatte emissies voor het ijkjaar 2000 met emissies voor de referentieperiode (1984–1988).



Figuur 1.1 Datastromen emissie-evaluatie MJP-G 2000 (Bron: Smidt, 2002).

In 1995 is nagegaan in hoeverre de MJP-G emissietaakstellingen op dat moment waren gerealiseerd (EE1996). Deze Tussenevaluatie gaf aan dat de voor het ijkjaar 1995 geformuleerde taakstellingen voor alle milieucompartimenten waren gerealiseerd. Omdat op onderdelen berekeningsmethodieken zijn gewijzigd, worden in dit rapport ook de emissies voor 1995 opnieuw berekend (Dit is niet weergegeven in de figuur).

Bij de emissie-evaluatie 2000 zijn de hierboven genoemde instituten betrokken onder leiding van Alterra (figuur 1.1). De bevindingen van deze projectgroep zijn gepubliceerd in de

Eindevaluatie (EC-LNV, 2001). Hierin wordt de vergelijking gemaakt tussen de emissies in de referentieperiode 1984-1988 en het ijkjaar 2000. De conclusies zijn dat voor 2000 de taakstellingen voor de milieucompartimenten bodem en grondwater (gezamenlijk) en lucht zijn gehaald. De taakstelling voor het compartiment oppervlaktewater is niet gehaald (EC-LNV, 2001)

Het voorliggende document geeft de wetenschappelijke onderbouwing van de totstandkoming van de emissiecijfers voor de eindperiode (1998 – 2000) en de herberekeningen voor 1995. De werkwijze - van basisgegevens, databestanden, aannames tot gehanteerde methodes - wordt uitvoerig beschreven. Daarnaast worden de resultaten van de emissie naar de verschillende milieucompartimenten, zoals beschreven in de eindevaluatie (EC-LNV, 2001) kort weergegeven. Tevens wordt aandacht besteed aan atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen en monitoringsprojecten.

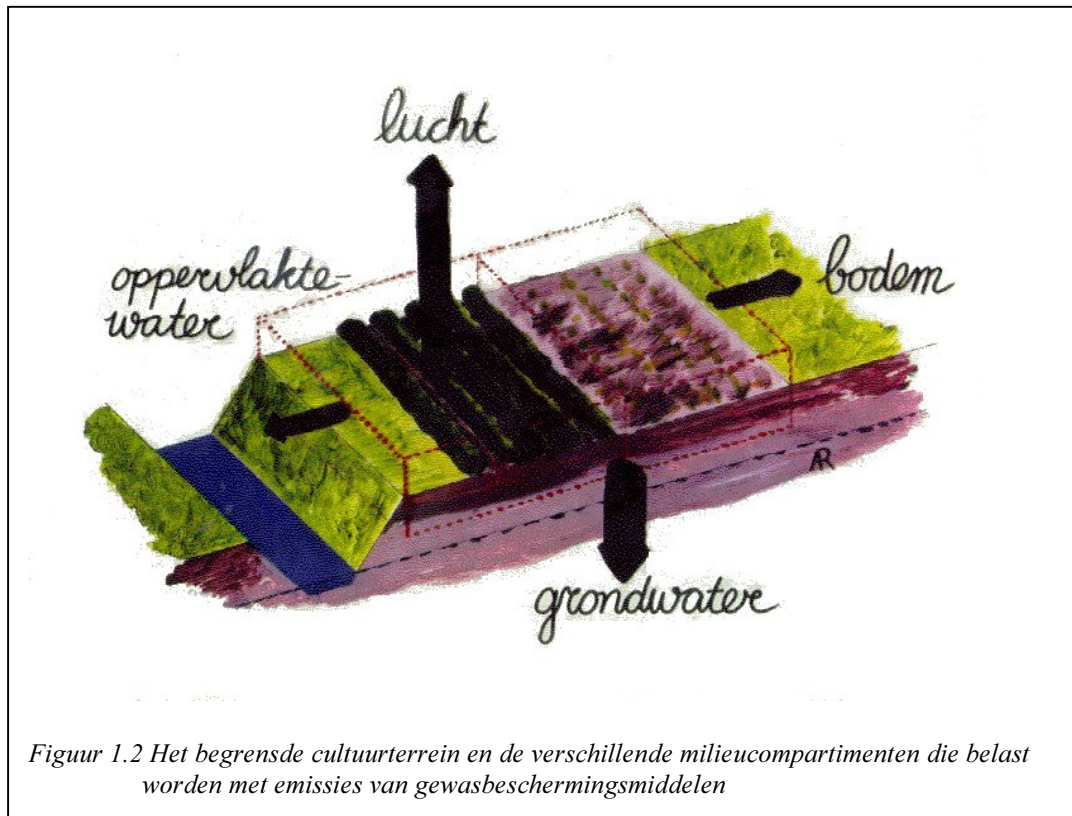
1.4 Begrippenomschrijving

In dit document wordt een aantal begrippen gehanteerd om tot een eenduidige werkwijze te komen. In deze paragraaf worden een aantal belangrijke begrippen gedefinieerd.

Cultuurcompartiment

Het cultuurcompartiment wordt gevormd door cultuurterreinen. Een cultuurterrein is een in lengte, breedte, hoogte en diepte begrensd terrein met als functie dat er in beginsel een cultuurgewas kan worden geteeld. In het cultuurterrein kan een aantal bufferzones liggen, zoals een teelt- en spuitvrije zone bij open teelten (figuur 1.2).

De buitenste niet-beteelde strook binnen het cultuurterrein is de teeltvrije zone. Hieronder vallen tevens het kavelpad, een schouwpad en een windsingel. De breedte van de strook is gelijk aan de afstand van het midden van de buitenste zaai-, poot-, plant- of bomenrij tot de insteek van de sloot of een anderszins aangegeven grens van het cultuurterrein. Een spuitvrije zone is de teeltvrije zone inclusief het aansluitende deel van het cultuurterrein waarin het geteelde gewas niet bespoten is. Voor vollegrondsteelt is de breedte van de spuitvrije zone gedefinieerd als de afstand van de laatst werkende spuitdop tot de insteek van de sloot of tot een anderszins aangegeven grens.



Voor de fruitteelt is de breedte van de spuitvrije zone gelijk aan de afstand van de laatste spuitgang (midden spuitmachine) tot de insteek van de sloot of tot een anderszins aangegeven grens, aangenomen dat alleen van de sloot of grens af wordt gespoten. Als ook naar de buitengrenzen wordt gespoten, is de spuitvrije zone een halve bomerij afstand kleiner.

Milieucompartimenten

Het milieu wordt opgedeeld in vier milieucompartimenten: oppervlaktewater, bodem, grondwater en lucht. Vanuit cultuurterreinen kunnen gewasbeschermingsmiddelen emitteren naar de verschillende milieucompartimenten (figuur 1.2). Het compartiment oppervlaktewater is een verdiept gedeelte in het land dat fungeert voor de afvoer van water of als waterbuffer. Het compartiment bodem is het grondoppervlak dat buiten het cultuurterrein ligt. Het grondwater ligt onder het cultuurterrein, en begint op een diepte van één meter onder het maaiveld. Het compartiment lucht is de ruimte boven het cultuurterrein en begint op 75 cm boven het gewas (open teelten) of ter hoogte van het kasdek (bedekte teelten).

Emissie

In deze evaluatie wordt emissie gedefinieerd als: de uitstoot van gewasbeschermingsmiddelen uit een cultuurterrein of uit een ander object (zoals erf, een landbouwkundig bedrijfsgebouw of een verharding) naar het milieu vóór, tijdens of na toepassing van het middel.

In deze emissie evaluatie wordt uitgegaan van ‘**goede landbouwkundige praktijk**’ bij het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

- Illegaal en oneigenlijk gebruik van middelen is bij het vaststellen van de emissies niet meegenomen omdat dit niet te kwantificeren is.
- In het cultuurterrein (bijvoorbeeld in de bouwvoor) kunnen mogelijk gewasbeschermingsmiddelen ophopen. Ophoping van gewasbeschermingsmiddelen in het cultuurterrein is ongewenst vanuit het beginsel goed landbouwkundig gebruik en derhalve wordt er geen rekening mee gehouden in deze evaluatie.

De hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen die binnen het cultuurterrein blijft wordt volgens deze definitie niet tot emissie gerekend. Ook de uitstoot van het middel van het ene cultuurterrein naar het andere (bijvoorbeeld vanuit een aardappel gewas naar een aangrenzend tarwegewas) wordt in deze evaluatie niet als emissie gezien.

1.5 De werkwijze in vogelvlucht

Voor een goed begrip van de komende hoofdstukken wordt hier in grote lijnen de aanpak van de emissie-evaluatie beschreven. Achtereenvolgens wordt aandacht geschonken aan: de berekening van emissies, de emissieroutes in open en bedekte teelten, verbruiksgegevens en afleiding van de emissiefactoren.

1.5.1 De berekening van emissies met behulp van emissiefactoren

In de emissie-evaluatie wordt de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu berekend voor 2 periodes (1984–1988 en 1998–2000). Hierbij wordt voor beide tijdstippen gebruik gemaakt van dezelfde methodiek van berekening, zodat verschillen in de uitkomsten voor beide periodes niet worden veroorzaakt door verschillen in berekeningswijze. Daarnaast zijn ook de emissies voor 1995 opnieuw berekend volgens dezelfde methodiek. De cijfers zoals vermeld in het rapport van de tussentijdse evaluatie (EE1996) zijn niet te gebruiken omdat op onderdelen verschillende methodieken zijn gebruikt.

De emissies worden berekend door per afzonderlijke werkzame stof de verkoop van die stof in het betreffende jaar (kg w.s.) te vermenigvuldigen met een stofspecifieke emissiefactor voor respectievelijk bodem, grondwater, oppervlaktewater en lucht. Voor het jaar 2000 wordt bovendien rekening gehouden met emissiereductiefactoren die het gevolg zijn van het uitvoeren van bepaalde emissiereducerende maatregelen als gevolg van invoering van het Lozingenbesluit in 2000. Geëvalueerd worden uiteindelijk de gesommeerde hoeveelheden werkzame stof per milieucompartiment.

Emissiefactoren worden per milieucompartiment berekend door de emissiebelasting van de afzonderlijke emissieroutes naar het betreffende compartiment te relateren aan het verbruik.

Voor de emissie-evaluatie 2000 worden emissiefactoren gehanteerd die zijn berekend voor het jaar 1998. Het betreft hier het meest recente jaar waarvoor voldoende gedetailleerde (gebruiks)gegevens bekend zijn. De uiteindelijke emissies worden binnen het project van de emissie-evaluatie uitgerekend volgens de volgende rekenregel:

$$\text{Emissie (kg)} = \text{emissiefactor (fractie van verbruik)} * \text{omzet (kg)}$$

1.5.1.1 Emissieroutes in open en bedekte teelten

Vóór, tijdens en na het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kan emissie optreden naar de milieucompartimenten lucht, oppervlaktewater, bodem en grondwater. In werkelijkheid kunnen de emissieroutes op complexe wijze in elkaar grijpen. Milieucompartimenten kunnen vanuit de cultuurterreinen belast worden met gewasbeschermingsmiddelen via directe routes (bijvoorbeeld uitspoeling naar het grondwater), en via indirecte routes. Een indirecte route is bijvoorbeeld verdamping van het middel vanaf bodem en gewas naar het compartiment lucht (direct), waarna het vanuit de lucht een ander milieucompartiment (bijvoorbeeld oppervlaktewater) belast (indirect).

In de emissie-evaluatie zijn echter alleen die routes gekwantificeerd waarbij een directe belasting vanuit een cultuurterrein optreedt. Van enkele directe routes ontbreken onderbouwde procedures om tot een realistische emissieschatting te kunnen komen. Het betreft: oppervlakkige afspoeling van cultuurterreinen, winderosie, emissies via spoelwater en/of fusten van bloembollen en verliezen vanuit verpakkingsresten. Ook van de emissies vanuit bewaarplaatsen kan nog geen betrouwbare schatting worden gemaakt. Derhalve zijn geen van deze routes meegenomen in de huidige emissie-evaluatie.

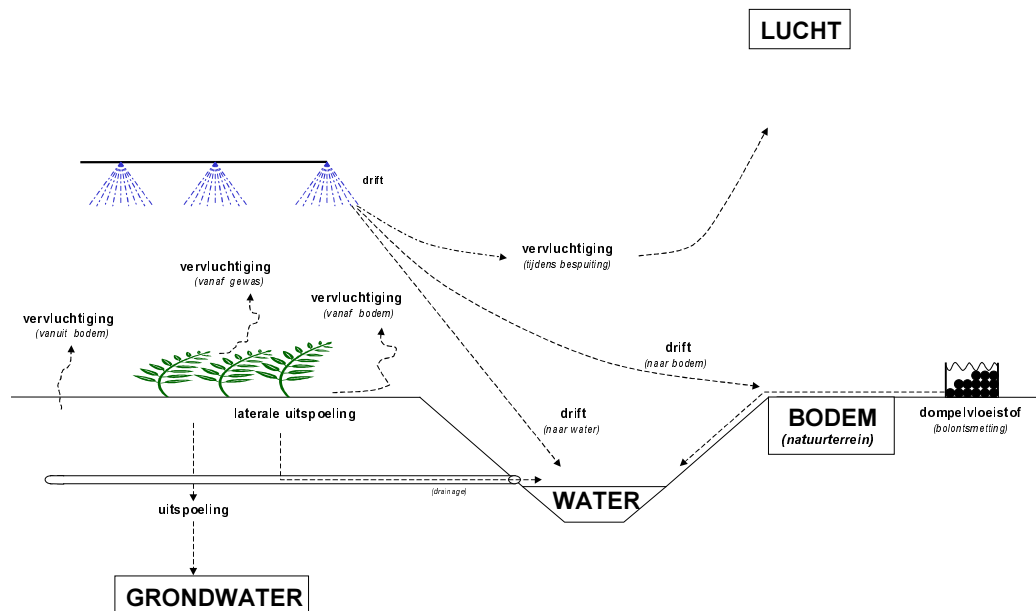
Atmosferische depositie is binnen deze evaluatie niet beschouwd als een directe emissieroute. Er dient immers eerst emissie naar de lucht op te treden voordat een middel weer vanuit het compartiment lucht kan emitteren naar het aardoppervlak. Omdat het belang van atmosferische depositie de laatste jaren steeds ter discussie is staat is desalniettemin een indicatieve schatting gegeven van de grootte van de atmosferische depositie.

Open teelten

De routes voor open teelten die in de emissie-evaluatie zijn gekwantificeerd zijn (figuur 1.3):

- vervluchtiging tijdens bespuiten;
- vervluchtiging vanaf gewas na bespuiten;
- vervluchtiging vanaf de bodem van het cultuurterrein na bespuiten;
- vervluchtiging vanuit de bodem van het cultuurterrein bij ingewerkte middelen;
- verwaaiing van spuitvloeistof (drift);
- uitspoeling naar grondwater;
- laterale uitspoeling naar oppervlaktewater;
- verlies van dompelvloeistof (bij bolontsmetting) naar oppervlaktewater.

Een uitgebreide beschrijving van de emissieroutes vanuit open teelten, en de daarbij behorende methodes en aannames, wordt gegeven in de hoofdstukken van elk van de afzonderlijke milieucompartimenten.



Figuur 1.3. Schematische weergave van de emissieroutes die in de emissie-evaluatie zijn gekwantificeerd voor open teelten

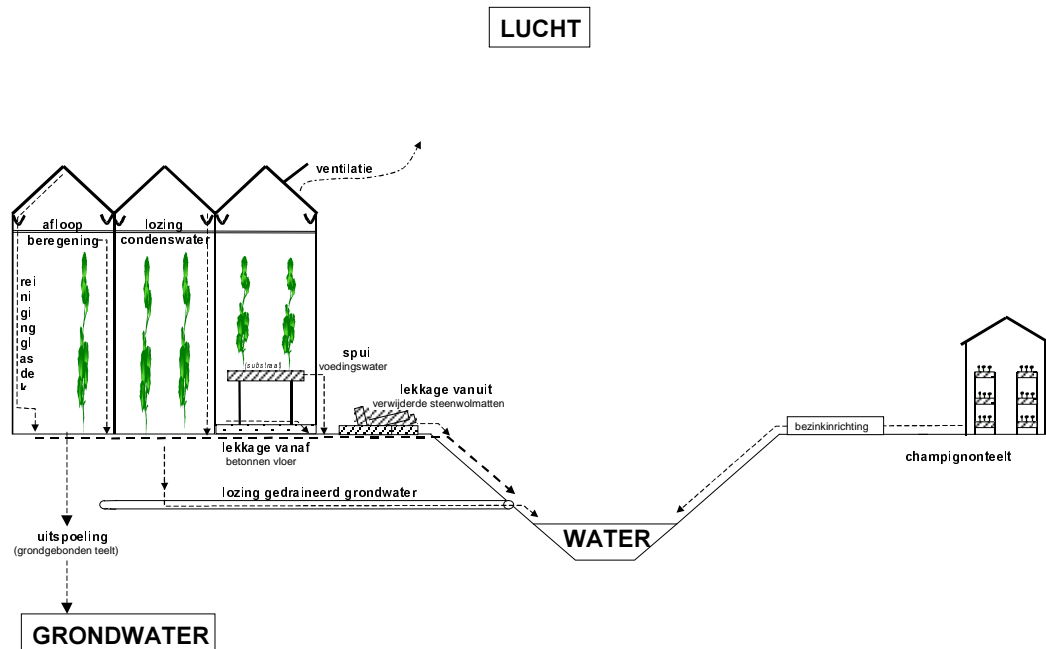
Bedekte teelten

In figuur 1.4 wordt een schematische voorstelling gegeven van de emissieroutes die bij gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw van belang zijn. Van enkele routes (middelen die via op de grond terechtgekomen substraat- en condenswater uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater) ontbreken onderbouwde procedures om tot een realistische emissieschatting te kunnen komen. Deze emissieroutes zijn derhalve in de emissie-evaluatie niet gekwantificeerd.

De routes voor bedekte teelten die in de emissie-evaluatie zijn gekwantificeerd zijn (figuur 1.4):

- emissie naar de buitenlucht tijdens en na toepassing in kassen;
- directe lozing van in kassen opgevangen condenswater op oppervlaktewater;
- lozing op oppervlaktewater door het spuien van recirculerend voedingswater (met daarin resten van opgevangen condenswater en drainagewater);
- lozing op oppervlaktewater tijdens reiniging van het glasdek van kassen;
- lozing op oppervlaktewater door afloop van beregeningsleidingen in kassen;
- lozing op oppervlaktewater door het weglopen van water uit kassen vanaf teeltresten, stenen vloeren en opgeslagen steenwolmatten;

- lozing van schoonmaakwater vanuit de teelt van eetbare paddestoelen, al dan niet via een bezinkinrichting, op oppervlaktewater;
- uitspoeling van middel vanuit de bodem van kassen naar oppervlaktewater (laterale uitspoeling) via directe lozing van drainagewater op oppervlaktewater;
- uitspoeling van middel vanuit de bodem van kassen naar grondwater.



Figuur 1.4 Schematische weergave van de emissieroutes die in de emissie-evaluatie zijn gekwantificeerd voor bedekte teelten

Een uitgebreide beschrijving van de emissieroutes vanuit bedekte teelten, en de daarbij behorende methodes en aannames, wordt gegeven in de hoofdstukken van elk van de afzonderlijke milieucompartimenten.

1.5.2 Verbruiksgegevens

Bij de berekening van de emissie van werkzame stoffen wordt gebruik gemaakt van de verbruiksgegevens die zijn verzameld in het kader van de 'Regeling Administratievevoorschriften Bestrijdingsmiddelen' (RAB) voor de jaren 1984 – 1988 en 1998 – 2000. Dit zijn gegevens omtrent de verkoop van gewasbeschermingsmiddelen, waarbij de aanname wordt gemaakt dat het gemiddelde verbruik over een aantal jaren goed wordt weerspiegeld door de gemiddelde verkoopcijfers uit eenzelfde periode. De verbruiksgegevens worden gecorrigeerd voor niet-landbouwkundig verbruik en hulpstoffen.

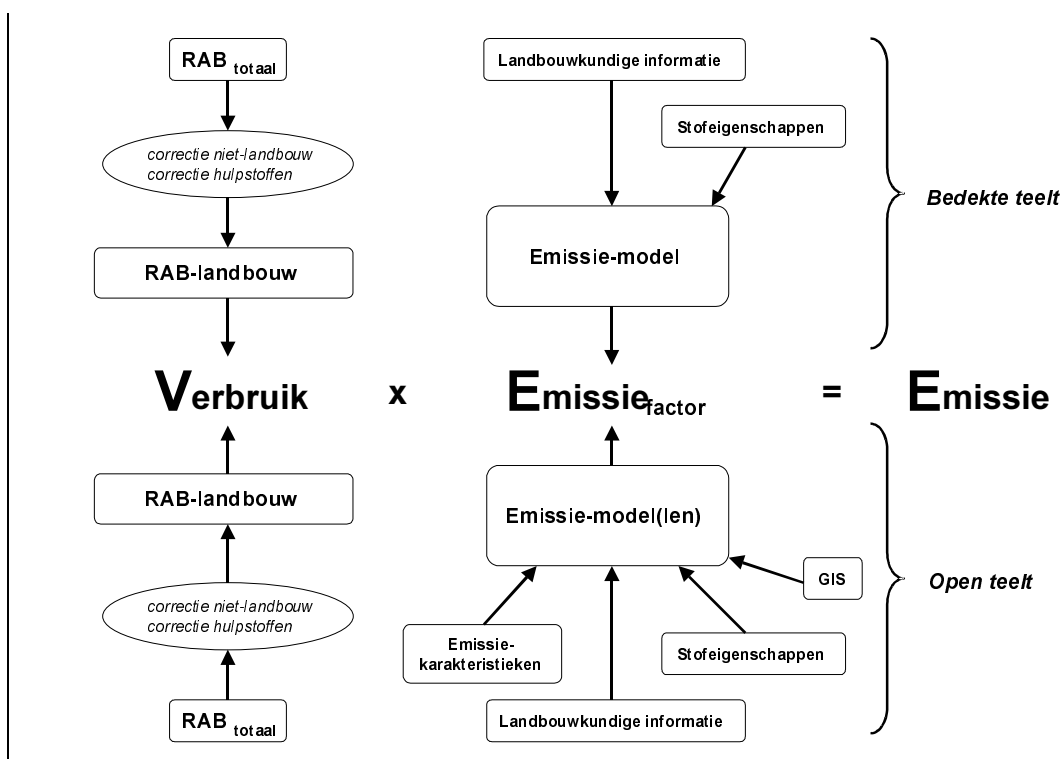
Het jaarlijkse verbruik van gewasbeschermingsmiddelen fluctueert mede onder invloed van (weers-) omstandigheden. Om te voorkomen dat de gehanteerde verbruikscijfers een vertekend beeld geven van de op dat moment gangbare praktijk is er voor gekozen om niet te werken met verbruikscijfers die betrekking hebben op een enkel jaar. In plaats hiervan wordt gebruik gemaakt van het gemiddelde van het verbruik over een periode van enkele jaren als

schatting voor het ‘gangbare’ verbruik aan gewasbeschermingsmiddelen in de jaren van die periode.

Voor de referentieperiode wordt het gemiddelde van het verbruik in de jaren 1984 tot en met 1988 gehanteerd. Het gemiddelde verbruik in het jaar 2000 wordt berekend als het gemiddelde van het verbruik over de jaren 1998, 1999 en 2000. Een uitzondering hierop vormen de gewasbeschermingsmiddelen die in het jaar 2000 niet zijn toegepast als gevolg van een verbod. Voor deze middelen is het verbruik in de periode 1998 – 2000 op nul gezet.

1.5.3 Afleiding emissiefactoren

Emissiefactoren worden per milieucompartiment berekend met behulp van modellen en



Figuur 1.5. Schematische weergave van de gevolgde werkwijze bij het bepalen van de emissies.

rekenregels. Voor elk milieucompartiment is een specifieke berekeningsmethodiek voorhanden met eigen randvoorwaarden en schaalniveaus. Verderop in dit document worden de gehanteerde methodieken per milieucompartiment nader toegelicht.

Voor alle werkzame stoffen worden emissiefactoren afgeleid die zijn gebaseerd op de verdeling van het verbruik van de stof over gewassen zoals die gold in 1998 (open teelten en eetbare paddestoelen) en in 1997 (glastuinbouw). Bij de afleiding van emissiefactoren voor de referentieperiode en 2000 wordt rekening gehouden met de verschillende mate van implementatie van emissiereducerende maatregelen gedurende beide perioden.

Voor de open teelten is de vereiste informatie met voldoende hoge graad van detaillering beschikbaar via het Informatiesysteem Bestrijdingsmiddelen (ISBEST v4.0), waarin informatie omtrent de verdeling van het verbruik van middelen over een groot aantal open teelten in 1998 is ondergebracht (Smidt, 2002). Informatie omtrent de verdeling van het verbruik van werkzame stoffen over gewassen in de glastuinbouw is ontleend aan het instrument dat is ontwikkeld in het kader van het convenant Glastuinbouw & Milieu (GLAMI), waarin het over 1997 geregistreerde verbruik van middelen binnen een aantal kasteelten is opgenomen (GLAMI rekenschema, Lieffijn *et al.*, 2000).

Binnen de open teelten zijn in de periode tussen 1984 en 2000 een aantal maatregelen genomen die waarschijnlijk hebben geleid tot een vermindering van de belasting van oppervlaktewater ten gevolge van de verwaaiing van spuitvloeistof (drift). Hierbij zijn zowel technische verbeteringen aan apparatuur alsook de invoering van teelt- danwel spuitvrije zones te noemen. De gevolgen die de invoering van deze driftbeperkende maatregelen hebben gehad zijn terug te vinden in de emissiefactoren. Bij de berekening van de emissiefactoren voor 2000 is rekening gehouden met de implementatiegraad van de verschillende emissiereducerende maatregelen, terwijl voor de referentieperiode is verondersteld dat de implementatiegraad van driftbeperkende maatregelen nihil was. Ook voor 1995 is aangenomen dat nog geen driftbeperkende maatregelen werden genomen. Dit is conform de aanname in 1995 (EE1996).

Hierbij valt op te merken dat implementatie van driftbeperkende maatregelen niet alleen van invloed is op de emissiefactor voor emissie naar oppervlaktewater, maar ook terug te vinden is in de emissiefactor naar de andere compartimenten, omdat een vermindering van drift leidt tot een verhoogde 'beschikbaarheid' van de werkzame stof voor emissie naar de andere compartimenten. Doordat de emissie naar bodem en oppervlaktewater via drift slechts een zeer klein deel van het totale verbruik en de totale emissie is worden de emissiefactoren voor andere routes slechts in zeer geringe mate beïnvloed door een verandering van de emissiefactor voor driftbelasting. Daar er echter wel enkele wezenlijke verschillen in spuittechnieken bestaan tussen de referentieperiode en 2000 zijn de veranderingen consequent doorgevoerd, zodat voor de referentieperiode en 2000 voor elke emissieroute verschillende emissiefactoren worden gehanteerd.

Binnen de bedekte teelten is sinds de referentieperiode een verschuiving van grondgebonden teelten naar teelt op substraat zichtbaar. Dit geldt zowel voor de groenteteelt als ook, zij het in mindere mate, voor de teelt van snijbloemen onder glas. De teeltvorm (grondgebonden of substraat) bepaalt mede in welke mate de verschillende emissieroutes binnen een kas bijdragen aan de totale emissie en heeft daarmee invloed op de hoogte van de emissiefactoren. Om deze reden worden voor de emissieroutes vanuit de glastuinbouw voor elke stof verschillende emissiefactoren gehanteerd voor de referentieperiode en 2000.

Belangrijke randvoorwaarden

Het uitvoeren van de emissie-evaluatie op de hierboven beschreven manier kent een aantal randvoorwaarden. Puntsgewijs kunnen deze als volgt worden weergegeven:

- De mate waarin een werkzame stof emitteert naar een milieucompartiment (emissiefactor) wordt slechts voor één jaar bepaald (1998) en geëxtrapoleerd naar de andere jaren.
- Verondersteld wordt dat verschuivingen van toepassingswijzen, formuleringstypen en teeltarealen in de tijd een minimale invloed hebben op de emissiefactoren die worden gebruikt voor nationale berekeningen.
- Elk van de specifieke berekeningsmethodieken (lucht, grondwater, oppervlaktewater, kassen), kent een eigen schaalniveau. Onderlinge afstemming van dit schaalniveau tussen de milieucompartimenten is niet aan de orde.
- Er wordt in de berekeningen geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende teeltsectoren. Wél wordt er onderscheid gemaakt tussen open- en bedekte teelten. Onder bedekte teelten wordt verstaan glastuinbouw, champignonteelt en witloftrekteelt.
- Het streven is om voor zoveel mogelijk individuele werkzame stoffen emissiefactoren te berekenen. Extrapolatie tussen stoffen is alleen aan de orde op basis van berekeningsresultaten of wanneer door gebrek aan gegevens emissiefactoren niet berekend kunnen worden.
- Niet alle emissieroutes kunnen even gedetailleerd gekwantificeerd worden. Dit geldt voor een deel van de emissieroutes naar oppervlaktewater en de routes uit de bedekte teelten. De routes die voor elk afzonderlijk milieucompartiment zijn beschouwd worden in elk van de betreffende hoofdstukken genoemd.

1.6 Vergelijking met de tussentijdse evaluatie

De werkwijze in deze evaluatie is in grote lijnen gelijk aan de werkwijze in de tussentijdse evaluatie. Op een aantal punten zijn echter wijzigingen aangebracht in methodieken en modellen. De getallen uit de vorige evaluatie kunnen dan ook niet worden vergeleken met de hier verkregen resultaten. Om toch te kunnen evalueren zijn de emissies voor de periode 1984 – 1988 en 1995 opnieuw berekend.

De belangrijkste verschillen met de tussentijdse evaluatie zijn:

- De invloed van bodem en gewas op de vervluchtiging is meegenomen. Hierdoor wordt voor de referentieperiode ongeveer 3 miljoen kg en voor 1995 ongeveer 2 miljoen kg minder vervluchtiging berekend.
- De emissie vanuit verpakkingen is niet meegenomen. Deze route is verwaarloosbaar in 1995 en 2000. De gegevens voor de berekening van deze route voor de referentieperiode zijn dermate zwak dat de projectgroep heeft besloten deze route niet op te nemen. Dit levert voor de referentieperiode een verschil op van ongeveer 210 ton: 180 naar bodem en 30 naar oppervlaktewater.
- Bij de berekening van drift is een grotere differentiatie naar gewassen doorgevoerd. Dit was mogelijk, omdat gegevens daarover beschikbaar zijn gekomen. Daarnaast is voor

2000 rekening gehouden met driftreducerende maatregelen. Voor de drift naar oppervlaktewater wordt voor de referentieperiode en voor 1995 nu 4000 kg meer drift berekend. De drift naar bodem wordt nu echter aanzienlijk lager ingeschat. Naast de al genoemde differentiatie wordt dit voornamelijk veroorzaakt doordat gebruik is gemaakt van meer gedetailleerde GIS bestanden en een herberekening van de depositie op afstanden groter dan 4 m van behandelde velden.

- Voor de berekening van uitspoeling en drainage is gebruik gemaakt van een meer gedetailleerde ruimtelijke schematisatie van Nederland, waarin ook geohydrologische onderrandvoorwaarden expliciet zijn meegenomen. Daarnaast zijn correcties op stofparameters doorgevoerd. Over het geheel genomen zijn de berekende emissies niet erg afwijkend, maar voor individuele stoffen zijn de verschillen aanzienlijk. Met name voor de natte grondontsmettingsmiddelen wordt een lagere uitspoeling en drainage berekend.

1.7 Literatuur

EC-LNV (2001): *Evaluatie Meerjarenplan gewasbescherming. Achtergrond-document. Eindevaluatie van de taakstellingen over de periode 1990 – 2000.* Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Rapport nr 2001/049. Ede-Wageningen

EE1996 *MJP-G Emissie-evaluatie 1995. Achtergronddocument.* Ministerie LNV, IKC-L, Ede, rapport IKC-L 7, 1996.

Lieffijn, H., J. Deneer, M. Leistra (2000). *Schatting van de emissie van bestrijdingsmiddelen uit de glastuinbouw.* Een nulmeting (1997) ten behoeve van het Milieuconvenant Glastuinbouw en Milieu. EC-LNV rapport 249. Expertisecentrum LNV, Ede.

Ministerie van LNV (1991): *Regeringsbeslissing Meerjarenplan Gewasbescherming.* 's-Gravenhage.

Smidt, R.A., 2002 (in voorbereiding). *Ontwerp en realisatie van het informatiesysteem voor bestrijdingsmiddelen (ISBEST 4.0) Beschrijving van de inhoud en achtergrond van een database voor bestrijdingsmiddelen ten behoeve van de MJP-G Emissie-evaluatie 2000,* Alterra, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen.

2. Basisgegevens

Auteurs:	R.A. Smidt	(Alterra)
	J.S. Buurma	(LEI)
	A.M.A. van der Linden	(RIVM)
	J.W. Deneer	(Alterra)
Editor:	D.S. de Nie	(RIVM)

2.1 Inleiding

Om de emissie te kunnen vaststellen wordt het landbouwkundige verbruik van de diverse actieve stoffen vermenigvuldigd met de bijbehorende emissiefactoren. In dit hoofdstuk wordt aan beide elementen aandacht besteed. Enerzijds wordt beschreven hoe het landbouwkundig verbruik voor de jaren 1984-1988, 1995 en 1998-2000 is bepaald. Anderzijds wordt beschreven hoe de verbruiksparementen voor de berekening van emissiefactoren zijn bepaald. Afsluitend wordt aandacht besteed aan de betrouwbaarheid van de geleverde verbruiksparementen.

2.2 Verbruiksgegevens

2.2.1 Landbouwkundig verbruik

Het landbouwkundig verbruik wordt bepaald door de landelijke afzetvolumes van de diverse actieve stoffen te corrigeren voor het niet-landbouwkundig verbruik. Voor de jaren 1984/88 is uitgegaan van de Nefyto-gegevens (Nederlandse Stichting voor Fytofarmacie). Voor de jaren 1995 en 1998/2000 is uitgegaan van de RAB-gegevens (RAB: Regeling Administratievoorschriften Bestrijdingsmiddelen). In de RAB worden toelatinghouders van bestrijdingsmiddelen verplicht een afzetregistratie bij te houden. De RAB is in 1992 van kracht geworden. De toelatinghouders die geen lid zijn van de Nefyto zijn verplicht hun afzetvolumes door te geven aan Bureau Heffingen in Assen. In de jaren vóór 1992 zijn de afzetvolumes van de bestrijdingsmiddelen van niet-Nefyto leden niet bekend. De keuze voor Nefyto-gegevens voor 1984/88 is bepaald door beschikbaarheid. De afzetvolumes over de verschillende jaren zijn ondergebracht in een databank bij de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in Wageningen.

Zoals gezegd, het landbouwkundig verbruik wordt bepaald door de landelijke afzetvolumes van de diverse actieve stoffen te corrigeren voor het niet-landbouwkundig verbruik:

Landbouwkundig verbruik van actieve stoffen wordt berekend door de landelijke afzetvolumes van actieve stoffen te verminderen met het niet-landbouwkundig verbruik van actieve stoffen.

Bij niet-landbouwkundig verbruik kan onder andere worden gedacht aan kleinverbruik door particulieren en aan institutioneel verbruik door gemeentes, spoorwegen, industrieën, en dergelijke. Het niet-landbouwkundig verbruik is door deskundigen van de PD zo goed mogelijk ingeschat door het afleiden van verhoudingsgetallen uit bestaande statistieken voor landbouwkundig verbruik (CBS en LEI), voor institutioneel verbruik (CBS en EC-LNV) en voor particulier kleinverbruik (op basis van RAB-gegevens over specifieke toelatingsnummers).

Ter illustratie zijn in het volgende overzicht (tabel 2.1) de actieve stoffen samengebracht, waarvan meer dan 1% van het landelijke afzetvolume als niet-landbouwkundig kan worden aangemerkt. Het overzicht geeft het aandeel niet-landbouwkundig verbruik in 1998.

Tabel 2.1 Niet landbouwkundige toepassingen van actieve stoffen

Actieve stofnaam	niet-landbouwkundige toepassing	% landbouw
dichlobenil	onder beplantingen, vangrails, e.d.	32
3-indolazijnzuur		33
cyromazine	insecten in stallen en hokken	49
pyrethrinen	insecten in opslagruimten, stallen	55
mierezuur		67
paraffine olie (1997)		67
glufosinaat-ammonium	onder beplantingen, vangrails, e.d.	68
triclopyr	op stobben van bomen en planten	71
amitrol	onder beplantingen, vangrails, e.d.	79
glyfosaat	onder beplantingen, vangrails, e.d.	89
simazin	onder beplantingen, vangrails, e.d.	91
dicamba	op gazons en sportvelden	91
diflubenzuron	insecten in stallen en hokken	92
piperonylbutoxide	insecten in opslagruimten, stallen	93
2,4-D	op gazons en sportvelden	93
propyzamide	onder beplantingen, vangrails, e.d.	95
MCPA	op gazons en sportvelden	98
aluminium-fosfide	mollen (sportveld), ratten (opslag)	98
fluazifop-P-butyl	onder plantsoenbeplantingen	98

Het overzicht laat toepassingen zien op sportvelden, openbaar groen, gazons, bloemperken, verblijfsruimtes, opslagruimten, stallen en hokken, wegen en straten, e.d. Zij vormen een verklaring voor het niet-landbouwkundig verbruik van de betreffende actieve stoffen.

2.2.2 Minerale olie

Minerale olie heeft een speciale positie in het landbouwkundig verbruik, omdat het wordt toegepast als **insecticide** en als **hulpstof**. Sinds 1995 valt het gebruik als hulpstof buiten de Bestrijdingsmiddelenwet. Zodoende wordt het bijbehorende verbruik sindsdien ook niet meer meegenomen in de RAB-gegevens. In de jaren 1984/88 was het verbruik als hulpstof wel opgenomen in de Nefyto-gegevens. Om de vergelijking tussen referentie-periode en evaluatie-moment zuiver te houden, is voor de jaren 1984/88 een inschatting gemaakt van de **insecticide**-component.

Voor genoemde inschatting is uitgegaan van de verbruiken, zoals die zijn vastgelegd in het Bedrijven Informatie Net (voortaan BIN) van het LEI. In het BIN is per gewas vastgelegd voor welk doel (tegen welk schade-organisme) de gebruikte middelen zijn ingezet. Zo ook voor minerale olie. In poot aardappelen en in bloembollen is het gebruik gekoppeld aan

bladluizen; in de andere gewassen is van gebruik als hulpstof uitgegaan. Voor pootaardappelen en bloembollen is het gewogen gemiddelde verbruik (kg/ha) bepaald voor een reeks van BIN-jaren. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 2.2. Voor de inschatting van het verbruik van minerale olie als insecticide in de referentie-periode zijn de gemiddelde arealen 1984/1988 van pootaardappelen en bloembollen vermenigvuldigd met de gemiddelde verbruiken over de periode 1992/1995. Tabel 2.3 toont het resultaat.

Tabel 2.2 Gewogen gemiddeld verbruik (kg a.s./ha) van minerale olie in pootaardappelen en bloembollen.

Gewas/Jaar	1992	1993	1994	1995	1997	1998	1999
Pootaardappelen	1.79	7.70	5.95	5.01	4.15	3.54	4.25
Gladiolen	4.96	1.84	2.15	2.30	6.31	7.71	8.98
Irissen	54.09	60.45	35.91	41.14	82.39	68.68	66.66
Lelies	14.63	28.10	27.57	34.31	50.99	48.56	45.42
Tulpen	8.63	10.21	9.85	10.99	9.95	10.03	14.47

Tabel 2.3 Inschatting landelijk verbruik (kg a.s.) van minerale olie in referentie-periode 1984/88

Gewas	Areaal	Ha-verbruik	NL-verbruik
Pootaardappelen	34000	5.00	170000
Gladiolen	2200	3.00	6600
Irissen	900	50.00	45000
Lelies	1700	30.00	51000
Tulpen	6800	10.00	68000

			340600

Inschatting voor verbruik van minerale olie als insecticide

De inschatting van ruim 340000 kg a.s spoort goed met 'eenderde van het totaal-verbruik' die praktijk-deskundigen noemden voor het gebruik als insecticide in de referentie-periode. Deze hoeveelheid wordt daarom als 'waarheid' voor de referentie-periode meegenomen.

2.2.3 Oude en nieuwe stoffen, hulpstoffen

Sinds 1984/88 is het middelenpakket door sanering en vernieuwing aanzienlijk veranderd. Zodoende bieden de verbruiksparementen van 1998 geen houvast voor de berekening van emissiefactoren van de stoffen die vóór 1998 zijn verdwenen ('oude stoffen') of die ná 1998 zijn verschenen ('nieuwe stoffen'). Om de betreffende stoffen toch in de emissie-evaluatie te kunnen meenemen, is uitgezocht in welke gewassen zij werden of worden toegepast. Door te redeneren vanuit vergelijkbare toepassingen in de betreffende gewassen, is aansluiting bij bestaande emissiefactoren gezocht.

‘Grote oude en nieuwe stoffen’

‘Oude stoffen’ met een verbruik van tenminste 500 kg en ‘nieuwe stoffen’ (ongeacht hun verbruik) zijn samengevoegd tot een groep van ‘grote oude en nieuwe stoffen’. Het gaat in totaal om 55 ‘oude stoffen’ (bijlage 1) met een gezamenlijk jaarlijks verbruik van 12% van het totale verbruik in 1984 – 1988 en 0.6% van het totale verbruik in 1998–2000 en 11 ‘nieuwe stoffen’ (bijlage 2) met een gezamenlijk jaarlijks verbruik in 1998–2000 van 0.1% van het totale verbruik.

De vaststelling van emissiefactoren en emissies voor de groep ‘grote oude en nieuwe stoffen’ staat bij elk van de betreffende milieucompartimenten beschreven.

‘Kleine oude stoffen’

De ‘oude stoffen’ met een verbruik van minder dan 500 kg zijn samengevoegd tot een groep van ‘kleine oude stoffen’ (bijlage 3). Het gaat hierbij om 67 werkzame stoffen met een gezamenlijk verbruik van 0.02% van het totale verbruik in 1984–1988, 0.01% van het totale verbruik in 1995 en 0.005% van het totale verbruik in 1998–2000. Het verbruik van deze ‘kleine oude stoffen’ is op basis van informatie over de toelating in open en bedekte teelten verdeeld over 2 stofgroepen, ‘overige stoffen, open teelten’ en ‘overige stoffen, bedekte teelten’.

Van elk van de ‘kleine oude stoffen’ is nagegaan in hoeverre zij in open, bedekte of beide teelten waren toegelaten. Het verbruik van stoffen met alleen toelating voor open resp. bedekte teelten is voor 100% aan de ‘overige stoffen, open teelten’ resp. ‘overige stoffen, bedekte teelten’ toebedeeld. Het verbruik van stoffen met toelating voor gebruik binnen zowel de open als de bedekte teelten is voor 90% aan ‘overige stoffen, open teelten’ en voor 10% aan ‘overige stoffen, bedekte teelten’ toegekend.

De emissie van deze 2 ‘stoffen’ is berekend door het verbruik van deze ‘stoffen’ te vermenigvuldigen met mediane waarden van emissiefactoren van elk der emissieroutes.

Hulp- en reststoffen

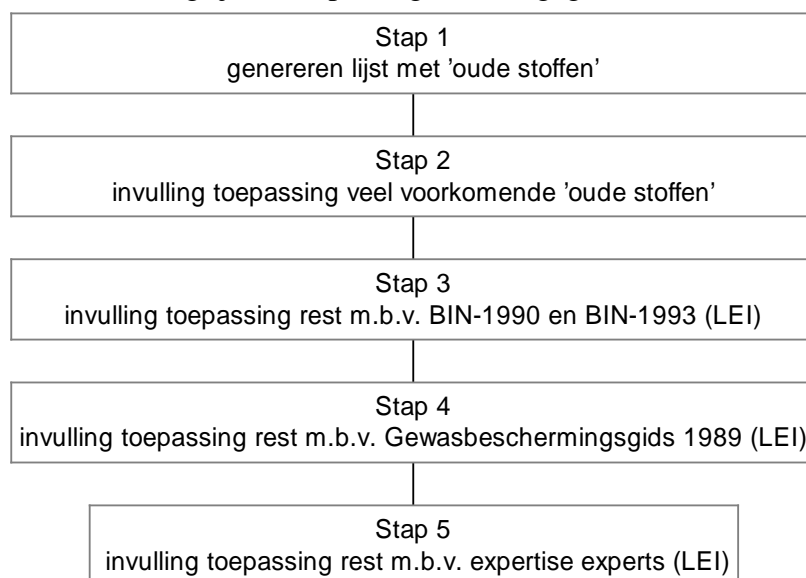
Vanaf 1995 worden stoffen die door Bureau Heffingen worden gekenmerkt als ‘hulpstoffen’ en ‘reststoffen’ wettelijk niet langer beschouwd als bestrijdingsmiddelen. Deze stoffen zijn in de emissie-evaluatie niet meegenomen (bijlage 4).

2.2.4 Toedeling ‘vervangende stoffen’

In figuur 2.1 staat de werkwijze in een stroomschema nader toegelicht. Hieronder staat de werkwijze beschreven vanaf stap 3.

Voor de werkzame stoffen in de lijst van oude en nieuwe stoffen is gezocht naar de belangrijkste toepassing (gewas en aantaster) in twee bestanden uit het Bedrijven Informatienet: BIN-1990 en BIN-1993. Het LEI registreert naast de normale bedrijfseconomische gegevens (in het Bedrijven Informatienet) ook technische gegevens op circa 1500 steekproefbedrijven. Sinds 1990 wordt van de landbouwbedrijven het verbruik van gewasbeschermingsmiddelen geregistreerd en sinds 1992 ook van de tuinbouwbedrijven. Deze taken zijn vastgelegd als Wettelijke en Dienstverlenende Taak (WDT) voor het ministerie van LNV. De steekproefopzet van het LEI is gebaseerd op een representatieve afspiegeling van de land- en tuinbouwsector. Voor het berekenen van verbruiksgegevens is een aantal modellen ontwikkeld om de vastgelegde informatie toegankelijk te maken. Uiteindelijk kan per werkzame stof worden nagegaan hoeveel waarnemingen zijn vastgelegd per gewas, welk volume er is gebruikt en hoeveel hectare er is behandeld. Met deze informatie kan worden aangegeven welke toepassing de belangrijkste is. BIN-1993 is toegevoegd aangezien gewasbeschermingsmiddelen in tuinbouwgewassen pas sinds 1992 geregistreerd worden. BIN-1993 geeft daarom een betrouwbaarder beeld dan BIN-1990. Een nadeel is dat de oude stoffen die voor 1993 verboden zijn niet terugkomen in de registratie. Als de werkzame stof in de bestanden voorkwam, werd de belangrijkste toepassing gekozen. Criteria hiervoor waren: het aantal toepassingen in BIN-1990 en BIN-1993 en het aandeel dat de werkzame stof had in het verbruik in dat specifiek gewas. Als er minder dan tien toepassingen geregistreerd zijn in BIN, is het eigenlijk niet betrouwbaar.

Een aantal werkzame stoffen kwamen niet voor in de BIN-bestanden. Deze stoffen zijn dus waarschijnlijk zeer weinig gebruikt of zijn voor 1990 al verboden. Met behulp van de Gewasbeschermingsgids van 1989 is geprobeerd wat meer informatie te verzamelen over deze zeventien stoffen. Na het raadplegen van expertise op de Plantenziektenkundige Dienst, afdeling Fytofarmacie, en binnen Alterra, afdeling Water & Milieu, kon ook voor de overgebleven stoffen de belangrijkste toepassing worden gegeven.



Figuur 2.1 Stroomschema met de werkwijze van 'oude stoffen'.

2.3 Stofeigenschappen

De emissie van gewasbeschermingsmiddelen wordt enerzijds beïnvloed door de toedieningstechnieken en reducerende maatregelen en anderzijds door stofeigenschappen van de gebruikte middelen. De stofeigenschappen betreffen basiseigenschappen die invloed hebben – direct of indirect - op de verspreiding van de stoffen:

- de molmassa;
- de oplosbaarheid in water;
- de verzadigde dampspanning;
- de zuurconstante (alleen van belang voor stoffen met een zuur of basisch karakter);
- de omzettingssnelheid (DT50) in de bodem;
- de sorptieconstante (K_{om}).

Deze eigenschappen behoren allemaal tot de basisgegevens, welke verplicht worden aangeleverd bij een aanvraag tot toelating. Voor stoffen die tijdens de MJP-G periode zijn beoordeeld of herbeoordeeld geldt in het algemeen dat de geleverde informatie is beoordeeld op kwaliteit (zie Mensink *et al.*, 1995 voor de gehanteerde kwaliteitseisen). Een toelating of verlenging van de toelating kan alleen worden verkregen als bovengenoemde stofeigenschappen zijn geleverd en deze bovendien aan de kwaliteitseisen voldoen. In enkele gevallen wordt bij de toelatingsbeoordeling gebruik gemaakt van kwalitatief mindere gegevens. In zulke gevallen wordt dan nagegaan of kwalitatief betere gegevens een ander oordeel over mogelijk op te treden effecten (bijvoorbeeld uitspoeling) zou kunnen geven. Dit betekent dat alleen dan kwalitatief mindere gegevens worden geaccepteerd als effecten naar verwachting verwaarloosbaar zijn.

Voor zover beschikbaar is in deze studie gebruik gemaakt van gegevens die in het kader van de toelatingsaanvraag zijn beoordeeld. Evenals bij de toelatingsevaluatie gebruikelijk is uitgegaan van rekenkundig gemiddelden als voor een bepaalde stofeigenschap meerdere gegevens beschikbaar waren of van mediane waarden als de gegevens werden gelimiteerd door een boven of een ondergrens.

Helaas is er nog steeds geen database waarin alle benodigde gegevens zijn verzameld. Hieraan wordt wel gewerkt, maar de database is nog niet volledig gevuld. Voor het project is een database gemaakt waarin genoemde stofeigenschappen voor stoffen zijn samengebracht. Daarvoor is gebruik gemaakt van:

- de stoffendatabase van het RIVM
- de stoffendatabase van de MilieuIndicator 2000 (Brouwer *et al.*, 2000)
- de database TOXIS van het RIVM
- de database TOXBANK van het RIVM
- de Pesticide Manual 12th edition (Tomlin, 2000).

Telkens is gebruik gemaakt van het meest recente gegeven voor een bepaalde stofeigenschap; de genoemde bronnen zijn dus in genoemde volgorde gebruikt. Een uitzondering hierop is de Pesticide Manual, omdat de bron van de gegevens niet altijd helder is.

Bij oude stoffen en bij mengsels kunnen de gegevens nog wel eens ontbreken of worden ranges vermeld in de dossiers. Ontbrekende waarden zijn niet ingevuld; indien nodig is aan de betreffende stoffen een mediane emissiefactor voor de verschillende compartimenten gekoppeld. Deze benadering is ook gevolgd in de tussentijdse evaluatie in 1995 (EE1996).

In het algemeen worden standaard protocollen van ISO of OECD (of daaraan gelijkwaardige nationale protocollen) gebruikt voor het afleiden van de gegevens. Als er al meerdere gegevens voor de molmassa, de oplosbaarheid in water, de verzadigde dampspanning en de zuurconstante zijn, dan is de spreiding in de gegevens doorgaans beperkt. De onzekerheid in deze gegevens heeft naar verwachting nagenoeg geen effect op de berekende uitkomsten. Voor de omzettingssnelheid en voor de sorptiecoëfficiënt worden vrijwel altijd verschillen tussen grondsoorten gevonden. Een variatie-coëfficiënt van 25% is heel normaal. De omzettingssnelheid en de sorptiecoëfficiënt zijn de meest gevoelige invoerparameters bij de berekening van de uitspoeling en onzekerheid in deze gegevens heeft dan ook grote invloed op de betrouwbaarheid van de uitkomsten op individuele percelen. Omdat in deze evaluatie is gerekend voor geheel Nederland en dus voor een zeer groot aantal percelen, wordt verwacht dat zowel overschattingen als onderschattingen voorkomen en het eindresultaat een goede benadering is.

2.4 Gebruiksparementers

Naast het landelijk verbruik zijn gebruiksparementers nodig om de emissie naar de diverse milieucpartimenten (grondwater, oppervlaktewater en lucht) te kunnen berekenen. Bij gebruiksparementers kan worden gedacht aan de verdeling van het verbruik van de diverse actieve stoffen over **gebieden** (vanwege verschillen in grondsoort, slootdichtheid) en over **perioden** (vanwege verschillen in uitspoeling, vervluchtiging). De koppeling naar gebieden en perioden is gemaakt via **gewassen** en **aantasters** in gewassen. Voor de verdeling van het verbruik van de diverse actieve stoffen over gewassen en aantasters is gebruik gemaakt van de verbruiksgegevens (volumes) en gebruiksparementers (relaties) zoals vastgelegd in de Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS en in het Bedrijven Informatie Net (BIN) van het LEI. In de volgende paragrafen wordt de daarbij gevolgde werkwijze kort beschreven. Een verantwoording van de rekenkundige details is te vinden in de notitie: 'Samenvoeging BIN- en CBS-bestrijdingsmiddelengegeventers' (Groenwold en Vrolijk, 2001).

2.4.1 Jaargang

Bij het samenstellen van de gebruikspareters is uitgegaan van de CBS en BIN gegevens over 1998. Dat was op het moment van samenstelling (zomer 2000) het meest recente jaar waarover CBS en LEI beiden over een volledige dataset beschikten.

2.4.2 Koppeling aan gewassen

In de Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS noteren de deelnemers het middelengebruik ieder voor slechts één gewas op hun bedrijf. Het CBS beschikt dus over verbruiksgegevens op gewasniveau. In het BIN worden de verbruiksgegevens ontleend aan de financiële administraties van de deelnemende bedrijven. Het BIN bevat dus verbruiksgegevens op bedrijfsniveau. Bij de landbouwbedrijven in het BIN wordt na de gegevensvastlegging aan de deelnemers gevraagd welke middelen in welke gewassen zijn gebruikt. Bij de tuinbouwbedrijven in het BIN worden de aangetroffen middelen via een computerprogramma (met toelatingsgegevens uit de gewasbeschermingskennisbank van de PD) gekoppeld aan de gewassen op het bedrijf. Het LEI maakt dus een versleuteling van bedrijfsniveau naar gewasniveau op basis van deelnemerskennis en deskundigenkennis. De versleutelingsprocedure is (in globale termen) beschreven in Interne Nota 501 van het LEI (Buurma en Janssen, 1998).

2.4.3 Middelen groepen

Bij zowel CBS als BIN wordt het middelenverbruik vastgelegd via de toelatingsnummers van de verschillende middelen. Veel actieve stoffen of combinaties van actieve stoffen worden onder verschillende merknamen (met ieder hun eigen toelatingsnummer) verkocht, terwijl de samenstelling en de werking nagenoeg of geheel gelijk is.

Tabel 2.4 Dichloorvos-middelen samengevat in middelengroepen

Middel Groep	Toelatings nummer	Product	Gehalte (%)	Werkzame stof
1	11016	Lurectron nevelautomaat	15.0	dichloorvos (15.00%)
1	10669	Denkavepon kasaerosol	15.0	dichloorvos (15.00%)
1	10089	Denkavepon spuitbus	15.0	dichloorvos (15.00%)
1	8471	Dichloorvosnevel-15 500 ml	15.0	dichloorvos (15.00%)
1	8295	Bri-spray super n 400 gram	15.0	dichloorvos (15.00%)
1	7678	Liro nogos spuitbus extra n	13.3	dichloorvos (13.30%)
2	3205	Dedevap	50.0	dichloorvos (50.00%)
3	6017	Ddvp 60% vloeibaar luxan	60.0	dichloorvos (60.00%)
3	8099	D.d.v.p.-50	55.0	dichloorvos (55.00%)
3	5868	Denkavepon-50	55.0	dichloorvos (55.00%)

Om het opwerken en omwerken van de verbruiksgegevens niet nodeloos tijdrovend en ingewikkeld te maken, zijn de middelen met (vrijwel) dezelfde actieve stofsamenstelling samengevoegd tot middelengroepen. Tabel 2.4 geeft, ter illustratie, de uitkomst van deze samenvoeging voor dichloorvos-middelen.

Tabel 2.4 laat zien hoe 10 dichloorvos-middelen zijn samengevat in drie middelengroepen, namelijk 'dichloorvos 15%', 'dichloorvos 50%' en 'dichloorvos 60%'. Bij het samenstellen van de middelengroepen zijn kleine verschillen in actieve stofsamenstelling geaccepteerd. Zo is 13.3% 'afgerond' naar 15% en 55% naar 60%.

2.4.4 Koppeling aan aantasters

In de Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS moeten de deelnemers bij elke toepassing opgeven welk schade-organismen is bestreden. De deelnemers in de CBS-enquête zijn niet unaniem en ook niet uniform in het noemen en aanduiden van schade-organismen. De één gebruikt een middel tegen luizen, een ander hetzelfde middel tegen trips en een derde tegen allebei. De één gebruikt een Latijnse naam (bv. *Sphaeroteca*), een ander een Nederlandse naam (bv. meeldauw) en een derde een symptoom-aanduiding (bv. het wit). Via vergelijking van organisme-aanduidingen op het niveau van individuele gewas/middel-combinaties zijn keuzes gemaakt voor steeds één organisme met één aanduiding. Bij het maken van keuzes is zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij behandelingsvoorschriften in diverse jaargangen van de Gewasbeschermingsgids van de Plantenziektenkundige Dienst.

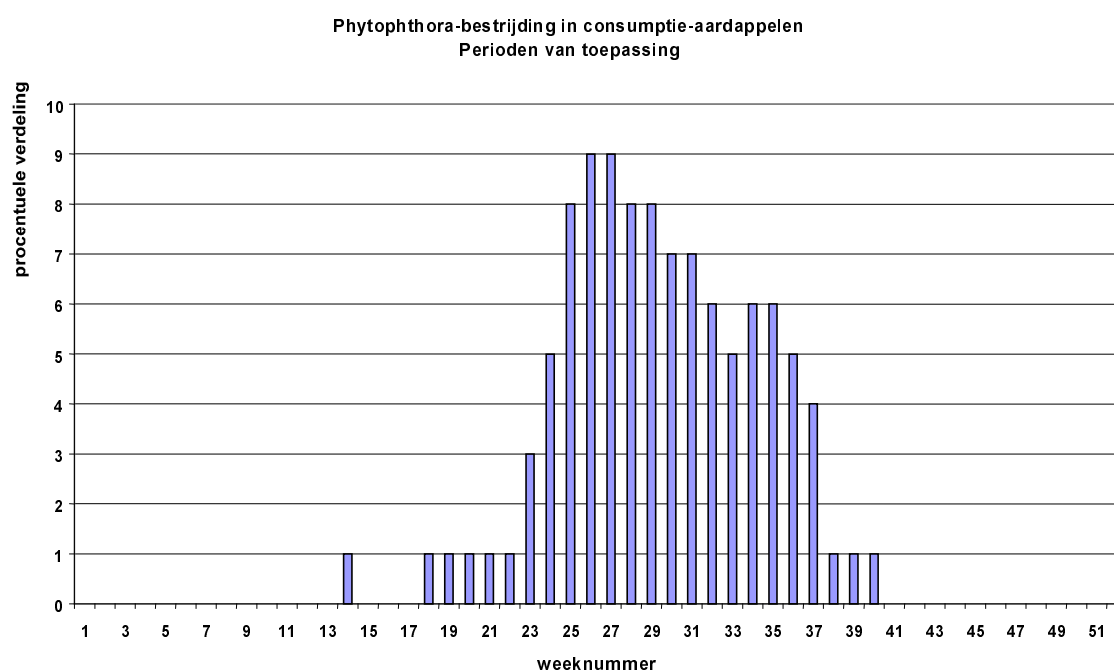
In het BIN wordt niet vastgelegd tegen welke schade-organismen de gebruikte middelen zijn ingezet. Voor dat doel zijn de (gestandaardiseerde) koppelingen (zie vorige alinea) uit de Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS toegevoegd aan de verbruiksgegevens in het BIN. In gevallen waar de CBS-enquête geen uitkomst kon bieden, is uitgegaan van de behandelingsvoorschriften in de Gewasbeschermingsgids van de PD. Op deze wijze zijn de middelenverbruiken in het BIN gespecificeerd tot het niveau van schade-organismen in gewassen.

2.4.5 Verdeling over perioden

In de Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS noteren de deelnemers het middelengebruik op maandformulieren en binnen die maandformulieren op datum. Deze datumgegevens zijn gebruikt om een beeld te krijgen van de verdeling van het middelenverbruik over het seizoen. Allereerst zijn de datumgegevens omgezet naar weeknummers (1 t/m 52). Bij het ontbreken van dagnummers is aangenomen, dat de bespuiting op de 15e van de maand is uitgevoerd. Schade-organismen zijn slechts in bepaalde delen van het seizoen actueel, afhankelijk van de teeltperiode, de gewasontwikkeling en het weersverloop. Tegen die achtergrond zijn de gebruiksgegevens van het CBS gesorteerd op het niveau van aantasters in gewassen. Uit de beschikbare waarnemingen is vervolgens afgeleid hoe de bespuitingen over de weken

verdeeld zijn. Dit is gedaan op het niveau van aantasters in gewassen. Figuur 2.2 geeft, ter illustratie, de verdeling voor *Phytophthora*-bestrijding in consumptie-aardappelen.

Figuur 2.2 maakt zichtbaar, dat bespuitingen tegen *Phytophthora* in consumptie-aardappelen grotendeels plaatsvinden in de periode begin juni – half september. Daarbuiten worden slechts incidenteel bespuitingen tegen *Phytophthora* in consumptie-aardappelen uitgevoerd. De aldus verkregen verdelingspatronen zijn gekoppeld aan de verbruiksgegevens van de betrokken middelen. Daarbij is aangenomen, dat alle middelen op het niveau van bepaalde aantaster in bepaalde gewas hetzelfde (gezamenlijke) verdelingspatroon volgen.



Figuur 2.2 Verdeling van *Phytophthora*-bespuitingen in consumptie-aardappelen over het jaar

2.4.6 Samenvoeging CBS/BIN

Na gelijkshakeling van de gebruiksgegevens van CBS en BIN (namen/codes van gewassen en aantasters, middelgroepen, e.d.) kunnen beide bestanden nog niet rechtstreeks worden samengevoegd. Er moet rekening worden gehouden met de verschillen in steekproeftrekking tussen CBS en BIN. In het BIN wordt gebruik gemaakt van een gestratificeerde steekproef. Door die stratificatie heeft niet elk bedrijf een even grote kans om in de steekproef terecht te komen. In het algemeen geldt dat grote bedrijven sterker in het BIN zijn vertegenwoordigd. Bij het berekenen van gemiddelden moet daarvoor worden gecorrigeerd door toepassing van ‘gewichten’. Hiervoor is een normalisatie stap uitgevoerd, met als doel om (1) de verschillen in trekkingskansen tussen de strata gelijk te trekken, en (2) een waarneming in het BIN gemiddeld genomen even zwaar te laten tellen als een waarneming van het CBS.

De steekproef van het CBS is een random steekproef. In deze steekproef hoeft zodoende niet expliciet met gewichten te worden gerekend om tot gemiddelden te komen. Daarom hebben

de waarnemingen van het CBS het gewicht 1 meegekregen. Aan de waarnemingen van het BIN zijn zodanige gewichten meegegeven, dat het gemiddelde gewicht van de BIN bedrijven ook op 1 uitkomt. Door deze constructie tellen waarnemingen van CBS en BIN even zwaar bij het berekenen van gemiddelden. Tabel 2.5 geeft, ter illustratie, een beeld van de normalisatie voor de toepassing van dicamba in zomergerst. De gebiedsnamen in de tabel geven de herkomst van de individuele waarnemingen aan. De aantallen waarnemingen zijn te klein om voor elk gebied afzonderlijk statistisch betrouwbare verbruiksparameters te berekenen.

Tabel 2.5 Normalisatie van verbruiksgegevens dicamba in zomergerst op BIN-bedrijven 1998

Bedrijf	Gebied	Wf	Kg as	Hectare	Genormaliseerd	
					Kg as	Hectare
1	Ctr. + zuid. zand	1.1240	0.36	4.45	0.40	5.00
2	Ctr. + zuid. zand	5.7608	0.08	1.47	0.47	8.47
3	Noord. kleigebied	1.0154	0.14	1.64	0.14	1.67
4	Noord. kleigebied	0.4823	0.41	5.00	0.20	2.41
5	Noord. kleigebied	0.7263	0.06	3.00	0.05	2.18
6	Noordoost. zand	1.3355	0.22	4.65	0.30	6.21
7	Noordoost. zand	0.2172	4.20	36.80	0.91	7.99
8	Noordoost. zand	1.0154	0.64	18.11	0.65	18.39
9	Noordoost. zand	0.5867	1.37	10.00	0.80	5.87
10	Noordoost. zand	0.8151	0.91	7.40	0.74	6.03
11	Noordoost. zand	0.5867	1.08	12.80	0.63	7.51
12	Noordoost. zand	0.3215	0.48	17.70	0.15	5.69
13	Noordoost. zand	0.3215	2.94	97.15	0.94	31.23
14	Noordoost. zand	1.0154	0.08	9.97	0.08	10.12
15	Noordoost. zand	1.3355	0.31	3.20	0.42	4.27
16	Noordoost. zand	0.2172	0.50	32.70	0.11	7.10
17	Noordoost. zand	0.5387	0.27	2.20	0.15	1.19
18	Noordoost. zand	1.0154	0.60	9.30	0.61	9.44
19	Noordoost. zand	0.7333	0.68	9.55	0.49	7.00
20	Zuidw. kleigebied	0.8363	0.03	2.47	0.03	2.07
Totaal (bedrijven mét dicamba)		20	15.36	289.55	8.28	149.85
Bedrijven zónder dicamba		96	0.00	790.95	0.00	790.95

Tabel 2.5 laat zien, dat een hoge wegingsfactor (>1) vaak gepaard gaat met een klein areaal zomergerst en andersom een lage wegingsfactor (<1) vaak met een groot areaal zomergerst. De genormaliseerde hoeveelheden dicamba en arealen zomergerst zijn zodoende aanzienlijk kleiner dan de ongenormaliseerde hoeveelheden en arealen. De 'winst' van normalisatie is zodoende, dat een potentiële oververtegenwoordiging van BIN gegevens in het gezamenlijke gemiddelde van CBS en BIN wordt voorkomen. Op de CBS bedrijven hoeft geen normalisatie te worden uitgevoerd, omdat ieder bedrijf in de CBS steekproef dezelfde trekkingskans heeft.

Het voordeel van samenvoeging van CBS en BIN gegevens zit in de vergroting van het aantal waarnemingen, waardoor de gemiddelden betrouwbaarder worden. Dit geldt met name voor de tuinbouwgewassen, waar het aantal BIN waarnemingen meestal beperkt is tot enkele tientallen. De tuinbouwgewassen die in de CBS-enquête voorkomen, tellen meestal 50 waarnemingen. Hierbij moet worden bedacht, dat individuele stoffen meestal maar op een beperkt deel van de bedrijven worden toegepast. Zonder samenvoeging zou zodoende voor de meerderheid van de tuinbouwtoepassingen geen betrouwbare gemiddelden te berekenen zijn.

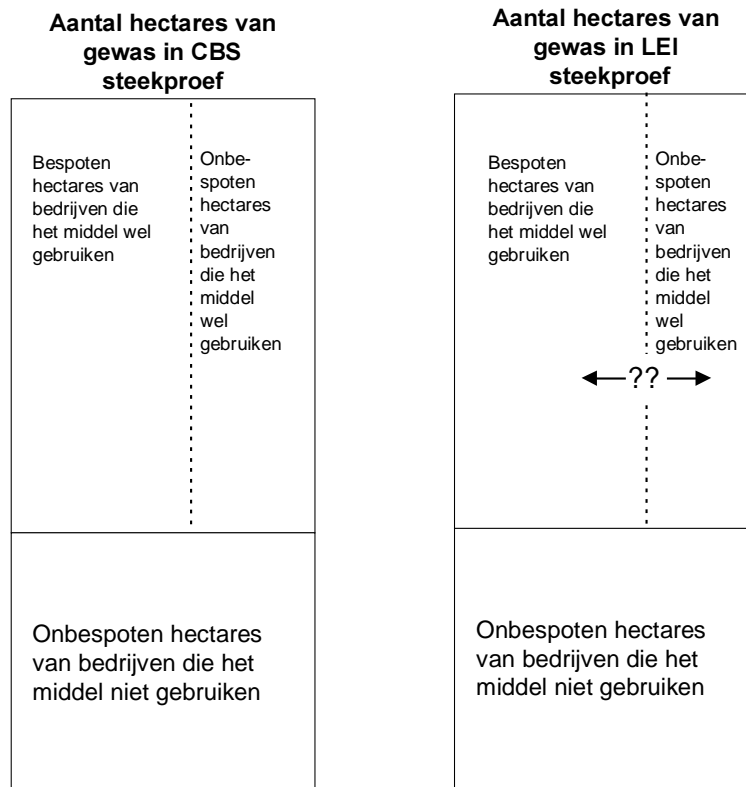
Voor de akkerbouwgewassen is het aantal waarnemingen in BIN meestal ruim voldoende voor het berekenen van betrouwbare gemiddelden. Voor de koppeling van middelen aan aantasters en de verdeling van de verbruiken over het seizoen vormen de enquête-gegevens van het CBS echter een onmisbare bron van informatie, zowel in akkerbouw als in tuinbouw.

2.4.7 Behandeld areaal

Voor de uitspoeling van middelen naar het grondwater speelt, naast de chemische stoffeigenschappen, de bodemfysische en –chemische eigenschappen, ook de toegepaste hoeveelheid actieve stof per hectare een belangrijke rol. De uitspoelingsmechanismen kunnen heel anders reageren op grote of kleine hoeveelheden actieve stof, vanwege het niet-lineaire karakter van het uitspoelingsproces. Het is van belang dat in de berekeningen gebruik wordt gemaakt van de juiste toegepaste hoeveelheden.

In de vorige paragraaf is al aangegeven, dat veel middelen maar op een beperkt deel van de bedrijven worden toegepast. In zulke gevallen leidt het uitsmeren van een verbruik over alle bedrijven c.q. het hele gewasareaal tot onwaarschijnlijk lage gemiddelden die bij modelberekeningen een forse onderschatting van de werkelijke uitspoeling geven. Om dit probleem te omzeilen, is op het niveau van middelen in gewassen onderscheid gemaakt naar behandeld areaal en onbehandeld areaal. In figuur 2.3 is schematisch aangegeven, hoe beide arealen zijn bepaald.

Bij het vaststellen van het behandelde areaal wordt allereerst onderscheid gemaakt tussen bedrijven die een bepaald middel wel of niet gebruiken. Binnen de bedrijven die het bepaalde middel wel gebruiken, wordt vervolgens onderscheid gemaakt tussen de hectares die wel of niet met het bepaalde middel zijn behandeld. Voor het eerste onderscheid bieden zowel CBS als BIN aanknopingspunten.



Figuur 2.3 Werkwijze voor berekening van behandeld areaal uit CBS- en BIN-gegevens.

Voor het tweede onderscheid biedt alleen het CBS voldoende gedetailleerde informatie. Het vaststellen van het behandelde areaal verloopt als volgt: eerst wordt op basis van zowel de CBS als BIN waarnemingen bepaald welke bedrijven het gewas wel hebben, maar het bepaalde middel niet gebruiken. Hieruit wordt berekend op welk deel van het gewasareaal het middel zéker niet is toegepast. Vervolgens wordt, op basis van de CBS-bedrijven die het beschouwde middel wel gebruiken, bepaald welk deel van het areaal daadwerkelijk met het beschouwde middel is behandeld. Vermenigvuldiging van beide delen (bedrijven met middel x areaal met toepassing) geeft de areaalfractie waarmee het behandeld areaal kan worden berekend uit bijvoorbeeld metellinggegevens.

Deze werkwijze voldoet alleen als voldoende CBS waarnemingen beschikbaar zijn. In andere gevallen zijn inschattingen gemaakt op basis van BIN waarnemingen. Daarbij wordt het waargenomen verbruik op BIN bedrijven gedeeld door praktisch gangbare doseringen. Deze doseringen zijn zoveel mogelijk afgeleid uit CBS waarnemingen. Bij afwezigheid daarvan is aansluiting gezocht bij de behandelingsvoorschriften in de diverse jaargangen van de Gewasbeschermingsgids van de Plantenziektenkundige Dienst.

2.4.8 Verbruiksgegevens ISBEST

Het Informatie Systeem Bestrijdingsmiddelen (ISBEST) van Alterra vormt het doorgeefluik tussen de verbruiksgegevens van CBS en BIN en emissiemodellen van Alterra en RIVM.

De bewerkingen uit de voorgaande paragrafen kunnen daarom worden gezien als voorsorteren op de verbruiksparameters die ISBEST nodig heeft voor de voeding van de emissiemodellen. ISBEST heeft verbruiksgegevens nodig in het volgende format:

- gewascode;
- aantastercode;
- weeknummer;
- middelengroep;
- behandeld deel;
- middeldosering.

De genoemde variabelen zijn in de voorgaande paragrafen grotendeels beschreven. Tussen ‘behandeld deel’ en ‘middeldosering’ bestaat een wisselwerking die hierna wordt toegelicht.

In de paragraaf ‘verdeling over perioden’ is aangegeven, hoe het verbruik van een bepaalde middelengroep in een bepaald gewas procentueel wordt verdeeld over het seizoen. Daarmee kan het gemiddelde verbruik van de middelengroep (na samenvoeging CBS en BIN) per ha gewas worden toegedeeld aan de weken in het jaar. In de praktijk wordt in beginsel alleen gewerkt met hele doseringen. Dat betekent dat in weken met kleine verbruiken maar een beperkt deel van het areaal wordt behandeld (en dan met de gangbare praktijkdosering).

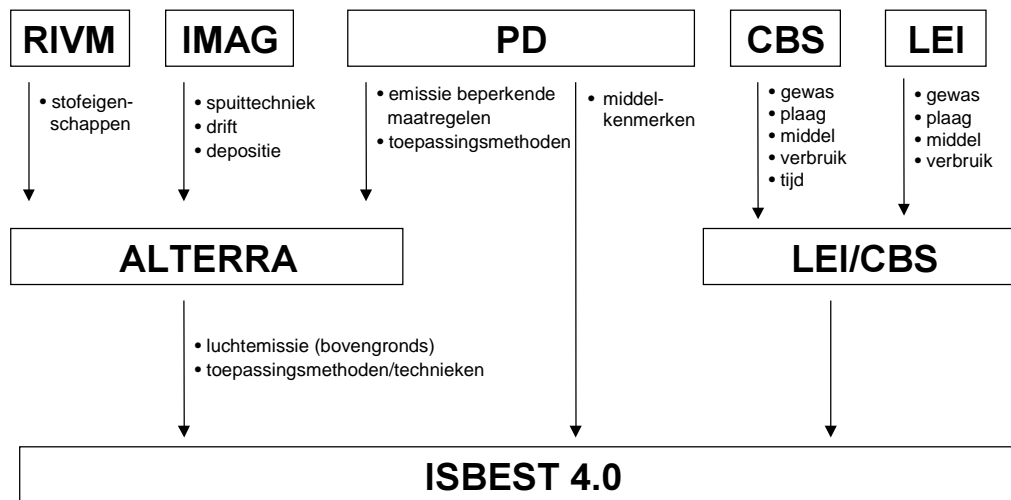
Wekelijkse fluctuaties in middelenverbruik komen zodoende terug in wekelijkse fluctuaties in behandeld deel. De betreffende behandelde delen worden berekend door de wekelijkse verbruiken te delen door de gangbare praktijkdoseringen. De betreffende praktijkdoseringen zijn zoveel mogelijk afgeleid uit CBS waarnemingen. Bij afwezigheid daarvan is aansluiting gezocht bij middelengroepen met andere gehalten van dezelfde actieve stof en in uiterste gevallen bij de behandelingsvoorschriften in de Gewasbeschermingsgidsen van de PD.

In gevallen waar de aldus berekende behandelde delen boven de maximumwaarde van 1 uitkwamen, is de middeldosering zodanig gecorrigeerd (opgehoogd) dat het weekverbruik binnen de maximumwaarde van 1 voor behandeld deel past.

2.5 ISBEST 4.0

2.5.1 Gegevensstromen en databronnen ISBEST 4.0

In de database ISBEST 4.0 worden veel gegevens met elkaar gecombineerd, waaronder steekproeven over bestrijdingsmiddelenverbruik, enquêtegegevens over de implementatie van emissiebeperkende toedieningstechnieken, stof- en middel-eigenschappen, wettelijke gebruiksvoorschriften, naast onderzoeksgegevens over verschillende emissieroutes van bestrijdingsmiddelen. De verschillende gegevens zijn van meerdere bronhouders afkomstig. Figuur 2.4 geeft een overzicht van de belangrijkste dataleveranciers.



Figuur 2.4 Gegevenstromen naar ISBEST 4.0

(Bron: Smidt, 2002)

2.5.2 Criteria en datastructuur

Om de relaties tussen de verschillende gegevensbronnen te structureren zijn in de ontwerp-datastructuur verschillende groepen onderscheiden. Deze groepen van tabellen zijn ruwweg onder te verdelen naar:

- verbruiksgerelateerde gegevens, zoals gewas/plaag/middel-combinaties, behandelde arealen;
- toepassingsgerichte gegevens, zoals behandeld object, toepassingsmethode en technieken;
- emissie-gerichte gegevens, zoals drift- en depositie percentages;
- middel- en stofeigenschappen, hieronder vallen ook de vervluchtigings-percentages;
- tijdsbepalende gegevens, zoals weeknummers, seizoen-indeling, emissiejaar of -periode.

De meeste gegevens zijn bovendien onderling afhankelijk van elkaar. Om de grote hoeveelheid data gestructureerd in tabellen onder te brengen is veel tijd besteed aan normalisatie van de gegevens, teneinde zuivere relaties in de datastructuur te kunnen vastleggen.

2.5.3 Afbakening ISBEST 4.0

ISBEST 4.0 is in staat om emissiefactoren van werkzame stoffen te bepalen voor gebruik in de emissie-evaluatie MJP-G 2000, met inachtneming van de volgende beperkingen:

- het in ISBEST opgenomen bestrijdingsmiddelenverbruik van 1998 is alleen bedoeld voor de berekening van emissiefactoren; het is geen weergave van het totale landbouwkundige verbruik van 1998;

- de zgn. ‘natte’ grondontsmettingsmiddelen waarvan het gebruik is vastgelegd in de Regulerings Grondontsmettingsmiddelen (Jellema, 1998) zijn niet in de database ISBEST 4.0 opgenomen; hiervoor is een aparte database ontwikkeld;
- er is alleen landelijke informatie over het verbruik; regionale informatie is niet aangeleverd of opgenomen in de database;
- er worden alleen emissiefactoren bepaald, die model staan voor de referentieperiode (1984-1988) of voor het ijkjaar 2000;
- er worden alleen emissiefactoren berekend voor de open teelten; emissiefactoren voor de gesloten teelten zijn niet met het instrument ISBEST berekend;
- toedieningswijzen voor de gesloten teelten zijn niet opgenomen in de database; emissies van de gesloten teelten kunnen dus niet worden berekend met het instrument ISBEST; voor gesloten teelten is gebruik gemaakt van het GLAMI instrumentarium dat specifiek is ontwikkeld voor de beschrijving van emissies van bestrijdingsmiddelen vanuit de bedekte teelten (Liefstijns *et al.*, 2000);
- er zijn geen gewasarealen per gemeente uit de CBS landbouwtelling opgenomen; alle berekeningen zijn uitsluitend gebaseerd op landelijke arealen uit de CBS landbouwtelling 1998.

2.5.4 Beschrijving per onderwerp

2.5.4.1 Koppeling van toepassingsmethoden aan LEI-dataset

Informatie over toepassingsmethoden

Zoals reeds vermeld in de vorige subparagraaf wordt onder een toepassing van een bestrijdingsmiddel in ISBEST verstaan de combinatie van een middel, ingezet tegen een bepaalde plaag of ziekte in een gewas. Informatie over de manier waarop het middel wordt toegepast, bv. met welke spuittechniek, is niet vastgelegd in de LEI-dataset, deze informatie moet dus elders worden gezocht. Informatie over de toepassingswijzen zijn onder meer vastgelegd in de gebruiksaanwijzingen (GA) vermeld in het wettelijk gebruiksvoorschrift (WG) en moet vermeld staan op het etiket van het middel.

Aanname: *Zolang praktijk-inventarisaties van de toepassingswijzen in de CBS-bestrijdingsmiddelenenquête en de BIN-registraties ontbreken wordt aangenomen dat alle middelen overeenkomstig de gebruiksaanwijzing in het wettelijk gebruiksvoorschrift worden toegepast.*

Inclusief de bedekte teelt staan er in ISBEST 4.0 bijna 4500 toepassingen beschreven. Omdat het onbegonnen werk is alle toepassingen handmatig vanaf het etiket of vanuit het gebruiksvoorschrift over te nemen is een deel van de Gewasbeschermings-kennisbank (GBK) van de Plantenziektenkundige Dienst aangekocht (de GBK-toegang op internet is geënt op de telers en bood onvoldoende informatie het gewenste detailniveau). In het aangekochte deel

van de GBK staat informatie over de toepassingsmethoden in gedigitaliseerde vorm, naast informatie over de verschillende aantasters (plagen of ziekten) in de verschillende gewassen en plantenrassen.

Werkwijze

De gebruikte indelingssystematiek en -coderingen van de GBK verschillen echter te veel om zonder meer gecombineerd te kunnen worden met de LEI-dataset. In samenwerking met de beheerder van de GBK zijn conversies gemaakt voor de meest eenduidige overeenkomstige plagen en gewassen uit de LEI-dataset. Hierdoor kon worden gezocht in de kennisbank op vergelijkbare gewas-plaag-middel combinaties of op combinaties met slechts twee van deze drie sleutels. In bijlage 5 is de gevolgde werkwijze schematisch weergegeven. Op deze manier zijn voor ca. 90% van de toepassingen een of meerdere toepassingsmethoden gevonden. Voor ongeveer 10% was geen overeenkomstige etiket-toepassing beschikbaar. Hiervoor zijn twee mogelijke oorzaken aan te geven. De kwaliteit van de opgestelde conversies tussen de indelingssystematieken van de GBK enerzijds en de LEI-dataset anderzijds is medebepalend voor de trefkans op overeenkomstige combinaties van gewassen, plagen en middelen. Aan de andere kant is het mogelijk dat telers hun aanwezige middelen ruimer inzetten dan de etiketten voorschrijven, de LEI-dataset is immers een weergave van het praktijkverbruik.

Controle van werkwijze

Bovenstaande werkwijze resulteerde slechts voor 12% van de 4500 toepassingen in ISBEST in eenduidige toepassingsmethoden. Het resterend deel had meer dan 1 toepassingsmethode vermeld gewas-plaag-middel combinatie. In een handmatige controle zijn de dubbelzinnige toepassingsmethoden verwijderd op basis van expert judgement, waarbij dankbaar gebruik is gemaakt van de informatiebronnen vermeld in tabel 2.6.

Naast de op bovenstaande informatiebronnen gebaseerde controle zijn de gevonden toepassingsmethoden ook voorgelegd aan experts van IMAG.

Tabel 2.6 Informatiebronnen van toepassingsmethoden

Informatiebron van toepassingsmethode	% Totaal
Gewasbeschermingskennisbank	12%
Gewasbeschermingsgidsen algemeen (herbiciden)	22%
Gewasbeschermingsgidsen 1989, 1993	46%
Gewasbeschermingsgidsen 1996, 1999	0.2%
Wettelijke Gebruiksvoorschriften & Gebruiksaanwijzingen (CTB/internet)	17%
Aannames	3%

2.5.4.2 Opbouw van toepassingsmethoden in ISBEST

Toepassingsmethoden in GBK

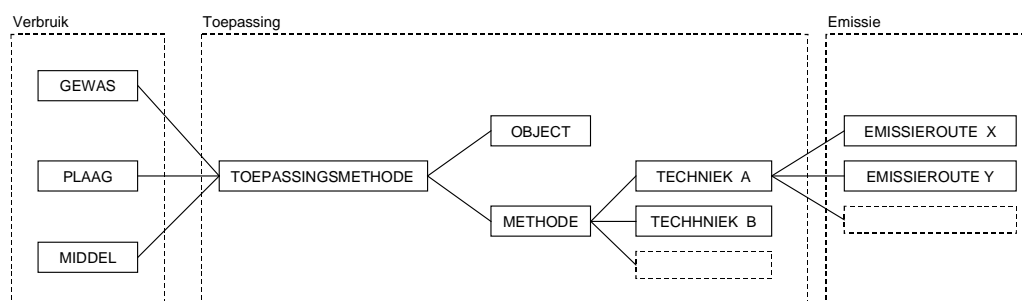
De toepassingsmethoden, zoals vermeld op het etiket of in de GBK, geven een algemene omschrijving van het type behandeling van bv. gewas, bodem, plant- of pootgoed, of andere objecten. Tevens wordt in de omschrijving vermeld of de behandeling door spuiten, strooien, gieten, e.d. plaats moet vinden. Ze vermelden dus niet exact met welke techniek of machine de behandeling moet worden uitgevoerd. De omschrijvingen van de toepassingsmethoden in de GBK zijn dus opgebouwd uit een object en een methode.

Toepassingsmethoden in ISBEST 4.0

De toepassingen in de GBK bevatten slechts globale beschrijvingen van de te volgen handelwijzen in de praktijk. Om deze beschrijvingen te verfijnen is in een aantal bewerkingstappen aanvullende informatie gehaald uit de letterlijke etiketteksten, zoals omschreven in de bestrijdingsmiddelen-databank (CTB). Daarnaast zijn een aantal toepassingen geaggregeerd binnen ISBEST om eenvoudiger onderscheid te kunnen maken tussen toepassingen met bekende emissie(route)s en toepassingen met emissie onbekende emissieroutes. Op deze manier zijn bijna 70 verschillende toepassingsmethoden onderscheiden, waarvan ruim de helft voor de open teelten. Binnen de open teelten is nog onderscheid gemaakt tussen toepassingen die plaatsvinden op het bedrijf of in het open veld.

Aanname: Toepassingen met onbekende emissieroutes worden emissieloos verondersteld.

De omschrijvingen in de GBK gaan niet verder dan het niveau van methode. In een aantal gevallen wordt de toepassing in voldoende mate beschreven via de methode, maar in het merendeel van de toepassingen biedt de methode te weinig informatie over welke toepassingstechnieken zijn gebruikt. Een belangrijke aanpassing is gemaakt voor de volle veldtoepassingen.



Figuur 2.5 Globale structuur van de toepassingsmethoden in ISBEST 4.0

De vermelding in de GBK reikt niet verder dan de vermelding ‘gewasbehandeling door spuiten’. Via aanvullende informatie in de gebruiksvoorschriften van de bestrijdingsmiddelen-databank (CTB/internet) en de gewasbeschermingsgidsen is de omschrijving, waar

nodig, gewijzigd in ‘gewasbehandeling door volveldsspuiten’. Daarbij is geen onderscheid gemaakt naar bv. rijenbehandeling of zwartstrokenbespuiting. Dit volgt indirect uit de, in een volgende paragraaf beschreven, enquête over implementatiegraad van spuittechnieken en emissie-beperkende maatregelen.

De behandelingen in de GBK waarvan emissies kunnen worden berekend in ISBEST zijn geaggregeerd tot gewas-, bodemoppervlak- of bodeminwerkbehandelingen. Het verbruik in ISBEST wordt op week-niveau beschreven via de verbruiksfactor (VBF). In het hiernavolgende deel wordt hiermee alleen het verbruik in de open teelten beschreven, omdat voor de emissie-evaluatie vanuit ISBEST alleen emissiefactoren voor de open teelten zijn gevraagd.

$$VBF_{ws,gw}(w,o,m) = VB_{ws}(w,o,m) / AR_{gw} \quad (1)$$

waarin:

$VBF_{ws,gw}$ = verbruiksfactor voor de toepassing van werkzame stof in week w op object o met methode m (kg/ha)

VB_{ws} = verbruik werkzame stof (kg)

AR_{gw} = totaal landelijk areaal van gewas (ha)

Met de indexen:

ws = werkzame stof

gw = (verbruiks)gewas

De toepassingsmethoden voor de open teelten voor gebruik van bestrijdingsmiddelen in de open lucht staan vermeld in tabel 2.7. Gewasbehandelingen vormen 75% van het verbruik, bodemoppervlak behandelingen 17% en ca. 3% wordt ingewerkt en 5% van het verbruik wordt overig toegepast.

2.5.4.3 Toepassingstechnieken in ISBEST 4.0

Toepassingstechnieken in ISBEST 4.0

In voorgaande paragraaf is beschreven hoe de toepassingen zijn opgebouwd uit de behandeling van een object door een bepaalde toepassingsmethode. In deze paragraaf wordt beschreven welke toepassingstechnieken hierbij mogelijk zijn. Het is goed om te beseffen dat de beschrijving zich hierbij beperkt tot de open teelten omdat ISBEST 4.0 alleen de gegevens voor deze teelten hoeft uit te leveren in het kader van de emissie-evaluatie.

Tabel 2.7 Toepassingsmethoden in de open teelt in ISBEST 4.0 van belang voor emissie berekeningen van de emissie-evaluatie.

ToepassingNaam	Hoeveelheid werkzame stof (kg)	% van verbruik
Gewas behandeling door volveldspuiten	4831702	75.3%
BodemOppervlak behandeling door volveldspuiten	1071044	16.7%
BodemInwerk behandeling door strooien	109270	1.7%
BodemInwerk behandeling door volveldspuiten	88467	1.4%
BodemInwerk pootgoed behandeling door poederen	13178	0.2%
BodemOppervlak behandeling door strooien	6857	0.1%
BodemInwerk behandeling door gieten	6599	0.1%
BodemInwerk behandeling door spuiten grond tijdens poten	994	< 0.1%
BodemInwerk behandeling door meespuiten pootgoed	596	< 0.1%
BodemInwerk plantstekbehandeling door poederen	274	< 0.1%
Gewas wondbehandeling door smeren	242	< 0.1%
BodemOppervlak behandeling door stuiven	236	< 0.1%
Gewas wondbehandeling door spuitbus	67	< 0.1%
Gewas behandeling door verdampen feromoon	6	< 0.1%
Gewas behandeling door spuiten	3	< 0.1%
Gewas behandeling door stuiven	0	< 0.1%
Overige toepassingen op bedrijf	290235	4.5%

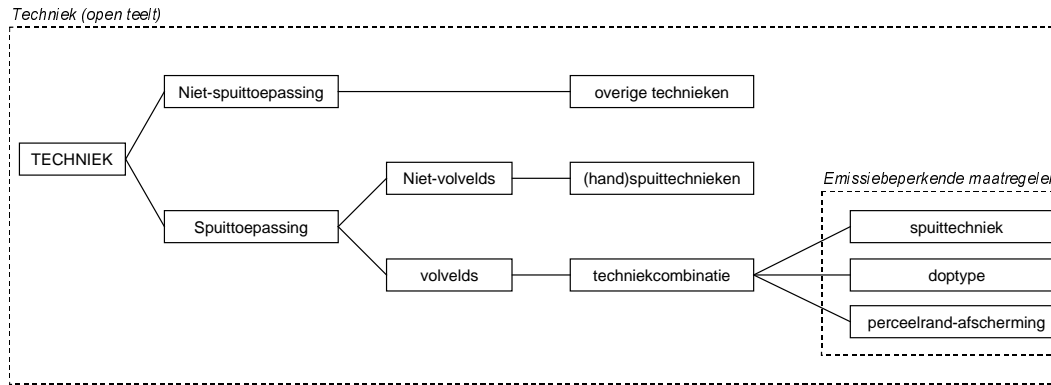
Implementatiegraad emissiereducerende maatregelen in de open teelten

Door Wingelaar *et al.* (2001) is geïnventariseerd welke en in welke mate emissiereducerende maatregelen en spuittechnieken gangbaar zijn in de verschillende teelten anno het ijkjaar 2000. Tevens is vastgesteld in welke mate wordt voldaan aan het Lozingenbesluit. De gegevens uit deze enquête vormen een belangrijke aanvulling op de informatie over de toepassingen vermeld in de vorige paragraaf. Voor gebruik binnen ISBEST bieden de door Wingelaar *et al.* verzamelde gegevens kwantitatieve informatie over de implementatie van:

- het lozingenbesluit (teeltvrije zone) op gewasniveau;
- het gebruik van de verschillende spuittechnieken per gewas;
- de invoering van driftarme doppen en kantdoppen;
- de aanwezigheid van een windsingel, emissiescherm of vanggewas.

Al deze factoren hebben met name betrekking op het beperken van de emissie tijdens het spuiten.

Aanname: Elke volveldstoepassing bestaat, per gewas, uit een (rekenkundige) combinatie van alle theoretisch mogelijke combinaties van emissiereducerende maatregelen.



Figuur 2.6 Globale structuur van de toepassingstechnieken in de open teelt in ISBEST 4.0

Techniekcombinaties bij volveldsspuittechnieken

In de database ISBEST beperken de emissiereducerende maatregelen zich uitsluitend tot de behandelingsmethoden waarbij volvelds wordt gespoten, omdat ze met name op de reductie van drift zijn georiënteerd. Het is goed om te beseffen dat de implementatiegraden daarbij unaniem worden gebruikt om de toepassing te beschrijven. Elke volveldsbespuiting in een bepaald gewas krijgt hierdoor alle combinaties van spuittechniek, doptype en akkerrand-afscherming toebedeeld die theoretisch mogelijk zijn, gebaseerd op de in Wingelaar vermelde implementatie-graden. In tegenstelling tot de vorige versie van ISBEST en wat men algemeen zou veronderstellen bestaat er geen enkelvoudige relatie meer tussen een toepassing en een techniek. Elke fungicidenbespuiting in de aardappelen wordt dus nu geacht voor een deel met een veldspuit, een luchtondersteunde spuit, een rijenspuit en een vliegtuigspuit te zijn uitgevoerd, al of niet voorzien van driftarme spuitdoppen en kantdoppen. Hierbij zal bovendien een deel van het areaal voorzien zijn van een vanggewas of windsingel. Bovendien bleek het nodig om de enquêtegegevens te onderscheiden naar herbiciden- en fungiciden-/insecticidentoepassingen, omdat in een bepaald aantal teelten hiervoor verschillende spuittechnieken worden gebruikt met eigen implementatiegraden. Op deze manier zijn in totaal ruim 950 combinaties van gewas, teeltvrije zone, bestrijdingsmiddelen-groep, spuittechniek en emissie-reducerende maatregel in ISBEST opgenomen. De basisfactoren voor het berekenen van de implementatiegraden staan vermeld in bijlage 6 en 7. Niet alle 40 gewassen in het verbruik van BIN/CBS-1998 zijn in de enquête van de emissiebeperkende maatregelen vertegenwoordigd. Voor de 10 ontbrekende gewassen zijn de gegevens geëxtrapoleerd volgens bijlage 9.

Volveldsspuittechnieken referentieperiode en 2000

De groeiende aandacht voor emissiebeperkende toedieningstechnieken heeft in de periode van 1984-'88 tot 2000 geleid tot een verschuiving in het scala aan spuittechnieken. De belangrijkste veranderingen zijn de introductie van het luchtondersteund spuiten en de introductie van driftarme spuitdoppen. In de tussenliggende periode is voor de bloembollenteelt een overkapte beddenspuit ontwikkeld, die ook in de teelt van aardbeien wordt toegepast. Bij een aantal bestrijdingen in de teelt van suikerbieten en aardbeien en

enkele vollegrondsgroenten heeft de rijenspuit inmiddels zijn intrede gedaan. Verder zijn toepassingen met het spuitgeweer of spuitpistool zijn inmiddels volledig vervangen door de handgedragen spuitboom. In onderstaande tabel is aangegeven welke spuittechnieken in ISBEST worden onderscheiden voor de referentieperiode en de ijkperiode.

Tabel 2.8 Factoren voor combinaties in spuittechnieken in ISBEST 4.0 voor de referentieperiode en 2000

Techniek-combinatie	Referentieperiode 1984-'88	IJKjaar 2000
Spuittechniek	axiaalspuit dwarsstroomspuit spuitgeweer onkruidspuit fruitteelt veldspuit	axiaalspuit dwarsstroomspuit handgedragen spuitboom onkruidspuit fruitteelt veldspuit veldspuit met luchtondersteuning rijenspuit overkapte beddenspuit
Doptype	standaard spuitdoppen	standaard spuitdoppen driftarme spuitdoppen kantdoppen
Perceelrand	open windsingel*	open windsingel vanggewas emissiescherm

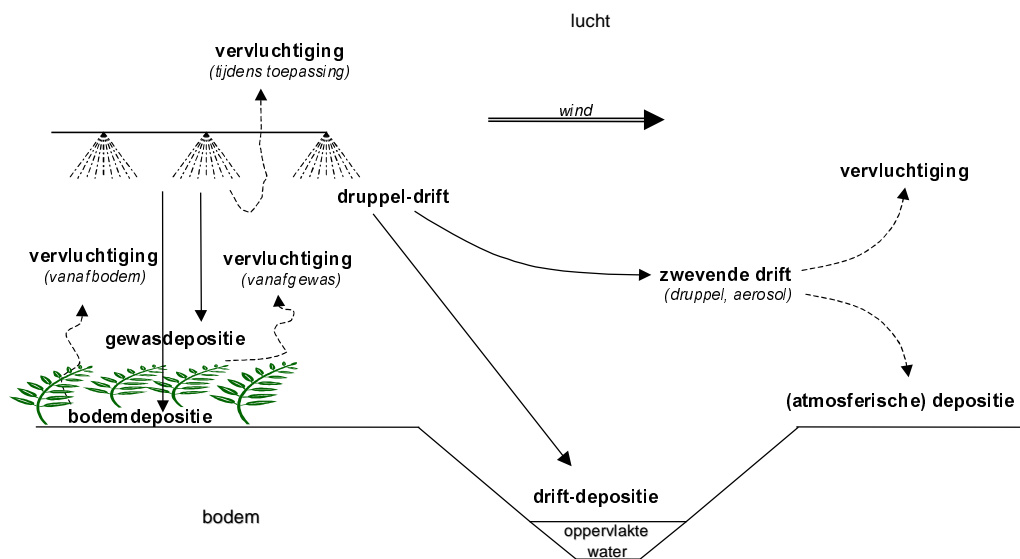
* fruitteelt, laanbomen en aardbeien

2.5.4.4 Emissieroutes in ISBEST v4.0

In ISBEST v4.0 worden de volgende emissieroutes en -factoren gekwantificeerd:

- drift naar oppervlaktewater (slootprofiel);
- vervluchtiging tijdens toepassing;
- depositie op gewas;
- depositie op de bodem;
- vervluchtiging vanaf gewas;
- vervluchtiging vanaf bodem;
- netto-bodemdepositie.

Voor een juiste massabalans zijn deze routes bovendien onderling afhankelijk van elkaar gesteld. De verschillende routes (fig. 2.7) worden in het hierna volgende deel in de volgorde van het spuitproces beschreven; dus vanaf het verlaten van de spuitdop tot aan het bodemoppervlak.



Figuur 2.7 Stof- en emissiestromen tijdens en na toepassing

Driftpercentages en emissiebeperkende maatregelen

Het toewijzen van driftcijfers aan de verschillende toepassingen van bestrijdingsmiddelen beschreven in BIN/CBS-1998 is een proces geweest waarin de volgende keuzes en stappen zijn gemaakt:

1. alleen open teelt
2. alleen gespoten toepassingen
3. alleen volveldstoepassingen
4. extrapolatie van enquêtegegevens emissiebeperkende maatregelen naar de toepassingen in het verbruik (BIN/CBS=1998)
5. onderverdeling volveldstoepassingen naar combinatie {spuittechniek-doctype-perceelsrandafscherming}
6. bepaling van theoretisch aantal benodigde driftpercentages
7. omrekening van gangbare driftcijfers waterbreedte naar insteek slootprofiel ('insteek-insteek')
8. extrapolatie van bekende driftsituaties IMAG-gewassen naar gewas-stofgroep combinaties met bekend verbruik in de volveldstoepassingen
9. berekening van de resterende driftcijfers voor de onbekende driftsituaties aan de hand van algemene reductieregels
10. berekening van gemiddelde driftpercentages per volveldstoepassing per gewas, gewogen via de implementatiegraden van de verschillende spuittechnieken en emissiebeperkende maatregelen

De stappen 1 t/m 6 zijn in voorgaande paragrafen reeds beschreven, hieronder wordt verder ingegaan op stappen 7 t/m 10.

Driftpercentages op niveau slootprofiel ('insteek - insteek')

Via experimenteel onderzoek heeft IMAG inzicht gekregen in de gemiddelde driftpercentages die gelden voor de meest toegepaste spuittechnieken in een aantal gewassen. Normaliter (door CTB e.a.) worden de driftpercentages vermeld geldend voor de belasting op het wateroppervlak van een 1 meter brede standaardsloot. Ten behoeve van deze emissie-evaluatie worden, in navolging van de vorige emissie-evaluatie, de driftpercentages in dit rapport vermeld, gemeten van insteek tot insteek van het 4 meter brede slootprofiel, dus wateroppervlak inclusief beide taluds.

In bijlage 11 wordt een overzicht gegeven van de gewassen en spuittechnieken waarvan driftcijfers bekend zijn bij IMAG en Alterra.

Driftsituaties

De verschillende teeltvrije zones uit 2000 (Lozingenbesluit) en de referentieperiode (bijlage 10) leiden in combinatie met de emissiebeperkende maatregelen tot een groot aantal driftsituaties. Binnen ISBEST v4.0 wordt een driftsituatie omschreven door de volgende onderling afhankelijke parameters:

- gewas;
- teeltvrije zone;
- techniekcombinatie;
- spuittechniek;
- doptype (standaard of driftarm);
- aanwezigheid van windsingel, vanggewas of emissiescherm;
- stofgroep (herbicide, fungicide, etc.);
- seizoen (blad of geen blad).

Bovenstaande parameters hebben alle hun eigen invloed op het driftpercentage en worden daarom binnen de systematiek van ISBEST gezamenlijk beschreven. Sinds de invoering van het Lozingenbesluit is de teeltvrije zone binnen een gewas afhankelijk gemaakt van de toegepaste spuittechniek al of niet in combinatie met een emissiebeperkende maatregel. In het aanvangsjaar van het Lozingenbesluit, 2000, is de teeltvrije zone bovendien nog afhankelijk van de mate van invoering van het Lozingbesluit. Ook dit staat beschreven in de enquête van Wingelaar en is in ISBEST ingevoerd als de implementatiegraad van het Lozingenbesluit.

De afhankelijkheid van de driftsituatie met de stofgroep van een bestrijdingsmiddel laat zich eenvoudig uit leggen via het feit dat er binnen bepaalde gewassen, bv. fruitteelt, aparte toepassingstechnieken voor herbiciden en insecticiden/fungiciden bestaan, elk met een eigen driftpercentage. Tot slot is het seizoen nog een belangrijke factor. In de fruitteelt hebben bespuitingen in het voorjaar over het algemeen een hogere drift door het ontbreken van blad aan de fruitbomen en de windsingels.

Extrapolatie van driftsituaties

Het is een ondoenlijke zaak om voor alle mogelijke driftsituaties in Nederland experimenteel onderzoek te doen. IMAG verricht onderzoek naar drift in de meest gangbare en meest driftbelastende gewassen. Niet alle gewassen in het verbruik van BIN/CBS-1998 zijn in het driftonderzoek van IMAG betrokken. Voor de emissie-evaluatie zijn door deskundigen van IMAG de driftgegevens uit de 10 gewassen van het experimenteel onderzoek vertaald naar de 40 gewassen van het verbruik. Bij deze vertaling is zoveel mogelijk gelet op overeenkomsten in teeltvrije zones, teeltwijze en rij-afstanden in de betrokken gewassen (bijlage 9).

Reductieregels voor drift

Bovenstaande extrapolatie leidde aanvankelijk tot een onderscheid van ca. 950 verschillende driftsituaties, die uiteindelijk terug te voeren zijn op ca. 150 driftsituaties binnen de gewassen uit het IMAG-onderzoek. De hiervoor benodigde driftpercentages zijn voor een deel bekend uit het onderzoek van IMAG en Alterra, het onbekende deel is aan te vullen met behulp van algemene reductieregels, weergegeven in tabel 2.9.

Tabel 2.9. Algemene reductieregels voor ontbrekende combinaties in spuittechnieken voor referentieperiode en 2000.

Reducerende maatregel	reductiepercentage
Driftarme doppen (standaard veldspuit) Open emissiearme spuittechniek* Open spuittechniek + vanggewas	50%
Open emissiearme spuittechniek + driftarme doppen Overkapte spuittechniek** Windsingel (open spuittechniek***) Open emissiearme spuittechniek + vanggewas	75%
Open emissiearme spuittechniek + windsingel Overkapte spuittechniek + windsingel Vanggewas + open spuittechniek met dubbele**** emissiebeperking Emissiescherm****	90%

*) *handgedragen spuitboom, veldspuit met luchtondersteuning, rijenspuit*

**) *overkapte beddenspuit, tunnelspuit*

***) *elke open spuittechniek*

****) *alle spuittechnieken*

*****) *veldspuit met driftarme doppen en luchtondersteuning*

Referentiesituaties voor reductieregels

Voor beide perioden in de emissie-evaluatie zijn vervolgens spuittechnieken aangewezen (tabel 2.10) waarop de reductieregels van toepassing zijn en waarmee de ontbrekende driftcijfers vervolgens zijn berekend. In deze tabel valt tevens het effect van de, vaak vergeten, driftbeperking van de algemene spuitboomverlaging van 70 naar 50 cm te zien.

Tabel 2.10. Referentiesituaties en driftpercentages voor berekening ontbrekende driftpercentages.

Driftgewas	referentie techniek-combinatie voor reductieregel	teeltvrije zone	referentie-drift% voor reductie	
			referentieperiode	2000
Aardappelen	veld_std_zonder	1.50		3.0%
Aardappelen	veld_std_zonder	0.75	13.4%	6.8%
Bieten	veld_std_zonder	0.50	6.5%	2.0%
Bollen	veld_std_zonder	1.50		3.8%
Bollen	veld_std_zonder	0.75	12.8%	5.4%
Laanbomen	axiaal_std_zonder	5.00		2.1%
Laanbomen	axiaal_std_zonder	1.50	9.3%	9.3%
Lage boomteelt	veld_std_zonder	1.50		3.0%
Lage boomteelt	veld_std_zonder	0.50	12.0%	6.0%
Fruitteelt	dwars_std_zonder	3.00	7.7%	7.7%
Fruitteelt	dwars_std_zonder	3.00	18.7%	18.7%
Granen	veld_std_zonder	0.25	28.0%	17.1%
Grasland/kale grond	veld_std_zonder	0.00	15.0%	
Grasland/kale grond	veld_std_zonder	0.25		9.1%
Maïs	veld_std_zonder	0.50	11.8%	7.2%

Bij de uitleg van de emissiebeperkende maatregelen is al gesteld dat binnen een gewas elke volveldstoepassing bestaat uit een rekenkundige combinatie van de theoretisch mogelijke combinaties van spuittechnieken en emissiereducerende maatregelen. Dit heeft ook tot gevolg dat voor elke volveldstoepassing een gemiddeld driftpercentage moet worden berekend. Daarin worden de verschillende implementatiegraden van de verschillende spuittechniek-combinaties met bijbehorende teeltvrije zones en driftpercentages met elkaar verrekend. In tabel 2.11 zijn deze gemiddelden weergegeven als functie van de resterende parameters bladstadium, bestrijdingsmiddelgroep (spuitgroeytype) en emissieperiode.

Tabel 2.11. Gemiddelde driftpercentages per gewas, waarin reeds verwerkt de verschillende implementatiegraden van de spuittechnieken en teeltvrije zones.

Emissieperiode	2000				referentieperiode			
	herbiciden		insect./fung.		herbiciden		insect./fung.	
Spuitgroeytype	BLH	BLL	BLH	BLL	BLH	BLL	BLH	BLL
Bladstadium*	BLH	BLL	BLH	BLL	BLH	BLL	BLH	BLL
Gewas								
Consumptie aardappelen	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	13.4%	13.4%	13.2%	13.2%
Fabrieksaardappelen	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%
Pootaardappelen	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	13.4%	13.4%	13.0%	13.0%
Aardbeien	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	11.1%	11.1%	11.1%	11.1%
Appelen	0.1%	0.1%	3.2%	10.0%	0.1%	0.1%	3.3%	10.3%
Asperges	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	12.7%	12.7%	12.7%	12.7%
Overige bloemkwekerij	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Bos- en haagplantsoen	2.1%	2.1%	2.2%	2.2%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Bruine bonen	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
Cichorei	4.7%	4.7%	4.7%	4.7%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%

Emissieperiode	2000				referentieperiode			
	herbiciden		insect./fung.		herbiciden		insect./fung.	
	BLH	BLL	BLH	BLL	BLH	BLL	BLH	BLL
Bladstadium*								
Gewas								
Erwten (groen te oogsten)	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
Gladiolen	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Grasland	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
Graszaad	11.9%	11.9%	11.9%	11.9%	28.0%	28.0%	28.0%	28.0%
Hyacinten	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Irissen	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Laan- en parkbomen	0.1%	0.1%	3.0%	3.0%	0.2%	0.2%	9.3%	9.3%
Lelies	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Narcissen	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Peren	0.1%	0.1%	3.2%	10.2%	0.1%	0.1%	3.3%	10.3%
Poot- en plantuien	3.1%	3.1%	3.1%	3.1%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%
Prei	3.4%	3.4%	3.4%	3.4%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%
Rozenstruiken	2.1%	2.1%	2.2%	2.2%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Schorseneren	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%
Sierconiferen	1.5%	1.5%	1.6%	1.6%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Sluitkool	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%
Snijmais	4.3%	4.3%	4.3%	4.3%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%
Spruitkool	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%
Stambonen	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
Suikerbieten	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%
Tulpen	2.1%	2.1%	2.1%	2.1%	12.8%	12.8%	16.3%	16.3%
Vaste planten	1.7%	1.7%	1.8%	1.8%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Veldbonen	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%
Vruchtboomen	1.8%	1.8%	2.0%	2.0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Was- en bospeen	3.9%	3.9%	3.9%	3.9%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%
Winterpeen	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	13.4%	13.4%	13.4%	13.4%
Wintertarwe	11.9%	11.9%	11.9%	11.9%	28.0%	28.0%	28.0%	28.0%
Witlofwortel	4.7%	4.7%	4.7%	4.7%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%
Zaaiuien	3.1%	3.1%	3.1%	3.1%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%
Zomergerst	11.9%	11.9%	11.9%	11.9%	28.0%	28.0%	28.0%	28.0%

*) Bladstadium: BLH = bladhoudend, BLL = bladloos (i.v.m. windscherm fruitteelt)

De uiteindelijke driftfactor wordt in ISBEST als volgt berekend:

$$DRF_{ws,gw}(w,o,m,t) = DG_{gw} * VBF_{ws,gw}(w,o,m) * DR_{gw}(b,m,t)$$

Waarin:

$DRF_{ws,gw}$ = Driftfactor ($kg \cdot ha^{-1}$) van een werkzame stof in een gewas, toegepast in week w op object o met methode m ingedeeld in spuitgroeytype t

DG_{gw} = Driftgevoeligheid van een gewas (zie paragraaf ...)

$VBF_{ws,gw}$ = Verbruiksfactor voor de toepassing van werkzame stof in

DR_{gw} = week w op object o met methode m ($kg \cdot ha^{-1}$)
 = Gemiddelde driftfractie per methode m in bladstadium b van
 spuitgroeytype t

Vervluchting tijdens toepassing

Druppels verdampen tijdens de vlucht vanuit de spuitdop tot de depositie op gewas, water of bodem of in geval van zwevende drift tijdens het verblijf in de lucht. Algemeen wordt aangenomen dat tijdens deze vlucht eerst het water verdampt en pas daarna de formuleringsingrediënten (Hartley en Graham-Bryce, 1980; Elliott en Wilson, 1983). Dit wordt wel aangeduid als het 'solid core' model. Schattingen met het driftmodel IDEFICS (IMAG program for Drift Evaluation from Field sprayers by Computer Simulation, zie onder) wijzen erop dat globaal 3% van de totaal verspoten vloeistof tijdens de toediening zal verdampen (onder gemiddelde weers-omstandigheden en bij gebruik van een conventionele veldspuit uitgerust met standaard spuitdoppen) (Holterman, 2000). Een voorbeeld: tijdens een bespuiting van een veld van 1 ha met een dosering van 400 L/ha zal dus gemiddeld 12 liter spuitvloeistof als zwevende drift verloren gaan. Voor andere omstandigheden en toepassingen is de fractie zwevende drift onbekend. Met name in de fruitteelt en boomteelt is naar verwachting het aandeel zwevende drift veel hoger, door een andere spuittechniek (horizontaal of zelf naar boven spuitend). Omdat hierover echter onvoldoende gegevens bekend zijn is voor de emissie-evaluatie aangenomen dat ook voor deze technieken een vervluchting van 3% geldt.

$$VVTF_{ws,gw}(w,o,m,t) = VVT_{ws}(o,m,s) * VBF_{ws,gw}(w,o,m)$$

Waarin:

$VVTF_{ws,gw}(w,o,m,t)$ = Factor ($kg \cdot ha^{-1}$) voor vervluchting tijdens toepassing van een werkzame stof in een gewas op object o met toepassingsmethode m in de wekelijkse periode w met spuitgroeytype t

$VVT(m)$ = Vervluchtingfractie van toepassingsmethode m
(3% voor volveldsbespuiting; 0% voor overige methoden)

$VBF_{ws,gw}(w,o,m)$ = Verbruiksfactor voor een bestrijdingsmiddel in een gewas ($kg \cdot ha^{-1}$) in de wekelijkse periode w voor object o met toepassingsmethode m

Depositie

Bij landbouwkundige toepassing van gewasbeschermingsmiddelen in de open teelten zal de toegepaste stof zich verdelen over lucht (snelle verdamping tijdens toepassing), wateroppervlak (driftbelasting), bodem en een eventueel aanwezig gewas. Afhankelijk van het (groeistadium van het) gewas en de gebruikte toepassingstechniek komt tijdens toepassing meer of minder middel op de bodem (bodemdepositie) of op het gewas (gewasdepositie) terecht. Informatie over bodem- en gewasdepositie is opgenomen in ISBEST v4.0. Voor de belasting het grondwater is vooral de informatie over de

bodemdepositie van belang. Het deel van het verbruik dat na vervluchtigingverliezen op de bodem achterblijft wordt netto-bodemdepositie genoemd en wordt als maat genomen voor de eventuele uitspoeling. Informatie over bodem en gewasdepositie in ISBEST is afkomstig van meerdere bronnen. Een overzicht van deze bronnen staat in tabel 2.12.

In het experimentele onderzoek van IMAG zijn voor verschillende gewassen in separate experimenten deposities op bodem en gewas bepaald. Hierbij werd in het verleden reeds geconstateerd dat de som van beide deposities niet altijd 100% bedroeg. Zowel afwijkingen >100% als <100% konden optreden. In een eerdere exercitie met IMAG (Smidt *et al.*, 2000) zijn de deposities die samen >100% bedroegen bijgesteld, waarbij op basis van expert judgement de depositie zodanig werd opgedeeld over bodem en gewas dat zij samen 100% bedroegen.

Tabel 2.12 Extrapolatie van literatuurgegevens gewasdepositie naar gewassen in ISBEST

Depositiégegevens van gewas in literatuur	Gebruikt voor depositiegegevens van gewas in ISBEST
Aardappel ¹	Consumptie-, poot- en fabrieksaardappelen
Appel ¹	Bos- en haagplantsoen, rozenstruiken
Bieten ^{1,5}	Appels en peren (oude aanplant)
Chrysanth ²	Vruchtbomen, appels en peren (nieuwe aanplant)
Laanbomen ¹	Suikerbieten, voederbieten
Granen ¹	Chrysanth, anjers, fresia's en rozen
Lelie ¹	Laan- en parkbomen (gewogen gemiddelde)
Maïs ⁶	Sierconiferen (extrapolatie van laanboom-spillen)
Spirea's ³	Haver, (winter)rogge, triticale, winter- en zomergerst,
Spruiten ^{1,5}	Winter- en zomertarwe
Tomaat ⁴	Graszaad en tijdelijk grasland (extrapolatie van wintertarwe)
Tulp ¹	Lelie, gladiolen
Uien ¹	Snijmaïs
Vollegroendsgroenteteelt ⁵	Vaste planten
	Spruitkool
	Tomaat, paprika en komkommer
	Tulpen, hyacinten, irissen, narcissen
	Poot- en plantuien, schorseneren, zaaiuien, zilveruitjes
	Asperges, bonen, kolen, wortel en witlof
Overig ^{5,7}	Aardbei (open grond), andijvie, champignons, grasland, sla, spinazie

(1) naar: V.d.Zande *et al.*, 2000.

(2) naar: Tak, 1995.

(3) naar: Van Kammen *et al.* 1998

(4) naar: Bor *et al.*, 1994.

(5) naar: MJP-G Achtergrond document 1995, Onderdeel Emissie naar Bodem en Grondwater, bijlage 2

(6) naar: Deneer *et al.*, 1999

(7) expert judgement

Bij de deposities <100% doet zich het probleem voor dat deze niet, zoals eerder werd aangenomen, kunnen worden verklaard door snelle vervluchtiging tijdens toepassing. Dit proces blijkt uit recente resultaten van het IMAG tot een 'verlies' van circa 3% van de

dosering te leiden (Holterman, 2000), terwijl de veronderstelde somdeposities vaak veel kleiner zijn dan het theoretische maximum van 97%.

Deze afwijkingen (gewasdepositie + bodemdepositie + snelle vervluchtiging < 100%) zullen leiden tot een vertekend beeld van zowel de verdamping vanaf grond en gewas na toepassing alsook van de netto bodemdepositie, van belang voor de uitspoelings-berekeningen. Aangezien het in sommige gevallen om vrij forse afwijkingen gaat (voor appels, lelie, laanbomen en sierconiferen wordt bijvoorbeeld afwijkingen tot 50% gevonden) zullen ook de berekende verdamping en netto bodemdepositie soms forse onjuistheden bevatten en sluiten massabalansen niet.

Daarom werd het zinvol geacht om voor de emissie-evaluatie de gehanteerde depositiegegevens te corrigeren voor de geconstateerde afwijkingen. Gezien het ontbreken van informatie om een andere aanpak te rechtvaardigen zal de bestaande verhouding tussen bodem en gewasdepositie in stand blijven, maar worden de getalswaarden van de deposities zodanig aangepast dat ze samen 100% bedragen. Voor een juiste massabalans is deze onderlinge afhankelijkheid pas op het niveau van de netto gewasdosering in het systeem ingebracht (zie Depositieberekeningen).

Een aanpassing van de 2-wekelijkse perioden uit ISBEST v3.0 naar wekelijkse perioden is nodig geweest voor een goede aansluiting bij het op week niveau beschreven verbruik in BIN/CBS-1998. Met een lineaire interpolatie tussen de depositiegegevens uit de omliggende oneven weken zijn de ontbrekende gegevens van de even weken ingevuld.

Door middel van de extrapolaties uit de literatuurstudie van het IMAG zijn de literatuurgegevens over de gewasdepositie uitgebreid naar een groter aantal gewassen (tabel 2.12). Voor het overige deel van de gewassen is de gewasdepositie complementair gesteld aan de bodemdepositie.

Depositieberekeningen

Voor het verlies door vervluchtiging tijdens toepassing en drift wordt al in een vroeg stadium gecorrigeerd (zie Berekening emissiefactoren).

$$GDOS_{ws,gw}(w,o,m,t) = \{ 1 - VVT_{ws}(o,m,s) \} * VBF_{ws,gw}(w,o,m) - DRF_{ws,gw}(w,o,m,t) \quad [3]$$

Waarin:

$GDOS_{netto}(w,o,m,t)$ = netto gewasdosering voor object o met toepassingsmethode m voor gewas in de wekelijkse periode w met spuitgroeytype t ($kg\ ha^{-1}$)

$VT(m)$ = vervluchtigingsfractie van toepassingsmethode m
(3% voor volveldsbesparing; 0% voor overige methoden)

$VBF_{ws,gw}(w,o,m)$ = verbruiksfactor voor een bestrijdingsmiddel in een gewas ($kg\ ha^{-1}$) in de wekelijkse periode w voor object o met toepassingsmethode m

met de indexen:

Ws = werkzame stof
Gw = gewas

De gewasdepositie van een werkzame stof in een gewas is afhankelijk van de netto-gewasdosering per tijdstip:

$$\text{GDF}_{\text{bruto,ws,gw}}(w,o,m,t) = \text{GD}_{\text{gw}}(w,o,m) * \text{GDOS}_{\text{ws,gw}}(w,o,m,t) \quad [4]$$

Waarin:

$\text{GDF}_{\text{bruto,ws,gw}}(w,o,m,t)$ = bruto gewasdepositiefactor (kg ha^{-1}) voor een werkzame stof in een gewas toegepast op object o met methode m in week w

$\text{GD}_{\text{gw}}(w,o,m)$ = gewasdepositiefraction (-) voor toepassingsmethode m op object o voor gewas in week w

De bruto-bodemdepositie van een werkzame stof in een gewas is berekend volgens:

$$\text{BDF}_{\text{bruto,ws,gw}}(w,o,m,t) = \text{BD}_{\text{gw}}(w,o,m) * \text{GDOS}_{\text{ws,gw}}(w,o,m,t) \quad [3]$$

Waarin:

$\text{BDF}_{\text{bruto,ws,gw}}(w,o,m,t)$ = bruto bodemdepositiefactor (kg ha^{-1}) voor een werkzame stof in een gewas toegepast op object o met methode m in week w met spuitgroeptype t

$\text{BD}_{\text{gw}}(w,o,m)$ = bodemdepositiefraction (-) voor toepassingsmethode m op object o voor gewas in week w

Volgens de eerder genoemde bijstellingen in de materiaalbalans voor bodem en gewasdepositie geldt in bovenstaande formules bovendien het volgende:

$$\text{BD}_{\text{gw}}(w,o,m) + \text{GD}_{\text{gw}}(w,o,m) = 100\%$$

In dit stadium van het proces wordt onderscheid gemaakt tussen bruto en netto deposities omdat de eventuele vervluchtigingsverliezen, beschreven in de volgende paragraaf, nog niet in rekening zijn gebracht.

Vervluchtiging

Verspreiding via de lucht is één van de belangrijkste routes waarlangs bestrijdingsmiddelen in het milieu terechtkomen. In de open teelten is verwaaiing van de spuitvloeistof tijdens toepassing de voornaamste factor in het ontstaan van druppeldrift. De grootste fractie van deze druppels komt echter binnen afzienbare afstand tot depositie, een deel echter blijft na toepassing zweven in de lucht en kan door de langere verblijftijd in de lucht aanleiding geven

tot vervluchtiging. Na toepassing kan een deel van de dosering weer vervluchtigen vanaf bodem of gewas.

Vervluchtiging vanaf gewas

Na bespuiting van het bestrijdingsmiddel op de onbegroeide grond zal afhankelijk van eigenschappen van het middel, weersomstandigheden en bodemeigenschappen een deel van de dosering vervluchtigen. Omdat het ondoenlijk is om deze emissieroute d.m.v. metingen volledig in kaart te brengen voor de ca. 250 in Nederland toegelaten bestrijdingsmiddelen, is in 1997 besloten om alle relevante beschikbare literatuur te inventariseren. Het resultaat van deze studie is weergegeven in een aantal eenvoudige regressievergelijkingen (Smit *et al.*, 1998). In Smidt *et al.*, (2000) staat beschreven hoe deze methode in ISBEST is verwerkt.

In de literatuurstudie (Smit *et al.*, 1998) zijn een aantal mogelijke relaties nagetrokken tussen de cumulatieve vervluchtiging, (verzadigde) dampdruk (P), octanol-water verdelingscoëfficiënt (K_{ow}), Henry-coëfficiënt (K_H), dampdruk gedeeld door de octanol-water verdelingscoëfficiënt en Henry-coëfficiënt gedeeld door de octanol-water verdelingscoëfficiënt. De beste correlatie, waarbij alle gewassen tezamen zijn genomen, wordt verkregen met een dubbel logaritmische vergelijking ($n=19$ en $r^2=0.61$):

$$\log VVG_{ws} = 1.661 + 0.316 \log P_{ws} \quad (8)$$

waarin:

VVG_{ws} = cumulatieve vervluchtiging vanaf in % van de netto gewasdosering
 P_{ws} = verzadigde dampdruk van de werkzame stof in mPa ($P \leq 11.8$ mPa)

Voor waarden van P hoger dan 11.8 mPa wordt de cumulatieve vervluchtiging op 100% van de dosering gesteld.

De vervluchtiging vanaf gewas (vergelijking 8) wordt benaderd via de dampdruk van de actieve stof. Per werkzame stof is alleen de temperatuur nog bepalend voor de dampdruk, daarom zijn een voorjaars- en een najaarsscenario doorgerekend voor opname van de cumulatieve vervluchtigingspercentages vanaf gewas in het instrumentarium. De periode waarover de vervluchtiging wordt berekend bedraagt 7 dagen. In het voorjaarsscenario worden de berekeningen uitgevoerd voor een temperatuur van 17.8 °C en in het najaarsscenario voor een temperatuur van 7.0 °C. Voor de week-in-jaar nummers 9 tot en met 35 worden de cumulatieve vervluchtigingspercentages van het voorjaar gebruikt. Voor de overige week-in-jaar nummers wordt het najaarsscenario gebruikt.

De cumulatieve vervluchtiging vanaf gewas wordt per werkzame stof/gewas-combinatie en per scenario berekend met formule [9]:

$$VVG_{ws,gw}(w,o,m,t) = VVG_{ws}(s) * GDF_{bruto,ws,gw}(w,o,m,t)$$

Waarin:

$VVG_{ws,gw}(w,o,m,t)$ = cumulatieve factor voor vervluchtiging vanaf gewas ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) voor een werkzame stof in een gewas toegepast op object o met methode m in week w met spuitgroeptype t

$VVG_{ws}(s)$ = cumulatieve vervluchtigingfractie (-) vanaf gewas van werkzame stof in seizoen s, uitgedrukt als fractie van de bruto gewasdepositie in seizoen s

Vervluchtiging vanaf bodemoppervlak

Er wordt onderscheid gemaakt tussen vervluchtiging *vanaf* de bodem en *vanuit* de bodem. Dit laatste geldt alleen voor middelen die in de grond worden ingewerkt en valt buiten het bestek van ISBEST (zie hoofdstuk 6: Emissie naar lucht).

Uitgangspunt voor het schatten van de cumulatieve vervluchtiging *vanaf* de bodem is dat er een relatie is tussen de aanwezige fractie van het bestrijdingsmiddel in de gasfase en de cumulatieve vervluchtiging (CV) hiervan over de tijd. Verder is gesteld dat gedurende de beschouwde periode het netto transport van bestrijdingsmiddelen naar of vanuit de toplaag geen invloed zullen hebben op de verdeling van het middel over de gas-, vloeistof- en vaste fasen. Om versturende invloeden te vermijden is bij het inventariseren van de literatuurgegevens uitgegaan van de volgende condities:

- bespuitingen van uitsluitend kale gronden zonder plantresten;
- alleen oppervlaktebespuitingen (dus geen ingewerkte toepassingen);
- geen gebruik van granulaire formuleringen.

Volgens Van den Berg (1992) kan de fractie in de gasfase als volgt worden beschreven:

$$FP_{\text{gas}} = \varepsilon_{\text{gas}} / Q \quad [5]$$

met $Q = \varepsilon_{\text{gas}} + \varepsilon_{\text{liquid}} K_{l/g} + \rho_{\text{soil}} K_{l/g} K_{s/l}$ als dimensieloze capaciteitsfactor

en

ε_{gas}	= volumetrische gasfractie	$((\text{m}^3 \text{ gas}) (\text{m}^{-3} \text{ grond}))$
$\varepsilon_{\text{liquid}}$	= volumetrische vochtfractie	$((\text{m}^3 \text{ vloeistof}) (\text{m}^{-3} \text{ grond}))$
ρ_{soil}	= droge bulkdichtheid	(kg m^3)
$K_{l/g}$	= vloeistof-gas verdelingscoëfficiënt	$((\text{kg m}^{-3} \text{ vloeistof}) (\text{kg m}^{-3} \text{ gas}))$
$K_{s/l}$	= vaste stof-vloeistof verdelingscoëfficiënt	$((\text{kg m}^{-3} \text{ vaste stof}) (\text{kg m}^{-3} \text{ vloeistof}))$

Bij evenwicht kan de verdelingscoëfficiënt $K_{l/g}$ worden afgeleid uit de concentratie van het bestrijdingsmiddel in de vloeistoffase gedeeld door de concentratie in de gasfase. M.b.v. de verzadigde dampdruk, oplosbaarheid in water van het bestrijdingsmiddel en de ideale gaswet

volgt $K_{l/g}$. Voor de verdelingscoëfficiënt $K_{s/l}$ kan het product van de sorptiecoëfficiënt K_{om} en het gehalte aan organische stof in de bodem worden genomen.

Ook voor de vervluchtiging *vanaf* bodem zijn regressievergelijkingen door Smit (1997) opgesteld. Het uiteindelijke resultaat dat in ISBEST is opgenomen (Smidt *et al.*, 2000) is een regressievergelijking voor normale tot vochtige veldcondities volgens ($n=22$, $r^2=0.76$):

$$VVB_{ws} = 71.9 + 11.6 \log [100 FP_{ws,gas}] \quad [6]$$

waarin:

VVB_{ws} = cumulatieve vervluchtiging in % van de bruto-dosering *op* de bodem

$FP_{ws,gas}$ = fractie van het bestrijdingsmiddel in de gasfase ($6.33 * 10^{-9} < FP_{gas} < 1$)

Hoewel een soortgelijke vergelijking ook afgeleid kan worden voor 'droge' veldcondities, lijkt vergelijking [6] het meest relevant voor Nederlandse spuittoepassingen in het voor- en najaar (Smit *et al.*, 1997).

De gebruikte variabelen en bodemfysische parameters voor de scenarioberekeningen voor de vervluchtiging zijn opgenomen in tabel 2.13 en zijn afkomstig uit het Nederlands standaardscenario voor uitspoeling (Boesten en Van der Linden, 1991).

Tabel 2.13 Bodemfysische parameters gebruikt in de scenarioberekeningen voor de vervluchtiging van de bodem

Parameter	voorjaar	najaar
bodemtemperatuur (°C)	17.6	5.6
bodem vochtgehalte (%)	18.4	22.2
organische stofgehalte (%)	4.7	4.7
droge bulkdichtheid ($kg\ m^{-3}$)	1310	1310

De vervluchtiging vanaf de bodem wordt berekend door vermenigvuldiging van de bodemdepositiefactor (vergelijking [3]) van een gegeven werkzame stof en het cumulatieve vervluchtigingspercentage. De cumulatieve vervluchtiging vanaf de bodem in een wekelijkse periode wordt per werkzame stof-gewascombinatie berekend met vergelijking [7]:

$$VVBF_{ws,gw}(w,o,m,t) = VVB_{ws}(s) * BDF_{bruto,ws,gw}(w,o,m,t) \quad [7]$$

Waarin:

$VVBF_{ws,gw}(w,o,m,t)$ = cumulatieve factor voor vervluchtiging *vanaf* bodem ($kg \cdot ha^{-1}$) voor een werkzame stof in een gewas toegepast op object o met methode m in week w met spuitgroeptype t

$VVB_{ws}(s)$ = cumulatieve vervluchtigingfractie (-) *vanaf* bodem van werkzame stof in seizoen s, uitgedrukt als fractie van de brutobodemdepositie in seizoen s

Vergelijking [7] is uitsluitend geldig voor de open teelten; voor de gesloten teelten geldt een aparte rekenwijze (zie onderdeel: Emissie naar lucht).

Netto-bodemdepositie

Na de momentane depositie van het middel op het bodemoppervlak, kort na het spuiten, zal een deel door vervluchtiging vanaf het bodemoppervlak weer verdwijnen. Het resterende deel wordt aangeduid als netto bodemdepositie en dient als ingangshoeveelheid voor uitspoelingsberekeningen. De netto bodemdepositie in ISBEST is als volgt berekend:

$$BDF_{netto,ws,gw}(w,o,m,t) = \{1 - VVB_{ws}(s)\} * BDF_{bruto,ws,gw}(w,o,m,t) \quad [8]$$

waarin:

$BDF_{netto,ws,gw}(w,o,m,t)$ = netto bodemdepositiefactor ($kg \cdot ha^{-1}$), na vervluchtiging *vanaf* bodem, voor een werkzame stof in een gewas toegepast op object o met methode m in week w met spuitgroeytype t

2.5.4.5 Emissiefactoren ISBEST v4.0

Emissiefactoren zijn per milieucompartiment samengesteld uit 1 of meer afzonderlijke factoren onderscheiden naar de verschillende emissieroutes. Per hiervoor beschreven route zijn de geëmitteerde massatotalen van elke werkzame stof per gewas. Door de emissie(route)factoren te relateren aan het BIN/CBS verbruik ontstaan verbruiks-onafhankelijke emissiefactoren, die slechts met het werkelijke verbruik, bekend uit RAB, vermenigvuldigd kunnen worden om de uiteindelijke geëmitteerde massa's te berekenen. In tabel 2.14 staan de emissiefactoren per route zoals berekend in ISBEST v4.0. Emissieberekeningen voor bolontsmetting staan vermeld in § 3.2 Emissieroutes open teelten.

Tabel 2.14 Verbruiks- en emissiefactoren in ISBEST v4.0 berekend voor de emissie-evaluatie

(Emissie)Factor	Rekenwijze
Fractie werkzame stof in open teelt	$= \frac{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws}(w,o,m)\}_{open}}{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws}(w,o,m)\}_{open} + \sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws}(w,o,m)\}_{gesloten}}$

Drift naar sloot ('insteek-insteek')	$= \frac{\sum_{w,o,m,t}^n \{DRF_{ws, gw}(w, o, m, t)\}}{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws, gw}(w, o, m)\}_{open}}$
Vervluchting tijdens toepassing	$= \frac{\sum_{w,o,m,t}^n \{VVT_{ws, gw}(w, o, m, t)\}}{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws, gw}(w, o, m)\}_{open}}$
Vervluchting vanaf gewas	$= \frac{\sum_{w,o,m,t}^n \{VVG_{ws, gw}(w, o, m, t)\}}{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws, gw}(w, o, m)\}_{open}}$
Vervluchting vanaf bodemoppervlak	$= \frac{\sum_{w,o,m,t}^n \{VVB_{ws, gw}(w, o, m, t)\}}{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws, gw}(w, o, m)\}_{open}}$
Netto-bodemdepositie	$= \frac{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws, gw}(w, o, m)\}}{\sum_{w,o,m}^n \{VB_{ws, gw}(w, o, m)\}_{open}}$

Bolontsmetting

Van de ontsmetting van bollen is bekend dat er emissie kan optreden naar het oppervlaktewater. In BIN/CBS-1998 wordt bolontsmetting apart onderscheiden. In tabel 2.15 staan de stoffen die voor bolontsmetting worden gebruikt.

Tabel 2.15 Fractie werkzame stof van totaal jaarverbruik (open + bedekte teelt) gebruikt voor bolontsmetting

Werkzame Stof	open teelt	bedekte teelt
benomyl	4%	
captan	15%	0.1%
carbendazim	36%	
chloorthalonil	0.7%	
etridiazool	2%	
procymidon	26%	
thiabendazool	23%	
alkyldimethylbenzylammoniumchloride	32%	
alkyldimethylethylbenzylammoniumchloride	9%	
didecyldimethylammoniumchloride	4%	
dormaldehyde	84%	
glutaaraldehyde	100%	
fosethyl-aluminium	0.2%	
propamocarb-hydrochloride	2%	
prochloraz	41%	0.1%
diethofencarb	28%	

2.5.4.6 *Grondontsmettingsmiddelen*

Emissiefactoren en fracties netto-bodemdepositie die met behulp van ISBEST 4.0 zijn bepaald voor de emissie-evaluatie MJP-G 2000 beperken zich tot werkzame stoffen en gewassen uit de open teelt. De 'natte' grondontsmettingsmiddelen of fumigantia zijn niet in ISBEST 4.0 opgenomen. In een aparte database zijn de verbruiksgegevens van deze middelengroep verder uitgewerkt. De hierbij gebruikte gegevens zijn vermeld in bijlage 12.

Onder 'natte' grondontsmettingsmiddelen worden hier verstaan de fumigantia cis-dichloorpropeen, dichloorpropeen en metam-natrium (precursor van methylisothiocyanaat, MITC). Het jaarlijkse verbruik van deze middelen valt te berekenen uit de registraties van de hoeveelheid ontsmet areaal zoals wordt bijgehouden in de RGO (Regulering Grondontsmettingsmiddelen, PD) en de dosering per behandeling.

De grondontsmettingsmiddelen vormden in het verleden een aanzienlijk deel van het totale verbruik aan bestrijdingsmiddelen. Vanwege het sterk gedaalde verbruik aan grondontsmettingsmiddelen en de vervanging van dichloorpropeen door cis-dichloorpropeen zal de verdeling van de stoffen over het ontsmette areaal van de verschillende gewassen van 1998 sterk af wijken t.o.v. eerdere jaren en is daarom niet representatief genoeg voor de berekening van de emissiefactoren voor de tussenevaluatie (1995) en de referentieperiode (1984-1988).

Tabel 2.16 Belangrijkste kenmerken van de gegevenssets van de 3 werkzame stoffen voor de drie emissieperioden

Emissie Periode	Kenmerken en gegevens
2000	Modeljaar voor berekening emissiefactoren: 1998 Alleen cis-dichloorpropeen en metam-natrium Alleen open teelt (geen toepassingen meer in gesloten teelt sinds RGO-1997)
1995	Basisgegevens RGO-1995 (gegevens ISBEST v3.0) Ook verbruik van dichloorpropeen, naast cis-dichloorpropeen en metam-natrium Dichloorpropeen heeft andere dosering dan cis-dichloorpropeen en kent een eigen verdeling over de gewassen gewasverdeling is relatief eenvoudig herleidbaar via de landbouwtelling 1995 (al verwerkt in ISBEST v3.0) gewasverdeling kent ook glastuinbouw toepassing i.t.t. 2000
1984-88	Extrapolatie van Basisgegevens 1995, waarbij alle arealen cis-dichloorpropeen worden omgerekend als zijnde ontsmet met dichloorpropeen

2.6 GIS bestanden

Om te komen tot adequate emissiefactoren is daar waar dat modelmatig mogelijk was gerekend met regionale getalswaarden voor variabelen als hydrologie, bodem-eigenschappen (o.a. organische stofgehalte), slootdichtheid en netto/bruto (water)-oppervlak. De actuele waarden voor deze variabelen zijn opgenomen in GIS-bestanden. Zo is er informatie gebruikt over de hydrologie in combinatie met bodemfysische en -chemische parameters uit het zogenaamde STONE-instrumentarium (Kroon *et al.*, 2001). De STONE schematisatie dient als basis voor de uitspoelingsberekeningen naar grond- en oppervlaktewater die met PEARL zijn uitgevoerd. Ook is er gewerkt met slootdichtheden en netto/bruto wateroppervlakken uit het bestand TOP10 vector van de Topografische Dienst.

Een emissiefactor voor een werkzame stof is voor de compartimenten oppervlaktewater en grondwater opgebouwd uit emissiefactoren die voor een gewas(groep) gelden. Om te komen tot die emissiefactor (per w.s. en per milieucompartment) wordt een areaalgewogen gemiddelde emissiefactor berekend. Hiervoor is informatie gebruikt over de verdeling van gewasarealen over Nederland. Deze wordt betrokken uit een combinatie van de bestanden LGN-3 (De Wit *et al.*, 1999) en de Landbouwtelling 1998 (CBS, 1999).

2.7 Kwaliteit

2.7.1 Verbruiksgegevens

In hoofdstuk 2.4 is een beeld gegeven van de inspanningen die zijn gepleegd om het middelengebruik zo goed mogelijk te beschrijven. In alle bescheidenheid kan worden gezegd, dat daarmee het maximale uit de beschikbare brongegevens van CBS en BIN is gehaald. Bronnen van onbetrouwbaarheid moeten zodoende vooral in de kwaliteit en de intensiteit van brongegevens worden gezocht.

Voor de kwaliteit van de brongegevens moet worden verwezen naar de wijze waarop CBS en LEI hun verbruiksgegevens hebben verzameld. Het LEI pikt alle verbruiken op die voorkomen in de financiële administraties van de deelnemende bedrijven. Aangezien ondernemers zullen proberen hun bedrijfskosten zo volledig mogelijk mee te nemen bij de belastingaangifte, mag worden aangenomen dat het BIN een volledig beeld heeft van het middelenverbruik op de deelnemende bedrijven. De Bestrijdingsmiddelenenquête van het CBS vergen oplettendheid en nauwkeurigheid van de deelnemers. Bij vergelijking van verbruiksgegevens van CBS en BIN zijn aanwijzingen verkregen, dat de CBS methodiek resulteert in 10 - 15% onderschatting van het werkelijke verbruik.

Wat betreft de intensiteit van de brongegevens: voor akkerbouwgewassen hebben CBS en BIN samen grote aantallen waarnemingen. Deze zijn ruim voldoende om tot betrouwbare uitspraken over het verbruik in de betreffende gewassen te komen. Voor tuinbouwgewassen

zijn de aantallen waarnemingen soms aan de krappe kant, met name als uitspraken over bepaalde middelen in bepaalde gewassen moeten worden gedaan. Daar staat tegenover dat de arealen van de betreffende gewassen in het algemeen klein zijn. Eventuele afwijkingen tellen zodoende nauwelijks door in het landelijk verbruik of de landelijke emissie.

Samenvattend kan worden geconcludeerd, dat de verbruiksgegevens van CBS en BIN samen een goed beeld geven van de verdeling van het middelenverbruik over gewassen en aantasters in de praktijk. De verbruiksparementen worden gebruikt voor het berekenen van emissiefactoren (verhoudingsgetallen), die later worden gecombineerd met het landbouwkundig verbruik. Eventuele afwijkingen van het werkelijke verbruik (RAB-gegevens) hebben zodoende geen invloed van betekenis op de uiteindelijke emissiefactoren.

Bij de inschattingen van het landbouwkundig verbruik vormt het niet-landbouwkundige complement een grotere bron van zorg. Het niet-landbouwkundig verbruik wordt niet systematisch bijgehouden. Bovendien ontbreken institutionele voorzieningen om het middelenverbruik bij gemeentes en terreinbeheerders goed in de vingers te krijgen. Gecertificeerde distributie biedt wellicht mogelijkheden om de RAB verbruiken beter op te kunnen splitsen naar categorieën verbruikers. Of andersom om de kwaliteit van de RAB-gegevens te toetsen aan de verbruiksmetingen in de praktijk.

2.7.2 Stofeigenschappen

Voor de stofparameters is uitgegaan van waarden welke in de toelatingsprocedure zijn vastgesteld. Deze worden opgenomen in de stoffendatabase van het RIVM en daarin als zodanig gemarkeerd. De stoffendatabase van het RIVM is echter niet compleet. Ontbrekende waarden zijn ingevuld met (gemiddelde) waarden, zoals gebruikt in voorgaande evaluerende studies (MilieuIndicator 2000, MJP-G evaluatie 1995, Milieubalans); deze waarden werden geselecteerd met hetzelfde principe. Daarna nog ontbrekende gegevens werden aangevuld met gegevens uit de Pesticide Manual. Voor dan nog ontbrekende waarden werden mediane waarden voor de betreffende parameters gebruikt, behalve in het geval van uitspoeling en vervluchtiging: daarvoor werden het mediane uitspoelings- en vervluchtigingspercentages gebruikt.

2.7.3 Emissiefactoren

Voor het merendeel van de stoffen zijn emissiefactoren berekend met behulp modellen en rekenregels. Dit is echter alleen gebeurd wanneer er voldoende gegevens beschikbaar waren als input. Voor de categorie stoffen waarvoor onvoldoende basisgegevens beschikbaar waren (de zogenaamde 'oude en nieuwe stoffen') zijn andere procedures gevolgd (zie §2.2.4). De emissieroutes waarvoor onvoldoende betrouwbare informatie beschikbaar is, zijn weggelaten. Het gaat hierbij om de emissieroutes zoals oppervlakkige afspoeling van percelen, winderosie, emissies via spoelwater en/of fusten van bloembollen en de verliezen uit

verpakkingsresten. Ook van de emissies vanuit bewaarplaatsen kan nog geen betrouwbare schatting worden gemaakt.

De emissieroutes voor de bedekte teelten en de emissieroutes voor de open teelten, zoals uitspoeling naar grondwater en laterale uitspoeling naar oppervlaktewater, zijn niet met behulp van ISBEST bepaald. Voor een beschrijving van de kwaliteit van deze routes wordt verwezen naar de desbetreffende hoofdstukken. Hieronder worden de aannames en gevolgen voor de kwaliteit vermeld, voor de volgende emissieroutes:

- drift naar oppervlaktewater;
- vervluchtiging tijdens toepassing;
- vervluchtiging vanaf gewas;
- vervluchtiging van bodem;
- netto-bodemdepositie (input voor uitspoelingsberekeningen).

In de afleiding van de emissiefactoren en rekenregels in ISBEST v4.0 zijn de volgende aannames gemaakt:

Aannames in emissie bepalende factoren open teelten ISBEST v4.0:

- verhouding verbruik open en gesloten teelten: het verbruiksjaar 1998 is maatgevend voor de fractie van het landbouwkundig verbruik in de open en bedekte teelten;
- drift: elke volveldstoepassing bestaat uit een (rekenkundig gemiddelde) combinatie van alle theoretisch mogelijke combinatie van emissiereducerende maatregelen;
- vervluchtiging tijdens toepassing: van alle volvelds gespoten toepassingen emitteert een vaste fractie naar de lucht;
- vervluchtiging vanaf bodem en gewas: de rekenregels bieden een voldoende betrouwbaarheid om de vervluchtiging vanaf gewas te beschrijven;
- netto-bodemdepositie: de veelal sterk geïnterpoleerde depositiefactoren zijn van voldoende betrouwbaarheid voor berekeningen van jaar-gemiddelde belastingen voor bodem- en gewasoppervlak;
- grondontsmettingsmiddelen (1): de opsplitsing van de RGO-gewasgroepen is beperkt tot de indeling in BIN/CBS-gewassen van 1998 per gemeente;
- grondontsmettingsmiddelen (2): het totale ontsmette areaal in de referentieperiode is vergelijkbaar met het areaal in 1995.

2.7.4 Verhouding open en gesloten teelten

Voor het eindjaar in de emissie-evaluatie is het gemiddelde verbruik over de jaren 1998-2000 genomen, waarbij steeds rekening is gehouden met de toelating in het jaar 2000 (Hoofdstuk 1). Voor stoffen die in 1998 zijn gebruikt is de verhouding in het verbruik tussen open en bedekte teelten uitgerekend, ervan uitgaande dat het scala gewassen waarin een stof is toegelaten, en daarmee het verbruik, onveranderd is gebleven in de jaren 1999 en 2000. Kleine verschuivingen in de toelating, bv. de reductie van het aantal open of gesloten teelten waarin de stof is toegelaten, worden geacht hierin geen effect te hebben. Een totale beëindiging van de toelating in 1999 of 2000 is in de berekening van de uiteindelijke omzetcijfers (RAB) verdisconteerd en hebben daarmee geen effect op de uiteindelijk berekende emissies.

2.7.5 Vervluchtiging tijdens toepassing en materiaalbalans

De vervluchtiging tijdens toepassing is een nieuwe emissieroute voor de emissie-evaluatie. Met de invoering van deze tot voor kort niet gekwantificeerde emissieroute in het instrumentarium voor 2000 is een belangrijke winst geboekt in het opstellen van een sluitende materiaalbalans. Bij het opstellen van een materiaalbalans werden de ontbrekende hoeveelheden in de som van bodem- en gewasdepositie veelal toegewezen aan emissie tijdens toediening. Nu de orde van grootte van deze route in eerste instantie is gekwantificeerd, zijn aanpassingen in de bodem- en gewasdeposities mogelijk geweest. Deze aanpassingen hebben uiteraard ook effect gehad op de vervolgemissies (vervluchtiging vanaf bodem en gewas en uitspoeling).

2.7.6 Rekenkundig gemiddelde driftpercentages en toedieningstechnieken

De inventarisatie van de implementatie van de emissiereducerende maatregelen hebben geleid tot de aanname dat een deel van de volveldstoepassingen van een werkzame stof in een gewas met meerdere spuittechnieken mogelijk is. Een detaillering aanbrenge in de toegepaste spuittechniek voor elk van de ruim 4000 beschreven toepassingen is ondoenlijk op basis van het aangeboden materiaal, omdat elke informatie over de toepassingsmethoden in de gegevens van LEI en CBS ontbreken. Verrekening van de implementatiegraad van de toegepaste technieken in 2000 biedt voor de berekening van de totale emissie als gevolg van drift voor het ijkjaar een ruim voldoende beoordeling van het gemiddelde rendement van de inmiddels in de praktijk geïmplementeerde maatregelen. Op werkzame stof niveau zullen de verschillen uiteraard groter zijn, maar op dit niveau wordt niet geëvalueerd.

2.7.7 Grondontsmettingsmiddelen (RGO)

Voor de verdeling van verbruik zijn de verbruiksgegevens van 1995 verrekend met de arealen uit de landbouwtelling 1998, geringe afwijking in de berekende doseringen zijn hierdoor mogelijk. De verdeling van de gewasgroepen uit de Regulerings over de verschillende BIN/CBS-gewassen leidde in een enkel geval (<1% van de waarnemingen) tot een forse overschrijding (>5x) van de dosering als gevolg van het meerdere keren verwijzen naar het zelfde gewas. Omdat dit slechts <1% van het verbruik betrof zal ook het effect op de uiteindelijke berekende uitspoeling verwaarloosbaar zijn. Een ruimere verdeling over de verschillende gewassen, bv. de gewassen uit de CBS landbouwtelling, zal tot een realistischer beeld leiden, mits ook voor deze gewassen de uitspoelingsgevoeligheid wordt berekend.

De toekenning van het verbruik aan grondontsmettingsmiddelen aan de (uitspoelingsgevoelige) CBS-gewassen is een verbruiksgewogen gemiddelde; geografische concentraties van een stof binnen een gewasgroep zijn daarmee verbruiksgewogen verdisconteerd in de verdeling van de werkzame stof over de BIN/CBS-gewassen. Hierdoor verandert het landelijk totaal verbruik aan werkzame stof niet. De berekende emissiefactoren blijven dus zonder meer toepasbaar voor vermenigvuldiging met RAB-omzetcijfers.

Bij de extrapolatie van het verbruik van 1995 naar de referentieperiode is de aanname gemaakt dat het met cis-dichloorpropeen ontsmette areaal in de referentieperiode zou zijn ontsmet met dichloorpropeen. Dit suggereert dat de behoefte aan totaal te ontsmetten areaal in de referentieperiode gelijk is aan 1995. In werkelijkheid zal zowel het verbruik als het ontsmette areaal in de referentieperiode veel hoger zijn geweest, maar omdat er hier alleen sprake is van een afleiding van emissiefactoren genormaliseerd naar verbruik, is dit van ondergeschikt belang voor de uiteindelijke berekende emissies voor de drie emissieperioden.

2.8 Literatuur

- Berg, F. van den, 1992. *Emission of fumigants from soil and dispersion in air*. Doctoral Thesis, Wageningen Agricultural University, 32-36 and 45, Wageningen, The Netherlands.
- Boesten, J.J.T.I. en A.M.A. van der Linden, 1991. *Modeling the influence of sorption and transformation on pesticide leaching and persistence*, J. Environ. Qual., 20: 425-435.
- Bor, G., F. van den Berg, J.H. Smelt, A.E. van de Peppel-Groen, M. Leistra en R.A. Smidt. 1994. *Deposition patterns of dichlorvos and parathion in a glasshouse and discharge of parathion with condensation water*. Report 84, Winand Staring Centre, Wageningen.

- Brouwer WWM, Vos JHTJ, Van der Linden AMA, Luttk R, Merkelbach RCM. 2000. *Milieuindicator 2000. Een indicator voor effecten van gewasbeschermingsmiddelen op grond en oppervlaktewater*. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Verslagen en mededelingen 205.
- Buurma, J.S. en H. Janssen, 1998. *Versleuteling van middelenverbruik op tuinbouwbedrijven*. Den Haag, LEI-DLO, Interne Nota 501.
- CBS (1999). Landbouwtelling 1999. Centraal Bureau voor de Statistiek. Rijswijk. Digitaal Bestand.
- Deneer, J.W., R.A. Smidt, R.C.M. Merkelbach en A.M.A.van der Linden, 1999. *Emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen in de teelt van snijmaïs in het zuidoosten van Noord-Brabant. Interpretatie van meetgegevens uit het demonstratieproject 'Bewust boeren voor een Schone Maas' in 1997*. Rapport 645, Staring Centrum, Instituut voor onderzoek van het landelijk gebied, Wageningen.
- EE1996 MJP-G Emissie-evaluatie 1995. Achtergronddocument. Ministerie LNV, IKC-L, Ede, rapport IKC-L 7, 1996.
- Elliott J.G. en B.J. Wilson (Eds.), 1983. *The influence of weather on the efficiency and safety of pesticide application – The drift of herbicides*. Occasional Publication No. 3, British Crop Protection Council, Croydon UK, 135 pp.
- Groenwold, J.G. en H.C.J. Vrolijk, 2001. *Samenvoeging BIN- en CBS-bestrijdingsmiddelen-gegevens*. Den Haag, LEI, Interne Notitie.
- Hartley, G.S., I.J. Graham-Bryce, 1980. *Physical principles of pesticide behaviour*. Academic Press, London. 1024 pp.
- Holterman, H.J., 2000. *Kalibratie van het driftmodel IDEFICS*. IMAG-rapport (in voorbereiding). IMAG, Wageningen.
- Jellema, P., 1998. *Regulering Grondontsmettingsmiddelen Evaluatie 1997 & Samenvatting 1993 t/m 1997. Verslagen en Mededelingen nr 194 - 1998*, Plantenziektenkundige Dienst / Algemene Inspectie Dienst, Wageningen.
- Kammen, A.M.M., J.M.G.P. Michielsen, B.H.M. Looman, 1998. *Driftreductie in de lage boomteelt bij een bespuiting met een handgeduwde spuitboom, een afgeschermd spuitboom en een dichte afscherming op de perceelsrand*. Nota P 98-31, Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG), Wageningen, Nederland.

- Kroon, T., P. Finke, I. Peereboom en A. Beusen, 2001. *Redesign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE*. Rapport. RIZA. Lelystad.
- Lieffijn, H., J. Deneer, M. Leistra (2000). *Schatting van de emissie van bestrijdingsmiddelen uit de glastuinbouw*. Een nulmeting (1997) ten behoeve van het Milieuconvenant Glastuinbouw en Milieu. EC-LNV rapport 249. Expertisecentrum LNV, Ede.
- Mensink, B.J.W.G., M. Montforts, L. Wijkhuizen-Maślankiewicz L., H. Tibosch & J.B.J.H. Linders, 1995. *Manual for summarising and evaluating the environmental aspects of pesticides*. RIVM Report No. 679101022.
- Smidt, R.A., M.F.R. Smidt, F. van den Berg, J. Denneboom, J.C.van de Zande, H.J. Holterman, J.F. M. Huijsmans, 2000. *Beschrijving van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar lucht bij bespuiting van bodem of gewas in ISBEST 3.0*. Alterra rapport 207. Reeks Milieuplanbureau, Alterra, research instituut voor de groen ruimte. Wageningen, 2000.
- Smit, A.A.M.F.R., F. van den Berg en M. Leistra, 1997. *Estimation method for the volatilization of pesticides from fallow soils*. Environmental Planning Bureau series 2, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Smit, A.A.M.F.R., M. Leistra en F. van den Berg, 1998. *Estimation method for the volatilization of pesticides from plants*. Environmental Planning Bureau series 4, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Tak, F, 1995. *Aanpassen en ontwikkelen van toedieningstechnieken van bestrijdingsmiddelen in de glastuinbouw*. In: *Onderzoek in het kader van het Meerjarenplan Gewasbescherming, MJP-G (1991-1995)*. Onderzoeksprogramma Emissiebeperkende Toedieningstechnieken, deel 4.
- Tomlin C. 2000. *The Pesticide Manual, twelfth edition*. British Crop Protection Council, London. Hard cover pp. 1250. ISBN 1 901396 12 6
- Wingelaar, G.J., J.F.M. Huijsmans, A.J.W. Rotteveel, 2001. *Implementatiegraad emissiereducerende maatregelen in de open teelten - Stand van zaken voor het jaar 2000*. Verslagen en Mededelingen nr 212 - 2001, Plantenziektenkundige Dienst / Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen.
- Wit, A.J.W. de, van der Heijden, Th. G.C. & H.A.M. Thunissen (1999). *Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN-3 grondgebruiksbestand*. Rapport 663. Staring Centrum, Wageningen.

Zande, J.C. van de, H.A.J. Porskamp en H.J. Holterman, 2000a. *Spray deposition in crop protection*. Report (in voorbereiding). Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG), Wageningen, Nederland.

Zande, J.C. van de, H.A.J. Porskamp, J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga, H.J. Holterman, A. de Jong en J.F.M. Huijsmans, 2000b. *Buffer zones and spray drift when applying crop protection products in arable crops, orchards and nursery tree crops in the Netherlands* Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG), Rapport (in voorbereiding), Wageningen.

3. Emissie naar oppervlaktewater

Auteurs:	J.W. Deneer	(Alterra)
	J. F. M. Huijsmans	(IMAG)
Editor:	D.S. de Nie	(RIVM)

3.1 Inleiding

Definitie

Onder het milieucompartiment oppervlaktewater wordt alle open water verstaan dat grenst aan percelen met een agrarische bestemming, inclusief bijbehorende taluds. Emissie naar dit compartiment treedt op als gevolg van een groot aantal routes in zowel open als gesloten teelten.

3.2 Emissieroutes open teelten

Drift

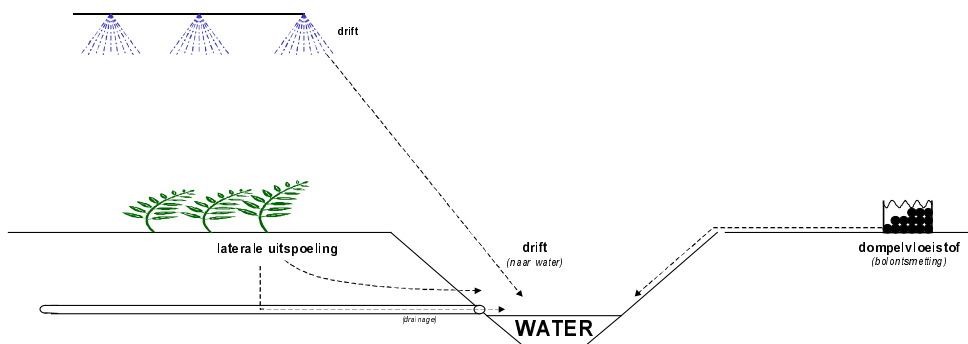
De emissie vanuit open teelten is gekwantificeerd voor de routes die in onderstaand schema zijn opgenomen. In figuur 3.1 worden de gekwantificeerde routes schematisch weergegeven.

Routes die bijdragen aan de emissie naar oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen vanuit de open teelten:

- drift
- laterale uitspoeling
- dompelvloeistof bolonstmetting

Voor het kwantificeren van emissie naar oppervlaktewater via de verwaaiing van spuitvloeistof (drift) in de vollegrondsteelten worden de volgende gegevens gebruikt:

- driftpercentages voor diverse breedten van teeltvrije zones en verschillende toepassingstechnieken (Van de Zande *et al.*, in voorbereiding);
- de mate waarin de verschillende toepassingstechnieken worden ingezet (implementatie emissiereducerende maatregelen) (Wingelaar *et al.*, 2001);



Figuur 3.1 Routes die bijdragen aan de emissie naar oppervlaktewater vanuit open teelten.

- de verdeling van gewassen op LGN-3 niveau over Nederland (CBS Landbouwtelling 1998) en daaraan gekoppeld de gemiddelde water/land-verhouding die met elk gewas kan worden geassocieerd (Top10-vector, Topografische Dienst).

De bij een bespuiting optredende driftbelasting van oppervlaktewater is sterk afhankelijk van de breedte van de gehanteerde teeltvrije zone en van de toegepaste toedieningstechniek. Sinds de referentieperiode 1984-'88 heeft een verschuiving plaatsgevonden van toedieningstechnieken die leidden tot een relatief hoge driftbelasting van oppervlaktewater naar technieken waarbij sprake is van aanzienlijk lagere belasting van het oppervlaktewater met bestrijdingsmiddelen. Daarnaast zijn in het kader van het Lozingenbesluit Open Teelten en Veehouderij de breedten van de teeltvrije zones veranderd en afhankelijk geworden van de toegepaste toedieningstechniek. Deze implementatie van emissiereducerende maatregelen wordt door de Plantenziektenkundige Dienst in beeld gebracht voor de situatie in 2000 (Wingelaar *et al.*, 2001). Voor de referentieperiode is een schatting gemaakt van de toen gebruikelijke teeltvrije zones en toedieningstechnieken op basis van expert judgement (IMAG + Alterra).

Voor elk gewas kan op basis van de informatie met betrekking tot de breedte van de gebruikte teeltvrije zone, de implementatiegraad van emissiereducerende maatregelen (gebruik van verschillende toedieningstechnieken) en het bij elke techniek behorende standaarddriftpercentage worden berekend in welke mate er verwaaiing van spuitvloeistof optreedt. Voor de berekening van de emissie naar oppervlaktewater is alleen dat deel van de verwaaide spuitvloeistof van belang dat ook daadwerkelijk in oppervlaktewater terechtkomt. Om dit deel te berekenen wordt gebruik gemaakt van de water/land-verhouding. Vanwege de heterogene verdeling van gewassen (en water) over Nederland is de water/land-verhouding per gewas verschillend. Gebaseerd op gewasindeling op LGN3 niveau (De Wit *et al.*, 1999), landbouwstatistieken van het CBS (1998) en verdeling van water over Nederland ontleend aan de Top10-vector (Topografische Dienst) is voor elk gewas een gemiddelde water/land-verhouding berekend. Het met een gewas geassocieerde driftfactor is het product van het (op teeltvrije zones en technieken gebaseerde) driftpercentage en de voor dat gewas geldende water/land-verhouding.

Langs deze weg is voor elk gewas een stofafhankelijke driftfactor te berekenen. Dit gebeurt met behulp van het model PEGASUS. De gewenste stofspecifieke emissiefactoren zijn hieruit af te leiden door voor iedere werkzame stof het verbruik te verdelen over de gewassen waarin de stof wordt gebruikt. Informatie met betrekking tot de verdeling van het verbruik van stoffen over gewassen staat beschreven in hoofdstuk 2 (§2.5.4.1 koppeling van toepassingsmethoden aan LEI-dataset) en is gebaseerd op analyse door het Landbouw Economisch Instituut van informatie van het CBS (Bestrijdingsmiddelen Enquête 1998) en het LEI (gegevens Bedrijfs Informatie Netwerk 1998). De zo afgeleide stofspecifieke emissiefactoren zijn verbruiksgewogen gemiddelde driftfracties over alle gewassen waarin een werkzame stof wordt gebruikt.

De beschreven emissieroute is alleen van toepassing op werkzame stoffen die via bespuiting worden toegepast. Informatie omtrent het (partiële) gebruik van stoffen in de vorm van granulaten of via inwerken of injecteren is beschikbaar in ISBEST v4.0. Bij de beschreven afleiding van emissiefactoren wordt aangenomen dat deze toedieningstechnieken niet tot belasting van oppervlaktewater via drift leiden.

Door de afgeleide emissiefactoren te combineren met nationale verbruiksgegevens worden nationale schattingen van emissies berekend. De afgeleide emissiefactoren zijn nationale gemiddelden, echter gebaseerd op regiospecifieke water/land-verhoudingen. Door de berekeningen van emissiefactoren te regionaliseren zouden regiospecifieke emissiefactoren kunnen worden afgeleid. Combinatie van regionale emissiefactoren met regionaal bestrijdingsmiddelengebruik leidt dan tot regionale schattingen van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater via drift. Dit is in de huidige emissie-evaluatie niet gebeurd omdat geregionaliseerde verbruiksgegevens ontbrak, zodat het niet mogelijk was om regiospecifieke emissiefactoren af te leiden.

Werkwijze ‘oude en nieuwe stoffen’

De oude of nieuwe stof wordt verondersteld dezelfde emissiefactor voor drift naar oppervlaktewater te bezitten als zijn vervangende stof.

Laterale uitspoeling

Het instrument PEARL is ontwikkeld voor de berekening van de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen naar (diep) grondwater. Het model gebruikt als invoer een aantal stoffeigenschappen en de hoeveelheid neerslag die in een periode valt. Bij de berekening van de uitspoeling wordt tevens gebruik gemaakt van informatie met betrekking tot het organisch stofgehalte van de grondsoort waarop het gewas wordt geteeld waarbinnen een middel overwegend wordt gebruikt (LGN3-landgebruikgegevens). Een database van de benodigde stoffeigenschappen is in beheer bij het RIVM.

Voor een twintigtal stoffen zijn gedetailleerde berekeningen uitgevoerd met GeoPEARL, waarbij Nederland is opgedeeld in circa 5000 gebieden. Voor deze detailstoffen is niet alleen de uitspoeling naar grondwater maar ook de laterale uitspoeling naar oppervlaktewater (drainage) berekend (zie § 5.3). Voor de geselecteerde detailstoffen is de gemiddelde verdeling over drainage en uitspoeling uitgerekend (medianen waarde). Voor alle niet-geselecteerde stoffen is de uitspoeling naar grondwater minder gedetailleerd berekend. Door deze te vermenigvuldigen met de voor detailstoffen berekende mediane verdeling over drainage en uitspoeling is hieruit de uitspoeling naar oppervlaktewater berekend.

Bolontsmetting

Bloembollen worden meestal kort voor het poten behandeld met een cocktail van werkzame stoffen in een zogenaamd dompelbad. Tijdens en na deze behandeling kunnen resten dompelvloeistof via erfverhardingen o.a. in het oppervlaktewater terechtkomen. In de Tussenevaluatie (Commissie van deskundigen, 1996a) is beschreven dat dit circa 2% van de

totale hoeveelheid werkzame stof betreft. In het geval dat een dospelbadinrichting is voorzien van een zogenaamde lekbak, neemt de genoemde emissie af tot nul wanneer de gehele inrichting is overdekt. Is dat laatste niet het geval dan kan de bergingscapaciteit van de gebruikte lekbak onvoldoende blijken bij (overvloedige) regenval. Het gevolg is dat er ondanks de lekbak toch emissie optreedt en wel 0.1% van de gebruikte hoeveelheid werkzame stof.

Informatie omtrent het gebruik van spoelplaatsen binnen en overdekte spoelplaatsen buiten is ontleend aan Wingelaar *et al.* (2001). De emissiepercentages die uiteindelijk zijn gehanteerd voor de emissie als gevolg van gebruik tijdens bolontsmetting worden gegeven in onderstaande tabel 3.1.

Tabel 3.1: Emissiefractie werkzame stoffen ten gevolge van gebruik tijdens bolontsmetting.

	1984 – 1988	1995	1998 – 2000
Emissiefractie	2%	0.94%	0.14%

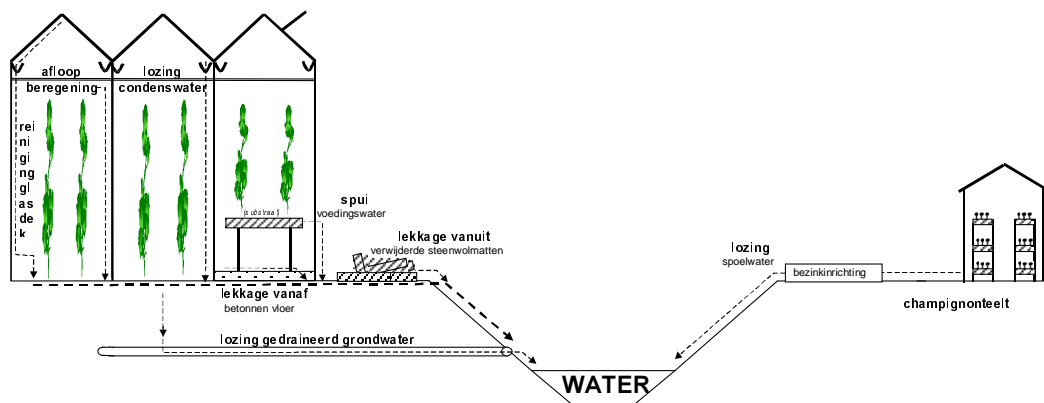
3.3 Emissieroutes bedekte teelten

De routes vanuit de bedekte teelten waarmee rekening is gehouden bij de berekening van een emissiefactor voor oppervlaktewater zijn hieronder weergegeven.

Routes die bijdragen aan de belasting van oppervlaktewater met gewasbeschermingsmiddelen vanuit bedekte teelten:

- lozing van drainagewater op oppervlaktewater
- lozing van condenswater op oppervlaktewater
- spui van recirculatiewater
- afloop van beregeningsleidingen
- reiniging van glasdek
- lekkage vanaf betonnen vloeren
- lekkage van steenwolmatten na verwijdering uit kassen
- lozing van spoelwater champignonteelt via bezinkinrichting

De introductie van teelt op substraat heeft in de glastuinbouw geleid tot een verschuiving van telen in de grond naar telen los van de ondergrond. Hierdoor is het belang van de verschillende emissieroutes in de loop der jaren veranderd waardoor emissiefactoren voor de belasting van oppervlaktewater vanuit de bedekte teelten voor de referentieperiode, 1995 en 2000 verschillend zijn. In figuur 3.2 zijn de genoemde routes nog eens schematisch weergegeven.



Figuur 3.2 Routes die bijdragen aan de emissie naar oppervlaktewater vanuit teelten.

Routes die niet zijn meegenomen bij de berekening van emissiefactoren zijn de lozing van restanten spuitvloeistof en verpakkingen en emissie vanaf teeltresten en grondfolies die tijdelijk op het erf zijn opgeslagen. Een betrouwbare schatting van de emissies via deze routes is door het ontbreken van informatie niet mogelijk.

Voor de emissie vanuit de glastuinbouw naar het oppervlaktewater worden de emissieroutes gehanteerd die in Liefijin *et al.* (2000) worden beschreven. De enige verandering ten opzichte van de door Liefijin beschreven berekeningen is dat in de huidige werkwijze wordt aangenomen dat granulaten uitsluitend via directe lozing van gedraineerd grondwater en via de lozing van recirculatiewater (spui) het oppervlaktewater kunnen bereiken. Hieronder volgt een korte beschrijving van elk der routes.

Drainwater

De emissie als gevolg van lozingen van drainwater naar het oppervlaktewater speelt uiteraard alleen een rol voor gewassen die in de grond worden geteeld en waarbij drainage aanwezig is. De berekening van de hoeveelheid middel die in het drainwater terecht komt verloopt analoog aan de berekening voor uitspoeling naar grondwater. In plaats van uitspoeling naar grondwater (7% van het areaal) wordt het uitspoelende middel nu echter opgevangen in drainagebuizen en òf direct geloosd op het oppervlaktewater, òf toegevoegd aan het recirculatiewater. Voor de situatie in 1997 wordt geschat dat bij 9.7% van de bedrijven met grondgebonden teelt en drainage het opgevangen drainwater aan het recirculatiewater wordt toegevoegd.

Condenswater

Veel middelen komen door contact met de kaswanden terecht in het op de kaswand aanwezige condenswater. De mate waarin middelen door het condenswater worden ingevangen is afhankelijk van de dampdruk van het middel en van de hoogte van het gewas. Een hogere dampdruk en/of een lagere gewashoogte leiden tot een hogere emissie van het middel via condenswater. Emissie van de ingevangen middelen buiten de kas treedt vervolgens via 2 verschillende routes op. In 1997 loosde 4.6% van het totale areaal

glastuinbouw het opvangen condenswater direct op het oppervlaktewater (CBS, 1999). Van de overige 95.4% van het areaal wordt verondersteld dat zij het opvangen condenswater toevoegden aan het recirculatiewater.

Spui van recirculatiewater

Middelen die via toevoeging van drainagewater, drainwater en condenswater in het recirculatiewater terecht zijn gekomen zullen na verloop van tijd via het spuien van het voedingswater alsnog naar het oppervlaktewater worden geëmitteerd. Tijdens het verblijf in het recirculatiewater wordt naar schatting 50% van de toegevoegde hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel afgebroken of door het gewas opgenomen. Van de middelen die dan nog in het recirculatiewater aanwezig zijn wordt naar schatting 11.5% op het oppervlaktewater geloosd.

Resten spuitvloeistof en verpakkingen

Aangenomen is dat alle bedrijven een verharde spoelplaats zonder verlies bezitten. De emissie van restanten spuitvloeistof wordt om deze reden verwaarloosbaar geacht (0%).

Reiniging glasdek

Bij reiniging van de kas zal een deel van de op het glasdek neergeslagen hoeveelheid gewasbeschermingsmiddel op het oppervlaktewater worden geloosd. De emissie wordt geschat op 0.002% van de gebruikte hoeveelheid.

Beregeningsleidingen

Bij teelten in de grond worden in beperkte mate gewasbeschermingsmiddelen via beregeningsleidingen toegediend. Een groot deel van de gebruikte dosis (7.2%) blijft achter in de leidingen en wordt vervolgens bij het schoonspoelen van de leidingen op het oppervlaktewater geloosd. Naar schatting worden op 0.1% van het totale areaal via deze route gewasbeschermingsmiddelen geloosd. De emissie via deze route over het gehele areaal glastuinbouw bedraagt derhalve 0.0072% van het verbruik.

Teeltresten, vloeren, steenwolmatten

Organisch teeltafval wordt zodanig opgeslagen dat geen emissie van gewasbeschermingsmiddelen optreedt. Hetzelfde geldt voor grondfolies. Weliswaar komt een aanzienlijk deel van de dosis op dergelijke folies terecht, maar veel middelen zullen de neiging hebben om in de folie te penetreren zodat er ook bij regenval weinig af zal spoelen, temeer daar de folies veelal opgerold op het bedrijfsterrein worden bewaard.

Bij teelt op betonnen vloeren (op circa 10% van het totale areaal) komt naar schatting 20% van de dosis op de vloer. Bij 10% van de bedrijven met teelt op betonnen vloeren worden deze schoongespoten met water, waarvan 5% wordt geloosd op het oppervlaktewater. De totale emissie vanaf betonnen vloeren wordt derhalve geschat op 0.1% van de bij teelten op betonnen vloeren gebruikte dosis.

Bij de berekening van emissie uit steenwolmatten wordt aangenomen dat jaarlijks per hectare substraatteelt met recirculatie gemiddeld 30 m³ water in de matten achterblijft. Dit is 0.3% van het totale volume aan recirculatiewater per hectare. Geschat wordt dat 10% van de hoeveelheid middel uit de matten vrij zal komen, en dat 5% van de vrijgekomen hoeveelheid in het oppervlaktewater terecht zal komen. De emissie vanuit steenwolmatten bedraagt derhalve 0.0015% van de gebruikte dosis.

Teelt van champignons

Emissies naar oppervlaktewater vanuit de teelt van champignons zijn beschreven door de Werkgroep Eetbare Paddenstoelen (Anonymus, 1990). Bruto emissies bedragen 1.5% van de dosering voor insecticiden, 1.0% van de dosis voor fungiciden en 0.25% van de dosis voor desinfectantia. Het percentage bedrijven (90%, overeenkomend met 89% van het areaal) dat over een bezinkput beschikt is sinds 1990 niet veranderd (De Rooy, 2000). In de bezinkput wordt 50% van de werkzame stof weggevangen. De netto emissiepercentages bedragen derhalve 0.83% van de dosis voor insecticiden, 0.55% van de dosis voor fungiciden en 0.14% van de dosis voor desinfectantia. Deze percentages worden zowel voor de referentieperiode als voor 2000 gebruikt.

3.4 Emissie naar oppervlaktewater

In tabel 3.2 wordt een overzicht gegeven van de bijdragen van verschillende emissieroutes vanuit open en bedekte teelten aan de emissie (in ton werkzame stof) naar oppervlaktewater.

Tabel 3.2 Emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater in de referentieperiode (1984-1988), 1995 en 2000.

Sector, emissieroute	Emissie naar compartiment (ton werkzame stof / jaar)		
	1984-1988	1995	1998-2000
Open teelten, laterale uitspoeling	95	28	19
Open teelten, drift	17	17	5.5
Open teelten, bolontsmetting	1.8	1.6	0.2
Bedekte teelten	1.6	1.0	0.7
Totaal	116	48	25
% van verbruik	0.58%	0.39%	0.22%

De emissie naar oppervlaktewater wordt grotendeels bepaald door emissies vanuit de open teelten. Daarbinnen is het vooral de laterale uitspoeling die bijdraagt aan de emissie, gevolgd door drift. Het aandeel van de emissie uit de bedekte teelten alsook de emissie tijdens en na het ontsmetten van bloembollen lijkt aanmerkelijk kleiner.

De vermindering van de emissie naar oppervlaktewater vanuit de bolontsmetting is bereikt door de verdere invoering van vloeistofdichte vloeren in combinatie met overdekte spoelplaatsen. De reductie van de emissie naar oppervlaktewater vanuit bedekte teelten is vooral bereikt door de grootschalige toepassing van teelt op substraat en een aanzienlijke reductie van het verbruik van gewasbeschermingsmiddelen per hectare in de groenteteelt onder glas. Tabel 3.3 geeft een overzicht van de stoffen met de grootste bijdrage aan de laterale uitspoeling.

De aanzienlijke reductie (80%) in de laterale uitspoeling die in de MJP-G periode is bereikt is vooral terug te voeren op een vermindering van het verbruik van stoffen als chloralhydraat en TCA. Voor deze stoffen geldt, evenals voor dinoseb en dalapon, dat de toelating in de periode tot 1995 is komen te vervallen.

Tabel 3.3.: *Werkzame stoffen die in 1998-2000 verantwoordelijk waren voor meer dan 90 % van de emissie naar oppervlaktewater via laterale uitspoeling (open- én bedekte teelten), aangevuld met enkele stoffen die in het verleden tot een hoge emissie hebben geleid.*

Werkzame stof	Laterale uitspoeling naar oppervlaktewater (kg werkzame stof / jaar)		
	1984-1988	1995	1998-2000
propachloor	6 717	12 216	8 965
aldicarb	2 784	2 654	2 302
(cis)dichloorpropeen	14 353	2 665	1 767
MCPA	382	474	558
mancozeb	51	259	434
MITC*	3 321	907	471
dicamba	147	291	406
terbutylazin	4	94	372
chloridazon	508	597	369
captan	299	537	359
pendimethalin	232	377	343
bentazon	827	691	288
propoxur	441	1 180	257
TCA	36 260	0	0
chloralhydraat	15 744	0	0
dinoseb (+acetaat)	6 438	0	0
dalapon	1 252	0	0
atrazin	819	870	0
overige stoffen	4 689	3 993	1 859
totaal	95 268	27 805	18 750

* metaboliet van metam-natrium en dazomet

Verder neemt de emissie van de natte grondontsmettingsmiddelen in deze periode sterk af als gevolg van een verlaagd verbruiksvolume. De ontwikkelingen in de emissie naar oppervlaktewater is mede het gevolg van de kanalisatie van stoffen als atrazin. Het verbruik van deze stoffen is na 1998 dusdanig sterk afgenomen dat de berekende emissies van deze

stoffen in het tweede deel van de MJP-G periode zijn gereduceerd tot nul. Propachloor blijft ook in 2000 de stof die het meeste bijdraagt aan de emissie naar oppervlaktewater via laterale uitspoeling, al neemt het aandeel wel af (tabel 3.4).

Tabel 3.4: Werkzame stoffen die in 1998-2000 verantwoordelijk waren voor meer dan 80 % van de emissie naar oppervlaktewater via drift (alleen open teelten), aangevuld met enkele stoffen die in het verleden tot een hoge emissie hebben geleid.

werkzame stof	driftbelasting van oppervlaktewater (kg werkzame stof / jaar)		
	1984-1988	1995	1998-2000
mancozeb	355	1 791	705
glyfosaat	306	887	473
MCPA	640	793	363
minerale olie*	911	2 092	356
maneb	3 901	1 997	353
captan	240	431	268
mecoprop(-p)	1 630	585	218
isoproturon	146	382	169
chloorthalonil	178	238	165
chloormequat	167	337	159
propamocarb-HCl	43	109	116
fluazinam	0	281	90
fenpropimorf	211	207	86
zineb	324	296	80
metiram	117	144	67
carbendazim	42	82	59
fluroxypyr	17	115	59
tolyfluanide	25	65	58
diquat dibromide	78	45	51
pyridaat	39	161	48
bentazon	374	312	48
fentin-acetaat	686	353	45
dimethoaat	78	202	45
dinoseb (+acetaat)	1 041	0	0
TCA	548	0	0
atrazin	395	420	0
overige stoffen	4 830	4 959	1 130
totaal	17 322	17 284	5 211

De hoeveelheid drift is in de totale MJP-G periode afgenomen met 70%. Opmerkelijk is dat de hoeveelheid drift tussen de referentieperiode en 1995 nauwelijks is afgenomen. In het tweede deel van de MJP-G periode zien we de emissie als gevolg van drift wél sterk dalen. Dit is het gevolg van een combinatie van een afname van het verbruiksvolume en de introductie van driftbeperkende maatregelen.

3.5 Kwaliteit

De kwaliteit van de gegenereerde gegevens wordt door een groot aantal factoren beïnvloed,

Driftgegevens

De berekende hoeveelheid drift wordt, naast de absolute hoogte van het verbruik, beïnvloed door de volgende 3 grootheden:

- de verdeling van het verbruik van stoffen over gewassen;
- de driftpercentages en implementatiegraden van emissiereducerende maatregelen die voor afzonderlijke stoffen of stofgroepen zijn gehanteerd;
- de water/land-verhouding die voor gewassen is gebruikt.

Voor de verdeling van het verbruik van stoffen over gewassen is gebruik gemaakt van een momentopname, namelijk de situatie in 1998, die ook van toepassing is verklaard op de referentieperiode en 1998 – 2000. Voor veel stoffen zal dit niet conform de realiteit zijn, omdat er in het verbruik van stoffen binnen een gewas schommelingen in de tijd optreden. Afwijkingen van deze aanname kunnen zowel tot over- als onderschattingen van de opgetreden drift hebben geleid.

Door het ontbreken van relevante experimentele gegevens bestaan er onzekerheden omtrent de gehanteerde driftpercentages als functie van de breedte van toegepaste teeltvrije zones. De gehanteerde driftpercentages zijn extrapolaties van gemeten waarden. Hierbij kunnen zowel over- als onderschattingen hebben plaatsgevonden, zodat de fouten elkaar deels op zullen hebben geheven.

Voor de referentieperiode en 1995 is verondersteld dat in het geheel geen gebruik is gemaakt van emissiereducerende maatregelen. Hierdoor is mogelijk de driftbelasting in de referentieperiode en 1995 enigszins overschat.

Aangenomen kan worden dat de gebruikte water/land-verhoudingen de realiteit vrij goed benaderen. Afwijkingen zullen zowel tot over- als onderschatting van de driftbelasting hebben geleid, zodat deels sprake zal zijn van het wederzijds opheffen van fouten.

In zijn geheel lijken de fouten die mogelijk zijn gemaakt in de schattingen van de driftgegevens elkaar in elk geval ten dele te compenseren, en leiden zij niet eenzijdig tot een over- danwel onderschatting van de opgetreden drift. Hoe groot de onzekerheden in de berekende driftgegevens zijn onder invloed van de verschillende factoren is niet onderzocht en kan niet worden aangegeven.

Laterale uitspoeling

De laterale uitspoeling naar oppervlaktewater is alleen voor een twintigtal ‘detailstoffen’ daadwerkelijk berekend op basis van PEARL. Er is aangenomen dat de verhouding tussen

uitspoeling naar oppervlaktewater en uitspoeling naar het diepe grondwater die voor deze 'detailstoffen' is berekend ook (gemiddeld genomen) voor alle overige stoffen zal gelden. Daarom is voor al deze stoffen de mediane waarde van deze verhouding zoals berekend voor de detailstoffen gebruikt.

In hoeverre deze aanname, dat de mediane waarde van deze verhouding voor de detailstoffen representatief is voor alle overige stoffen, tot een over- danwel onderschatting van de laterale uitspoeling naar oppervlaktewater heeft geleid is niet duidelijk. Uit de berekeningen is duidelijk dat de verhouding van de uitspoelingen naar oppervlaktewater en diep grondwater bij de detailstoffen een breed bereik bestrijkt (0.62 – 41, mediane waarde 1.45), zodat er veel ruimte is voor verkeerde schattingen. Het is niet mogelijk een beeld van de juistheid van de uitgevoerde schatting te krijgen zonder gedetailleerde berekeningen uit te voeren voor een groot aantal stoffen.

De totale emissie via deze route wordt in de referentieperiode voor circa 96% en in 1995 en 1998 – 2000 voor meer dan 75% bepaald door de stoffen waarvoor gedetailleerde berekeningen zijn uitgevoerd. Hierdoor wordt de schatting van de emissie voor alle stoffen tezamen slechts weinig beïnvloed door eventuele onjuistheden in de schattingen voor de niet-detailstoffen.

Bolontsmetting

De percentages telers met overdekte spoelplaatsen etc. zijn ontleend aan de inventarisatie van de emissiereducerende maatregelen van Wingelaar *et al.* (2001) en zijn waarschijnlijk op voldoende grote aantallen gebaseerd om een realistisch beeld van de sector te geven. De onzekerheid in de aan deze route gekoppelde emissiefactor wordt waarschijnlijk grotendeels bepaald door het emissiepercentage dat is gehanteerd bij het optreden van een lekkage en door de aanname dat het in 10% van de gevallen waarbij in de open lucht een niet-overdekte spoelplaats wordt gebruikt, tot zodanige regenval zal komen dat de spoelbak zal overstromen.

Bedekte teelten

De kwaliteit van de gegenereerde emissieschattingen wordt door 2 factoren bepaald:

- de kwaliteit van de basisgegevens;
- de kwaliteit van het voor de schatting gebruikte rekenschema.

Basisgegevens; opschaling verbruiksgegevens naar nationaal niveau

Analoog aan de methodiek die in voor de open teelten is gebruikt om emissiefactoren af te leiden, is ook voor de bedekte teelten gebruik gemaakt van informatie omtrent de verdeling van het gebruik van werkzame stoffen over gewassen. Deze zijn ontleend aan het geregistreerde bestrijdingsmiddelen verbruik van telers die zijn aangesloten bij 'Milieubewuste Teelt' (MBT, intussen omgedoopt in Certerra, waarbij meer dan 90% van de telers van kasgroenten zijn aangesloten) en 'Milieuproject Sierteelt' (MPS, waarbij ca. 65%

van de telers van snijbloemen en potplanten zijn aangesloten). Voor beide sectoren geldt dat gebruik is gemaakt van registraties van verbruik in 1997.

Doordat MBT en MPS niet het volledige areaal aan kasgroenten en bloemisterij omvatten zijn de verbruiksgegevens bewerkt om een beeld te geven van het verbruik binnen de bedekte teelten van heel Nederland. De gevolgde procedure is beschreven in Lieffijn *et al.* (2000). Hierbij is een aantal aannames gemaakt die van invloed zijn op de berekende emissiefactoren en emissies:

- Het verbruik van bestrijdingsmiddelen door de telers binnen MBT/MPS is per gewas gelijk verondersteld aan het verbruik voor telers die geen deel uitmaken van deze organisaties. Er wordt dus aangenomen dat telers die niet zijn aangesloten bij MBT/MPS dezelfde middelen gebruiken en deze in dezelfde doseringen en herhalingsfrequenties toepassen als telers die zijn aangesloten bij MBT/MPS.
- Het verbruik van de bedrijven met monocultuur (100% specialisatie) is gebruikt als schatting van het verbruik voor dat gewas, ook binnen bedrijven die niet 100% gespecialiseerd zijn op dat gewas.
- Voor de gegevens van zowel MBT als MPS geldt dat zij het verbruik geven bij een zeer gering aantal gewassen. Het verbruik binnen de andere gewassen is geschat als het areaalgewogen verbruik binnen de 4 hoofdgewassen (MBT) of als het verschil tussen het totale verbruik over alle gewassen verminderd met het verbruik binnen de bekende hoofdgewassen (MPS).
- De verdeling over substraatteelt en grondgebonden teelt is geschat op basis van het voorhanden cijfermateriaal, waarbij voor de glasgroenten een verhouding substraat : grondgebonden van 9 : 1 is gebruikt voor alle gewassen. Deze verhouding is in elk geval voor de kleinere gewassen, waarvoor gegevens ontbraken, niet juist omdat daar meer grondgebonden teelt voorkomt.

Elk van deze aannames is slechts ten dele juist en leidt tot een zekere onbetrouwbaarheid in de schatting van het verbruik aan bestrijdingsmiddelen voor de gehele Nederlandse glastuinbouw. Het is niet duidelijk of de aannames tot een onderschatting of overschatting van het werkelijke verbruik leiden. Het gegeven dat voor MBT het totale verbruik is geschat door de schatting te baseren op verbruiksgegevens van de 4 hoofdteelten leidt tot het verwaarlozen van het verbruik van werkzame stoffen die uitsluitend in de kleinere groenteteelten worden gebruikt, terwijl het gebruik van andere werkzame stoffen wellicht enigszins wordt overschat.

Rekenschema bedekte teelten

Het technisch-wetenschappelijk onderzoek naar de emissieroutes van bestrijdingsmiddelen in kassen is nog beperkt. Sommige onderdelen van routes zijn redelijk onderzocht, maar niet de

hele route. Een aantal routes is nog helemaal niet onderzocht, bijv. de routes bij pot- en perkplanten en bij het reinigen van glas. Bovendien is veel onderzoek in kassen oriënterend van aard geweest: beperkte meetseries tegen beperkte kosten. In het rekenschema zitten daarom zeer veel aannames. Het schema omvat niet alle mogelijke emissieroutes. Sommige routes zijn niet meegenomen omdat ze niet te kwantificeren zijn. Bovendien was slechts een relatief korte tijd beschikbaar voor de ontwikkeling van het schema, waardoor ongetwijfeld een aantal routes over het hoofd zijn gezien. Een voorbeeld van een route die niet in het schema is opgenomen vanwege gebrek aan gegevens is de lekkage naar de bodem van drainwater in de substraatteelt.

De kwantificering van routes die in het model zijn opgenomen is deels gebaseerd op resultaten van experimenteel onderzoek. Vaak zijn slechts zeer weinig experimentele gegevens voorhanden (bijv. voor de emissie via lucht en de emissie via condenswater). Dit maakt het voor veel verbindingen noodzakelijk om gegevens door middel van extrapolatie te schatten. Sommige emissieroutes zijn zodanig slecht onderzocht dat beschrijving op basis van experimentele gegevens niet mogelijk is. Voor deze routes is gebruik gemaakt van het 'expert judgement' van een brede groep deskundigen. De betrouwbaarheid van de emissieschattingen van dergelijke routes is niet op voorhand duidelijk.

Voor een schatting van de implementatie van emissiereducerende maatregelen kon deels terug worden gegrepen op de enquête die door de Unie van Waterschappen werd uitgevoerd. Waar mogelijk zijn uitkomsten uit deze enquête gebruikt om de implementatiegraad van emissiereducerende maatregelen in het model te kwantificeren. De enquête had echter uitsluitend betrekking op substraatteelten; gegevens met betrekking tot grondgebonden teelten ontbraken. Daarnaast waren enkele van de uitkomsten van de enquête zodanig onwaarschijnlijk (bijv. de hoeveelheid spuiwater die door substraattelers zou worden geloosd) dat grote vraagtekens kunnen worden geplaatst bij de bruikbaarheid van de uitkomsten. Het uitvoeren van een enquête bij de tuinders lijkt geen betrouwbare methode om informatie te krijgen over de implementatiegraad van emissiebeperkende maatregelen.

Emissie naar oppervlaktewater

De totale emissie naar oppervlaktewater wordt grotendeels bepaald door laterale uitspoeling. De totale emissie via deze route wordt voor 75% (1998 – 2000) of meer bepaald door de detailstoffen waarvoor gedetailleerde berekeningen zijn uitgevoerd. Om deze reden lijkt de onzekerheid in deze emissieroute vrij beperkt.

De onzekerheden in de emissieroute drift zullen elkaar ten dele opheffen, zodat ook hier voor de route als geheel aangenomen mag worden dat de geschatte waarden niet systematisch afwijken van de werkelijke waarden. De overige routes (bolontsmetting en emissie vanuit de bedekte teelten) nemen slechts een klein deel (samen minder dan 5%) van de totale emissie naar oppervlaktewater voor hun rekening, zodat foutieve schattingen in deze emissies nauwelijks van invloed zullen zijn op de nauwkeurigheid van de totale emissie naar oppervlaktewater.

3.6 Literatuur

- Anonymus, 1990. *Rapportage werkgroep eetbare paddestoelen, achtergronddocument MJPG*. Ministerie van LNV, Den Haag.
- CBS (1999). *De landbouwtelling 1998*. CBS cijfers van de land- en tuinbouw. CBS, Voorburg.
- Lieffijn, H., J. Deneer, M. Leistra (2000). *Schatting van de emissie van bestrijdingsmiddelen uit de glastuinbouw*. Een nulmeting (1997) ten behoeve van het Milieuconvenant Glastuinbouw en Milieu. EC-LNV rapport 249. Expertisecentrum LNV, Ede.
- Rooy, M. de, 2000. *Emissie bestrijdingsmiddelen champignonteeltbedrijven*. Notitie RIZA.
- Smidt, R.A. 2002 (in voorbereiding). *Ontwerp en realisatie van het informatiesysteem voor bestrijdingsmiddelen (ISBEST 4.0). Beschrijving van de inhoud en achtergrond van een database voor bestrijdingsmiddelen ten behoeve van de MJP-G Emissie-evaluatie 2000*. Alterra, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen.
- Wingelaar, G.J., Huijsmans, J.F.M. & A.J.W. Rotteveel (2001). *Implementatiegraad van emissiereducerende maatregelen in de open teelten*. Stand van zaken voor het jaar 2000. Verslagen en mededelingen nr 212, 2001. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.
- Wit, A.J.W. de, van der Heijden, Th. G.C. & H.A.M. Thunissen (1999). *Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN-3 grondgebruiksbestand*. Rapport 663. Staring Centrum, Wageningen.
- Zande, J.C. van de, H.A.J. Porskamp, J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga, H.J. Holterman, A. de Jong en J.F.M. Huijsmans (in voorbereiding). *Buffer zones and spray drift when applying crop protection products in arable crops, orchards and nursery tree crops in the Netherlands*. Wageningen, Instituut voor Milieu en Agritechniek Milieu Plan Bureau reeks. IMAG-rapport.

4. Emissie naar bodem

Auteurs:	A.M.A. van der Linden	(RIVM)
	J.W. Deneer	(Alterra)
Editor:	D.S. de Nie	(RIVM)

4.1 Inleiding

Definitie

Met het milieucompartiment Bodem wordt in dit document bedoeld de bovenste aardlaag van terreinen welke geen cultuurterrein zijn en bovendien een natuurbestemming hebben. Dit compartiment kent derhalve geen landbouwkundig gebruik.

Het compartiment bodem kan op meerdere manieren worden belast met bestrijdingsmiddelen, zowel via directe als via indirecte routes. De indirecte routes zijn geen onderdeel van de evaluatie en worden derhalve niet meegenomen. Uitzondering hierop is atmosferische depositie; de bodem wordt belast via deze route. In deze studie is een schatting gemaakt van de totale atmosferische depositie (hoofdstuk 7). Er is echter niet berekend hoeveel op het compartiment bodem terecht is gekomen.

De directe routes zijn drift van spuitvloeistof tijdens toepassing en afspoeling van het cultuurterrein na de toepassing. Over het optreden van afspoeling is onvoldoende informatie om dit te kunnen evalueren en bovendien is hiervoor geen algemeen geaccepteerde berekeningsmethodiek in Nederland beschikbaar. Evenals in de tussentijdse evaluatie in 1995 is deze route niet meegenomen (EE1996).

In het MJP-G wordt nog vermeld dat de bodem belast kan worden door restanten welke in verpakkingen achterblijven. Door voorzieningen op spuitmachines is de hoeveelheid welke in verpakkingen achterblijft geminimaliseerd, waardoor een eventuele belasting al sterk wordt verminderd. In 1995 is hiervoor een factor 100 aangenomen (EE1996). Het achterlaten van verpakkingen op het milieucompartiment bodem is in strijd met regelgeving en zeker geen onderdeel van Goede Landbouwkundige Praktijk. Er is geen inventarisatie bekend van het naleven van deze voorschriften. Ook is onbekend hoeveel vanuit een niet gespoelde verpakking naar het milieu emitteert. Er is dan ook onvoldoende informatie om deze route te kwantificeren.

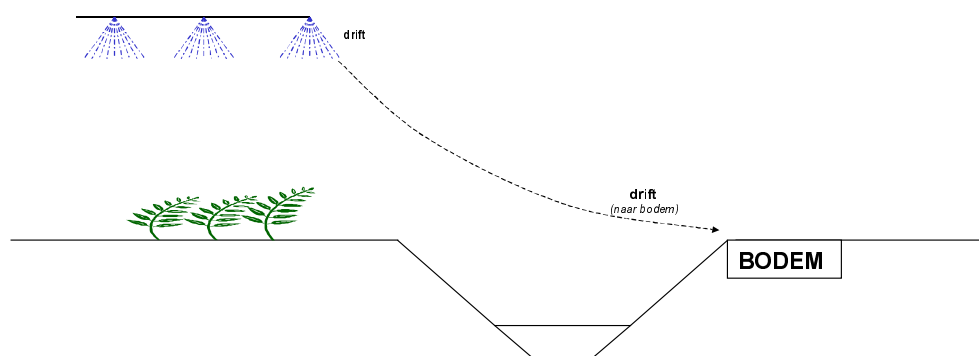
4.2 Emissieroute

Routes die bijdragen aan de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar bodem:

- drift

Zoals eerder aangegeven wordt alleen de belasting van het compartiment bodem via de route drift gekwantificeerd. Ongeveer 19% van het landbouwareaal in Nederland grenst aan het compartiment bodem (EE1996), in ongeveer de helft van het aantal gevallen gescheiden door

oppervlaktewater. De bedekte teelten kennen geen directe drift naar het compartiment bodem. Figuur 4.1 geeft een schematische weergave van deze route voor de situatie waarin het cultuurterrein van het compartiment bodem is gescheiden door oppervlaktewater. Indien er geen oppervlaktewater aanwezig is, wordt de driftbelasting berekend vanaf de grens van het cultuurterrein; dit komt overeen met de insteek van het oppervlaktewater in figuur 4.1.



Figuur 4.1: Schematische weergave van de emissieroute drift naar het compartiment bodem.

De berekening van de emissie naar bodem verloopt vrijwel analoog aan de berekening van de driftbelasting van oppervlaktewater. De emissie naar bodem wordt berekend uit de extrapolatie van drift naar oppervlaktewater. Voor de berekening van drift wordt hier verwezen naar hoofdstuk 2.5.4.4 Emissieroutes in ISBEST en bijlagen 6 en 7.

Adriaanse *et al.* (1997) geven voor enkele belangrijke toepassingstechnieken een relatie voor de drift als functie van de afstand tot de rand van het beteelde oppervlak. Onderscheid werd gemaakt tussen enerzijds fruit- en laanbomen (niet neerwaarts bespoten) en overige gewassen (neerwaarts bespoten). Driftdepositie kon in beide gevallen worden beschreven met een log-lineair verband:

Voor laan- en fruitbomen: $\log(\% \text{ drift}_y) = -0.15 y + 1.6$

Voor overige gewassen: $\log(\% \text{ drift}_y) = -0.27 y + 1.5$

Waarin y de afstand tot de laatst bespoten rij.

Deze vergelijkingen voldoen niet voor het traject tussen de laatst bespoten rij en de insteek van de sloot of de perceelsrand, maar beschrijven de driftdepositie redelijk vanaf dat punt. De vergelijkingen geven aan dat voor laan- en fruitbomen de drift op ongeveer 10 m afstand van de laatste bomenrij nog ongeveer 1% bedraagt; voor de overige gewassen wordt 1% drift bereikt na ongeveer 5 m. De driftdepositie wordt geleidelijk aan minder op grotere afstand van het perceel.

Na integratie van deze vergelijkingen kan de relatieve driftdepositie worden berekend door voor y de relevante afstanden in te vullen. In de aanwezigheid van oppervlaktewater moet

voor y de afstand van de laatste plantenrij tot aan de insteek aan de overzijde van de sloot worden genomen; is er geen oppervlakte aanwezig dan wordt voor y de afstand van de laatste plantenrij tot aan de perceelsrand ingevuld. De integralen worden berekend vanaf punt y tot oneindig. Het blijkt dat de driftdepositie op het oppervlaktewater (sloot inclusief taluds) groter is dan de driftdepositie op het daarachter gelegen bodemoppervlak. De verhouding is 4 voor laan- en fruitbomen (de drift naar de sloot (insteek – insteek) is 4 maal groter dan de drift naar de overzijde van de sloot) en 10 voor overige gewassen (de drift naar de sloot (insteek – insteek) is 10 maal groter dan de drift naar de overzijde van de sloot). Deze getallen gelden voor de standaardsloot, zoals gedefinieerd bij de tussenevaluatie (EE1996). Deze verhoudingen zijn vervolgens voor alle verspoten middelen aangehouden. Hiermee wordt verondersteld dat driftbepurende maatregelen geen invloed hebben op de verhouding; absoluut gezien natuurlijk wel: als er een spuitvrije zone wordt gehanteerd, dan gaat de totale belasting voor beide naar beneden. Met driftbeperking wordt dus rekening gehouden op dezelfde manier als bij het oppervlaktewater.

Bij het deel van de percelen waar geen oppervlaktewater aanwezig tussen het behandelde perceel en de bodem is de depositie op de bodem gelijk aan de depositie vanaf de rand van het perceel; dit is de som van de hoeveelheid op het oppervlaktewater en de bodem in het geval er wel een sloot aanwezig zou zijn.

Gewasbeschermingsmiddelen welke niet worden verspoten (o.a. granulaten en grondontsmettingsmiddelen) kennen geen drift. Voor deze stoffen (formuleringen) wordt dan ook geen belasting van het milieucompartiment bodem berekend.

4.3 Emissie naar bodem

Tabel 4.1: Emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar bodem in de referentieperiode (1984-1988), 1995 en 2000.

Compartiment	Emissie naar compartiment (kg werkzame stof / jaar)		
	1984-1988	1995	1998-2000
Bodem	197	197	59

In het verloop van de referentieperiode naar 2000 is de emissie naar de bodem met 70% gedaald. In 1995 was nog nauwelijks sprake van een daling. De emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar aanpalende natuurterreinen (bodem) is tot 1995 niet gedaald, omdat er vrijwel geen afname van verbruiksvolume voor de niet-grondontsmettingsmiddelen was. Wel zijn in de periode tot 1995 veranderingen in het pakket middelen te constateren, waardoor de bijdrage van de verschillende middelen aan de emissie

wel is veranderd. In deze zelfde periode is het verbruik van natte grondontsmettingsmiddelen wél fors gedaald, echter deze middelen worden niet verspoten, kennen dus geen drift en emitteren dus niet naar het compartiment bodem. De sterke reductie van de emissie naar bodem in de periode 1995 - 2000 is een direct gevolg van de introductie van driftbeperkende maatregelen in die periode, uiteraard in combinatie met een volumereductie.

Voor de emissie naar bodem is geen aparte doelstelling in het MJP-G opgenomen. De reductiedoelstelling is gegeven voor de compartimenten bodem en grondwater gezamenlijk. De emissie naar de bodem is klein vergeleken met de emissie naar grondwater en heeft daarom een beperkte invloed op het behalen van de gezamenlijke doelstelling. Bij een evenredige verdeling van de doelstelling – dus 75% reductie voor het compartiment bodem – kan worden gesteld dat de doelstelling niet is gehaald. Om de doelstelling wel te halen is een verdergaande reductie van de drift van gewasbeschermingsmiddelen noodzakelijk.

4.4 Kwaliteit

Een groot aantal factoren heeft invloed op de uitkomst van de berekeningen, waaronder:

- de verdeling van de verschillende gewassen en natuurterreinen over Nederland;
- de positie van percelen ten opzichte van natuurterreinen;
- het al dan niet aanwezig zijn van oppervlaktewater tussen percelen en natuurterreinen;
- de verdeling van gewasbeschermingsmiddelen over de verschillende gewassen;
- het al dan niet nemen van emissie-reducerende maatregelen;
- de aanname dat de emissie-reducerende maatregelen geen invloed hebben op de vorm van de depositiecurve;
- het indelen van verschillende gewassen en toedieningstechnieken in een tweetal categorieën;
- de afleiding van een tweetal driftcurven uit een groot aantal onderliggende experimenten.

De grootte van de invloed is niet onderzocht. Voor gebieden met beperkte grootte zou de drift naar bodem meer gedetailleerd in kaart kunnen worden gebracht en zou middels een scenario-analyse de invloed van de verschillende factoren onderzocht kunnen worden.

In deze evaluatie is een aantal factoren verondersteld gelijk te zijn voor de verschillende jaren, omdat er geen exacte informatie voor de verschillende jaren beschikbaar was. Daarmee worden de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen, de verdeling ervan over de gewassen en de toepassing van driftreducerende maatregelen doorslaggevend in de bereikte resultaten. Relatief hebben de driftreducerende maatregelen de grootste invloed. In paragraaf 2.5.4.4 en 3.2 is hier verder op ingegaan.

4.5 Literatuur

Adriaanse P I; Beltman W H J; Westein E; Brouwer W W M; van Nierop S (1997). *A proposed policy for differentiated hazard evaluation of pesticides in surface waters*. Alterra report 141, Wageningen. 304 pp. ISSN 0927-4537.

EE1996 MJP-G Emissie-evaluatie 1995. Achtergronddocument. Ministerie LNV, IKC-L, Ede, rapport IKC-L 7, 1996.

5. Emissie naar grondwater

Auteurs:	A.M.A. van der Linden	(RIVM)
	D.S. de Nie	(RIVM)
	A. Tiktak	(RIVM)
	R. Kruijne	(Alterra)
Editor:	D.S. de Nie	(RIVM)

5.1 Inleiding

Definitie

Onder het milieucompartiment grondwater wordt het grondwater verstaan dat zich beneden 1 meter beneden maaiveld bevindt. Verondersteld wordt dat emissie naar het compartiment grondwater uitsluitend optreedt als gevolg van uitspoeling, zowel vanuit de open als de gesloten teelten. Onder uitspoeling wordt hier verstaan het transportproces dat zich afspeelt in de poriën in grond en dus zowel in de gasfase als in de waterfase kan plaatsvinden.

In de tussentijdse evaluatie van het MJP-G (EE1996) is een gedocumenteerde keuze gemaakt voor de modellen PESTLA (Van der Linden en Boesten, 1989; Boesten and Van der Linden, 1991), PESTRAS (Tiktak *et al.*, 1994; Freijer *et al.*, 1996) en GeoPESTRAS (Tiktak *et al.*, 1996). Daarmee werd gekozen voor de modellen welke ook in de Nederlandse toelatingsbeoordeling werden gebruikt. PESTLA en PESTRAS zijn inmiddels vervangen door PEARL (Leistra *et al.*, 2001; Tiktak *et al.*, 2000), terwijl tijdens deze evaluatie een pilot versie van GeoPEARL is gebouwd (Tiktak *et al.*, 2002). Voor deze evaluatie is gekozen voor PEARL en GeoPEARL en daarmee is wederom aangesloten bij de Nederlandse toelatingsbeoordeling.

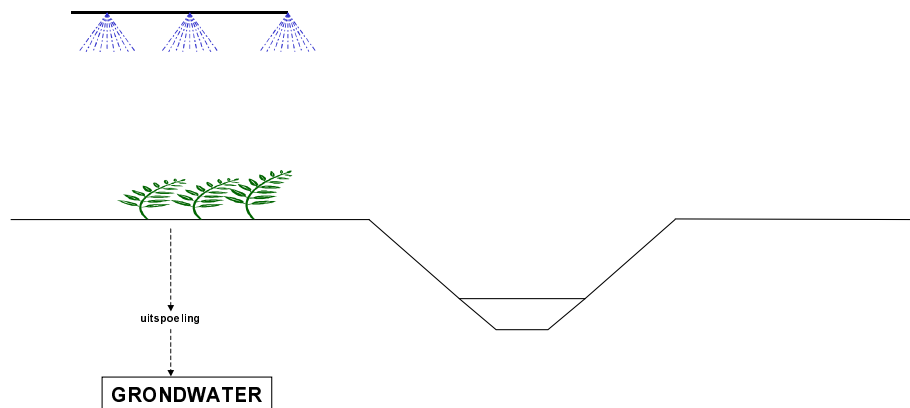
Doordat nu van PEARL gebruik wordt gemaakt, kan zowel de uitspoeling naar grondwater als ook de drainage naar het oppervlaktewater worden berekend. In de volgende paragrafen wordt de gevolgde methodiek voor de berekening van uitspoeling en drainage beschreven. De resultaten van de drainageberekeningen zijn in hoofdstuk 3 Emissie naar oppervlaktewater verder meegenomen.

5.2 Emissieroutes

Routes die bijdragen aan de emissie van bestrijdingsmiddelen naar grondwater

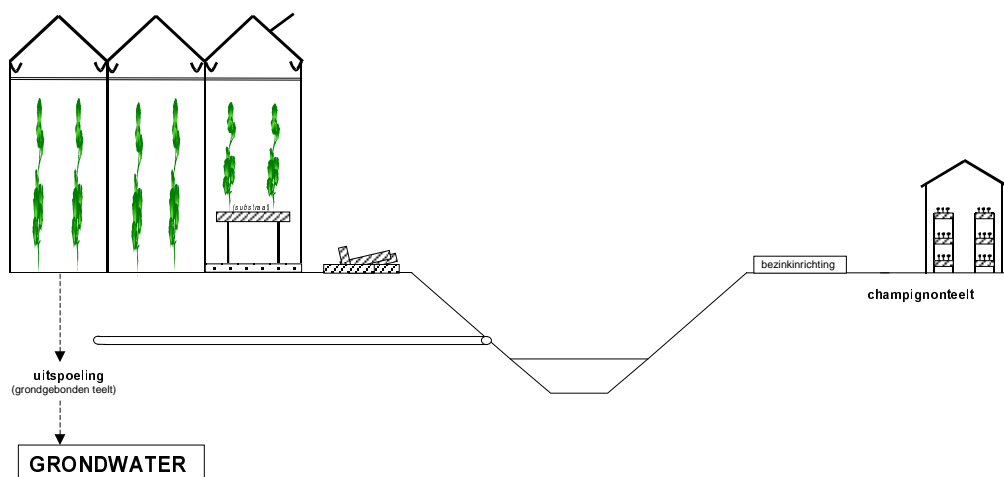
- uitspoeling

Figuur 5.1 geeft een schematische weergave van de route uitspoeling naar het compartiment grondwater vanuit open teelten.



Figuur 5.1 schematische weergave van de emissieroutes voor het compartiment grondwater vanuit open teelten.

Figuur 5.2 geeft een schematische weergave van de route uitspoeling naar het compartiment grondwater vanuit de bedekte teelten.



Figuur 5.2: Schematische weergave van de emissieroutes voor het compartiment grondwater vanuit de bedekte teelten

5.3 Methodiek

Inleiding

Voor de berekening van uitspoeling naar grondwater en drainage naar oppervlaktewater is gebruik gemaakt van de modellen PEARL en GeoPEARL. Voor een beschrijving van de modellen wordt verwezen naar de betreffende referenties. PEARL is gebaseerd op PESTLA en PESTRAS, maar bij gelijke invoer zullen toch geringe verschillen in uitvoer optreden als gevolg van wijzigingen in de beschrijving van verschillende processen. Belangrijke verschillen in verband met deze evaluatie zijn:

- Uitspoeling en drainage worden tegelijkertijd berekend, afhankelijk van de randvoorwaarden. Bij de tussentijdse evaluatie in 1995 (EE1996) moest achteraf een verdeling tussen uitspoeling en drainage worden gemaakt.
- PEARL bevat een module voor zure bestrijdingsmiddelen, waardoor voor deze stoffen rekening kan worden gehouden met de pH van de bodem. Bij de tussentijdse evaluatie werd uitgegaan van een standaard pH van de bodem waardoor uitspoeling in bodems met een lagere pH is overschat.

Idealiter zou voor elk gewasbeschermingsmiddel de uitspoeling berekend moeten worden met een model dat rekening houdt met de ruimtelijke verdeling en combinatie van uitspoelingsfactoren. Verschillende combinaties van uitspoelingsfactoren (zoals bodemtype, organische stofgehalte, drainagemiddelen en neerslagverdeling) leiden tot verschillende gevoeligheden voor de uitspoeling van hetzelfde bestrijdingsmiddel. Daarnaast is de uitspoeling ook afhankelijk van de stofeigenschappen die onder verschillende combinaties van ruimtelijke parameters meer of minder overheersend zijn in de totale uitspoeling. GeoPEARL (Tiktak *et al.*, 2002) houdt rekening met regionale verschillen in bodemtype, landgebruik klimaat en hydrologie en is daardoor in principe geschikt om een goede evaluatie uit te voeren. Op dit moment is GeoPEARL echter nog zo rekenintensief dat slechts voor een beperkt aantal stoffen dit instrument kan worden ingezet. Daarom zijn stoffen geselecteerd waarvan wordt verwacht dat zij in grote mate de uitkomst van de evaluatie bepalen. Voor stoffen met een geringe uitspoeling is een schatting gemaakt op basis van de uitspoeling in het Nederlandse standaardscenario.

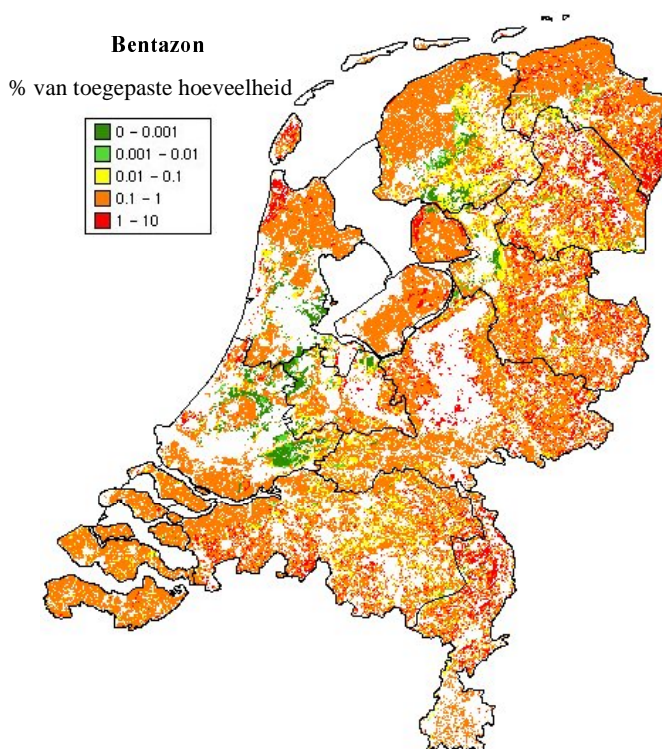
Selectie procedure

Voor alle stoffen met een geregistreerde verkoop in de referentieperiode, 1995 en / of de periode 1998 – 2000 is een eerste schatting gemaakt van de te verwachten uitspoeling op basis van de fractie uitspoeling, zoals berekend met PEARL voor het Nederlandse standaardscenario, en de geregistreerde omzet in de betreffende jaren. Voor elke afzonderlijke stof en indien van toepassing voor metabolieten is de fractie uitspoeling berekend door de DT50 en de Kom van de stof in te voeren in PEARL en de uitspoeling te berekenen. Dit is gebeurd voor zowel een toepassing in het voorjaar als een toepassing in het najaar. Voor metabolieten is hierbij rekening gehouden met de vormingsfractie en de relatieve molmassa. Indien basisgegevens ontbraken is voor een stof de mediaan van de

uitspoelingsfracties van de overige stoffen gehanteerd. De verkregen uitspoelingsfracties werden vermenigvuldigd met de omzet van de betreffende stoffen in de drie genoemde perioden en de resultaten werden naar grootte gesorteerd. Voor de verdeling van de stoffen over voorjaarstoepassing en najaarstoepassingen is gebruik gemaakt van de MilieuIndicator 2000 (Brouwer *et al.*, 2000), welke 154 stoffen bevat met een gezamenlijk aandeel in het totale verbruik van bijna 90 %. Voor de overige stoffen werd de verdeling zoals gebruikt in 1995 (EE1996) aangehouden of – bij gebrek aan gegevens - aangenomen dat toepassing alleen in het voorjaar plaatsvindt. De 20 stoffen met de grootste berekende uitspoeling werden vervolgens geselecteerd voor verdere berekening met GeoPEARL. Voor de overige stoffen werden de uitspoelingsfracties als zodanig gebruikt in de verdere procedure.

Berekeningen met GeoPEARL

Voor de geselecteerde stoffen werden potentiële uitspoelingsfracties en drainage berekend met GeoPEARL.



Figuur 5.3: Voorbeeld van de resultaten van de Geo-PEARL berekeningen voor bentazon

De netto bodemdeposities zoals berekend met ISBEST (§ 2.5.4.4. Emissieroutes in ISBEST) worden als invoer voor het model gebruikt. Voor in de grond ingewerkte stoffen werd ook nog de fractie vervluchtiging berekend. De basisgegevens van de geselecteerde stoffen werden ingevoerd in GeoPEARL en vervolgens werden berekeningen uitgevoerd voor voorjaarstoepassingen en – indien relevant ook voor najaarstoepassingen. GeoPEARL berekent voor elke stof de fracties drainage, uitspoeling en vervluchtiging voor ruim 5000 gebieden in Nederland, welke elk een unieke combinatie aan invoergegevens betreffende

bodem, klimaat, landgebruik en hydrologie kennen (figuur 5.3). Deze fracties werden gebruikt in de verdere procedure.

Voor de geselecteerde stoffen is de gemiddelde verdeling over drainage en uitspoeling uitgerekend. De gevonden waarden zijn vervolgens gebruikt om ook voor de niet-geselecteerde stoffen de uitspoeling en de drainage uit te rekenen.

Bedekte teelten

Met betrekking tot de emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit de glastuinbouw naar het grondwater wordt in Liefijn *et al.* (2000) opgemerkt dat een kwantitatieve beschrijving moeilijk is vanwege het ontbreken van een voldoende wetenschappelijke basis. Van een aantal stoffen die volgens de standaard berekeningsprocedure met PEARL niet uitspoelen is bekend dat ze in drainwater worden aangetroffen. De standaard vollegrondsituaties lijken derhalve een onderschatting te geven van de uitspoeling in kassen. In Liefijn *et al.* (2000) wordt dan ook gewerkt met een ophoging van de uitspoelingsfractie van 0,1%. Ook in deze studie wordt de berekende uitspoelingsfractie opgehoogd met 0,1%. Door Liefijn *et al.* (2000) is voor de situatie in 1997 geschat dat bij 93% van het areaal met grondgebonden teelt drainage aanwezig was. Uitspoeling naar grondwater treedt slechts op bij 7% van het areaal grondgebonden teelten. Deze verdeling is gebruikt voor alle kastoepassingen.

De emissie naar grondwater vanuit de teelt van champignons wordt bij gebrek aan gegevens op 0 gesteld.

Emissiefactoren

Voor de uiteindelijk berekening van de uitspoeling naar grondwater zijn emissiefactoren per werkzame stof afgeleid. De emissiefactoren zijn samengesteld uit gegevens over:

1. verbruik van de stoffen in de verschillende gewassen (ISBEST);
 2. de verdeling van de stoffen over voor- en najaar (ISBEST of EE1995);
 3. interceptie van stoffen, afhankelijk van gewas, groeistadium en toepassingstechniek (ISBEST);
 4. de potentiële uitspoelingsfractie zoals berekend met PEARL of GeoPEARL;
 5. de verdeling van gewassen, waarin een stof wordt gebruikt, over Nederland (PEGASUS).
- Vermenigvuldiging van de verbruikcijfers per stof voor de verschillende perioden met de emissiefactoren leidt tot de uitspoeling per stof. Sommatie over alle stoffen geeft tenslotte de totale uitspoeling voor de perioden.

Voor de niet-geselecteerde stoffen is met een samengestelde uitspoelingsfractie, gewogen over het verbruik in voor- en najaar gerekend. Voor geselecteerde stoffen is rekening gehouden met de verdeling van het verbruik van de geselecteerde stoffen over Nederland: op basis van het verbruik van de stoffen in de verschillende gewassen en het voorkomen van de gewassen in de beschouwde 5000 GeoPEARL gebieden is voor elke geselecteerde stof een oppervlakte-gewogen uitspoelingsfractie uitgerekend. Deze uitspoelingsfractie is vervolgens gecombineerd met overige gegevens om te komen tot emissiefactoren voor uitspoeling.

Voor de geselecteerde stoffen dinoseb, dalapon, TCA en chloralhydraat wordt op basis van de selectieprocedure verwacht dat zij een grote mate van uitspoeling vertonen. In ISBEST zijn echter geen gegevens voor deze stoffen opgenomen en het bleek ook niet mogelijk een goede vervangende stof (stof met een analoog verbruikspatroon) aan te wijzen. Van deze stoffen is op basis van de uitspoelingsgegevens zoals berekend met GeoPEARL berekend hoe zij bij gebruik in verschillende gewassen zouden uitspoelen. Vervolgens is nagegaan in welke gewassen zij vooral werden toegepast en zijn uitspoelingsfracties vastgesteld op basis van de uitspoelingsgevoeligheden in deze gewassen.

Voor dinoseb is verondersteld dat de stof werd toegepast voor loofdoding in aardappel. Omdat uitspoelingspercentages voor najaarstoepassingen (toepassingen in fabrieks- en consumptieaardappelen) ontbraken is hiervoor het uitspoelingspercentage van het voorjaar gebruikt.

Gewas	Areaal (ha)	Uitspoel% voorjaar	Uitspoel% lateraal
pootaard. zand/veen	6603	0.4475	0.7364
pootaard. klei	33345	1.6220	2.5430
cons.aard. zand/veen	21710	0.12156	0.2843
cons.aard. klei	62681	0.9843	1.9060
fabrieksaardappel	56963	0.02016	0.07892

De areaalgewogen emissiefactor voor uitspoeling voor dinoseb bedraagt 0.006763. Op identieke wijze is de emissiefactor voor laterale uitspoeling (drainage) naar oppervlaktewater berekend (emissiefactor 0.012123).

Van dalapon is verondersteld dat het vooral op tijdelijk onbeteeld land wordt gebruikt. Als uitspoelingspercentage (voorjaar) voor dalapon is de mediane uitspoelingsgevoeligheid van alle gewassen gebruikt. De emissiefactor naar grondwater bedraagt 0.00545, de emissiefactor voor laterale uitspoeling bedraagt 0.01707.

TCA werd vooral gebruikt in graszaad (voorjaar) en op graanstoppels (najaar). Daarom zijn graszaad, wintertarwe en zomergerst verondersteld representatief te zijn voor de uitspoelingsgevoeligheid van gewassen waarin TCA werd gebruikt.

Gewas	Areaal (ha)	Uitspoel% voorjaar	Uitspoel% najaar
graszaad	28418	0.6106	2.227
wintertarwe	128276	3.707	13.3
zomergerst	36658	3.907	14.47

In graszaad werden lagere doseringen toegepast dan op stoppels, maar werd het middel met een hogere toepassingsfrequentie gebruikt. Indien men veronderstelt dat het gebruik in kg / ha / jaar voor de 3 gewassen hetzelfde was kan het areaal als weegfactor worden gebruikt om een gemiddelde emissiefactor voor uitspoeling van 0.1166 te berekenen. Op identieke wijze

kan een emissiefactor voor uitspoeling naar oppervlaktewater worden berekend. Deze bedraagt 0.1434.

Chloralhydraat is een precursor van TCA. Deze stof valt uiteen in TCA en vertoont vervolgens hetzelfde uitspoelingsgedrag. De emissiefactoren voor uitspoeling van chloralhydraat kunnen worden berekend uit de emissiefactoren van TCA door te corrigeren voor verschillen in molecuulgewicht. De emissiefactor van chloralhydraat voor uitspoeling naar grondwater bedraagt 0.1152 en voor uitspoeling naar oppervlaktewater 0.1417.

Op analoge wijze zijn emissiefactoren voor drainage en - voor geselecteerde stoffen - vervluchtiging vanuit de bodem uitgerekend.

Werkwijze ‘oude en nieuwe stoffen’

Voor een aantal stoffen ontbreken gegevens in ISBEST omdat ze niet meer of nog niet op de markt waren toen ISBEST werd gevuld of omdat het verbruik zo klein was dat de stoffen niet in ISBEST zijn opgenomen. Voor stoffen met een verbruik kleiner dan 500 kg per jaar is het gesommeerde verbruik verdeeld over 2 ‘hypothetische’ stoffen, namelijk ‘overige stoffen, open teelten’ en ‘overige stoffen, bedekte teelten’. De emissie van deze 2 ‘stoffen’ is berekend door het verbruik van deze ‘stoffen’ te vermenigvuldigen met mediane waarden van emissiefactoren van elk der emissieroutes. Van elk van deze ‘kleine oude stoffen’ is nagegaan in hoeverre zij in open, bedekte of beide teelten waren toegelaten. Het verbruik van stoffen met alleen toelating voor open resp. bedekte teelten is voor 100% aan de ‘overige stoffen, open teelten’ resp. ‘overige stoffen, bedekte teelten’ toebedeeld. Het verbruik van stoffen met toelating voor gebruik binnen zowel de open als de bedekte teelten is voor 90% aan ‘overige stoffen, open teelten’ en voor 10% aan ‘overige stoffen, bedekte teelten’ toegekend.

Voor de stoffen met een verbruik groter dan 500 kg per jaar is een emissiefactor afgeleid op basis van de uitspoelingsfractie en gegevens over vervangende stoffen (stoffen met een overeenkomstig toepassingspatroon).

5.4 Emissie naar grondwater

In de MJP-G evaluatie wordt de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar bodem en grondwater gezamenlijk geëvalueerd. De gezamenlijke emissie naar bodem en grondwater bestaat vooral uit emissie naar grondwater, waarbij de open teelten verreweg het grootste deel voor hun rekening nemen (tabel 5.1).

De emissie naar grondwater is sterk verlaagd van bijna 66 ton werkzame stof in de referentieperiode tot bijna 14 ton werkzame stof in 2000 (tabel 11). Deze reductie is in de periode tot 1995 het gevolg van het feit dat een aantal zeer uitspoelingsgevoelige stoffen in 1995 niet meer waren toegelaten.

Tabel 5.1 Emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar grondwater in de referentieperiode (1984-1988), 1995 en 2000.

Compartiment, sector	Emissie naar compartiment (ton werkzame stof / jaar)		
	1984-1988	1995	1998-2000
Grondwater, open teelten	66	20	14
Grondwater, bedekte teelten	0.06	0.03	0.03
Totaal	66	20	14
% van verbruik	0.33%	0.17%	0.12%

De stoffen die onder invloed van deze aanscherping van het toelatingsbeleid zijn verdwenen zijn TCA, chloralhydraat, dinoseb en dalapon. Daarnaast is onder invloed van de Regulering Grondontsmettingsmiddelen het verbruik van de natte grondontsmettingsmiddelen (cis)dichloorpropeen en metam-natrium sterk afgenomen. De reductie na 1995 is veel minder geweest. In deze periode worden de effecten van de kanalisatie van eind 1998 duidelijk zichtbaar. Het verbruik van stoffen als lenacil en atrazin

Tabel 5.2: Werkzame stoffen die in 1998-2000 verantwoordelijk waren voor meer dan 90% van de emissie naar het grondwater, vanuit zowel de open- als bedekte teelten, aangevuld met enkele stoffen die in het verleden tot een hoge emissie naar grondwater hebben geleid.

Werkzame stof	Emissie naar grondwater (kg werkzame stof / jaar)		
	1984-1988	1995	1998-2000
propachloor	4 757	8 652	6 349
aldicarb	4 509	4 295	3 726
(cis)dichloorpropeen	3 514	649	388
mancozeb	35	178	299
dicamba	101	200	280
terbutylazin	3	65	256
chloridazon	350	411	254
captan	206	369	247
MITC*	1 528	422	239
pendimethalin	160	260	236
bentazon	527	475	198
TCA	29 484	0	0
chloralhydraat	12 800	0	0
dinoseb (+acetaat)	3 592	0	0
atrazin	574	610	0
lenacil	505	1 042	0
dalapon	400	0	0
overige stoffen	2 832	2 775	1 358

* metaboliet van metam-natrium en dazomet

neemt af tot nul na intrekking van de toelating. Overigens bestaat de indruk dat het verbod van atrazin in de snijmaïs o.a. heeft geleid tot een toename van het verbruik van stoffen als terbutylazin en dicamba, met als gevolg ook meer uitspoeling van deze stoffen. Ongeveer de helft van de totale emissie naar grondwater wordt gevormd door de stof propachloor. De toename van de emissie van deze stof in de beginperiode valt grotendeels te verklaren uit een combinatie van een substitutie-effect (EPTC) en de areaaluitbreiding van snijmaïs. De laatste jaren is het verbruik van deze stof weer afgenomen, hetgeen zeer waarschijnlijk gerelateerd is aan de status 'landbouwkundig onmisbaar' die deze stof in 2000 heeft gekend.

De aanzienlijke reductie (80%) in de uitspoeling die in de MJP-G periode is bereikt is vooral terug te voeren op een vermindering van het verbruik van stoffen als chloralhydraat en TCA. Voor deze stoffen geldt, evenals voor dinoseb en dalapon, dat de toelating in de periode tot 1995 is komen te vervallen. Verder neemt de emissie van de natte grondontsmettingsmiddelen in deze periode sterk af als gevolg van een verlaagd verbruiksvolume. De ontwikkelingen in de emissie naar grondwater is mede het gevolg van de kanalisatie van stoffen als atrazin. Het verbruik van deze stoffen is na 1998 dusdanig sterk afgenomen dat de berekende emissies van deze stoffen in het tweede deel van de MJP-G periode zijn gereduceerd tot nul.

5.5 Kanttekeningen

De wijze waarop in de voorliggende studie de emissies van gewasbeschermingsmiddelen zijn geëvalueerd wijkt af van de wijze waarop dat in de Tussenevaluatie 1995 is gebeurd. In het kort worden hier die verschillen nader toegelicht die een grote invloed hebben gehad op de uitkomsten:

- Drainage en uitspoeling zijn voor de in tabel 5.2 genoemde stoffen nu tegelijkertijd berekend, terwijl in 1995 achteraf een uitsplitsing is gemaakt op basis van de totale en gemiddelde verdeling van water in Nederland over deze twee stromen.
- De laatste jaren is veel nieuwe (landbouwkundige) informatie beschikbaar gekomen. Denk daarbij vooral aan de hoeveelheid landbouwkundige informatie over verbruiksverhoudingen van gewasbeschermingsmiddelen over gewassen, de implementatiegraad van emissiebeperkende maatregelen en bijbehorende toedieningstechnieken. Deze informatie was anno 1995 slechts beperkt beschikbaar.
- De huidige emissies zijn berekend met verbeterde emissiemodellen, zoals het uitspoelingmodel PEARL (Van der Linden *et al.*, 1989; Leistra *et al.*, 2001; Tiktak *et al.*, 2000) en deels met nieuwe instrumenten. In de tussenevaluatie was het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen emissies vanuit bedekte en onbedekte teelten. Doordat in 2000 het specifiek op de bedekte teelten gerichte emissieschema GLAMI beschikbaar kwam (Liefstijn *et al.*, 2000) is dit onderscheid in de thans uitgevoerde eindevaluatie wel gemaakt. De emissie naar lucht wordt door het nieuwe instrumentarium circa 2.5 maal lager geschat dan door het instrumentarium dat tijdens de tussenevaluatie is gebruikt.
- Er is gebruik gemaakt van een nieuwe kennis over de hydrologie, hetgeen heeft geleid tot een factor 2 hogere schatting van de emissie naar grond- en oppervlaktewater.

Naast de hierboven genoemde verschillen die vaak compartimentbreed doorwerken in de rekenuitkomsten, blijken toch ook sommige zeer stofspecifieke aspecten doorslaggevend te zijn op de uitkomsten van de Eindevaluatie. Meest opvallend hierbij zijn de rekenuitkomsten van de natte grondontsmettingsmiddelen, (cis)dichloorpropeen en metam-natrium (Brouwer *et al.*, 2000). Voor deze stoffen wordt de emissie naar grondwater momenteel beduidend lager geschat dan werd berekend tijdens de Tussenevaluatie. Dit is het gevolg van het gebruik van kwalitatief betere invoergegevens (omzettingssnelheden).

Door een lagere berekende emissie van natte grondontsmettingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater voor alle periodes neemt het aandeel van deze stofgroep binnen het totaal van stoffen sterk af.

5.6 Kwaliteit

Een groot aantal factoren heeft invloed op de uitkomst van de berekeningen, waaronder:

- de geselecteerde stofconstanten;
- de selectie van middelen, waardoor slechts een klein deel van alle middelen met een grote mate van detail is doorgerekend;
- de verdeling van de verschillende gewassen over Nederland, met name of deze voor een belangrijk deel geteeld worden in gebieden met veel drainage (laag Nederland) of in gebieden met weinig drainage (hoog Nederland);
- de verdeling van gewasbeschermingsmiddelen over de verschillende gewassen;
- de interceptie van middelen door gewassen (indien middelen verspoten worden);
- de verdeling van middelen over voor en najaarstoepassing;
- het gebruik van een hydrologische schematisatie van Nederland die is toegespitst op nutriënten, niet op gewasbeschermingsmiddelen.

De grootte van de invloed is slechts beperkt onderzocht. Van de stofconstanten halfwaardetijd en sorptiecoëfficiënt is bekend dat deze sterk niet-lineair doorwerken op het resultaat; een factor 2 in een van beide constanten kan het resultaat met een factor 10 beïnvloeden. Gekozen is voor de waarden die in de toelatingsevaluatie zijn vastgesteld.

De niet-geselecteerde stoffen zorgen voor 5 tot 15 % van de berekende uitspoeling. Voor de geselecteerde middelen wordt in de selectieprocedure soms een hogere en soms een lagere uitspoeling berekend, afhankelijk vooral van de stofeigenschappen en de verdeling van het verbruik over Nederland. Verwacht wordt dat zowel onderschattingen als overschattingen voorkomen en dat de invloed op het totaal gering is.

De verdeling van het verbruik van een bepaalde stof over Nederland en over de verschillende gewassen heeft grote invloed op de berekende uitspoeling, zowel als gevolg verschillen in interceptie, verschillen in bodemeigenschappen en verschillen in de hydrologie (verdeling tussen drainage en uitspoeling). De verdeling is berekend met ISBEST en dus gebaseerd op gemiddelde landelijk verbruik op de verschillende gewassen. Een verfijning kan tot substantieel andere resultaten leiden.

In deze evaluatie is een aantal factoren verondersteld gelijk te zijn voor de verschillende jaren, omdat er geen exacte informatie voor de verschillende jaren beschikbaar was. Daarmee worden de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen en de verdeling ervan over de gewassen doorslaggevend in de bereikte resultaten.

5.7 Literatuur

- Boesten JJTI, Linden AMA van der. *Modeling the influence of sorption and transformation on pesticide leaching and persistence*. J Environ Qual 20, 1991, p 425-435.
- Brouwer WWM, Vos JHTJ, Van der Linden AMA, Luttik R, Merkelbach RCM. 2000. *Milieuindicator 2000. Een indicator voor effecten van gewasbeschermingsmiddelen op grond en oppervlaktewater*. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, Verslagen en mededelingen 205.
- Freijer JI, Tiktak A, Hassanizadeh SM, Linden AMA van der. 1996. *PESTRAS v3.1: A one-dimensional model for the assessment of the fate of pesticides in soil*. RIVM report 715501007.
- Leistra M, Van der Linden AMA, Boesten JJTI, Tiktak A, Van den Berg F. 2001. *PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems; Descriptions of the processes in FOCUS PEARL v 1.1.1*. Alterra report 013, RIVM report 711401009. ISSN 1566-7197.
- Lieffijn, H., J. Deneer, M. Leistra (2000). *Schatting van de emissie van bestrijdingsmiddelen uit de glastuinbouw*. Een nulmeting (1997) ten behoeve van het Milieuconvenant Glastuinbouw en Milieu. EC-LNV rapport 249. Expertisecentrum LNV, Ede.
- Linden AMA van der, Boesten JJTI. 1989. *Berekening van de mate van uitspoeling en accumulatie van bestrijdingsmiddelen als functie van hun sorptiecoëfficiënt en omzettingssnelheid in bouwvoormateriaal*. RIVM/IOB rapport 728800003.
- Tiktak A, Van den Berg F, Boesten JJTI, Van Kraalingen D, Leistra M, Van der Linden AMA. 2000. *Manual of FOCUS PEARL version 1.1.1*. RIVM report 711401008, Alterra report 28.
- Tiktak A, Linden AMA van der, Swartjes FA. 1994 *PESTRAS: a one dimensional model for assessing leaching and accumulation of pesticides in soil*. RIVM report 715501003.
- Tiktak A, Linden AMA van der, Merkelbach RCM. 1996. *Modeling pesticide leaching at a regional scale in the Netherlands*. RIVM/SC-DLO report 715801008
- Tiktak A, De Nie DS, Van der Linden AMA, Kruijne R. 2002. *Modeling the risk of pesticide leaching at a regional scale in the Netherlands. The GeoPEARL model*. Agronomie (4). In press.

6. Emissie naar lucht

Auteurs:	J.W. Deneer	(Alterra)
	R.C.M. Merkelbach	(Alterra)
	R. Smidt	(Alterra)
Editor:	D.S. de Nie	(RIVM)

6.1 Inleiding

Definitie

Onder het milieucompartment lucht wordt alle lucht verstaan boven percelen met een agrarische bestemming. Emissie naar dit compartiment treedt op als gevolg van een groot aantal vervluchtigingsroutes in zowel open- als gesloten teelten.

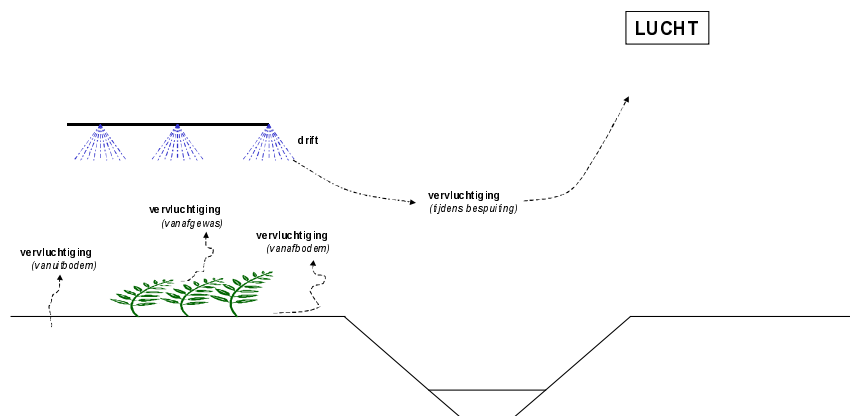
6.2 Emissieroutes

Een uitgebreidere beschrijving en kwantificering van de verschillende routes die leiden tot emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar de lucht wordt gegeven in paragraaf 2.5.4.4.

6.2.1 Open teelten

Routes die bijdragen aan de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar lucht vanuit de open- en bedekte teelten:

- vervluchtiging tijdens bespuiting
- vervluchtiging vanaf gewas
- vervluchtiging vanaf kale grond/grond onder gewas
- vervluchtiging vanuit bodem (grondontsmettingsmiddelen)



Figuur 6.1 Schematische weergave van de emissieroutes vanuit open teelt naar het compartiment lucht.

Vervluchtiging tijdens toepassing

De vervluchtiging tijdens toepassing is relevant voor alle stoffen die verspoten worden. Hierbij treedt verdamping op van werkzame stof uit de spuitvloeistof en emissie via zeer fijne

druppels en aërosolen. Over deze emissieroute is nog weinig bekend. In deze evaluatie is een vaste vervluchtigingsfractie van 3% aangehouden voor alle werkzame stoffen (Holterman, 2000).

Vervluchtiging vanaf gewas

De methodiek die gehanteerd wordt om de emissies naar de lucht vanaf het gewas te kwantificeren geldt alleen gewasbespuitingen.

De emissie vanaf gewas wordt beschreven met behulp van een regressieformule die is opgesteld op basis van een literatuuroverzicht (Smit *et al.*, 1998). Deze regressieformule is opgenomen in het Informatiesysteem Bestrijdingsmiddelen (ISBEST) (Smidt, 2002). Binnen ISBEST wordt de bedoelde regressieformule gecombineerd met de gewasdepositie, hetgeen leidt tot emissiefactoren voor alle afzonderlijke werkzame stoffen.

Door deze emissiefactoren te combineren met het landelijk verbruik van deze stoffen in vollegrondsteelten kan op nationale schaal de emissie van bestrijdingsmiddelen vanaf het gewas naar de lucht worden geschat.

Indien de gewasdepositie gewasspecifiek en/of regionaal wordt gedifferentieerd kunnen ook gewas- of regiospecifieke emissiefactoren worden afgeleid. Combinatie van regionale emissiefactoren met regionaal bestrijdingsmiddelengebruik leidt tot regionale schattingen van de emissie van bestrijdingsmiddelen vanaf het gewas naar de lucht.

Vervluchtiging vanaf bodem

De methodiek die gehanteerd wordt om de emissies naar de lucht vanaf de bodem te kwantificeren geldt voor zowel bodem- als gewasbespuitingen. De methodiek heeft verder betrekking op alle toepassingen met uitzondering van formuleringen in granulaatvorm en stoffen die worden ingewerkt of geïnjecteerd.

De emissie vanaf de bodem wordt beschreven met behulp van een regressieformule die is opgesteld op basis van een literatuuroverzicht (Smit *et al.*, 1997). Deze regressieformule is opgenomen in het Informatiesysteem Bestrijdingsmiddelen (ISBEST) (Smidt, 2002). Binnen ISBEST wordt de bedoelde regressieformule gecombineerd met de bodembelasting van een gegeven werkzame stof, hetgeen leidt tot een nationale emissiefactor voor deze stof (zie ook Hoofdstuk 2.5.4.4 Emissieroutes in ISBEST v4.0).

Door deze nationale emissiefactoren te combineren met het landelijk verbruik van deze stoffen in vollegrondsteelten kan op nationale schaal de emissie van bestrijdingsmiddelen vanaf de bodem naar de lucht worden geschat.

Indien de bodembelasting gewasspecifiek en/of regionaal wordt gedifferentieerd kunnen ook gewas- of regiospecifieke emissiefactoren worden afgeleid. Combinatie van regionale

emissiefactoren met regionaal bestrijdingsmiddelengebruik leidt tot regionale schattingen van de emissie van bestrijdingsmiddelen vanaf de bodem naar de lucht.

Om van vervluchtigingsfracties naar emissiefactoren te komen is gecorrigeerd voor de hoeveelheid drift naar oppervlaktewater. Immers niet het totale volume van een toepassing bereikt daadwerkelijk het grond- of gewasoppervlak. Deze correcties zijn gespecificeerd per gewas en toepassingstechniek.

Werkwijze oude en nieuwe stoffen

Verondersteld is dat de bodemdepositie en de gewasdepositie van de oude of nieuwe stof hetzelfde deel van zijn gebruik is als bij de vervangende stof. Voor de oude of nieuwe stof is een vervluchtigingsfactor voor vervluchtiging vanaf bodem en gewas berekend op basis van zijn stofeigenschappen (of indien dit niet mogelijk was zijn de mediane waarde voor vervluchtigingsfactoren gebruikt). De emissiefactor naar lucht is berekend op basis van deze vervluchtigingsfactoren en de veronderstelde verdeling van de stof over bodem en gewas na toepassing.

Vervluchtiging vanuit de bodem

De methodiek die gehanteerd wordt om de emissies naar de lucht vanuit de bodem te kwantificeren geldt alleen bodembehandelingen waarbij de bestrijdingsmiddelen in de bodem worden gebracht. Het betreft hier uitsluitend stoffen die worden geïnjecteerd, worden ingespit of die na toepassing worden ondergewerkt.

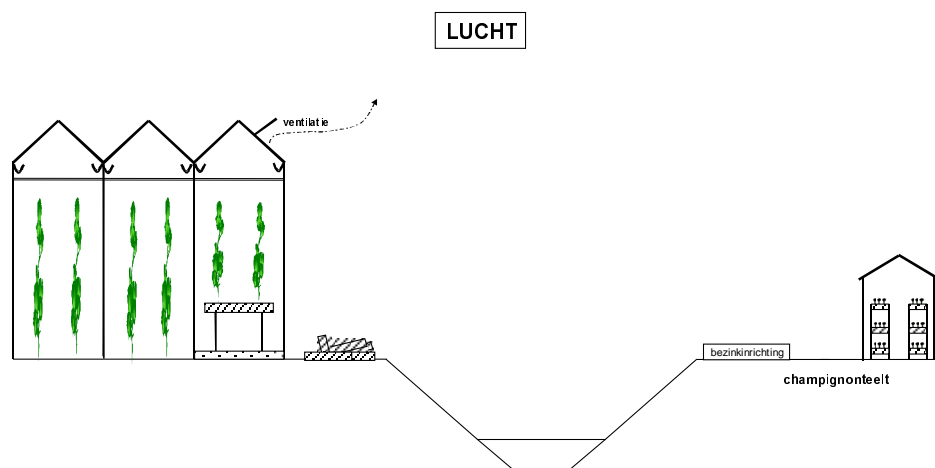
De emissie vanuit de bodem wordt beschreven met behulp van het simulatiemodel PEARL (Leistra *et al.*, 2001; Tiktak *et al.*, 2000). Met dit model is het mogelijk om op basis van een door ISBEST gegenereerde bodembelastingen emissiefactoren naar de lucht vanuit de bodem te berekenen voor elke afzonderlijke werkzame stof.

Door deze emissiefactoren te combineren met het landelijk verbruik van deze stoffen in vollegrondsteelten kan op nationale schaal de emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit de bodem naar de lucht worden geschat.

Indien de bodembelasting gewasspecifiek en/of regionaal wordt gedifferentieerd kunnen ook gewas- of regiospecifieke emissiefactoren worden afgeleid. Combinatie van regionale emissiefactoren met regionaal bestrijdingsmiddelengebruik leidt tot regionale schattingen van de emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit de bodem naar de lucht.

6.2.2 Bedekte teelten

Er is zeer weinig informatie beschikbaar over de emissie van gewasbeschermingsmiddelen vanuit bedekte teelten naar lucht. Aangenomen wordt dat de emissie vanuit kassen wordt bepaald door de dampdruk van het betreffende bestrijdingsmiddel (werkzame stof), in combinatie met de toepassingstechniek (Baas en Huygen, 1992). Dit alles is vervat tot één



Figuur 6.2 Schematische weergave van de emissieroutes vanuit bedekte teelt naar het compartiment lucht.

emissieroute (figuur 6.2).

De methode om emissiefactoren af te leiden is identiek aan de methode die tijdens de Tussenevaluatie is gebruikt (EE1996). Voor gewasbeschermingsmiddelen die in de vorm van granulaten worden toegepast is verondersteld dat zij niet bijdragen aan de emissie naar lucht.

6.3 Emissies

In tabel 6.1 wordt een overzicht gegeven van de bijdragen van de verschillende sectoren aan de emissie naar lucht.

Tabel 6.1 Emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar lucht in de referentieperiode (1984-1988), 1995 en 2000.

Sector	Emissie naar lucht (ton werkzame stof / jaar)		
	1984 – 1988	1995	1998-2000
Open teelten, totaal	1 760	1 128	990
Bedekte teelten, totaal	473	72	43
Totaal	2 233	1 200	1 033
% van verbruik	11.1%	9.9%	9.2%

De emissie naar lucht wordt anno 2000 vooral bepaald door emissies vanuit de open teelten. Een beperkt aantal stoffen neemt een groot deel van de totale emissie voor haar rekening (zie tabel 6.2). De emissie vanuit de bedekte teelten was in de referentieperiode grotendeels het gevolg van het verbruik van methylbromide voor grondontsmetting. Deze toepassing is sinds 1991 niet langer toegelaten.

Tabel 6.2 Werkzame stoffen die in 1998-2000 verantwoordelijk waren voor meer dan 90% van de emissie naar lucht, vanuit zowel de open- als bedekte teelten, aangevuld met enkele stoffen die in het verleden tot een hoge emissie naar lucht hebben geleid.

Werkzame stof	Emissie naar lucht (ton werkzame stof / jaar)		
	1984 – 1988	1995	1998-2000
(cis)dichloorpropeen	905	167	114
minerale olie*	30	70	75
propamocarb-HCl	7	17	74
fluazinam	0	40	55
chloorthalonil	14	18	54
mancozeb	6	28	46
mecoprop(-p)	45	40	38
propachloor	23	42	31
MCPA	20	25	30
fenpropimorf	29	29	28
captan	21	37	25
metoxuron	11	22	24
maneb	58	30	21
folpet	7	22	20
glyfosaat	4	12	19
zineb	14	13	16
dimethoat	9	24	16
MITC**	48	15	15
tolyfluanide	5	14	15
2,4-D	29	21	14
bentazon	39	32	13
cymoxanil	<1	7	12
parathion-ethyl	33	20	12
chloormequat	5	10	11
thiometon	7	3	11
fentin-acetaat	38	20	10
methylbromide	419	0	0
DNOC	35	72	0
quintozeen	27	0	0
overige stoffen	345	350	234
totaal	2 233	1 200	1 033

* als insecticide

** metabool van metam-natrium en dazomet

In het verloop van de referentieperiode naar 2000 is de emissie naar lucht met meer dan 50% gedaald. Deze reductie is in de periode tot 1995 het gevolg van het feit dat een aantal zeer vluchtige stoffen in 1995 niet meer was toegelaten. Dit geldt voor stoffen als methylbromide en quintozeen. Daarnaast is onder invloed van de Regulering Grondontsmettingsmiddelen het verbruik van de natte grondontsmettingsmiddelen (cis)dichloorpropeen en metam-natrium begin jaren '90 sterk afgenomen. De reductie na 1995 is veel minder geweest. Toch is er in de laatste periode een verdere daling van de emissie van de natte grondontsmettingsmiddelen geweest die volgt uit een verbruiksreductie. Ook het verbod van DNOC heeft geleid tot een aanmerkelijke reductie.

De emissie van de stof (of beter stofgroep) minerale olie is daarentegen sterk gestegen. Dit lijkt een direct gevolg van de spectaculaire uitbreiding van het areaal lelies begin jaren negentig. Minerale olie wordt in lelie vooral ingezet als virusbestrijder (insecticide). De daadwerkelijke emissie van deze stof(groep) is overigens aanzienlijk hoger dan de 75 ton uit tabel 4.2.2, immers minerale olie wordt deels ook gebruikt als hulpstof, maar geldt volgens de wet dan niet als bestrijdingsmiddel (sinds 1995). Voor de stoffen fluazinam, chloorthalonil en mancozeb geldt een toename als gevolg van substitutie ten koste van met name maneb en fentin-acetaat. Het betreft hier de zogenaamde phytophthora-bestrijdingsmiddelen. Voor de stof propamocarb-HCl moet nog worden opgemerkt dat de stof voornamelijk in kassen wordt gebruikt en daar voornamelijk via druppelen wordt toegediend. De 74 ton emissie naar lucht van deze stof komt echter voort uit berekeningen waarbij de stof een gewasbespuiting kent. De berekeningen lijken derhalve voor deze stof een overschatting te geven van de werkelijke emissie naar lucht.

6.4 Kwaliteit

6.4.1 Emissie vanuit bedekte teelt

De berekening van de emissie naar lucht vanuit de bedekte teelten is gebaseerd op een methodiek die is ontworpen aan de hand van zeer beperkte experimentele informatie over verdamping van middelen en emissie uit kassen. De schattingen sluiten aan bij ervaringsfeiten dat zeer vluchtige middelen in zeer hoge concentraties in de lucht in kassen worden aangetroffen en ook vaak in oppervlaktewater in de onmiddellijke nabijheid van kassen in relatief hoge concentraties worden gemeten. Er is echter niet aan te geven in welke mate de emissieschattingen de werkelijkheid benaderen en of eventuele afwijkingen tussen schattingen en werkelijkheid voor sommige stofgroepen (gecategoriseerd naar dampdruk, wateroplosbaarheid) groter dan wel kleiner zullen zijn dan voor groepen van stoffen met duidelijk andere fysisch-chemische eigenschappen. Het lijkt echter waarschijnlijk dat de geschatte totale emissie naar de lucht vanuit bedekte teelten een overschatting is van de werkelijke emissie. Voor toepassingen waarvan proefondervindelijk bekend is dat zij bijna geen emissie naar de lucht geven, zoals druppelen en aangieten, is in het rekenschema

aangenomen dat zij tot dezelfde emissies naar de lucht leiden als optreden bij het verspuiten van middelen.

6.4.2 Emissie vanuit open teelt

Vervluchting vanaf bodem/gewas

Het in deze evaluatie gebruikte ISBEST instrumentarium (beschreven in hoofdstuk 2.5) is een belangrijke verbetering ten opzichte van het instrumentarium dat gebruikt is in de emissie-evaluatie 1995. De verbeteringen hebben vooral betrekking de vervluchting vanaf bodem en/of gewas door het meer gedetailleerde verloop in de gewas- en bodemdepositie in de tijd, in overeenstemming met verbruik in de tijd. Een tweede voordeel schuilt in het gebruik van stof-specifieke vervluchtigingsfactoren in plaats van algemene rekenregels in de vorige evaluatie. Er wordt zelfs intrinsiek rekening gehouden met eventuele omzetting van de vervluchtigde stoffen, want de rekenregels zijn gebaseerd op metingen van de vervluchtigingsnelheden in het veld.

Vervluchting tijdens toepassing

De vervluchting tijdens toepassing is een nieuwe emissieroute voor de emissie-evaluatie. Zoals beschreven in hoofdstuk 2.7 *Kwaliteit* is een belangrijke winst geboekt in het opstellen van een sluitende materiaalbalans. Bij het opstellen van een materiaalbalans werden de ontbrekende hoeveelheden in de som van bodem- en gewasdepositie veelal toegewezen aan emissie tijdens toediening.

Een groot verschil met de vervluchting vanaf bodem en/of gewas is dat deze route onafhankelijk is van de stoffeigenschappen. Immers al de aanwezige stoffen in de fractie spuitvloeistof zullen meegaan in deze route, omdat het gaat om de fractie zwevende spuitdruppels die tijdens het spuitproces 'ontsnappen'. Dit verklaart ook de aanwezigheid van niet vluchtige stoffen in de atmosferische depositie.

6.5 Literatuur

Baas, J. & C. Huijgen (1992). *Emissie van gewasbeschermingsmiddelen uit kassen naar de buitenlucht*. TNO-Instituut voor Milieuwetenschappen (IMW), Delft.

CBS (1999). Landbouwtelling 1999. Centraal Bureau voor de Statistiek. Rijswijk. Digitaal Bestand.

EE1996 *MJP-G Emissie-evaluatie 1995. Achtergronddocument*. Ministerie LNV, IKC-L, Ede, rapport IKC-L 7, 1996.

- Holterman, H.J., 2000. *Kalibratie van het driftmodel IDEFICS*. IMAG-rapport (in voorbereiding). IMAG, Wageningen.
- Leistra M, Van der Linden AMA, Boesten JJTI, Tiktak A, Van den Berg F. 2001. *PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems; Descriptions of the processes in FOCUS PEARL v 1.1.1*. Alterra report 013, RIVM report 711401009. ISSN 1566-7197
- Lieffijn, H., J. Deneer en M. Leistra (2000). *Schatting van de emissie van bestrijdingsmiddelen uit de glastuinbouw. Een nulmeting (1997) ten behoeve van het Milieuconvenant Glastuinbouw en Milieu*. Rapport 249, Expertisecentrum LNV, Ede.
- Smidt, R.A. 2002 (in voorbereiding). *Ontwerp en realisatie van het informatiesysteem voor bestrijdingsmiddelen (ISBEST 4.0). Beschrijving van de inhoud en achtergrond van een database voor bestrijdingsmiddelen ten behoeve van de MJP-G Emissie-evaluatie 2000*. Alterra, Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen.
- Smit, A.A.M.F.R., Van den Berg, F. and M. Leistra (1997). *Estimation method for the volatilization of pesticides from fallow soils*. Environmental Planning Bureau series 2, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Smit, A.A.M.F.R., M. Leistra and F. van den Berg (1998). *Estimation method for the volatilization of pesticides from plants*. Environmental Planning Bureau series 4, DLO Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands.
- Tiktak A, Van den Berg F, Boesten JJTI, Van Kraalingen D, Leistra M, Van der Linden AMA. 2000. *Manual of FOCUS PEARL version 1.1.1*. RIVM report 711401008, Alterra report 28.

7. Atmosferische depositie

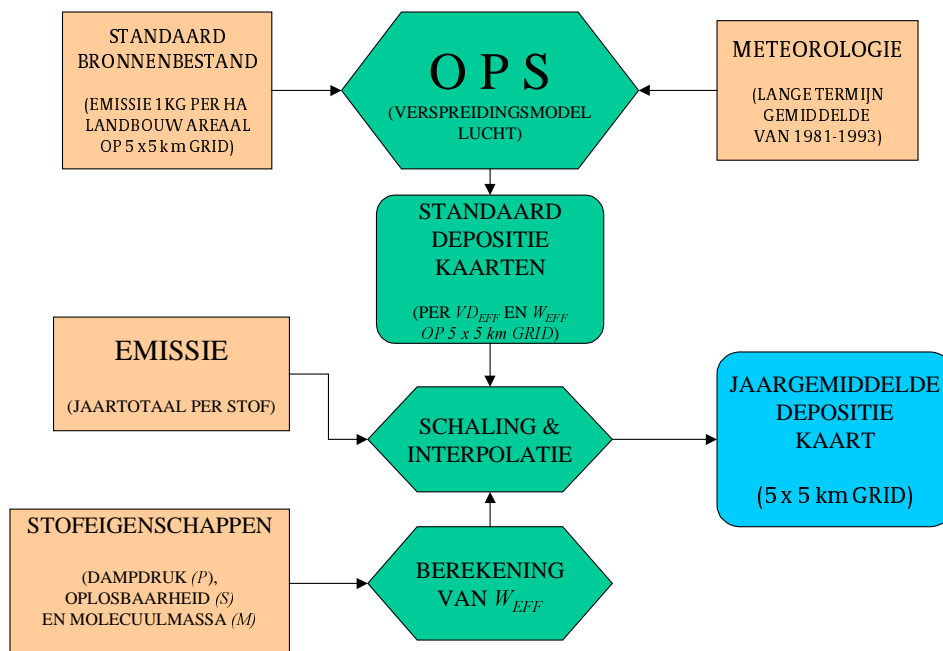
Auteurs:	B.A. Jimmink	(RIVM)
	J. Matthijsen	(RIVM)
	A.M.A. van der Linden	(RIVM)
Editor:	D.S. de Nie	(RIVM)

7.1 Inleiding

Emissie naar de lucht levert verreweg de grootste bijdrage aan de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen (zie hoofdstuk 6. Emissie naar lucht). Depositie vanuit de atmosfeer levert een indirecte belasting van bodem en oppervlakte. Indirect omdat het medium lucht geen onderdeel van het cultuurterrein is. Atmosferische depositie maakt in strikte zin geen onderdeel uit van de emissie-evaluatie van het MJG-G. Omdat de emissie naar lucht zo groot is, is het toch van belang te weten hoe groot de belasting vanuit de atmosfeer is.

In dit hoofdstuk wordt de atmosferische depositie berekend met behulp van het OPS model (Operationeel model Prioritaire Stoffen) (Van Jaarsveld, 1991). Dit model is getoetst voor NO_x en SO_x , maar niet voor gewasbeschermingsmiddelen. Omdat verder nog veel aannames gedaan moesten worden over de emissies van de gewasbeschermingsmiddelen naar de lucht, moeten de resultaten als een indicatie worden gezien. Verdere modelontwikkeling, onder andere toetsing aan metingen, is gaande, maar kon niet worden meegenomen in dit rapport.

7.2 Emissieroutes en berekeningen



Figuur 7.1 Overzicht van de berekening van de atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen.

Figuur 7.1 geeft een overzicht van de uitgevoerde berekeningen en verwerking van de data. De berekening van de totale atmosferische depositie omvat 4 stappen.

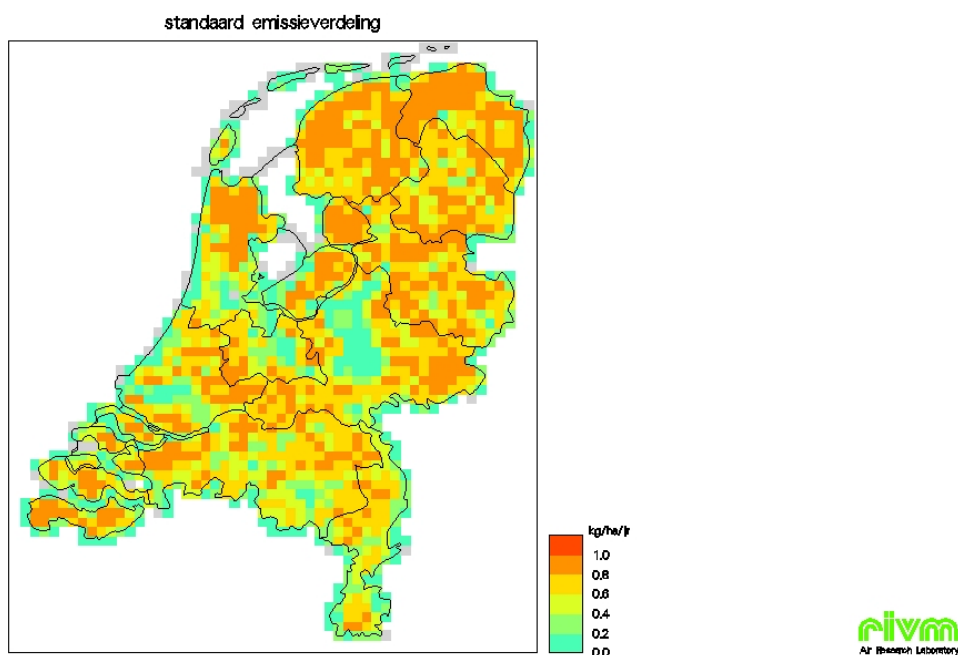
1. Berekening van depositiekaarten voor hypothetische stoffen op basis van een standaard emissie. De hypothetische stoffen, gekarakteriseerd door een effectieve natte depositiecoëfficiënt en een effectieve droge depositiesnelheid, maken het mogelijk om via interpolatie de depositie af te leiden voor elke stof.
2. Interpolatie in de (hypothetische) depositiekaarten voor individuele stoffen op basis van molmassa, oplosbaarheid en verzadigde dampspanning. Dit levert depositiefactoren voor de individuele stoffen.
3. Berekening van de depositie per stof door vermenigvuldiging van het verbruik in de verschillende perioden met de depositiefactor van de stof.
4. Sommatie van de depositie van alle afzonderlijke stoffen voor de verschillende perioden.

Invoer

Voor de berekeningen is gebruikt gemaakt van vier typen invoergegevens:

1. stoffeigenschappen van alle gewasbeschermingsmiddelen (zie § 2.3 Stoffeigenschappen);
2. de landgebruikskaart van Nederland (LGN3);
3. een klimaatkaart van Nederland met daarin opgenomen langetermijn-gemiddelden voor neerslag, temperatuur en wind voor de periode 1981 – 1993;
4. emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het compartiment lucht (zie § 2.5.4.4 en hoofdstuk 6.).

Voor de berekeningen is er vanuit gegaan dat emissies alleen plaatsvinden vanaf cultuurterreinen (landbouwpercelen).



Figuur 7.2 Standaard emissiepatroon. Emissie in een gridcel in kg/ha/jaar is gelijk aan de fractie landbouwareaal binnen de gridcel.

De LGN3 kaart is bewerkt waarbij de landgebruikclassen aardappelen, bebouwing in agrarisch gebied, bieten, bollen, boomgaard, glastuinbouw, granen, gras, maïs en overige landbouwgewassen zijn samengevoegd tot de klasse landbouw en de overige klassen tot de klasse niet (figuur 7.2). Vervolgens is voor elke gridcel van $5 * 5 \text{ km}^2$ het relatieve oppervlak van beide klassen berekend. IJsselmeer en Waddenzee zijn van de berekeningen uitgesloten.

Berekeningen

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van het OPS model (Operationeel model Prioritaire Stoffen), versie 3 (Van Jaarsveld, 1991). Hierbij is aangenomen dat er geen omzetting van stoffen in het compartiment lucht plaatsvindt. Met andere woorden: alle naar de lucht geëmitteerde stof komt ook weer in de vorm van atmosferische depositie terug; een deel daarvan zal in het buitenland deponeren. Verder is aangenomen dat de emissiesnelheid vanaf een cultuurterrein constant is in de tijd.

Bepalend voor de depositie zijn de effectieve droge depositiesnelheid en de effectieve natte depositiecoëfficiënt van een stof. Dit uiteraard naast de invoergegevens: emissie naar de lucht en het klimaatbestand. Voor de berekeningen is het klimaat constant verondersteld. Het 'effectieve' van de natte en de droge verwijdering verwijst naar verdiscontering van het verzadigingsproces en een verdeling van de modelstof tussen de gas- en deeltjesfase. De naar lucht geëmitteerde hoeveelheid stof wordt geacht zich onmiddellijk te verdelen over de gasfase en de zich in de lucht bevindende vaste deeltjes (aërosolen).

Voor de effectieve droge depositiesnelheid ($V_{d,eff}$) is een constante waarde aangenomen van $V_{d,eff} = 1.10^{-6} \text{ m s}^{-1}$. Deze lage waarde houdt in dat de effectieve droge depositie verwaarloosbaar bijdraagt aan de totale depositie.

De effectieve natte verwijderingscoëfficiënt wordt berekend met (Van Pul *et al.*, 1998):

$$W_{eff} = R_{pg} W_p + (1 - R_{pg}) W_g$$

Waarin:

R_{pg} de verhouding tussen de aërosol- en de gasfase van de stof

W_p dimensieloze scavenging coëfficiënt voor aërosol, constant 7.10^5

W_g de natte verwijderingscoëfficiënt voor de gasfase

R_{pg} wordt gegeven door:

$$R_{pg} = (c \varphi) / (p + c \varphi)$$

Waarin:

c constante van Junge (0.17 Pa m) (Junge, 1977)

φ achtergrond aërosol oppervlakte ($1.5 * 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$) (Whitby, 1978)

p dampdruk [mPa]

En W_g is afhankelijk van de dimensieloze Henry coëfficiënt K_H :

$$W_g = 1/K_H = RT/H = RTs/pM$$

Met:

- R universele gasconstante (8.3144 Pa m³ mol⁻¹ K⁻¹)
 T temperatuur (283 K)
 H Henry coëfficiënt (p*M / s, Pa mol⁻¹ m³)
 S oplosbaarheid [mg l⁻¹]
 M molmassa [g mol⁻¹]

Depositiekaarten zijn berekend voor hypothetische stoffen met de karakteristieken zoals gegeven tabel 7.1

Tabel 7.1 Hypothetische waarden van variabele W_{eff} waarmee is gerekend.

Klasse	W_{eff} dimensieloos	W_{eff} dimensieloos
1	10 ⁰	1
2	10 ¹	10
3	10 ²	100
4	10 ^{2.5}	316
5	10 ³	1000
6	10 ⁴	10000
7	10 ^{4.5}	31623
8	10 ⁵	100000
9	10 ^{5.5}	316230
10	10 ⁶	1000000
11	10 ⁷	10000000

De depositiefactor van een gewasbeschermingsmiddel werd gevonden middels interpolatie, na berekening van de variabelen R_{pg} en W_g . Voor stoffen waarvoor één of meerdere stofeigenschappen ontbraken werd de mediane depositiefactor van alle stoffen met bekende stofeigenschappen genomen. Vervolgens werd per stof de depositie uitgerekend door het gemiddelde verbruik in perioden 1984- 1988, 1995 en 1998 – 2000 te vermenigvuldigen met de depositiefactor. Tot slot werden de deposities van alle stoffen gesommeerd.

7.3 Deposities

De totale (natte en droge) atmosferische depositie is berekend voor Nederland, exclusief IJsselmeer en Waddenzee. De berekeningen hebben uitsluitend betrekking op het landbouwkundig verbruik van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland. De geconstateerde veranderingen in het verloop van de referentieperiode naar 2000 zijn het directe gevolg van veranderingen in de emissies naar de lucht. De berekeningen geven aan dat iets meer dan

10% van de geëmitteerde hoeveelheid weer in Nederland deponeren. De rest – bijna 90% - deponeren in het buitenland, op de Noordzee, het IJsselmeer of de Waddenzee. Hierbij is aangenomen dat de omzetting in lucht verwaarloosbaar is.

Tabel 7.2 Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen in Nederland (depositie totaal zonder IJsselmeer en Waddenzee). Zie tabel 6.1 voor luchtmissie.

Periode	totale atmosferische depositie (ton/jaar)	totale luchtmissie (ton/jaar)
1984-1988	250	2 233
1995	98	1 200
1998-2000	108	1 033

In het verloop van de referentieperiode naar 2000 is de berekende atmosferische depositie met 57% gedaald, hetgeen iets meer is dan de berekende emissiedaling naar lucht. Deze reductie is in de periode tot 1995 voor een belangrijk deel het gevolg van het feit dat dinoseb vanaf 1995 niet meer is toegelaten (zie tabel 7.3).

Tabel 7.3 Stoffen met de grootste atmosferische depositie en hun relatieve bijdrage aan het totaal.

1984 - 1988	%	1995	%	1998 - 2000	%
metam-natrium	30.3	metam-natrium	15.2	propamocarb	15.0
dinoseb	23.7	fluazinam	8.6	fluazinam	10.5
mecoprop	10.2	minerale olie	8.2	minerale olie	8.0
maneb	6.0	captan	6.5	metam-natrium	6.9
minerale olie	4.8	maneb	6.3	MCPA	5.3
MCPA	2.0	MCPA	5.0	manzozeb	5.1
captan	1.8	propamocarb	4.0	glyfosaat	4.1
zineb	1.6	mancozeb	3.4	maneb	4.0
anilazin	1.1	zineb	2.9	captan	3.9
metamitron	1.0	glyfosaat	2.9	ferrosulfaat	3.3
overigen	17.6	overigen	37.1	overigen	34.1

Daarnaast is onder invloed van de Regulering Grondontsmettingsmiddelen het verbruik van de natte grondontsmettingsmiddelen (cis)dichloorpropeen en metam-natrium begin jaren '90 sterk afgenomen. In de periode van 1995 naar 2000 is er sprake van een lichte stijging, die voornamelijk het gevolg is van de toename van het verbruik van enkele specifieke middelen.

Uit tabel 7.2 blijkt dat circa 10% van de hoeveelheid emissie naar lucht weer terugkomt in de vorm van atmosferische depositie. De hoeveelheid oppervlaktewater is, afhankelijk van de regio in Nederland, zo'n 1 à 2 % van het landoppervlak. Een indicatieve schatting over de hoeveelheid atmosferische depositie die terecht komt in het oppervlaktewater geeft derhalve een emissie van ruwweg 1 000 tot 2 000 kg werkzame stof, ofwel 4-8% van de totale emissie naar oppervlaktewater. Bedenk daarbij dat er geen rekening is gehouden met

afbraakprocessen tijdens het (lucht)transport, hetgeen betekent dat de berekende emissies een overschatting geven.

De atmosferische depositie op het compartiment bodem is niet berekend. Als eerste benadering kan worden gegeven dat ongeveer 20% van het totale landoppervlak als natuur is geregistreerd. Bij evenredige depositie zou dan ongeveer 20000 kg op natuurgebieden (dus bodem) deponeren. Deze hoeveelheid is vele malen groter dan de driftdepositie op het compartiment bodem. Ook hier kan van overschatting sprake zijn, omdat geen rekening is gehouden met omzetting in lucht.

7.4 Kwaliteit

De depositie is alleen berekend voor emissies die in Nederland plaatsvinden. Een groot deel van die emissies verdwijnt over de landsgrenzen en deponeren derhalve niet in Nederland. Evenzo zal er import van gewasbeschermingsmiddelen via de atmosfeer in Nederland zijn. De grootte daarvan is onbekend.

Een groot aantal factoren heeft invloed op de uitkomst van de berekeningen, waaronder:

- het gelijkmatig verdelen van de emissie van een stof over cultuurterreinen, zowel in ruimte als in tijd;
- het verwaarlozen van de omzettingssnelheid van stoffen in het compartiment lucht;
- het veronderstellen dat de vaste droge depositiesnelheid $V_{d,eff}$ constant is;
- de aanname dat de scavenging coëfficiënt voor aërosolen constant is.

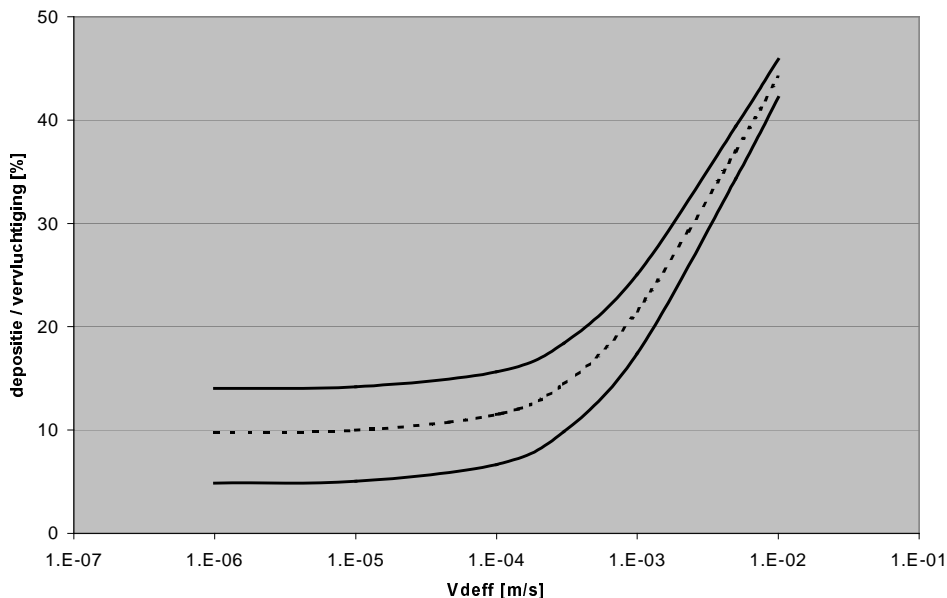
De invloed van het gelijkmatig verdelen van de emissie is nog niet bekend, maar wordt nader onderzocht. Gegeven de andere aannames wordt niet verwacht dat er alleen invloed is op de plaats van depositie, omdat de factoren die de natte en droge depositie bepalen ook niet variëren in ruimte en tijd. Er kan dus verschuiving zijn in de hoeveelheid die in Nederland deponeren. Zo ook zullen er verschuivingen optreden in de hoeveelheden die op oppervlaktewater en het compartiment bodem optreden.

Omzetting in de atmosfeer is verwaarloosd. Als er wel sprake is van omzetting, dan zal er minder stof deponeren. Er zal dan ook gelden dat er minder deponeren naarmate de verblijftijd in de atmosfeer groter is. Verwacht mag worden dat het relatieve aandeel van de depositie in Nederland toeneemt.

Het effect van een variatie in $V_{d,eff}$ is weergegeven in figuur 7.3. Bij een verwaarloosbare invloed van de droge depositiesnelheid – zoals aangenomen bij de berekeningen – deponeren ongeveer 10% in Nederland. Verhoging van $V_{d,eff}$ van 10^{-6} tot ongeveer 10^{-4} m s⁻¹ heeft nagenoeg geen effect op de verhouding depositie/emissie. Tot een $V_{d,eff}$ van 10^{-4} m s⁻¹ heeft de droge depositiesnelheid dus weinig invloed op de berekende resultaten. Bij $V_{d,eff} > 10^{-4}$ m s⁻¹ zien we bij een toename in $V_{d,eff}$ een stijging van de ratio depositie/emissie. Steeds meer

stof zal op kortere afstand van de bron deponeren. Bij een $V_{d,eff}$ van 10^{-2} m s⁻¹ zien we dat ongeveer 45% van de emissie in Nederland deponeert. Er is nog weinig bekend over de grootte van $V_{d,eff}$. De grootte hangt af van de uitwisseling van middelen aan het oppervlak, of er wel of geen sprake is van re-emissie. De $V_{d,eff}$ is mogelijk boven wateroppervlakken groter dan boven land, vooral als de wateroplosbaarheid van de stof relatief groot is. Meer onderzoek hiernaar is noodzakelijk.

De invloed van de scavenging coëfficiënt W_p is ook aangegeven in figuur 7.3. Het effect van W_p hangt af van de grootte van $V_{d,eff}$. Bij lage $V_{d,eff}$ is het effect van W_p groot; bij verlaging van $7 \cdot 10^5$ tot $1 \cdot 10^5$ daalt de depositie met 50% tot ongeveer 5%, bij verhoging tot $2 \cdot 10^6$ stijgt de depositie met ongeveer 50%. Als $V_{d,eff}$ groot wordt, dan neemt het effect van W_p relatief gezien af.



Figuur 7.3. Verhouding in procenten tussen de totale depositie en de emissie naar lucht (r_{dep}) van 531 gewasbeschermingsmiddelen en hulpstoffen voor Nederland als functie van de droge depositie snelheid. De gestippelde lijn geeft r_{dep} bij een W_p van $7 \cdot 10^5$. De zwarte lijnen geven de gevonden maxima en minima aan.

7.5 Literatuur

Jaarsveld JA van, 1991. *An Operational atmospheric transport model for Priority Substances; specification and instructions for use*, RIVM report 222501002, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, Netherlands.

- Junge CE, 1977. *Basic considerations about trace constituents in the atmosphere as related to the fate of global pollutants*. Suffet IH (ed.) Fate of pollutants in the air and water environment. Part I. Advances in environmental science and technology, vol. 8. Wiley Interscience, New York.
- Pul W.A.J. van, F.A.A.M. de Leeuw, J.A. van Jaarsveld, M.A. van der Gaag, C.J. Sliggers, 1998. *The potential for long-range transboundary atmospheric transport*. Chemosphere 37, 113 – 141.
- Whitby KT. 1978. *The physical characteristics of sulphur aerosols*. Atmos. Environm. 12, 135 – 159.

8. Monitoring

*Monitoring van gewasbeschermingsmiddelen in de
verschillende milieucompartimenten*

Auteur: J. Kamps (RIZA)

Editor: D.S. de Nie (RIVM)

8.1 Inleiding

Monitoring is een breed begrip. Een algemene omschrijving hiervan zoals ook gegeven in de tussenevaluatie is: het gedurende een relevante periode op bepaalde tijdsintervallen en relevante, gelijke locaties meten van gekozen parameters die als indicator gelden voor een te bestuderen proces c.q. toestand, volgens vooraf vastgestelde methodieken. Onder deze definitie vallen de metingen in een milieucompartiment naar stoffen maar ook het volgen van de implementatiegraad van bijvoorbeeld emissiereducerende technieken. Monitoring van de emissiereductie zou dus inhouden dat specifiek voor de emissie-evaluatie MJP-G parameters en locaties zouden moeten zijn gekozen die gedurende langere periode zijn gevolgd om een beeld te kunnen geven van de bereikte emissiereductie. Een dergelijke opzet is in het verleden niet gemaakt vandaar dat gebruik moet worden gemaakt van gegevens die door derden zijn aangeleverd en een landelijk beeld bieden. Daardoor is de gegevensverzameling in deze eind-evaluatie beperkt tot de meetgegevens over bestrijdingsmiddelen voor de compartimenten grondwater, oppervlaktewater en lucht. Voor het compartiment bodem is een dusdanig gering aantal metingen beschikbaar dat het niet zinvol is hiermee verder te gaan.

De tussenevaluatie geeft een aantal redenen waarom voor de verschillende compartimenten de meetgegevens niet kunnen worden gebruikt ter vergelijking van de emissieberekeningen. Op een aantal punten is de afgelopen jaren duidelijk vooruitgang geboekt, zoals betere meetprogramma's, bekendheid met de monsternamepunten en gericht onderzoek naar te verwachten stoffen. Maar er blijft een aantal (meer fundamentele) redenen over die niet zijn (kunnen worden) veranderd. Deze redenen maken dat het monitoren van de emissiereductie niet uitgevoerd kan worden, de belangrijkste staan hieronder vermeld.

Oppervlaktewater:

- Sommige middelen worden zo snel omgezet of zijn zo vluchtig of hechten zich voornamelijk aan de onopgeloste bestanddelen zodat ze niet of nauwelijks kunnen worden aangetoond; voor deze middelen worden dan systematische onderschattingen gegenereerd.
- Nog steeds is voor niet alle bestrijdingsmiddelen een adequate analysetechniek beschikbaar; er is in dit geval geen vergelijking mogelijk.
- Sommige emissieroutes leiden tot een instantane emissie naar oppervlaktewater, bijvoorbeeld drift, terwijl andere routes over een langere periode zijn uitgesmeerd. De instantane emissie kan tot (tijdelijk) veel hogere concentraties leiden dan de emissie die over langere tijd is uitgesmeerd, terwijl toch de bijdrage van de laatste aan de totale emissie (in kg) groter is.
- De metingen betreffen concentraties op bepaalde punten, de vertaling hiervan naar kilo's bestrijdingsmiddel is in de meeste gevallen niet mogelijk, omdat het ontvangende volume oppervlaktewater niet bekend is.

Grondwater:

- De metingen betreffen concentraties op bepaalde punten (zowel in ruimte als in tijd), de vertaling hiervan naar een vracht (kilo's) bestrijdingsmiddel is in de meeste gevallen niet mogelijk (of slechts bij grove benadering).
- Uitspoeling is een traag proces. De gemeten concentratie is niet duidelijk toe te schrijven aan één voorgaande periode.
- De metingen gebeuren aan stoffen en op plaatsen waarvan op basis van modelberekeningen ook verwacht wordt wat te vinden. Er wordt dus selectief gemeten. Er wordt daardoor meer aangetroffen dan op basis van landelijk gemiddelde situatie zou zijn te verwachten.
- De herkomst van de gevonden concentraties is niet altijd eenduidig terug te voeren naar een landbouwkundige bron. Ook door andere partijen worden middelen gebruikt, die in het grondwater gemeten kunnen worden.
- Bij de berekening van de uitspoeling wordt tot een bepaalde diepte de cumulatieve flux berekend. De hoeveelheid stof die daar terecht komt bepaald de berekende vracht. Bij bemonstering op een grotere diepte is een deel van het traject niet doorgerekend. Hierdoor kunnen afwijkingen ontstaan tussen de berekening en de werkelijk gemeten concentraties.
- Nog steeds is voor niet alle bestrijdingsmiddelen een adequate analysetechniek beschikbaar. Voor sommige stoffen is de detectiegrens van de beschikbare analysetechniek aan de hoge kant, waardoor niet afdoende kan worden aangetoond welke gemiddelde concentraties aanwezig is.

Lucht:

- De herkomst van de gevonden concentraties is niet altijd eenduidig terug te voeren naar een landbouwkundige bron. Ook door andere partijen en buitenland worden middelen gebruikt die in de lucht gemeten kunnen worden.
- Nog steeds is voor niet alle bestrijdingsmiddelen een adequate analysetechniek beschikbaar. Voor sommige stoffen is de detectiegrens van de beschikbare analysetechniek aan de hoge kant, waardoor niet afdoende kan worden aangetoond welke gemiddelde concentraties aanwezig is.
- De metingen betreffen (gemiddelde) concentraties op een bepaald punt, de vertaling hiervan naar kilo's bestrijdingsmiddel is in de meeste gevallen niet mogelijk.
- Naast emissie (vanaf het behandelde perceel) kan ook vervluchtiging vanuit andere compartimenten plaatsvinden van stoffen die daar via andere routes in terecht zijn gekomen.
- Doordat omzetting plaatsvindt kan geen kwantitatieve vergelijking plaatsvinden (hierbij moet gedacht worden aan halfwaardetijden van uren, niet van dagen of langer).

Naast voornoemde redenen is het van belang dat voor een goede monitoring ook de beginsituatie moet zijn vastgelegd. Over de voorgaande periode ontbreken echter de benodigde gegevens. In de tussen evaluatie was het hierdoor en door het ontbreken van recente gegevens ook niet mogelijk om concreet iets aan te geven over de monitoring van het MJP-G.

Conclusie uit het voorgaande is dat op basis van de huidige informatie er niet gesproken kan worden over de monitoring van de emissies: een *kwantitatieve evaluatie* van emissiehoeveelheden is op basis van meetgegevens *niet* mogelijk.

8.2 Kwalitatieve vergelijking

De beschikbare meetgegevens zijn niet met het doel geproduceerd om het MJP-G te evalueren. Op het gebied van bestrijdingsmiddel metingen in de milieucompartimenten is de afgelopen jaren echter veel gebeurd. Mogelijk kan de informatie op een andere wijze worden gebruikt. Vooral omdat voor de drie compartimenten toch een redelijk landsdekkend beeld kan worden verkregen over de aanwezigheid van (een aantal) bestrijdingsmiddelen. In plaats van een kwantitatieve evaluatie is een kwalitatieve vergelijking van de gemeten bestrijdingsmiddelen met de berekende emissies wel zinvol. Uit de gevonden gegevens worden de bestrijdingsmiddelen gehaald die de voornaamste probleemveroorzakers zijn voor het betreffende compartiment. Probleem is hierbij gedefinieerd als 'regelmatig aangetoond zijn'. De stoffen die op deze wijze geselecteerd zijn, worden daarna vergeleken met de uitkomsten van de modelberekeningen. Bij deze kwalitatieve vergelijking moet worden beseft dat lang niet alle stoffen onderzocht zijn. Door de hoge kosten en de problemen met de analysemethodes zijn veel stoffen en hun afbraakproducten nooit meegenomen in de meetcampagnes. Ook deze kwalitatieve analyse geeft hierdoor een beperkt beeld van de totale problematiek.

Met in achtneming van de voornoemde problemen heeft dit deel tot doel om op een kwalitatieve wijze verbanden te leggen tussen de modeluitkomsten en in de praktijk gevonden meetwaarden. Het is zeker niet de bedoeling om dit onderdeel te zien als een validatie van de uitgevoerde modelberekeningen; hiervoor geven de monitoringsgegevens een te versnipperd beeld en bovendien kunnen concentraties niet eenvoudig worden omgerekend tot vrachten (zie inleiding). In de onderstaande paragrafen staan de gebruikte gegevensbronnen. Er is gekozen voor de gegevensbronnen die een landelijk beeld schetsen van de problematiek, waarop een kwaliteitsbeoordeling heeft plaatsgevonden en vrij recent zijn verschenen.

8.2.1 Gebruikte gegevens

Oppervlaktewater

In het oppervlaktewater wordt verreweg het meest gemeten. Het grootste aantal locaties waar naar het voorkomen van een bepaald bestrijdingsmiddel is gezocht bedraagt 370. De waterkwaliteitsbeheerders hebben als onderdeel van hun taak de plicht om de waterkwaliteit te volgen en te bewaken. Iedere waterkwaliteitsbeheerder heeft hiervoor een eigen monitoringsprogramma opgesteld. De beheerder is vrij om zelf te bepalen welke parameters, op welke punten en hoe vaak gemeten moet worden. Hierdoor ontstaan grote verschillen tussen de gegevens die per waterkwaliteitsbeheerder jaarlijks beschikbaar komen. Om een landelijk beeld te krijgen van de omvang en ernst van de bestrijdingsmiddelenproblematiek stelt werkgroep V van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) regelmatig een rapportage¹ op. De laatste rapportage heeft betrekking op de jaren 1997 en 1998. De doelstellingen van deze rapportage zijn een zo volledig mogelijk beeld geven van de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in de Nederlandse oppervlaktewateren en eventuele trends en ontwikkelingen zichtbaar te maken. De gegevens betreffen onderzoek uit routinematige meetnetten, maar ook uit projectmatige onderzoeken. In deze rapportage zijn de resultaten verwerkt van ca 15000 meetreeksen over 1997 en bijna 19000 meetreeksen over 1998. Totaal zijn er over 175 stoffen gegevens beschikbaar. De CIW rapportage over 1997 en 1998 wordt gebruikt als vergelijkingsmateriaal voor de berekende oppervlaktewateremissies. Op basis van de meetgegevens over 1998 is tabel 1 opgesteld. De selectiecriteria voor deze stoffen zijn in meer dan 35 % van de metingen aangetoond en minimaal op 10 locaties metingen uitgevoerd.

De prioriteitsstelling in de CIW rapportage zelf is de frequentie van aantreffen, maar ook het percentage normoverschrijding. Het percentage normoverschrijding is zeer relevant om uitspraken te kunnen doen over de kwaliteit van het oppervlaktewater echter voor de vergelijking met de emissieberekeningen is deze factor niet alles bepalend. Het overschrijden van het Maximaal Toelaatbaar Risico zegt iets over de gevonden concentraties in relatie tot de aquatische toxiciteit van de bepaalde stof. Bij het berekenen van emissies is deze factor niet van belang. Bij de toelating van bestrijdingsmiddelen wordt dit aspect bij de beoordeling betrokken. Zodat het regelmatige overschrijden van de MTR duidt op herhaalde toepassing, verschillende emissieroutes, verschillende bronnen lozend op hetzelfde oppervlaktewater enz. Doordat het MTR een constante is voor een bepaalde stof kan bij een bepaalde overschrijdingsfactor wel naar concentraties worden omgerekend, maar dit is niet voldoende om daar vrachten uit af te leiden. Samen met de frequentie waarop deze stof is aangetroffen kunnen toch stoffen met de belangrijkste emissies naar oppervlaktewater naar voren komen.

¹ Commissie Integraal Waterbeheer, Bestrijdingsmiddelenrapportage 2000, Het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater in de jaren 1997 en 1998, juli 2000.

Grondwater

Door RIVM is eind 1999 een overzicht² opgesteld met de op dat moment bekende gegevens over de ondiepe - en de diepe grondwatermetingen. De bestaande gegevens zijn kritisch geëvalueerd en geanalyseerd om vast te kunnen stellen hoe groot het probleem met bestrijdingsmiddelen in grondwater is, om welke stoffen het gaat en in welke concentraties zij voorkomen. Een groot probleem bij het vaststellen van de grondwatergegevens is de lange verblijftijd waarbij eerder gedacht moet worden aan jaren dan aan dagen. Om deze reden is ervoor gekozen om alleen het ondiepe grondwater 0 - 10 m te betrekken bij de vergelijking met de berekende emissievrachten voor uitspoeling. Aangezien het ondiepe grondwater het beste beeld geeft van de meest recente ontwikkelingen op het gebied van emissies. Daarnaast is vaak de herkomst van de verontreiniging onduidelijk waarbij de vraag moet worden gesteld of de gevonden concentraties afkomstig zijn van uitspoeling bij een landbouwkundige toepassing. Bij het overzicht uit tabel 2 moet verder bedacht worden dat een aantal van de meest aangetroffen stoffen momenteel niet meer toegepast worden. Deze worden in de vergelijking verder dan ook niet meegenomen. Verder is opvallend dat het aantal locaties waarop het ondiepe grondwater is gemeten gering is; maximaal 27 voor een individuele stof (het betreft hier openbare gegevens). In het diepe grondwater is het aantal locaties aanzienlijk groter namelijk 203. Het betreft hier locaties die gebruikt worden voor de drinkwaterproductie. In dit geval is het echter lang niet altijd duidelijk of de onderzochte stoffen wel in het intrekgebied zijn gebruikt.

Lucht

Naast enkele regionale meetcampagnes zoals door de provincie Zuid-Holland en het Waterschap Groot-Salland en verschillende specifieke projectonderzoeken is in het voorjaar van 1999 een landelijk meetnet opgestart, de uitvoering hiervan is in handen van TNO. De opdracht is verleend door de Interdepartementale Werkgroep Atmosferische Depositie.

Doel hiervan is de belasting van het Nederlandse grondgebied vanuit de atmosfeer vast te stellen. Op 18 meetstations is gedurende langer dan 1 jaar gemeten aan een regulier meetprogramma maar ook is op vier locaties een aanvullend onderzoeksprogramma uitgevoerd. De gegevens uit dit landelijke meetprogramma zijn recent gerapporteerd³ en worden gebruikt als vergelijkingmateriaal voor de berekende luchtmissies. Door de landelijke dekking van de gegevens is een goed beeld verkregen van aangetroffen bestrijdingsmiddelen. Bij de gegevens die zijn gevonden moet als beperking worden vermeld dat er geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de Nederlandse en de buitenlandse emissies. Afhankelijk van de windrichting kan de buitenlandse aanvoer een grote of minder grote rol spelen. Daarnaast kan transport en overslag een bron vormen. De metingen betreffen geen momentane metingen, maar metingen over een bepaalde tijdsperiode. Als gevolg van reacties kunnen stoffen uit de lucht verdwijnen, waardoor een kwantitatieve vergelijking onmogelijk is.

² RIVM, Pesticides in ground water: occurrence and ecological impacts, J. Notenboom *et al.*, November 1999, report 601506002.

³ TNO, Atmosferische depositie van POP in Nederland: Resultaten van de metingen in het jaar 2000, J.H. Duyzer en A.W. Vonk, mei 2001.

Ondanks de beperkingen die aan de gegevens uit ieder compartiment zijn verbonden geeft tabel 3 een overzicht van de voornaamste probleemstoffen. Door TNO zijn tevens de gegevens over de natte en droge depositie van bestrijdingsmiddelen bepaald. Voor sommige stoffen ligt de verdeling tussen lucht en water sterk aan de waterkant. Om te voorkomen dat deze stoffen niet worden meegenomen is een overzicht gemaakt van de natte depositie gegevens, zie tabel 4.

8.2.2 Vergelijking meetresultaten met berekeningen

Oppervlaktewater

Bij de emissie naar oppervlaktewater dient onderscheid te worden gemaakt tussen de routes uitspoeling en drift. De modelberekeningen voor uitspoeling hebben geresulteerd in een 13-tal stoffen die in hoge mate verantwoordelijk zijn voor de emissie naar oppervlaktewater (zie tabelhoofdstuk 3, tabel 3.3). 11 van deze 13 stoffen zijn als moederstof of als metaboliet aangetoond in het oppervlaktewater (Commissie Integraal Waterbeheer, 2000). Van deze 11 stoffen worden er zeven zelfs regelmatig gemeten en aangetroffen, waarvan 2 met grote regelmaat te weten, MCPA en bentazon. Voor de resterende 4 stoffen geldt dat ze niet regelmatig gemeten worden. Twee van de in tabel 3.2 genoemde stoffen zijn niet aangetroffen, te weten mancozeb (geen analysemethode) en pendimethalin.

Voor de drift naar oppervlaktewater zijn volgens de berekeningen 23 belangrijke stoffen aan te wijzen (zie hoofdstuk 3, tabel 3.4). Hiervan worden er 10 regelmatig aangetroffen in het oppervlaktewater, waarvan 4 met grote regelmaat te weten MCPA, mecoprop-p, carbendazim en bentazon. Voor de overige 13 stoffen geldt dat er 1 op minder dan 50 locaties wordt gemeten en 12 niet zijn gemeten.

Er zijn verder nog enkele stoffen die in relatief hoge concentraties in het oppervlaktewater worden aangetroffen, maar in de berekeningen niet als zodanig naar voren komen. Dit betreft grotendeels stoffen met een (deels) niet-landbouwkundige toepassing zoals dichlobenil (incl. BAM), diuron en glyfosaat (incl. AMPA). Ook zijn er stoffen aangetroffen die anno 2000 niet meer zijn toegelaten en als gevolg daarvan buiten de berekeningen van 2000 vallen, zoals atrazin, lindaan, fenthion en DDT.

Grondwater

De modelberekeningen hebben opgeleverd dat in het jaar 2000 een 11-tal werkzame stoffen verantwoordelijk zijn voor 90% van de emissie naar grondwater (zie hoofdstuk 5, tabel 5.2). Zes van deze 11 stoffen worden als moederstof of als metaboliet aangetoond in het ondiepe grondwater (1 – 10 m onder maaiveld) (Notenboom *et al.*, 1999). Hieronder de vier stoffen (en hun metabolieten) die volgens de modelberekeningen het meest uitspoelen namelijk propachloor, aldicarb, (cis-)dichloorpropeen en mancozeb. De overige 5 stoffen zijn niet gemeten. Het is dus niet bekend of deze stoffen zich in aantoonbare hoeveelheden in het grondwater bevinden.

Er zijn ook enkele stoffen die in relatief hoge concentraties in het grondwater worden aangetroffen, maar in de berekeningen niet als zodanig naar voren komen. Dit betreft grotendeels stoffen met een (deels) niet-landbouwkundige toepassing zoals dichlobenil (incl. BAM), diuron en glyfosaat (incl. AMPA). Ook zijn er stoffen aangetroffen die anno 2000 niet meer zijn toegelaten en als gevolg daarvan buiten de berekeningen van 2000 vallen, zoals atrazin.

Lucht

In het jaar 2000 zijn een groot aantal luchtmonsters geanalyseerd op de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen (Duyzer en Vonk, 2001). Daarnaast is ook de aanwezigheid van deze stoffen in regenwater, de zogenaamde natte depositie, bestudeerd. Volgens de modelberekeningen zijn 25 stoffen verantwoordelijk voor ruim 70% van de emissie naar lucht (zie hoofdstuk 6 tabel 6.2). Van deze 25 stoffen zijn er 3 frequent aangetoond in lucht te weten chloorthalonil, fluazinam en propachloor. Deze stoffen worden naast MCPA en mecoprop-p ook regelmatig aangetoond in regenwater. De genoemde 5 stoffen behoren volgens de berekeningen allen tot de top-10 van emitterende stoffen naar lucht. De andere 5 stoffen zijn niet gemeten. Van de overige 15 stoffen zijn er 5 wel gemeten maar niet frequent aangetroffen (captan, dimethoat, 2,4-D, bentazon, patrathion-ethyl). De resterende 10 zijn niet gemeten.

Er zijn ook enkele stoffen die in relatief hoge concentraties in de lucht worden aangetroffen, maar in de berekeningen niet als zodanig naar voren komen. Dit betreft grotendeels stoffen die inmiddels niet meer als bestrijdingsmiddel zijn toegelaten zodat ze buiten de berekeningen van 2000 vallen zoals DNOC, pentachloorfenol, en trifluralin. Verder moet we ons bij de luchtmetingen realiseren dat de herkomst van deze stoffen ook buiten Nederland kan liggen, terwijl de modelberekeningen alleen voor Nederland als bron rekenen.

8.3 Conclusies

Wanneer modeluitkomsten vergeleken worden met meetgegevens valt er een grote mate van overeenkomst te signaleren. Dat wil zeggen, dat stoffen volgens de berekeningen in relatief hoge mate naar het milieu emitteren, ook regelmatig en in hoge concentraties daadwerkelijk in het milieu worden aangetroffen.

Helaas is het nog steeds zo dat opvallend veel (belangrijke) stoffen niet regelmatig worden gemeten. Kijken we naar de meest emitterende werkzame stoffen dan zijn dat er volgens de berekeningen bij het compartiment lucht 15 van de 25 is 60%, bij oppervlaktewater resp. 6 van de 13 46% (uitspoeling) en 13 van de 23 is 57% (drift) en bij het compartiment grondwater 46%.

Van de stoffen die wel worden aangetoond, maar die volgens de berekeningen slechts beperkt emitteren geldt vrijwel steeds dat dit het gevolg is van niet-landbouwkundige bronnen, bronnen buiten Nederland en/of stoffen die in 2000 niet meer zijn toegelaten terwijl de meetresultaten stammen uit eerdere jaren.

Bijlage 1 Overzicht van ‘grote oude stoffen’

Overzicht van oude stoffen met een verbruik volgens RAB > 500 kg, die niet in de verbruiksgegevens van BIN/CBS 1998 voorkomen.

Werkzame stof
alachloor
alloxydim-natrium
ammoniumsulfaat
anilazin
anthrachinon
bendiocarb
bromacil
bromofos-ethyl
butoxycarboxim
calciumcyanide
captafol
chloorbufam
chloorthal
chloorthiamide
chloralhydraat
chloroxuron
cipc
cycloaat
cypermethrin
cyprofuram
dalapon
diallaat
dierlijke teerolie
difenoxuron
difenzoquat
dinoseb
dinoseb-acetaat
endosulfan
fenaminosulf
fluazifop-butyl
fluorchloridon
flurenol
formothion
IPC
kaliumzouten van vetzuren
mecoprop
methylisothiocyanaat
monocarbamide-dihydrogensulfaat (mcds)
na-dimeth.dithiocarb
natriumarseniet
n-octylbicyclohepteen-dicarboximide

pentachloorfenol
polybutenen
propazin
propetamfos
quatern.ammoniumverb
quintozeen
selectief werk.olie
steenkoolteerdest.
TCA
tetrachloorinfos
thiofanox
triadimefon
trichloronaat
trifluralin

Bijlage 2 Overzicht van ‘nieuwe stoffen’

Overzicht van stoffen die voor het eerst waren toegelaten in 1999 en/of 2000.

Werkzame stof
cinidon-ethyl-1999
clomazone (2000)
cyprodinil
dimethenamide
ferri fosfaat (2000)
fipronil (2000)
fludioxonil
imazamethabenz-methyl
nicosulfuron
pymetrozine
s-metolachloor

Bijlage 3 Overzicht van ‘kleine oude stoffen’

Overzicht van oude stoffen met een verbruik < 500 kg.

Werkzame stof
2-indolylboterzuur
2-naftoxyazijnzuur
alfa-cypermethrin
amm.kopersulfaat
ammoniumsulfamaat
ancymidol
benodanil
benzoylprop-ethyl
benzylbenzoaat
binapacryl
bioallethrin
carbofenothion
chloorflurenolmethyl
crimidine
cumatetralyl
cyfluthrin
cyhalothrin
diethyl-m-toluamide
dimethachloor
dinocap
di-n-propyl-isocinchomeronaat
dodecyldihydroxyethylbenzylamm.chl.
endothal-natrium
endrin
ethiofencarb
ethirimol
ethylkwikbromide
fenfuram
fenthion
ferbam
flucythrinaat
fluvalinaat (tau-)
fosmet
fuberidazol
hexazinon
imazamethabenz-methyl
isofenfos
joodfenvos
kopernaftenaat
koperoxychinolaat
lauryldimethylbenzylammoniumchloride
magnesiumfosfide

mcds
mefluidide
mepiquat-chloride
methoxychlor
methylkwikbenzoaat
methylnaftylaceetam.
methylnaftylazijnz.
naftaline
naftylazijnzuurhydrazide
nuarimol
o-fenylfenol
oxadixyl
oxycarboxin
paraffine olie (1997)
piroctanyliumbromide
plifenaat
profenofos
propylbutylfenoxyac.
s-methopren
streptom.griseovirid
strychnine
terbufos
tridemorf
trioxymethyleen
zinkfosfide

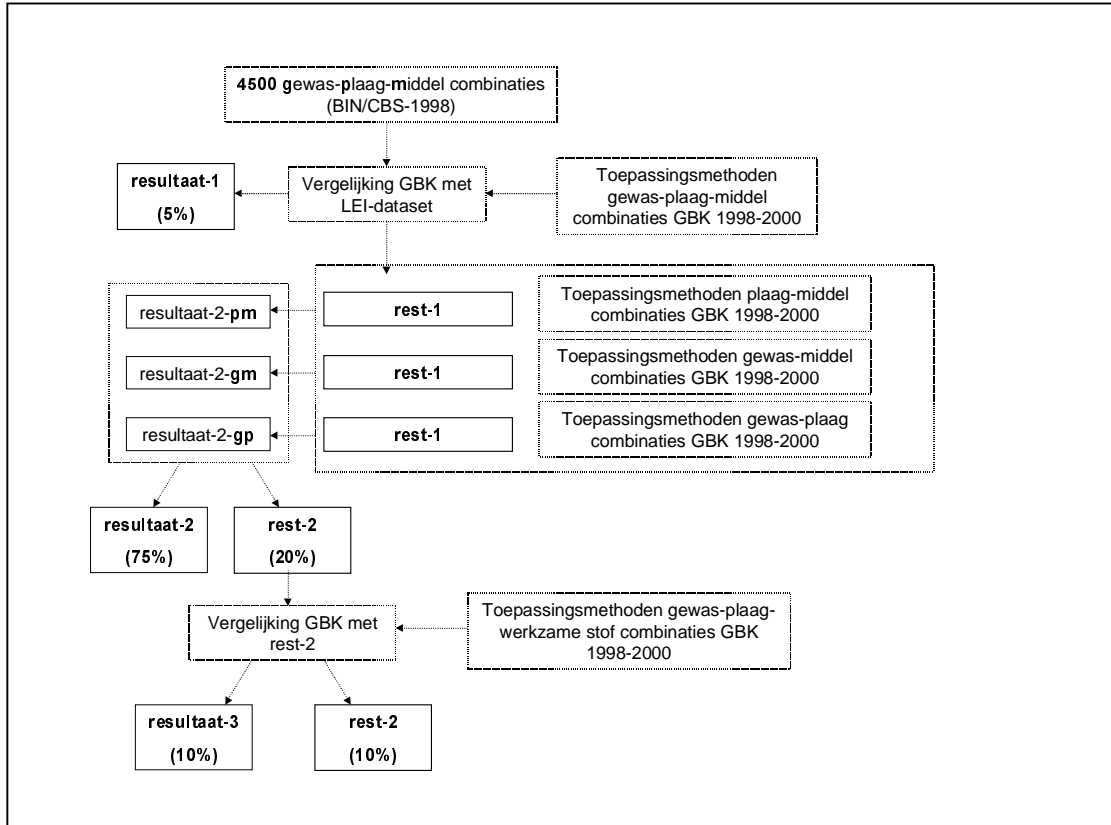
Bijlage 4 Overzicht van ‘hulp- en reststoffen’

Overzicht van stoffen die door Bureau Heffingen zijn gekenmerkt als ‘hulpstoffen’ of ‘reststoffen’ en waarvoor geen emissies zijn berekend.

a.a.polyglycolether	hulp
ammoniumthiocyanaat	hulp
boorzuur	rest
boraten	rest
borax	rest
calciumnitraat	rest
citronella-olie	hulp
cloquintoceet	hulp
dial.dichl.aceetam.	hulp
diamyl.eth.glycolet.	hulp
diamylfenoldekaethyleenglycolether	hulp
dichloormethaan	hulp
diethyleenglycol	hulp
ethyleenglycol	hulp
fenchlorazool-ethyl	hulp
geethoxyleerde_vetzuur_amine	hulp
glycolen	hulp
hexyleenglycol	hulp
iso-octylfenolpolyglycolether	hulp
n,n-diallyldichlooracetamide	hulp
natriumboraat	rest
natrium-p-tolueensulfonchlooramide	rest
nonylfenol-eth.glyc.	hulp
nonylfenolpolyglycolether	hulp
piperonylbutoxide	hulp
polyethethanoxy-tall	hulp
polyoxyeth.alk.am.	hulp
polyvinylacetaat	hulp
siliconen	hulp
teerolie	rest

Bijlage 5 Toewijzing toepassingsmethoden

Toewijzing toepassingsmethoden GBK aan gewas-plaag-middel combinaties verbruik LEI-dataset (BIN/CBS-1998).



Bijlage 6 Gegevens emissie beperkende maatregelen voor de herbiciden in ISBEST 4.0

Enquêtegegevens Herbiciden enquêtegewas	zonder teeltvrije zone (-LB)	teeltvrije zone (+LB)	veldspuit normaal	veldspuit met luchtondersteuning	veldspuit met afgeschermde spuitboom	handgedragen spuit	rijenspuit	beddenspuit	onkruidspuit	vliegtuigbespuiting met split-boom techniek	standaard doppen	driftarme doppen	kantdoppen	dwaarsroosterspuit of axiaalspuit	tunnelspuit	reflectieschermspuit	zonder windsingel	windsingel (vóór 2000)	zonder vanggewas of windsingel	vanggewas of windsingel	emissiescherm	
akk_aardappelen_cons	43%	57%	88%	10%	0%	0%	2%	0%	nvt	0%	30%	70%	75%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%	
akk_aardappelen_fabr	71%	29%	88%	10%	0%	0%	2%	0%	nvt	0%	65%	35%	45%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%	
akk_aardappelen_poot	45%	55%	88%	10%	0%	0%	2%	0%	nvt	0%	53%	47%	54%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%	
akk_overig_granen	9%	91%	90%	10%	0%	0%	nvt	0%	nvt	0%	45%	55%	66%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%	
akk_overig_grasland	32%	68%	86%	14%	0%	0%	nvt	0%	nvt	0%	30%	70%	87%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%	
akk_overig_graszaad	15%	85%	90%	10%	0%	0%	nvt	0%	nvt	0%	45%	55%	67%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%	
akk_overig_mais	14%	86%	85%	14%	0%	0%	1%	0%	nvt	0%	30%	70%	87%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%	
akk_overig_suikerbieten	10%	90%	75%	12%	0%	0%	13%	0%	nvt	0%	45%	55%	71%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%	
akk_uien_pootplant	44%	56%	90%	10%	0%	0%	0%	0%	nvt	0%	45%	55%	74%		nvt	nvt	100%	nvt	99%	1%	0%	
akk_uien_zaai	40%	60%	90%	10%	0%	0%	0%	0%	nvt	0%	45%	55%	64%		nvt	nvt	100%	nvt	99%	1%	0%	
bloembol_lilies	10%	90%	87%	10%	0%	1%	0%	2%	nvt	nvt	21%	79%	79%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%	
bloembol_overig	10%	90%	87%	10%	0%	1%	0%	2%	nvt	nvt	14%	86%	87%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%	
bloembol_tulpen	10%	90%	87%	10%	0%	1%	0%	2%	nvt	nvt	13%	87%	88%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%	
fruitteelt_appel	9%	91%	0%	nvt	nvt	nvt	0%	nvt	100%		97%	3%	nvt	0%	0%	0%	36%	64%	36%	64%	0%	
fruitteelt_peer	13%	87%	0%	nvt	nvt	nvt	0%	nvt	100%		97%	3%	nvt	0%	0%	0%	36%	64%	36%	64%	0%	
			HE/FU/IN						HE	FU/IN												
	-LB	+LB	+/-LB									+/- LB			+/-LB			-LB	+LB			

Enquêtegegevens Herbiciden enquêtegewas	zonder teelvrrije zone (-LB)	teelvrrije zone (+LB)	veldspuit normaal	veldspuit met luchtondersteuning	veldspuit met afscheremde spuitboom	handgedragen spuit	rijenspuit	beddenspuit	onkruidspuit	vliegtuigbespuiting met split-boom techniek	standaard doppen	driftarne doppen	kantdoppen	dwaarsstruomspuit of axiaalspuit	tunnelspuit	reflectieschermspuit	zonder windingsel	windingsel (voor 2000)	zonder vanggewas of windingsel	vanggewas of windingsel	emissiescherm	
	Lozingenbesluit			neerwaarts spuiten							doppen			opwaarts spuiten			(akker)rand					
boo_bos- en haagplantsoen	18%	82%	40%	10%	0%	40%	0%	nvt	10%	nvt	90%	10%	40%		nvt	nvt	100%	0%	92%	8%	0%	
boo_laan- en parkbomen	18%	82%	0%	nvt	nvt	nvt	0%	nvt	100%	nvt	90%	10%	nvt	0%	nvt	nvt	84%	16%	84%	16%	0%	
boo_rozenstruiken	13%	87%	40%	10%	0%	40%	0%	nvt	10%	nvt	92%	8%	5%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%	
boo_sierconiferen	21%	79%	40%	10%	0%	40%	0%	nvt	10%	nvt	81%	19%	40%		nvt	nvt	100%	0%	48%	18%	34%	
boo_sierh. en klimplanten	20%	80%	40%	10%	0%	40%	0%	nvt	10%	nvt	81%	19%	40%		nvt	nvt	100%	0%	47%	20%	33%	
boo_vaste planten	19%	81%	40%	10%	0%	40%	0%	nvt	10%	nvt	82%	18%	40%		nvt	nvt	100%	0%	67%	9%	24%	
boo_vruchtbomen	10%	90%	40%	10%	0%	40%	0%	nvt	10%	nvt	77%	23%	40%		nvt	nvt	100%	0%	92%	8%	0%	
vgg_aardbeien	17%	83%	38%	17%	0%	5%	33%	7%	nvt	nvt	74%	26%	54%		nvt	nvt	82%	18%	81%	18%	1%	
vgg_asperges	12%	88%	92%	7%	0%	1%	0%	0%	nvt	nvt	72%	28%	30%		nvt	nvt	93%	7%	93%	7%	0%	
vgg_prei	17%	83%	83%	8%	0%	0%	9%	0%	nvt	nvt	73%	27%	41%		nvt	nvt	100%	0%	95%	5%	0%	
vgg_schorseneren	35%	65%	95%	5%	0%	0%	0%	0%	nvt	nvt	69%	31%	30%		nvt	nvt	100%	0%	96%	4%	0%	
vgg_sla	32%	68%	95%	2%	0%	1%	2%	0%	nvt	nvt	76%	24%	54%		nvt	nvt	100%	0%	90%	8%	2%	
vgg_spruitkool	1%	99%	98%	2%	0%	0%	0%	0%	nvt	nvt	76%	24%	85%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	nvt	
vgg_witlofwortel	1%	99%	92%	8%	0%	0%	0%	0%	nvt	nvt	35%	65%	80%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	nvt	
vgg_stambonen	1%	99%	97%	3%	0%	0%	0%	0%	nvt	nvt	65%	35%	37%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	nvt	
vgg_was- en bospeen	43%	57%	98%	2%	0%	0%	0%	0%	nvt	nvt	72%	28%	28%		nvt	nvt	100%	0%	95%	5%	0%	
vgg_winterpeen	23%	77%	91%	3%	0%	0%	6%	0%	nvt	nvt	69%	31%	43%		nvt	nvt	100%	0%	94%	6%	0%	
			HE/FU/IN						HE	FU/IN												
	-LB	+LB	+/-LB							+/-LB			+/-LB			-LB		+LB				
	Lozingenbesluit		neerwaarts spuiten							doppen			opwaarts spuiten			(akker)rand						

Bijlage 7 Gegevens emissiebeperkende maatregelen voor de insecticiden en fungiciden in ISBEST 4.0

Enquêtegegevens Insecticide/fungicide enquêtegewas	zonder teeltvrije zone (-LB)	teeltvrije zone (+LB)	veldspuit normaal	veldspuit met luchtondersteuning	veldspuit met afgeschermde smuithoorn	handgedragen spuit	rijenspuit	beddenspuit	onkruidspuit	vliegtuigbespuiting met split-boom techniek	standaard doppen	driftarne doppen	kandoppen	dwarstroomsput of axiaalspuit	tunnelspuit	reflectieschermspuit	zonder windsingel	windsingel (vóór 2000)	zonder vangewas of windsingel	vangewas of windsingel	emissiescherm
akk_aardappelen_cons	43%	57%	86%	10%	0%	0%	2%	0%		2%	30%	70%	75%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%
akk_aardappelen_fabr	71%	29%	88%	10%	0%	0%	2%	0%		0%	65%	35%	45%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%
akk_aardappelen_poot	45%	55%	84%	10%	0%	0%	2%	0%		4%	53%	47%	54%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%
akk_overig_granen	9%	91%	90%	10%	0%	0%	nvt	0%		0%	45%	55%	66%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%
akk_overig_grasland	32%	68%	86%	14%	0%	0%	nvt	0%		0%	30%	70%	87%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%
akk_overig_graszaad	15%	85%	90%	10%	0%	0%	nvt	0%		0%	45%	55%	67%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%
akk_overig_mais	14%	86%	85%	14%	0%	0%	1%	0%		0%	30%	70%	87%		nvt	nvt	100%	nvt	100%	0%	0%
akk_overig_suikerbieten	10%	90%	75%	12%	0%	0%	13%	0%		0%	45%	55%	71%		nvt	nvt	100%	nvt	98%	2%	0%
akk_uien_pootplant	44%	56%	90%	10%	0%	0%	0%	0%		0%	45%	55%	74%		nvt	nvt	100%	nvt	99%	1%	0%
akk_uien_zaaï	40%	60%	90%	10%	0%	0%	0%	0%		0%	45%	55%	64%		nvt	nvt	100%	nvt	99%	1%	0%
bloembol_lilies	10%	90%	83%	10%	0%	1%	0%	2%		4%	21%	79%	79%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%
bloembol_overig	10%	90%	83%	10%	0%	1%	0%	2%		4%	14%	86%	87%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%
bloembol_tulpen	10%	90%	83%	10%	0%	1%	0%	2%		4%	13%	87%	88%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%
fruitteelt_appel	9%	91%	100%	nvt	nvt	nvt	0%	nvt	0%		97%	3%	nvt	97%	3%	0%	36%	64%	36%	64%	0%
fruitteelt_peer	13%	87%	100%	nvt	nvt	nvt	0%	nvt	0%		97%	3%	nvt	99%	1%	0%	36%	64%	36%	64%	0%
			HE/FU/IN						HE	FU/IN											
	-LB	+LB	+/-LB								+/- LB			+/-LB			-LB		+LB		

Enquêtegegevens Insecticide/fungicide enquêtegewas	zonder teeltvrije zone (-LB)		teeltvrije zone (+LB)		veldspuit normaal	veldspuit met luchtondersteuning	veldspuit met afschermdespruitboom	handgedragen spuit	rijenspuit	beddenspuit	onkruidspuit	vliegtuigbespuiting met split-boom techniek	standaard doppen	driftarme doppen	kandoppen	dwaarsstroemspuit of axiaalspuit	tunnelspuit	reflectieschermspuit	zonder windsingsel	windsingel (voor 2000)	zonder vanggewas of windsingel	vanggewas of windsingel	emissiescherm	
	Lozingenbesluit	neerwaarts spuiten																						doppen
boo_bos- en haagplantsoen	18%	82%	40%	10%	0%	50%	0%	nvt	0%			90%	10%	40%		nvt	nvt	100%	0%	92%	8%	0%		
boo_laan- en parkbomen	18%	82%	100%	nvt	nvt	nvt	0%	nvt	0%			90%	10%	nvt	100%	nvt	nvt	84%	16%	84%	16%	0%		
boo_rozenstruiken	13%	87%	40%	10%	0%	50%	0%	nvt	0%			92%	8%	5%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	0%		
boo_sierconiferen	21%	79%	40%	10%	0%	50%	0%	nvt	0%			81%	19%	40%		nvt	nvt	100%	0%	48%	18%	34%		
boo_sierh. en klimplanten	20%	80%	40%	10%	0%	50%	0%	nvt	0%			81%	19%	40%		nvt	nvt	100%	0%	47%	20%	33%		
boo_vaste planten	19%	81%	40%	10%	0%	50%	0%	nvt	0%			82%	18%	40%		nvt	nvt	100%	0%	67%	9%	24%		
boo_vruchtboomen	10%	90%	40%	10%	0%	50%	0%	nvt	0%			77%	23%	40%		nvt	nvt	100%	0%	92%	8%	0%		
vgg_aardbeien	17%	83%	38%	17%	0%	5%	33%	7%				74%	26%	54%		nvt	nvt	82%	18%	81%	18%	1%		
vgg_asperges	12%	88%	92%	7%	0%	1%	0%	0%				72%	28%	30%		nvt	nvt	93%	7%	93%	7%	0%		
vgg_prei	17%	83%	83%	8%	0%	0%	9%	0%				73%	27%	41%		nvt	nvt	100%	0%	95%	5%	0%		
vgg_schorseneren	35%	65%	95%	5%	0%	0%	0%	0%				69%	31%	30%		nvt	nvt	100%	0%	96%	4%	0%		
vgg_sla	32%	68%	95%	2%	0%	1%	2%	0%				76%	24%	54%		nvt	nvt	100%	0%	90%	8%	2%		
vgg_spruitkool	1%	99%	98%	2%	0%	0%	0%	0%				76%	24%	85%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	nvt		
vgg_witlofwortel	1%	99%	92%	8%								35%	65%	80%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	nvt		
vgg_stambonen	1%	99%	97%	3%								65%	35%	37%		nvt	nvt	100%	0%	100%	0%	nvt		
vgg_was- en bospeen	43%	57%	98%	2%								72%	28%	28%		nvt	nvt	100%	0%	95%	5%	0%		
vgg_winterpeen	23%	77%	91%	3%	0%	0%	6%	0%				69%	31%	43%		nvt	nvt	100%	0%	94%	6%	0%		
			HE/FU/IN					HE	FU/IN															
	-LB	+LB	+/-LB					+/- LB			+/-LB		-LB		+LB									
	Lozingenbesluit		neerwaarts spuiten					doppen			opwaarts spuiten		(akker)rand											

Bijlage 8 Techniekcombinaties volvelds-spuittoepassingen

Methodenaam	TechniekCode	TechniekNaam
volvelds-	axiaal_std_ws	axiaalspuit / windsingel
volvelds-	axiaal_std_zonder	axiaalspuit / open perceel
volvelds-	bedden_std_es	overkapte beddenspuit / emissiescherm
volvelds-	bedden_std_ws	overkapte beddenspuit / windsingel
volvelds-	bedden_std_zonder	overkapte beddenspuit / open perceel
volvelds-	dwars_std_ws	dwarsstroomspuit / windsingel
volvelds-	dwars_std_zonder	dwarsstroomspuit / open perceel
volvelds-	geweer_std_zonder	spuitgeweer / open perceel
volvelds-	hand_dad_es	handspuitboom / driftarme doppen / emissiescherm
volvelds-	hand_dad_vg	handspuitboom / driftarme doppen / vanggewas
volvelds-	hand_dad_ws	handspuitboom / driftarme doppen / windsingel
volvelds-	hand_dad_zonder	handspuitboom / driftarme doppen / open perceel
volvelds-	hand_std_es	handspuitboom / standaard doppen / emissiescherm
volvelds-	hand_std_vg	handspuitboom / standaard doppen / vanggewas
volvelds-	hand_std_ws	handspuitboom / standaard doppen / windsingel
volvelds-	hand_std_zonder	handspuitboom / standaard doppen / open perceel
volvelds-	onkruid_std_es	onkruidspuit / emissiescherm
volvelds-	onkruid_std_vg	onkruidspuit / vanggewas
volvelds-	onkruid_std_ws	onkruidspuit / windsingel
volvelds-	onkruid_std_zonder	onkruidspuit / open perceel
volvelds-	rij_std_es	rijenspuit / emissiescherm
volvelds-	rij_std_vg	rijenspuit / vanggewas
volvelds-	rij_std_ws	rijenspuit / windsingel
volvelds-	rij_std_zonder	rijenspuit / open perceel
volvelds-	tunnel_std_ws	tunnelspuit / windsingel
volvelds-	tunnel_std_zonder	tunnelspuit / open perceel
volvelds-	veld_dad_es	veldspuit / driftarme doppen / emissiescherm
volvelds-	veld_dad_vg	veldspuit / driftarme doppen / vanggewas
volvelds-	veld_dad_ws	veldspuit / driftarme doppen / windsingel
volvelds-	veld_dad_zonder	veldspuit / driftarme doppen / open perceel
volvelds-	veld_std_es	veldspuit / standaard doppen / emissiescherm
volvelds-	veld_std_vg	veldspuit / standaard doppen / vanggewas
volvelds-	veld_std_ws	veldspuit / standaard doppen / windsingel
volvelds-	veld_std_zonder	veldspuit / standaard doppen / open perceel
volvelds-	veldlo_dad_es	veldspuit-luchtondersteund / driftarme doppen /
volvelds-	veldlo_dad_vg	veldspuit-luchtondersteund / driftarme doppen / vanggewas
volvelds-	veldlo_dad_ws	veldspuit-luchtondersteund / driftarme doppen / windsingel
volvelds-	veldlo_dad_zonder	veldspuit-luchtondersteund / driftarme doppen / open
volvelds-	veldlo_std_es	veldspuit-luchtondersteund / standaard doppen /
volvelds-	veldlo_std_vg	veldspuit-luchtondersteund / standaard doppen / vanggewas
volvelds-	veldlo_std_ws	veldspuit-luchtondersteund / standaard doppen / windsingel
volvelds-	veldlo_std_zonder	veldspuit-luchtondersteund / standaard doppen / open
volvelds-	vliegtuig_std_vg	vliegtuigspuit / vanggewas
volvelds-	vliegtuig_std_zonde	vliegtuigspuit / open perceel

Bijlage 9 Conversietabel gewassen

Conversietabel voor extrapolatie van driftcijfers en emissiebeperkende maatregelen.

Gewas in verbruik BIN/CBS-1998	Enquêtegewas emissiebeperkende maatregelen	Driftgewas IMAG
Aardbeien	aardbeien	bollen
Appelen, oude aanplant, inclusief voorafgaand seizoen	appel	fruitteelt
Asperges	asperges	aardappelen
Blijvend grasland, inclusief Tijdelijk grasland	grasland	grasland/kale grond
Bos- en haagplantsoen	bos- en haagplantsoen	lage boomteelt
Bruine bonen, inclusief Kapucijners	stambonen	bieten
Cichorei	witlofwortel	mais
Consumptieaardappelen op klei, inclusief op zand of veen	consumptieaardappelen	aardappelen
Erwten (groen te oogsten)	suikerbieten	bieten
Fabrieksaardappelen	fabrieksaardappelen	aardappelen
Gladiolen	overige bloembollen	bollen
Graszaad	graszaad	granen
Hyacinten	overige bloembollen	bollen
Irissen	overige bloembollen	bollen
Laan- en parkbomen	laan- en parkbomen	laanbomen
Lelies	lelies	bollen
Narcissen	overige bloembollen	bollen
Peren, oude aanplant, inclusief voorafgaand seizoen	peer	fruitteelt
Poot- en plantuien	poot- en plantuien	bollen
Pootaardappelen op klei, inclusief op zand of veen	pootaardappelen	aardappelen
Prei	prei	bollen
Rozenstruiken	rozenstruiken	lage boomteelt
Schorseneren	schorseneren	aardappelen
Sierconiferen	sierconiferen	lage boomteelt
Sluitkool, inclusief Bewaarkool	spruitkool	mais
Snijmaïs, inclusief Korrelmaïs en Corn-cob-mix	mais	mais
Spruitkool	spruitkool	mais
Stambonen	stambonen	bieten
Suikerbieten	suikerbieten	bieten
Totaal Bloemkwekerijgewassen	overige bloembollen	bollen
Tulpen	tulpen	bollen
Vaste planten	vaste planten	lage boomteelt
Veldbonen, inclusief tuinbonen	stambonen	mais
Vruchtboomen	vruchtboomen	lage boomteelt
Was- en bospeen	was- en bospeen	aardappelen
Winterpeen	winterpeen	aardappelen
Wintertarwe	granen	granen
Witlofwortel	witlofwortel	mais
Zaaiuien, inclusief Zilveruitjes	zaaiuien	bollen
Zomergerst	granen	granen

Bijlage 10 Teeltvrije zone referentieperiode

Met de inwerking treding van het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (1 maart 2000) moeten teeltvrije zones worden nageleefd in combinatie met de gebruikte spuittechniek of emissie beperkende maatregel. Deze teeltvrije zones staan nauwkeurig omschreven in het Lozingenbesluit. Voor de referentieperiode is door IMAG een schatting gemaakt van de toen gebruikelijke teeltvrije zones:

Sector	Naam	teeltvrije zone	
akkerbouw	Consumptieaardappelen op klei, inclusief op zand of	0.75	
	Fabrieksaardappelen		
	Pootaardappelen op klei, inclusief op zand of veen		
	Poot- en plantuien		
	Zaaiuien, inclusief Zilveruitjes		
	Bruine bonen, inclusief Kapucijners	0.5	
	Erwten (groen te oogsten)		
	Suikerbieten		
	Veldbonen, inclusief tuinbonen		
	bloembollenteelt	Graszaad	0.25
		Wintertarwe	
		Zomergerst	
bloembollenteelt	Gladiolen	0.75	
	Hyacinten		
	Irissen		
	Lelies		
	Narcissen		
	Tulpen		
bloemisterij	Totaal Bloemkwekerijgewassen, incl. droogbloemen	0.75	
boomteelt	Laan- en parkbomen	1.50	
	Bos- en haagplantsoen	0.5	
	Rozenstruiken		
	Sierconiferen		
	Vaste planten		
	Vruchtbomen		
fruitteelt	Appelen, oude aanplant, inclusief voorafgaand seizoen	3	
	Peren, oude aanplant, inclusief voorafgaand seizoen		
groenteteelt vollegrond	Aardbeien	0.75	
	Asperges		
	Prei		
	Schorseneren		
	Was- en bospeen		
	Winterpeen		
	Cichorei	0.5	
	Sluitkool, inclusief Bewaarkool		
	Spruitkool		
	Stambonen		
Witlofwortel			
veehouderij	Snijmaïs, inclusief Korrelmaïs en Corn-cob-mix	0.5	
	Blijvend grasland, inclusief Tijdelijk grasland	0	

Bijlage 11 BASIS-driftcijfers

Tabel 1 Basisdriftcijfers (IMAG, Alterra) voor de referentieperiode in de emissie-evaluatie MJP-G 2000

Emissie periode	driftgewas	teeltvrije zone	Techniekcombinatie*	drift% (insteek-insteek)	Referentie *** reductieregels	
REF_84_88	aardappelen	0.75	veld_std_zonder	13.4%	ref.	
		0.75	veldlo_std_zonder	8.4%		
		0.75	vliegtuig_std_zonder	100%		
	bieten	0.50	veld_std_zonder	6.5%	ref.	
	bollen	0.75	veld_std_zonder	12.8%	ref.	
		0.75	veldlo_std_zonder	10.3%		
		0.75	vliegtuig_std_zonder	100%		
	laanbomen	1.50	axiaal_std_zonder	9.3%	ref.	
	lage boomteelt**	0.5	geweer_std_zonder	2.9%		
		0.5	veld_std_zonder	12.0%	ref.	
		0.5	veldlo_std_zonder	0.6%		
	fruitteelt	< 1 mei	3	dwars_std_zonder	18.7%	ref.
			3	dwars_std_zonder	7.7%	ref.
		> 1 mei	3	dwars_std_ws	5.5%	
			3	dwars_std_ws	0.8%	
	granen	0.25	veld_std_zonder	28.0%	ref.	
		0.25	veldlo_std_zonder	18.4%		
	grasland/kale grond	0	veld_std_zonder	15.0%	ref.	
		0	veldlo_std_zonder	10.5%		
	mais	0.5	veld_std_zonder	11.8%	ref.	

*) *Verklaring gebruikte afkortingen:*
Techniek: axiaal (axiaalspuit), bedden (overkapte beddenspuit), dwars (dwarsstroomspuit), geweer (spuitgeweer of spuitpistool), hand (handgedragen spuitboom), onkruid (onkruidspuit fruitteelt), rij (rijenspuit), tunnel (tunnelspuit), veld (veldspuit), veldlo (veldspuit met luchtondersteuning), vliegtuig (vliegtuigspuit)
Dop: std (standaard spuitdop), dad (driftarme spuitdop)
Perceelrand-afscherming: zonder (geen afscherming), ws (windsingel/windscherm), vg (vanggewas), es (emissiescherm)

**) *Aanvulling driftcijfers Alterra*

***) *Referentie driftpercentage waarop de reductieregels van toepassing zijn.*

Tabel 2 Basisdriftcijfers (IMAG, Alterra) voor de ijkperiode in de emissie-evaluatie MJP-G 2000

Emissie periode	driftgewas	teeltvrije zone	Techniekcombinatie*	drift% (insteek-insteek)	Referentie reductieregels
IJK_2000	aardappelen	1.5	veld_std_zonder	3.0%	ref.
		0.75	veld_std_zonder	6.8%	ref.
		1.5	veld_dad_zonder	1.9%	
		0.75	veld_dad_zonder	2.8%	
		1.0	veldlo_std_zonder	1.1%	
		0.75	veldlo_std_zonder	1.4%	
		1.0	veldlo_dad_zonder	0.5%	

Emissie periode	driftgewas	teeltvrije zone	Techniekcombinatie*	drift% (insteek-insteek)	Referentie reductieregels	
		0.75	veldlo_dad_zonder	2.7%		
		1.5	rij_std_zonder	0.5%		
		0.75	rij_std_zonder	0.5%		
		1.5	vliegtuig_std_zonder	1.8%		
		0.75	vliegtuig_std_zonder	3.7%		
	bieten	0.5	veld_std_zonder	2.0%		ref.
		0.5	rij_std_zonder	0.2%		
	bollen	1.5	veld_std_zonder	3.8%		
		0.75	veld_std_zonder	5.4%		
		1.0	veldlo_std_zonder	2.6%		
		0.75	veldlo_std_zonder	2.5%		
		1.0	bedden_std_zonder	0.2%		
		0.75	bedden_std_zonder	0.3%		
		1.5	vliegtuig_std_zonder	1.8%		
		0.75	vliegtuig_std_zonder	3.7%		
	laanbomen	5.0	axiaal_std_zonder	2.1%		ref.
		1.5	axiaal_std_zonder	9.3%		ref.
		5.0	onkruid_std_zonder	0.05%		
		1.5	onkruid_std_zonder	0.2%		
		5.0	onkruid_std_ws	0.02%		
	lage boomteelt**	1.5	veld_std_zonder	3.0%		ref.
		0.5	veld_std_zonder	6.0%		ref.
		0.5	hand_std_zonder	1.6%		
		0	hand_std_es	0.1%		
		1.5	onkruid_std_zonder	0.1%		
		0.5	onkruid_std_zonder	0.2%		
		1	onkruid_std_vg	0.1%		
		0	onkruid_std_es	0.02%		
	fruitteelt	< 1mei	3	dwars_std_zonder	18.7%	
		> 1mei	3	dwars_std_zonder	7.7%	
		< 1mei	3	dwars_std_ws	5.5%	
	fruitteelt		3	onkruid_std_zonder	0.1%	
			3	onkruid_std_ws	0.05%	
	granen	0.25	veld_std_zonder	17.1%		ref.
		0.25	veldlo_std_zonder	11.2%		
	grasland/kale grond	0.25	veld_std_zonder	9.1%		ref.
		0.25	veldlo_std_zonder	3.0%		
	mais	0.5	veld_std_zonder	7.2%		ref.
	mais	0.5	rij_std_zonder	0.5%		

*) Verklaring gebruikte afkortingen:

Techniek: axiaal (axiaalspuit), bedden (overkapte beddenspuit), dwars (dwarsstroomspuit), geweer (spuitgeweer of spuitpistool), hand (handgedragen spuitboom), onkruid (onkruidspuit fruitteelt), rij (rijenspuit), tunnel (tunnelspuit), veld (veldspuit), veldlo (veldspuit met luchtondersteuning), vliegtuig (vliegtuigspuit)

Dop: std (standaard spuitdop), dad (driftarme spuitdop)

Perceelrand-afscherming: zonder (geen afscherming), ws (windsingel/windscherm), vg (vanggewas), es (emissiescherm)

**) Aanvulling driftcijfers Alterra

***) Referentie driftpercentage waarop de reductieregels van toepassing zijn

Bijlage 12 Methode en gegevens RGO

Methode voor ontsluiting RGO-gegevens t.b.v. de Emissie-evaluatie 2000

2000:

- Dataset RGO-1998
- Aanpassen gewasgroepenindeling PD naar CBS-gewasindeling t.b.v. uitspoeling
- Aanpassen/actualiseren gemeente-indeling PD naar CBS-Landbouwtelling 1998
- Verdelen areaal ontsmet met onbekende stof specificatie over arealen ontsmet met dichloorpropeen en metam-natrium
- Seizoensindeling is gespecificeerder (op basis van de ingewonnen informatie) dan 1995 (en Ref.periode)

1995:

- Dataset RGO-1995
- Aanpassen gewasverdeling ISBEST3 naar uitspoelingsgevoelige gewassen 1998.
- Glastuinbouw apart stellen.
- Kilogrammen uitrekenen met dezelfde doseringen als 2000 (= dataset RGO-1998) om geen nieuwe verschillen te introduceren

84-88:

- gegevens 1995 gebruiken, waarbij alle arealen cis-dichloorpropeen worden omgerekend als ware het ontsmet met dichloorpropeen

Gebruikte dosering en gewasgroepindeling 2000 (1998):

Gewasgroep	CD	MN
aardappelen	85	300
aardbei planten	175	750
aardbeien (produktie)	175	750
asperge planten	175	750
bieten	75	300
diversen bloembollen	160	675
diversen bloemisterij gewassen	175	600
diversen boomkwekerij gewassen	230	750
diversen bos- en haagplantsoen(zaaibedden)	230	750
diversen droogbloemen (smilde)	175	600
diversen graszoden	120	750
diversen groentegewassen	175	750
diversen groenten planten (prei/kool)	175	750
diversen herinplant boomgaard	230	750
diversen intensieve bladgroenten	175	750
diversen kruiden	175	750
diversen vaste planten	230	750
gladiolen	160	750
gladiolen kleinbloemig	160	1000
halfjarige rozestruikjes	230	750
hyacinten	160	675

hyacinten op verwarmde grond	160	675
knolbegonia	160	675
knolcyperus	0	700
lelies	160	675
narcissen	160	675
plantuien/sjalotten	75	300
rozen (onderstammen)	230	750
tulpen	160	675
uien	75	300

Gebruikte dosering en gewasgroepindeling 1995 en ref.periode:

Gewasgroep	Seizoen	MN	CD	DD
Aardappelen	NJ	300	85	200
Aardbeien	VJ	750	175	340
Bieten	NJ	300	75	175
Bloembollen	NJ	675	160	311
Bloembollen glas	VJ	675	160	311
Bloemisterij	NJ	600	175	340
Bloemisterij glas	VJ	600	175	340
Boomkwekerij	NJ	750	230	542
Groenten	NJ	750	175	340
Groenten glas	VJ	750	175	340
Herinplant boomgaard	NJ	675	230	542
Uien	NJ	300	75	176
Vaste planten	NJ	750	230	447
Vaste planten glas	VJ	750	230	447

Ontsmette arealen 1998 tbv berekening emissiefactoren 2000:

Gewasgroep94-98	PD-gewasgroep	CD	MN
AA	aardappelen	7177.27	3645.26
AB	aardbeien (produktie)	76.17	114.51
AP	aardbei planten	61.03	139.35
BB	diversen bloembollen	8492.54	4450.33
BG	diversen intensieve bladgroenten		54.40
BH	diversen bos- en	0.66	10.85
BK	diversen boomkwekerij gewassen	213.81	2043.46
BL	diversen bloemisterij gewassen	40.34	64.07
BT	bieten	291.64	57.18
DB	diversen droogbloemen (smilde)	0.34	21.34
GL	gladiolen	422.37	175.14
GP	diversen groenten planten	9.90	355.75
GR	diversen groentegewassen	1080.60	5732.27
GZ	diversen graszoden	2.40	
HB	diversen herinplant boomgaard	51.90	111.87
HR	halfjarige rozestruikjes		1.35
HY	hyacinten	128.52	27.04
LE	lelies	184.72	121.73
NA	narcissen	49.02	3.61
RO	rozen (onderstammen)	0.05	52.28

TL	tulpen	1226.39	100.60
UI	uien	28.05	
VP	diversen vaste planten	108.31	230.34

Ontsmette arealen RGO-1995:

Gewasgroep	CD	DD	MN
Aardappelen	4304.09	129.60	4599.54
Aardbeien	158.40	27.54	356.21
Bieten	527.33	5.89	102.80
Bloembollen	1198.94	167.13	447.43
Bloemisterij	22.22	2.74	105.07
Boomkwekerij	21.18	5.38	431.16
Groenten	70.82	6.56	577.73
Herinplant boomgaard	2.64	2.60	40.43
Uien	12.16	1.37	8.08
Vaste planten	31.62	1.49	62.01

Ontsmette arealen (RGO-1995 tbv) referentieperiode:

Gewasgroep	DD	MN
Aardappelen	4433.68	4599.54
Aardbeien	185.94	356.21
Bieten	533.22	102.80
Bloembollen	1366.07	447.43
Bloemisterij	24.96	105.07
Boomkwekerij	26.55	431.16
Groenten	77.38	577.73
Herinplant boomgaard	5.25	40.43
Uien	13.53	8.08
Vaste planten	33.11	62.01

Toepassingsperioden natte Grondontsmettingsmiddelen

Informatie-winning tbv toekenning uitspoelingsperioden Emissie-evaluatie 2000

Uitspoelingsperioden (ML/EvdB):

- Pearl rekent met scenario's gebaseerd op uitspoelingsdata voor de Nederlandse standaard situatie, d.w.z. voorjaars-uitspoeling is gebaseerd op 25 mei, najaarsuitspoeling op 1 november.
- Een jaar wordt verdeeld in toepassingsperioden tbv de keuze voorjaar of najaar, in navolging van 'Rumb':
 - Voorjaar: maart t/m augustus
 - Najaar: september t/m februari
- In ISBEST is de weekindeling naar seizoenindeling (voorjaar/najaar) omgezet, gebaseerd op *Staatscourant 16-6-2000, Rumb 2000*:
 - Voorjaar: 1 mrt - 31 aug (wk9-35)
 - Najaar: 1 sept - 28 feb (wk 36-8)

Perioden van toepassing

Algemeen, PD

Joop Buiten (Paul Jellema 16/8/2001 nog op vakantie):

- Vergunningen zijn 4 maanden geldig
- Data van uitschrijven vergunning zijn volgens hem niet opvraagbaar of bijgehouden in het systeem; in ieder geval wordt er niet op gecontroleerd.

Akkerbouw

Tel. Contact met Alje Dijksterhuis (16/8/2001):

- Akkerbouw: ontsmetting vindt meest plaats in sept-okt, op een enkele late ontsmetting na in november.
- Akkerbouwmatig geteelte lelies in NO-Nederland valt hier ook onder. In de bollenteelt wordt dit gewas meest in de zomer juli-augustus ontsmet.
- Bollenteelt: meest juli-augustus, meestal meer cis-dichloorpropeen dan metam-natrium
- Voorjaarsontsmetting komen bijna niet of zeer summier voor; meest worden dan de granulaten toegepast, vaak in dezelfde werkgang met zaaien.

Bollenteelt

E-mail (16/8/2001) Remco Schreuder, LBO (PPO, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, afd. Bloembollen en bolbloemen):

- tulp najaarstoepassingen: 1 sept - 1 maart
- narcis najaarstoepassingen: 1 sept - 1 maart
- lelie **voorjaar**stoepassingen: 1 maart - 31 augustus
- hyacinth najaarstoepassingen: 1 sept - 1 maart
- iris najaarstoepassingen: 1 sept - 1 maart
- gladiool **voorjaar**stoepassingen: 1 maart - 31 augustus

Grondontsmetting wordt voor het planten toegepast. De voorjaarsbloeiers gaan in het najaar de grond in, de grondontsmetting vindt dus ook in deze periode plaats. Voor de zomerbloeiers, die in het voorjaar worden geplant geldt dus grondontsmetting in het voorjaar. Gezien de werking (temp) is ontsmetting in het voorjaar minder gunstig en mag gestreefd worden om de ontsmetting voor lelie en gladiool in het najaar toe te passen. De teelt van deze gewassen vindt vaak plaats op gehuurd land of via contractteelt, veelal na maïsteelt. Het perceel is veelal op het meest gunstige tijdstip voor grondontsmetting niet beschikbaar. Aangezien grondontsmetting nauw verbonden is met plantperiode zijn er geen schokkende verschuivingen.

Boomteelt, aardbei en vaste planten

Nico Dolmans (vrijdagochtend 17/8/2001 gemaild, tel.onbereikbaar), BPO: nog geen reactie.

Bijlage 13 Monitoring Oppervlaktewater

Tabel 1. In 1998 veel aangetroffen stoffen in oppervlaktewater

Stofnaam	Gemiddelde concentratie ($\mu\text{g/l}$)	Aantal monsters	Percentage Positieve monsters (%)	Aantal locaties
dichloorbenzamide (BAM)	0.08	116	100	20
mecoprop	0.17	327	62	208
prochloraz	0.36	94	54	12
dichloorfenolen	0.02	92	53	35
diuron	0.61	1391	51	317
simazin	0.15	1562	51	378
bentazon	0.54	667	50	166
atrazin	0.12	1584	49	366
MCPA	0.28	708	47	202
DDT	0.05	743	47	131
γ -HCH (Lindaan)	0.04	1645	44	363
fenthion	0.02	281	44	85
carbendazim	1.43	976	44	234
dichlobenil	0.03	728	43	106
tolclofosmethyl	0.17	876	37	165

Bron: Bestrijdingsmiddelenrapportage 2000, overzicht van de monitoringsgegevens van 1997 en 1998.

Bijlage 14 Probleemstoffen compartiment grondwater

Door de beperkte gegevens die beschikbaar zijn is in onderstaande tabellen voor het ondiepe en diepe grondwater een totaal overzicht gegeven van aangetroffen bestrijdingsmiddelen vanaf 1985.

Tabel 2. Concentraties ($\mu\text{g/l}$) van bestrijdingsmiddelen in ondiep grondwater (circa 1-10 m onder maaiveld), die sinds 1985 gemeten zijn. Omzettingproducten zijn cursief weergegeven. Type middel: F = fungicide, G = grondontsmettingsmiddel, H = herbicide, I = insecticide, N = nematicide. >DG = aantal waarnemingen boven de detectiegrens, m>DG = aantal locaties waar de stof boven de detectiegrens is aangetroffen, med+ = mediaan concentratie van de monsters waarin de betreffende stof is aangetoond, max = maximum concentratie; landgebruik geeft het belangrijkste toepassingsgebied van het middel.

middel	type ^a	aantal metingen	>DG	aantal locaties	m>DG	med+ ($\mu\text{g/l}$)	max ($\mu\text{g/l}$)	landgebruik
		(norm = 0.1)						
aldicarb	N	98	4	20	1	0.2	0.3	aardappelen
<i>aldicarbsulfon</i>	I	95	52	19	2	1.8	74	aardappelen
<i>aldicarbsulfoxide</i>	I	88	26	19	1	1.6	26	aardappelen
amitrol	H	19	10	4	4	0.9	1.9	kale grond
atrazin	H	153	82	5	5	0.04	0.3	maïs
<i>desethylatrazin</i>	H	126	69	4	3	0.09	1.50	maïs
<i>desisopropylatrazin</i>	H	130	42	4	3	0.07	0.98	maïs
bentazon	H	249	93	21	7	0.08	1.1	maïs
bentazon	H	4	4	1	1	19	31	bloembollen
chloorprofam	H	13	0	1	0	<0.05	<0.05	groenten
2,4-D	H	71	3	20	1	0.10	0.2	gras
dichlobenil	H	14	12	4	4	0.05	0.83	openbaar groen
<i>BAM</i>	H	16	16	5	5	13	34	openbaar groen
1,3-dichloorpropeen	G	219	11	27	3	2.1	80	aardappelen, bieten
1,2-dichloorpropan ^b	-	198	112	27	14	5.6	200	aardappelen, bieten
dimethoaat	I	7	1	4	1		0.06	aardappelen
dinoseb ^c	H	158	23	23	3	0.5	9.2	aardappelen, bieten
dinoterb	H	47	2	21	1	0.04	0.05	aardappelen, bieten
diuron	H	22	14	4	4	0.15	2	openbaar groen
DNOC	H	47	2	21	1	0.07	0.09	aardappelen
ethoprofos ^d	N	55	7	4	3	0.04	0.11	aardappelen, bieten
<i>ETU^e</i>	F	174	14	23	4	0.15	30	aardappelen, bieten
<i>ETU^e</i>	F	26	26	7	7	5.2	42	bloembollen
fluaizifop-butyl ^f	H	11	0	2	0	<0.05	<0.05	aardappelen
<i>fluaizifop</i>	H	12	0	2	0	<0.03	<0.03	aardappelen
glyfosaat ^g	H	12	1	3	1		0.5	aardappelen, maïs,
<i>AMPA^g</i>		12	2	3	2	0.35	0.40	gras
linuron	H	49	1	21	1		0.09	aardappelen, granen, asperge
MCPA	H	93	1	21	1		0.3	granen, gras
mecoprop	H	119	4	23	2	0.3	2	granen, gras
metamitron	H	133	16	23	3	0.19	0.73	maïs, bieten
<i>MITC^h</i>	G	117	3	22	4	1.5	2.5	aardappelen, bieten
<i>MITC^h</i>	G	9	8	5	5	0.05	0.59	bloembollen
metribuzin	H	69	16	20	2	0.4	19	aardappelen, maïs, granen, asperge
pirimicarb	I	13	0	1	0	<0.05	<0.05	aardappelen
propachloor	H	21	8	1	1	0.2	0.4	groenten

a Sommige stoffen hebben meer dan één werking; de belangrijkste is genoemd

b Een aantal van de positieve waarden kan in verband gebracht worden met toepassingen van 1,3-dichloorpropeen waaraan 1,2-dichloorpropan is toegevoegd (30% of 5% 1,2-dichloorpropan).

- Tegenwoordige gehalten 1,2-dichloorpropan zijn veel lager (<0.1-0.5%). Dichloorpropan staat niet als bestrijdingsmiddel genoteerd. De norm van 0,1 microgram/liter geldt voor deze stof niet.
- c Dinoseb is verboden sinds 1990.
 - d Ethoprosfos concentraties zijn indicatief, vanwege onzekerheden in de bepaling. De gebruikte detectiemethode kan te hoge waarden geven (mededeling RIZA, 1997 officiële brief die van RIZA is uitgegaan naar vele instituten in Nederland).
 - e ETU (ethyleenthioureum) is een omzettingsproduct van de bis-dithiocarbamaten (maneb, zineb, mancozeb and metiram); allemaal fungiciden. ETU concentraties zijn indicatief; later onderzoek (Boland *et al.*, 1995) heeft de aanwezigheid van ETU bevestigd. De hier gerapporteerde waarden kunnen te hoog zijn vanwege analyseproblemen.
 - f Fluazifop-butyl wordt in water omgezet tot fluazifop, de eigenlijke werkzame stof
 - g Glyfosaat en AMPA (aminoethyl-phosphonic acid) concentraties zijn indicatief, omdat de gebruikte analysetechniek niet selectief genoeg is.
 - h Metam-natrium, de toegepaste stof, wordt zeer snel omgezet in MITC (methylisothiocyanaat).

Bijlage 15 Bestrijdingsmiddelen in de lucht

De meest voorkomende bestrijdingsmiddelen naar lucht zijn hieronder weergegeven. De stoffen zijn geselecteerd op het voorkomen in luchtmonsters in Nederland over het jaar 2000. Het percentage monsters waarin stof is aangetoond is daarbij bepalend voor de onderstaande lijst, als grens is daarbij gekozen voor stoffen die minimaal in 20 % van de monsters zijn aangetoond. De lijst is gesorteerd op het percentage positieve monsters.

Tabel 1. In 2000 frequent aangetroffen stoffen in luchtmonsters

Stofnaam	Detectiegrens (ng/m ³)	Gemiddelde concentratie (ng/m ³)	Percentage Positieve monsters (%)	Toepassing	Aantal locaties
Dichlobenil	0,012	1,550	87	H	18
PCP	0,011	0,063	77	H/F/I*	18
Trifluralin	0,009	0,18	75	H*	18
Triallaat	0,024	0,4	70	H	18
Vinchlozolin	0,010	0,120	63	F	4
Chloorthalonil	0,020	0,401	54	F	4
Hexachloorbenzeen	0,004	0,003	49	F*	18
Chloorprofam	0,028	0,847	35	H	18
Procymidon	0,017	0,03	30	F	18
Propachloor	0,048	0,4	24	H	18
Fluazinam	0,104	0,035	23	F	18
DNOC	0,791	0,372	20	H/I	18
Kresoxim-methyl	0,016	0,012	20	F	4

(PCP is pentachloorfenol)

Stoffen afkomstig uit het voorkomen van pesticiden in neerslagmonsters, selectie criterium is het percentage positieve monsters moet meer dan 20 % bedragen.

Tabel 2. In 2000 frequent aangetroffen stoffen in natte depositie

Stofnaam	Detectiegrens (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Percentage Positieve monsters (%)	L = ook in lucht N = nieuw	Aantal locaties
Dichlobenil	4,6	15,8	99	L	18
PCP	1,1	7,9	99	L	18
DNOC	321,4	1057,2	97	L	18
Hexachloorbenzeen	0,6	0,4	96	L	18
Chloorprofam	3,1	116,7	89	L	18
Vinclozolin	4,1	17,7	87	L	4
Pentachloorbenzeen	0,3	0,2	84	N	4
Triallaat	9,6	20,9	77	L	18
Trifluralin	3,8	2,2	73	L	18
Chloorthalonil	7,8	20,1	68	L	4
Procymidon	2,6	8,4	66	L	18
MCPA	2,1	9,7	64	N	18
Propachloor	19,7	103,9	50	L	18
Azinphos-methyl	25,5	10,1	48	N	18
O,p-DDD	3,6	3,3	47	N	4
Mcpp	46,5	7,3	46	N	18
Fluazinam	45,3	8,7	44	L	18

Chloorpyriphos	1,6	0,4	42	N	18
Tetrabromobisphenol A	0,0	0,01	39	N	4
Terbutylazine	1,9	7,2	34	N	4
Kresoxim-methyl	6,7	5,7	29	L	4
Lindaan	53,5	14,3	27	N	18
Metolachloor	2,6	8,8	24	N	18
Atrazine	11,5	11,9	22	N	18
Dichloorvos	50,4	3,8	21	N	18

Verzendlijst

- 1 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directeur Bodem, Water en Landelijk gebied, J.A. Suurland
- 2 Plv. Directeur-Generaal Milieubeheer, N.N., voor deze de DG, J. van der Vlist
- 3 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Bodem, Water en Landelijk gebied, P. Henken
- 4 – 6 Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Bodem, Water en Landelijk gebied, M. Dorenbosch
- 7 - 9 Ministerie van LNV, Directie Landbouw, P. Soons
- 10 J.J. Ekkes, EC-LNV, Ede
- 11 A.W. Wesselo, PD, Wageningen
- 12 O. Oenema, Alterra, Wageningen
- 13 M.E.A. van Gijsen, Alterra, Wageningen
- 14 J.J.T.I. Boesten, Alterra, Wageningen
- 15 J.W.H. van der Kolk, Alterra, Wageningen
- 16 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
- 17 Directie Alterra, A.N. van de Zande
- 18 Directie RIVM
- 19 Sectordirecteur Milieuonderzoek, N.D. van Egmond
- 20 Hoofd Laboratorium voor Bodem en Grondwateronderzoek, R. van den Berg
- 21 - 56 Auteurs
- 57 SBD/Voorlichting & Public Relations
- 58 Bureau Rapportenregistratie
- 59 Bibliotheek Alterra
- 60 Bibliotheek RIVM
- 61 - 70 Bureau Rapportenbeheer
- 71 - 80 Reserve tbv Alterra
- 81 - 90 Reserve