

32 / uub (676) 2^{re} ex

**Belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen
en meststoffen**

Een inventarisatie van probleemstoffen

**R.C.M. Merkelbach
S.J.H. Crum
J.W. Deneer
R. Kruijne
R.A. Smidt
P.C. Leendertse**

**BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen**

Rapport 676

Staring Centrum, Wageningen, 1999

4 / APR 2000

wn 970746

REFERAAT

Merkelbach, R.C.M., S.J.H. Crum, J.W. Deneer, R. Kruijne, R.A. Smidt & P.C. Leendertse, 1999. *Belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen en meststoffen. Een inventarisatie van probleemstoffen*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 676. 104 blz.; 5 fig.; 61 tab.; 27 ref.; 1 aanhangsel.

Meetgegevens en modelberekeningen zijn gebruikt om de belasting van de Afgedamde Maas door nutriënten en bestrijdingsmiddelen in beeld te brengen. Naast emissies zijn voor de bestrijdingsmiddelen ook de potentiële ecologische effecten gekwantificeerd. Voor zowel de emissies als de mogelijke effecten blijken de uiteenlopende fysisch-chemische en toxicologische eigenschappen van de afzonderlijke stoffen van groot belang. Er zijn probleemstoffen benoemd waarbij is aangegeven via welke emissieroutes deze stoffen in het oppervlaktewater terechtkomen. Daarnaast zijn de doelgroepen benoemd die verantwoordelijk zijn voor de beschreven emissies en ecologische effecten.

Trefwoorden: Afgedamde Maas, bestrijdingsmiddelen, Bommelerwaard, doelgroepen, emissieroutes, meetgegevens, meststoffen, milieubelastingspunten, modelberekeningen, MTR, oppervlaktewater

ISSN 0927-4499



© 1999 Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Staring Centrum.

Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

ALTERRA is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie gaat in op 1 januari 2000.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Achtergrond	13
1.2 Onderzoeksvraag	13
1.3 Onderzoekswijzer	14
1.4 Afbakening	15
1.5 Leeswijzer	15
2 Oppervlaktewaterkwaliteitsmetingen	17
2.1 Opzet meetprogramma's	17
2.1.1 Bommelerwaard	17
2.1.2 Maas	18
2.1.3 Afgedamde Maas	18
2.2 Meetresultaten	18
2.2.1 Bommelerwaard	19
2.2.2 Maas	21
2.2.3 Afgedamde Maas	24
2.3 Probleemstoffen op basis van metingen	26
2.3.1 Nutriënten	27
2.3.2 Bestrijdingsmiddelen	27
2.4 Conclusies	32
3 Beschrijving van de Bommelerwaard	33
3.1 Algemene beschrijving	33
3.2 Waterhuishouding	33
3.3 Bodemkarakteristieken	34
3.4 Grondgebruik	34
4 Gebruik van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard	37
4.1 Algemeen	37
4.2 Niet-agrarisch gebruik van bestrijdingsmiddelen	37
4.2.1 Gebruik door gemeenten	37
4.2.2 Gebruik door particulieren	38
4.2.3 Totaal niet-agrarisch gebruik	39
4.3 Agrarisch gebruik bestrijdingsmiddelen	40
4.3.1 Fruitteelt	43
4.3.2 Glastuinbouw	46
4.3.3 Rundveehouderij	47
4.3.4 Overige teelten	50
5 Belasting van het oppervlaktewater door bestrijdingsmiddelen	51
5.1 Emissieroutes	51
5.1.1 Algemene beschrijving	51
5.1.2 Grondgebruik	52

5.1.3	Berekeningswijze emissieroutes	53
5.1.3.1	Drift	54
5.1.3.2	Uitspoeling naar oppervlaktewater	56
5.1.3.3	Afspoeling	57
5.1.3.4	Emissie uit kassen	58
5.2	Oppervlaktewaterbelasting	63
5.2.1	Algemene beschrijving	63
5.2.2	Berekeningswijze belasting oppervlaktewater	65
6	Oppervlaktewaterbelasting in de Bommelerwaard	67
6.1	Oppervlaktewaterbelasting per emissieroute	67
6.1.1	Drift	67
6.1.2	Uitspoeling naar oppervlaktewater	69
6.1.3	Afspoeling	70
6.1.4	Emissie uit kassen	71
6.2	Oppervlaktewaterbelasting per gebruikersgroep	75
6.2.1	Niet-agrarische gebruikers	75
6.2.2	Fruiteelt	76
6.2.3	Glastuinbouw	77
6.2.4	Rundveehouderij	77
6.2.5	Overige teelten	79
6.3	Probleemstoffen op basis van berekeningen	81
7	Probleemstoffen en oplossingsrichtingen	87
7.1	Probleemstoffen	87
7.2	Oplossingsrichtingen	90
7.2.1	Saneren van het middelenpakket	90
7.2.2	Probleemerkenning	90
7.2.3	Modernisering van de gewasbescherming	92
7.2.4	Convenant tussen betrokkenen	93
7.2.5	Communicatie en ondersteuning	93
8	Conclusies en aanbevelingen	95
8.1	Conclusies	95
8.2	Aanbevelingen	95
	Literatuur	99
	Aanhangsel 1 Begrippenlijst	103

Woord vooraf

In opdracht van het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, Rijkswaterstaat Zuid-Holland en het Zuiveringsschap Rivierenland is een studie uitgevoerd naar de belasting van de Afgedamde Maas door nutriënten en bestrijdingsmiddelen. Meetgegevens en modelberekeningen zijn gecombineerd om te komen tot het benoemen van probleemstoffen.

De studie is uitgevoerd door het Staring Centrum (SC) te Wageningen in samenwerking met het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) te Utrecht. De studie is begeleid door een commissie bestaande uit de volgende personen:

M.W.M. Tielemans	Duinwaterbedrijf Zuid-Holland
H.A. Nuhoff	Rijkswaterstaat Zuid-Holland
A. Mellema	Zuiveringsschap Rivierenland
R. Faasen	Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
R. Eijsink	Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland
Mw. A. Lambregts	Gewestelijke Land- en Tuinbouworganisatie
G. Pak	Centrum voor Landbouw en Milieu
R.C.M. Merkelbach	Staring Centrum

Communicatie over de tussentijdse resultaten van de studie met de verschillende doelgroepen vond plaats in een klankbordgroep die naast bovengenoemde personen bestond uit:

Dhr Veen	gemeente Zaltbommel
Dhr van Wijk	GLTO-vertegenwoordiger glastuinbouw
Dhr van de Oordt	GLTO-vertegenwoordiger rundveehouderij
Dhr Westbroek	gewasbeschermingsmiddelenhandelaar; specialist fruitteelt

Samenvatting

Het water in de tak van de Maas ten westen van de Bommelerwaard, de zogenaamde Afgedamde Maas, is een belangrijke bron voor de bereiding van drinkwater. Het water uit de Afgedamde Maas wordt door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (DZH) opgepompt, beperkt voorgezuiverd en geïnfiltreerd in de duinen bij Monster, Scheveningen en Katwijk.

Het verminderen van de belasting van de Afgedamde Maas door meststoffen en bestrijdingsmiddelen is ten behoeve van de drinkwater- en natuurfunctie zeer gewenst. Rijkswaterstaat en DZH trachten dit te bereiken door het opstellen van convenanten (of andere bestuurlijke afspraken of regelingen) met dié doelgroepen die verantwoordelijk zijn voor de hierboven genoemde oppervlaktewaterbelasting. Om een beeld te krijgen om welke stoffen het precies gaat en welke doelgroepen dienen te worden aangesproken, is een onderzoek gestart. De voorliggende rapportage maakt deel uit van dit onderzoek.

Om te komen tot een inventarisatie van probleemstoffen en hun herkomst zijn meetgegevens en modelberekeningen gecombineerd. De resultaten van de metingen laten zien welke stoffen in normoverschrijdende concentraties in de Afgedamde Maas voorkomen. Echter niet alle stoffen die kunnen voorkomen worden ook gemonitord. Bovendien geeft monitoring slechts beperkt informatie over de herkomst van stoffen. De aanvullende modelberekeningen geven hierbij de benodigde aanvullende informatie. Naast een verhoogde kans op de belasting van het oppervlaktewater is ook bestudeerd welk effect een dergelijke belasting heeft op de ecologische levensgemeenschap in het oppervlaktewater.

Meetgegevens

Meetgegevens uit de periode 1996-1998 zijn gebruikt om te inventariseren welke stoffen in normoverschrijdende concentraties zijn aangetroffen in de Afgedamde Maas. Als maat voor de bescherming van de drinkwaterfunctie is daarbij de drinkwaternorm gehanteerd. Deze is voor alle bestrijdingsmiddelen gelijk, namelijk 0,1 µg/l. Voor ammonium, nitraat en orthofosfaat bedraagt deze resp. 0,2 mg/l, 50 mg/l en 2 mg/l. Als maat voor de aantasting van de natuurfunctie is voor bestrijdingsmiddelen het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR) gehanteerd. Het MTR is niet voor alle stoffen gelijk, maar stofspecifiek. Voor de meststoffen is het zomerhalfjaargemiddelde Totaal-N en Totaal-P gehanteerd.

Voor wat betreft de meststoffen blijkt ammonium de drinkwaternorm te overschrijden en is de hoge concentratie nitraat verantwoordelijk voor een zomerhalfjaargemiddelde Totaal-N hoger dan de norm.

In de Afgedamde Maas zijn verder 54 bestrijdingsmiddelen aangetoond. Een belangrijk deel van deze stoffen, namelijk 40, heeft in de periode 1996-1998 noch de drinkwaternorm noch het MTR overschreden. De resterende 14 verbindingen worden bestempeld als probleemstoffen. Er zijn drie stoffen die zowel de drinkwaternorm als

het MTR overschrijden, te weten *diuron*, *mevinfos* en *simazin*. Er zijn 5 verbindingen die alleen de drinkwaternorm overschrijden, namelijk *glyfosaat* en haar afbraakproduct *AMPA*, *atrazin*, *isoproturon* en *chloortoluron*. Ten slotte zijn er 6 stoffen waarvan alleen het MTR wordt overschreden: *dichloorvos*, *malathion*, *propoxur*, *methiocarb*, *parathion-ethyl* en *chloorfenvinfos*.

Een vergelijking met metingen uit de Maas en uit de Bommelerwaard duiden erop dat één van deze stoffen, chloortoluron, uitsluitend afkomstig lijkt te zijn uit de Maas. Drie stoffen, mevinfos, parathion-ethyl en chloorfenvinfos, lijken uitsluitend uit de Bommelerwaard afkomstig te zijn. De resterende 10 stoffen kunnen zowel vanuit de Maas als vanuit de Bommelerwaard zijn aangevoerd.

Emissieberekeningen en Milieubelasting

De belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen lijkt op basis van de meetgegevens voor een deel afkomstig uit de Bommelerwaard. Om een beter beeld te krijgen van de emissiestromen in de Bommelerwaard en zodoende de bronnen achter deze emissies te kunnen vaststellen, zijn modelberekeningen uitgevoerd.

Om de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater in beeld te brengen zijn de volgende routes bestudeerd: drift, uitspoeling, emissie uit kassen en afspoeling vanaf verhardingen. De eerste drie routes hebben betrekking op het agrarisch gebruik van bestrijdingsmiddelen; de afspoeling vanaf verhardingen is een gevolg van het gebruik door voornamelijk gemeenten en particulieren.

De omvang van de verschillende emissieroutes is berekend op basis van schattingen van het regionaal gebruik van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard. Het agrarisch gebruik is grotendeels afgeleid uit de CBS-Bestrijdingsmiddelenenquête 1995 (CBS, 1996); het gebruik door gemeenten is gebaseerd op een opgave van de gemeenten in de Bommelerwaard zelf. Het totale verbruik aan bestrijdingsmiddelen wordt voor 1995 geschat op ruim 30 000 kg werkzame stof. Ongeveer 1% hiervan wordt gebruikt buiten de landbouw. Het regionale gebruik is in combinatie met gebiedskenmerken (gewasarealen, slootdichtheid, bodemkenmerken) gebruikt om emissies te berekenen.

Op basis van de modelberekeningen wordt de totale emissie van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard geschat op ruim 118 kilogram werkzame stof. Het grootste deel van deze emissie ($\pm 75\%$) is het gevolg van afspoeling vanaf verhardingen. De emissie uit kassen (13%), als gevolg van drift (9%) of door uitspoeling (2%) zijn beduidend minder. We zien dus dat 1% van het gebruik verantwoordelijk is voor 75% van de emissie. De stoffen *glyfosaat*, *diuron* en *amitrol* zijn hiervoor verantwoordelijk. Het betreft hier stoffen die gebruikt worden om straten, trottoirs en andere verhardingen onkruidvrij te houden. Van de bestrijdingsmiddelen die in de landbouw worden toegepast zijn het de stoffen *dichloorvos* (inmiddels niet meer toegelaten) en *captan* die opvallen.

Naast de belasting van het oppervlaktewater is ook bestudeerd welk effect een dergelijke belasting kan hebben op de ecologische levensgemeenschap in het oppervlaktewater. Hierbij is met name van belang hoe toxisch een stof is voor

waterorganismen. De toxiciteit van bestrijdingsmiddelen wordt beschreven door de Milieubelastingspunten waterleven uit de Milieumeetlat voor Bestrijdingsmiddelen (CLM, 1999). Voor de Bommelerwaard zijn de berekende (acute) emissies vertaald naar potentiële effecten.

We zien dat de kans op risico's voor waterorganismen het grootst is als gevolg van emissies van bestrijdingsmiddelen uit kassen (99%). Dit hangt voornamelijk samen met het feit dat in kassen stoffen worden toegepast die extreem toxisch zijn voor waterorganismen. Hierbij wel de opmerking dat een groot deel van een mogelijk effect wordt veroorzaakt door de stof *dichloorvos* (90%), welke inmiddels vanwege haar extreme toxiciteit niet meer is toegelaten. Naast *dichloorvos* zijn het stoffen als *parathion-ethyl*, *mevinfos* en *diuron* die opvallen vanwege hun grote aandeel in een mogelijk ecologisch effect. Ook *diuron* is inmiddels niet meer toegelaten; het gebruik van *parathion-ethyl* wordt wettelijk beperkt. *Mevinfos* is inmiddels als landbouwkundig onmisbaar bestempeld, hetgeen betekent dat de stof weliswaar toegepast mag blijven worden, zij het onder strikte voorwaarden.

Probleemstoffen en doelgroepen

Als probleemstoffen zijn gedefinieerd die stoffen die in de Afgedamde Maas zijn aangetroffen in concentraties boven de drinkwaternorm of boven de ecologische norm. Ook de stoffen die volgens de modelberekeningen een bijdrage hebben groter dan 10% in de emissie of een mogelijk ecologisch effect, worden tot de probleemstoffen gerekend.

Ten aanzien van de drinkwaterfunctie van de Afgedamde Maas dienen *glyfosaat*, *diuron*, *AMPA*, *simazin*, *atrazin*, *mevinfos* en *isoproturon* te worden aangemerkt als probleemstof. Van de meststoffen vormt alleen *ammonium* een probleem voor de drinkwaterbereiding. Voor wat betreft de ecologische functie dienen *dichloorvos*, *parathion-ethyl*, *diuron*, *mevinfos*, *simazin*, *malathion*, *propoxur*, *methiocarb* en *chloorfenvinfos* te worden aangemerkt als probleemstof. Van de meststoffen behoort *nitraat* tot de probleemstoffen.

Meetgegevens en modelberekeningen geven hetzelfde beeld; de modelberekeningen geven in eerste instantie geen aanleiding tot het benoemen van extra probleemstoffen. De berekeningen geven wel meer inzicht in de herkomst van de verschillende probleemstoffen.

Zo wordt de drinkwaterfunctie met name bedreigt door *glyfosaat*, *AMPA* (afbraakproduct van *glyfosaat*) en *diuron*, allemaal stoffen die buiten de landbouw worden toegepast door gemeenten en particulieren. Ook de fruitteelt levert een bijdrage met de stof *simazin*. Het op deze stof lijkende *atrazin* is afkomstig uit de rundveehouderij waar ze wordt toegepast bij de teelt van snijmaïs. *Mevinfos* wordt in de Bommelerwaard voornamelijk toegepast in kassen en de stof *isoproturon* kent belangrijke toepassingen in granen.

De ecologische functie van de Afgedamde Maas wordt geschaad door stoffen die in de Bommelerwaard voornamelijk worden toegepast in kassen (*dichloorvos*, *parathion-ethyl*, *mevinfos*, *methiocarb*). Maar ook andere doelgroepen hebben een

verantwoordelijkheid zoals de gemeenten en particulieren met de stof diuron, de fruitteelt wederom met simazin en propoxur en de categorie overige teelten met het zeer toxische chloorfenvinfos. Het aangetroffen malathion is mogelijk afkomstig uit de champignonteelt.

Conclusies en aanbevelingen

Er zijn in totaal 15 probleemstoffen benoemd, waarvan twee meststoffen (nitraat en ammonium), 12 bestrijdingsmiddelen als moederstof en één afbraakproduct (AMPA).

Het merendeel van de hier genoemde bestrijdingsmiddelen zijn ook door de nationale overheid als zodanig bestempeld. Concreet betekent dit dat deze stoffen op dit moment verboden zijn (*dichloorvos, diuron*), op korte termijn verboden worden (*atrazin, propoxur, chloorfenvinfos*) of waarvan het gebruik op korte termijn sterk wordt gebonden aan voorwaarden (*mevinfos, simazin, parathion-ethyl*). Voor deze stoffen mag op korte termijn een vermindering van de oppervlaktewaterbelasting worden verwacht. Onduidelijk is wat het substitutie-effect zal zijn, doch aangenomen mag worden dat de substituenten aanmerkelijk minder milieubelastend zijn in termen van toxiciteit en uitspoelingsgevoeligheid.

De gemeten oppervlaktewaterkwaliteit komt in hoge mate overeen met de uitkomsten van de modelberekeningen. Dit betekent enerzijds dat de berekeningen een valide basis zijn voor het definiëren van bronnen en het verder aanscherpen van probleemsituaties. Daarnaast betekent dit dat de bestaande meetpakketten geoptimaliseerd kunnen worden op basis van de modeluitkomsten.

In termen van oplossingsrichtingen is de voorliggende studie de eerste stap om de communicatie met de probleemveroorzakers te intensiveren. Belangrijkste doelgroepen hierbij zijn de gemeenten en particulieren en de agrarisch ondernemers in de glastuinbouw, de fruitteelt en de rundveehouderij. De communicatie moet gericht zijn op probleemerkenning in combinatie met het schetsen van perspectief.

Een tweede stap is om op basis van de probleemstoffen in overleg met de doelgroepen maatregelen op te stellen die op korte termijn het gebruik en de emissie van deze stoffen sterk terugdringen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In Nederland wordt naast grondwater op steeds grotere schaal oppervlaktewater gebruikt als grondstof voor de bereiding van drinkwater. Ook het water in de tak van de Maas ten westen van de Bommelerwaard, de zogenaamde Afgedamde Maas, is een belangrijke bron voor de bereiding van drinkwater. Rijkswaterstaat is als oppervlaktewaterkwaliteitsbeheerder momenteel bezig met het opstellen van een beheersplan voor de Afgedamde Maas. Het water uit de Afgedamde Maas wordt door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (DZH) opgepompt, beperkt voorgezuiverd en geïnfiltreerd in de duinen bij Monster, Scheveningen en Katwijk.

Aan de kwaliteit van het te infiltreren water worden door de overheid wettelijke eisen gesteld. Zo is in 1993 het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB) in werking getreden. Het water dat door DZH wordt geïnfiltreerd en dus afkomstig is uit de Afgedamde Maas voldoet niet aan de kwaliteitseisen van het IB. Vooral groepen stoffen als meststoffen en bestrijdingsmiddelen overschrijden herhaaldelijk de norm.

Besloten is door de vergunningverlener, de provincie Zuid-Holland, om de bestaande vergunningen voor oppervlakte-infiltratie niet te herzien, maar aan te vullen met een aantal voorwaarden. Een en ander is vastgelegd in een bestuursovereenkomst tussen de provincie Zuid-Holland en het Duinwaterbedrijf. Het doel van deze overeenkomst is te komen tot een vermindering van de waterkwaliteit-gerelateerde effecten van de infiltratie van voorgezuiverd oppervlaktewater in de duinen van Zuid-Holland.

Het verminderen van de belasting van de Afgedamde Maas met meststoffen en bestrijdingsmiddelen en andere verontreinigingen tracht men te bereiken door het opstellen van convenanten (of andere bestuurlijke afspraken of regelingen) met de betrokkenen in de Bommelerwaard. Om een beeld te krijgen om welke stoffen het precies gaat en welke doelgroepen verantwoordelijk zijn voor de belasting van de Afgedamde Maas met deze stoffen is een onderzoek gestart. De voorliggende rapportage maakt deel uit van dit onderzoek.

1.2 Onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag die ten grondslag ligt aan de voorliggende studie kan worden herleid tot een tweetal deelvragen;

- welke stoffen moeten vanwege hun (verwachte) voorkomen in de Afgedamde Maas worden aangemerkt als probleemstoffen;
- wat is de herkomst van deze stoffen, cq welke doelgroep(en) zijn verantwoordelijk voor de belasting van de Afgedamde Maas met deze stoffen.

Centraal in de onderzoeksvraag staat de definitie van de term probleemstof. In deze studie wordt een stof aangemerkt als probleemstof als de gemeten of te verwachten

concentratie van deze stof in de Afgedamde Maas de drinkwaternorm en/of de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm overschrijdt. Een inventarisatie van probleemstoffen vindt plaats op basis van meetgegevens en modelberekeningen.

Ook de herkomst van de stoffen wordt herleid uit de modelberekeningen in combinatie met de meetgegevens. Deze analyse is de eerste aanzet om te komen tot het identificeren van de doelgroepen die in een later stadium bij het opstellen van een convenant worden betrokken.

1.3 Onderzoekswijzer

Om te komen tot de stoffen die in relatie tot hun voorkomen in de Afgedamde Maas als probleemstof moeten worden betiteld worden in deze studie meetgegevens en modelberekeningen gecombineerd. Deze combinatie heeft een duidelijke meerwaarde.

De resultaten van de metingen laten zonder enige twijfel zien welke stoffen in normoverschrijdende concentraties in de Afgedamde Maas voorkomen. Soortgelijke meetresultaten van de Bommelerwaard en de Maas kunnen in een indicatie geven over de herkomst van deze stoffen. Het is echter in de Afgedamde Maas zoals ook elders in Nederland; er wordt slechts een beperkt pakket aan stoffen gemeten. Met andere woorden, alleen de stoffen die gemonitord zijn kunnen worden beoordeeld en de overige stoffen niet. Daarnaast moet worden bedacht dat de monsterfrequentie vaak beperkt is tot maximaal eens per week. Stoffen die juist tussen twee bemonsteringstijdstippen een concentratie bereiken boven de detectielimiet, worden bij een dergelijke meetopzet niet aangetoond.

De resultaten van de modelberekeningen zijn geen harde uitkomsten, maar geven wel indicaties over welke stoffen een verhoogde kans hebben op het belasten van het oppervlaktewater van de Bommelerwaard. Er is geen evenredige relatie tussen de belasting van het oppervlaktewater van de Bommelerwaard en de belasting van de Afgedamde Maas. Immers tijdens het transport van emissiepunt naar innamepunt zijn de stoffen onderhevige aan allerlei verdwynprocessen. De mate van verdwijning wordt enerzijds bepaald door de eigenschappen van de stof en anderzijds door de transporttijd, anders gezegd de afstand tussen emissiepunt en innamepunt. Om het geheel aan berekeningen niet nog complexer te maken zijn de verdwynprocessen in deze studie buiten beschouwing gelaten.

Een groot bijkomend voordeel van de modelberekeningen is dat alle stoffen beoordeeld kunnen worden, dit i.t.t. het beperkt aantal stoffen uit de meetpakketten. Daarnaast geven de modeluitkomsten uitsluitel over de herkomst van de stoffen in termen van verbruikers (doelgroepen) en over de wijze waarop deze stoffen in het oppervlaktewater kunnen komen (emissieroutes). Naast een verhoogde kans op de belasting van het oppervlaktewater is ook bestudeerd welk effect een dergelijke belasting heeft op de ecologische levensgemeenschap in het oppervlaktewater. Voor dit laatste is gebruik gemaakt van de Milieubelastingspunten waterleven die in de Milieumeetlat voor Bestrijdingsmiddelen (CLM, 1999) zijn gedefinieerd

De hierboven beschreven werkwijze is als zodanig gevolgd voor de groep van bestrijdingsmiddelen. Er heeft een analyse plaatsgevonden van de meetgegevens, vervolgens is het bestrijdingsmiddelenverbruik in de Bommelerwaard vastgesteld en ten slotte zijn emissieberekeningen uitgevoerd. Dit heeft uiteindelijk geleid tot een lijst met probleemstoffen. Voor de meststoffen is volstaan met een analyse van de meetgegevens.

1.4 Afbakening

Deze studie beperkt zich tot een inventarisatie van de aanwezigheid en herkomst van meststoffen en bestrijdingsmiddelen in de Afgedamde Maas. Een dergelijke inventarisatie vindt niet plaats voor de Maas of het oppervlaktewater in de Bommelerwaard, noch worden stofgroepen als zware metalen, polychloorbifenylen (PCB's), polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) of andere verontreinigingen bestudeerd.

De herkomst van de probleemstoffen wordt alleen vastgesteld voor de groep van bestrijdingsmiddelen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar het gebruik en de oppervlaktewaterbelasting door de verschillende agrarische- en niet-agrarische doelgroepen. Voor een geselecteerd aantal doelgroepen wordt de emissie ook geografisch weergegeven.

De mogelijkheden tot vermindering van de oppervlaktewaterbelasting worden niet voor de afzonderlijke stoffen behandeld. Wel worden in kwalitatieve termen oplossingsrichtingen aangedragen om te komen tot een verminderde oppervlaktewaterbelasting in de Bommelerwaard. Hierbij wordt verder gekeken dan naar alleen de technische mogelijkheden op teeltniveau.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen is gebonden aan een wettelijke toelating die geldt voor een nauw omschreven tijdsperiode. Toetsing van de toelating vindt periodiek plaats. Verlenging van de toelating vindt alleen plaats wanneer aan de milieucriteria wordt voldaan. In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G, 1991) is onder andere vastgelegd dat er 42 stoffen zijn gevrijwaard van een toelatingstoets tot 1 januari 2000. Het betreft hier de zogenaamde 'kanalisatiestoffen'. Het College Toelating Bestrijdingsmiddelen heeft medio 1999 het voornemen bekendgemaakt dat de toelating van 22 kanalisatiestoffen per 2000 (deels) wordt beëindigd. Het is dus mogelijk dat de probleemstoffen die in deze studie worden benoemd, op korte termijn niet meer zijn toegelaten. Mocht dit het geval zijn dan wordt daar in de verdere rapportage nadrukkelijk op gewezen.

1.5 Leeswijzer

Na de inleidende woorden van hoofdstuk 1 geeft het tweede hoofdstuk de resultaten van de metingen die zijn uitgevoerd in de Maas, de Afgedamde Maas en het oppervlaktewater in de Bommelerwaard. Op basis van een analyse van de meetgegevens worden (voorlopige) probleemstoffen genoemd. Hoofdstuk 3 geeft een

algemene beschrijving van de Bommelerwaard. Het vierde hoofdstuk geeft een inventarisatie van het gebruik van bestrijdingsmiddelen voor agrarische – en niet-agrarische doeleinden. Hoofdstuk 5 geeft inzicht in de wijze waarop de verschillende emissieroutes voor bestrijdingsmiddelen zijn gekwantificeerd. Dit wordt gevolgd door de methodiek van de effectberekeningen. Voortbordurend op de verbruikscijfers wordt in hoofdstuk 6 belasting van het oppervlaktewater berekend. In het zevende hoofdstuk worden de voorlopige lijsten gecombineerd tot één lijst met probleemstoffen. Daarnaast worden in dit hoofdstuk enkele oplossingsrichtingen aangedragen om te komen tot een verminderde oppervlaktewaterbelasting in de Bommelerwaard. Ten slotte worden in het laatste hoofdstuk overall conclusies getrokken en worden aanbevelingen gedaan in termen van gewenste vervolgstappen.

2 Oppervlaktewaterkwaliteitsmetingen

Het oppervlaktewater van de Maas, de Afgedamde Maas en de Bommelerwaard wordt middels reguliere en projectgeboden meetnetten gemonitord op zijn kwaliteit. Naast algemene fysisch-chemische parameters als zuurgraad, zuurstofgehalte, (metaal)zouten (Na⁺, K⁺, Cl⁻) en doorzicht, zijn de metingen ook gericht op het voorkomen van milieuvreemde stoffen als polychloorbifenylen (PCB's), polycyclische koolwaterstoffen (PAK's), nutriënten en bestrijdingsmiddelen. In de navolgende paragrafen worden de meetresultaten besproken van de nutriënten en de bestrijdingsmiddelen.

2.1 Opzet meetprogramma's

In de Maas, de Afgedamde Maas en in de Bommelerwaard worden metingen uitgevoerd naar het voorkomen van nutriënten en bestrijdingsmiddelen. Deze metingen worden uitgevoerd door het Zuiveringsschap Rivierenland (Bommelerwaard), het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (Bommelerwaard en Afgedamde maas) en Rijkswaterstaat (Maas). De resultaten uit de meetperiode 1996-1998 zijn hier gebruikt om een actueel beeld te krijgen van de kwaliteit van de genoemde wateren

2.1.1 Bommelerwaard

Het oppervlaktewater in de Bommelerwaard wordt door het Zuiveringsschap Rivierenland (ZSR) en het Duinwaterbedrijf (DZH) op in totaal 18 locaties bemonsterd. Het betreft 11 verspreide locaties die in een regulier meetnet zijn opgenomen (ZSR), 3 locaties ten zuiden van Zaltbommel en Gameren die deel uitmaken van het projectmeetnet Glastuinbouw (ZSR) en de aanvoerkanalen van de 4 westelijke gemalen die uitslaan op de Afgedamde Maas (DZH).

De meetpakketten verschillen sterk tussen de monsterlocaties Nutriënten (nitraat, nitriet, ammonium, orthofosfaat) worden over het algemeen op alle locaties gemeten. Op de 11 reguliere meetpunten worden alleen enkele organochloorbestrijdingsmiddelen gemeten. In het glastuinbouwmeetnet worden deze niet gemeten, maar wordt wel een uitgebreid pakket aan andere bestrijdingsmiddelen aan een analyse onderworpen. Ook het meetpakket dat wordt gehanteerd voor het aanvoerkanaal van het gemaal van Dam van Brakel is voor wat betreft bestrijdingsmiddelen heel uitgebreid. Dit i.t.t. de meetpakketten van de overige drie aanvoerkanalen waar vrijwel geen bestrijdingsmiddelen worden gemonitord.

Ook de meetfrequentie verschilt van monsterpunt tot monsterpunt. Nutriënten worden vrijwel overal wekelijks gemeten. Bestrijdingsmiddelen worden over het algemeen eens per maand gemeten. De bestrijdingsmiddelenmetingen in het aanvoerkanaal van het gemaal van Dam van Brakel vinden variërend plaats van twee- tot vierwekelijks.

2.1.2 Maas

Het water in de Maas wordt uitsluitend gemeten door Rijkswaterstaat en wel op een tweetal punten. Het eerste punt ligt bij het pontveer Heusden, net vóór de aftakking van het Heusdens kanaal; het tweede punt is voorbij die aftakking stroomafwaarts bij het Keizersveer.

De meetpakketten zijn ook hier niet identiek. Bestrijdingsmiddelen die bij Heusden gemonitord worden komen niet voor in het analysepakket van Keizersveer en omgekeerd. Overigens betreft het hier wel een breed meetpakket dat gemiddeld eens per maand wordt uitgevoerd. Nutriënten worden alleen bij Heusden gemeten en wel wekelijks.

2.1.3 Afgedamde Maas

Het water van de Afgedamde Maas wordt op 14 verschillende locaties gemonitord door het Duinwaterbedrijf. Slechts op één van deze locaties wordt bemonsterd voor de analyse van nutriënten en een breed pakket aan bestrijdingsmiddelen. De analyses van nutriënten vinden wekelijks plaats; het bestrijdingsmiddelenpakket wordt maandelijks gemeten.

Naast de bemonstering op deze 14 locaties wordt ook het ingenomen water door DZH gemonitord. Het betreft hier een breed pakket aan nutriënten en bestrijdingsmiddelen die wekelijks tot maandelijks worden gemeten.

2.2 Meetresultaten

De resultaten van de monitoringsactiviteiten kunnen worden gebruikt om een beeld te krijgen van de oppervlaktewaterkwaliteit van de genoemde wateren. Vanwege de enorme omvang van de beschikbare data en de relatie met het doel van de studie zijn hier alleen de meetgegevens uit de periode 1996-1998 beschouwd.

De concentraties van de verschillende nutriëntenparameters zijn getoetst aan de drinkwaternorm en aan de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm. De maximaal gemeten concentratie (1996-1998) is getoetst aan de drinkwaternorm. Voor toetsing aan de waterkwaliteitsnorm van oppervlaktewater zijn zomerhalfjaargemiddelden berekend.

De meetresultaten van de bestrijdingsmiddelen zijn zowel getoetst aan de drinkwaternorm, die evenals de norm van het Infiltratiebesluit overeenkomt met een concentratie van 0,1 µg/l, alsook aan het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR). Deze laatste grootte wordt door de oppervlaktewaterbeheerders gehanteerd als grenswaarde voor het toetsen van de oppervlaktewaterkwaliteit. Ook voor de bestrijdingsmiddelen geldt dat alleen de maximaal gemeten concentratie is getoetst.

2.2.1 Bommelerwaard

In de Bommelerwaard zijn door het Zuiveringsschap Rivierenland en het Duinwaterbedrijf zowel nutriënten als bestrijdingsmiddelen gemeten. Voor wat betreft de nutriënten geeft tabel 1 een overzicht van de gemeten maximale concentraties in de periode 1996-1998.

Tabel 1: Overzicht van de nutriënten die in de Bommelerwaard zijn gemeten. Weergegeven zijn de maximum concentraties gemeten in de periode 1996-1998. Bron meetgegevens: (ZSR, 1999; DZH, 1999). Bron drinkwaternorm: Waterleidingbesluit.

Stof	maximale concentratie (mg/l)	drinkwaternorm (mg/l)
ammonium	5,80	0,2
nitraat	25,0	50
orthofosfaat	0,18	2

Uit de tabel blijkt dat de drinkwaternorm voor ammonium in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard flink wordt overschreden. De overige twee parameters kennen geen overschrijding. De nutriënten zijn ook getoetst aan de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm in de vorm van totaal-N en totaal-P. Deze norm wordt uitgedrukt als zomerhalfjaargemiddelde en is hier vergeleken met de gemiddelde concentraties gemeten in de periode april tot en met september. Tabel 2 geeft een overzicht van de zomerhalfjaargemiddelde concentraties in de periode 1996-1998 in de Bommelerwaard.

Tabel 2: Overzicht van nutriënten die in de Bommelerwaard zijn gemeten. Weergegeven is de zomerhalfjaargemiddelde concentratie gemiddeld over de meetperiode 1996-1998. Bron meetgegevens: (ZSR, 1999; DZH, 1999). Bron zomerhalfjaargemiddelde norm: (INS, 1997).

Parameter	gemeten zomerhalfjaar gemiddelde* (mg/l)	norm zomerhalfjaar gemiddelde (mg/l)	normoverschrijding
Totaal-N	3,59	2,2	83% > norm (n=12)
Totaal-P	0,14	0,15	21% > norm (n=14)

* zomerhalfjaargemiddelde gemeten in april-september

In tegenstelling tot de drinkwaternorm wordt de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm wel in een groot aantal gevallen overschreden, met name voor stikstof. Ruim 80% van de locaties voldoet niet aan de norm van 2,2 mg/l totaal-N. Voor totaal-P voldoet iets meer dan 20% niet aan de norm. Gemiddeld over alle locaties in de Bommelerwaard wordt de norm van 0,15 mg/l net niet overschreden.

In dezelfde periode '96-'98 zijn uit de groep van bestrijdingsmiddelen in totaal 76 werkzame stoffen in het oppervlaktewater gemonitord. Het betreft hier moederstoffen en enkele metabolieten. Herbiciden en insecticiden maken een belangrijk deel uit van het analysepakket. De fungiciden zijn duidelijk ondervertegenwoordigd, hetgeen ongetwijfeld te maken heeft met het beperkt beschikbaar zijn van goede analysemethoden voor deze verbindingen.

Gedurende de meetperiode is 58% van de onderzochte stoffen één of meerdere malen aangetoond. De stoffen die niet boven de detectielimiet konden worden aangetoond, zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode 1996-1998 in de Bommelerwaard zijn gemonitord, maar nooit zijn aangetoond. Bron meetgegevens: (ZSR, 1999; DZH, 1999).

Werkzame stof	werkzame stof
Acefaat	fenpropimorf
Aldicarb	fenthion
Aldicarbulfon	linuron
Aldicarbulfoxide	MCPA
Anilazine	metamitron
Bendiocarb	methabenzthiazuron
Bromofos-methyl	methomyl
Broompropylaat	metobromuron
Chloorpyrifos	metolachloor
Chloorthalonil	metoxuron
Chloortoluron	oxamyl
Chloridazon	permethrin
Deltamethrin	propazine
Desethylatrazin	propoxur
Desisopropylatrazin	terbutryn
Disulfoton	tolyfluanide

Het aantal stoffen dat wel is aangetoond, maar noch de drinkwaternorm, noch het MTR overschrijdt bedraagt 22 ofwel een kleine 30% van het totaalpakket aan stoffen. Zoals in tabel 3 te zien is betreft het hier een hele reeks aan verbindingen die in zeer lage concentraties zijn gevonden, vaak net op of net boven de detectielimiet.

De drinkwaternorm van 0,1 µg/l is één of meerdere malen overschreden door 24% van de stoffen; het MTR wordt door 16% van de stoffen overschreden. De hoogst gemeten concentratie (3,5 µg/l) betrof de stof aminomethylfosfonzuur (AMPA), een afbraakproduct van het onkruidbestrijdingsmiddel glyfosaat (tabel 4).

Tabel 4: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode 1996-1998 in de Bommelerwaard zijn aangetoond. Bron meetgegevens: (ZSR, 1999; DZH, 1999). Bron MTR: (CIW, 1999; Beek, 1999).

werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)	werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)
Concentratie > 0,1 µg/l en > MTR			Concentratie < 0,1 µg/l en < MTR		
parathion-ethyl	1,30	0,002	DNOC	0,07	21
dichloorvos	1,10	0,0007	isoproturon	0,06	0,32
carbofuran	1,00	0,91	lindaan	0,051	0,92
methiocarb	0,90	0,016	prometryn	0,04	0,2
simazin	0,39	0,14	dichlobenil	0,031	3,7
mevinfos	0,38	0,002	desmetryn	0,03	34
pirimicarb	0,19	0,09	captan	0,03	0,11
dinoterb	0,10	0,03	dimethoaat	0,02	23
Concentratie > 0,1 µg/l en < MTR			terbutylazin	0,02	0,19
AMPA	3,50	nb*	dinoseb	0,02	0,03
atrazin	1,20	2,90	diazinon	0,02	0,037
iprodion	0,55	32	metribuzin	0,01	0,052
glyfosaat	0,50	23	pyrazofos	0,01	0,04
tolclofos-metyl	0,42	0,8	malathion	0,01	0,013
diuron	0,38	0,43	azinfos-methyl	0,01	0,012
ethiofencarb	0,30	nb*	bromofos-ethyl	0,01	0,09
mecoprop-p	0,20	4	methidathion	0,01	0,09
carbaryl	0,20	0,23	parathion-methyl	0,01	0,011
etridiazool	0,15	18	sulfotep	0,01	nb*
Concentratie < 0,1 µg/l en > MTR			tetrachloorfenvinfos	0,01	nb*
endosulfan**	0,027	0,02	endrin**	0,002	0,004
chloorfenvinfos	0,01	0,002	dieldrin**	0,002	0,039
aldrin**	0,002	0,001			
DDT**	0,002	0,0009			

* nb: niet bekend

** deze organochloorverbindingen zijn slechts in één monster aangetoond; alle andere monsters beneden de detectielimiet

2.2.2 Maas

Nutriënten zijn in de Maas alleen bij Keizersveer gemonitord; bestrijdingsmiddelen zijn bij Keizersveer én bij Heusden gemonitord. Tabel 5 geeft een overzicht van de nutriënten en hun gemeten maximale concentraties in de periode 1996-1998.

Tabel 5: Overzicht van de nutriënten die in de Maas zijn gemeten. Weergegeven zijn de gemeten maximumconcentraties in de periode 1996-1998. Bron meetgegevens: (RWS 1999). Bron drinkwaternorm: Waterleidingbesluit.

stof	maximale concentratie (mg/l)	drinkwaternorm (mg/l)
ammonium	1,00	0,2
nitraat	5,75	50
orthofosfaat	0,59	2

Ook in de Maas wordt de drinkwaternorm voor ammonium overschreden. De overige nutriëntenparameters kennen geen overschrijding. De nutriënten zijn ook getoetst aan de waterkwaliteitsnorm voor oppervlaktewater in de vorm van totaal-N en totaal-P. Tabel 6 geeft een overzicht van de zomerhalfjaargemiddelde concentraties in de periode 1996-1998 in de Maas.

Tabel 6: Overzicht van nutriënten die in de Maas zijn gemeten. Weergegeven is de zomerhalfjaargemiddelde concentratie gemiddeld over de meetperiode 1996-1998. Bron: (RWS, 1999). Bron zomerhalfjaargemiddelde norm: (INS, 1997).

parameter	gemeten zomerhalfjaar gemiddelde* (mg/l)	Norm Zomerhalfjaar Gemiddelde (mg/l)	locaties
Totaal-N	4,74	2,2	n=1
Totaal-P	0,29	0,15	n=1

* zomerhalfjaargemiddelde gemeten in april-september

In de Maas wordt de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm veelvuldig overschreden. In geen van de meetjaren voldoen de halfjaargemiddelde concentraties aan de gestelde normen. Zowel totaal-N als totaal-P zijn aanmerkelijk hoger dan in de Bommelerwaard.

Naast de nutriënten zijn in de Maas door Rijkswaterstaat 76 werkzame stoffen gemonitord, die vallen onder de groep van de bestrijdingmiddelen. Ook hier betreft het voor het merendeel herbiciden en insecticiden; zowel moederstoffen als enkele metabolieten.

Gedurende de meetperiode is 41% van de onderzochte stoffen één of meerdere malen aangetoond. Dit aantal is beduidend lager dan in de Bommelerwaard. Het betreft voor een deel stoffen die ook in de Bommelerwaard zijn aangetoond. De stoffen die niet boven de detectielimiet konden worden aangetoond, zijn weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode 1996-1998 in de Maas zijn gemonitord, maar nooit zijn aangetoond. Bron: (RWS, 1999).

werkzame stof	werkzame stof
aldicarb	dinoseb
aldicarbulfon	endosulfan
aldicarbulfoxide	endrin
aldrin	ethiofencarb
amitraz	fenpropimorf
anilazine	mecoprop-p
bromofos-etyl	metamitron
broompropylaet	methidathion
butocarboxim	methiocarbulfon
butocarboximulfon	methomyl
butocarboximulfoxide	mevinfos
captan	oxamyl
carbofuran	parathion-ethyl
chloorfenvinfos	parathion-methyl
chloorthalonil	pirimicarb
chloridazon	prometryn
DDT	propoxur
desethylatrazin	pyrazofos
desisopropylatrazin	sulfotep
dicamba	tetrachloorfenvinfos
dichloorpropeen (trans)	thiofanoxulfon
dieldrin	thiofanoxulfoxide
	tolylfluamide

Het aantal stoffen dat wel is aangetoond, maar noch de drinkwaternorm, noch het MTR overschrijdt bedraagt 19 ofwel een kwart van het totaalpakket aan stoffen. Zoals in tabel 8 te zien is betreft het hier een hele reeks aan verbindingen die in lage concentraties zijn gevonden .

De drinkwaternorm van 0,1 µg/l is één of meerdere malen overschreden door 12% van de stoffen; het MTR wordt door 9% van de stoffen overschreden. De hoogst gemeten concentratie (5,5 µg/l) betrof wederom de stof aminomethylfosfonzuur (AMPA) (tabel 8).

Tabel 8: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode 1996-1998 in de Maas zijn aangetoond. Bron: (RWS, 1999). Bron MTR: (CIW, 1999, Beek, 1999).

werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)	werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)
Concentratie > 0,1 µg/l en > MTR			Concentratie < 0,1 µg/l en < MTR		
diuron	0,98	0,43	metolachloor	0,09	0,2
isoproturon	0,48	0,32	metobromuron	0,09	10
simazin	0,29	0,14	carbaryl	0,07	0,23
Concentratie > 0,1 µg/l en < MTR			dimethoaat	0,07	23
AMPA	5,50	nb*	dinoterb	0,07	0,03
atrazin	0,48	2,90	dichloorprop	0,05	40
bentazon	0,23	64	DNOC	0,05	21
glyfosaat	0,25	23	lindaan	0,045	0,92
MCPA	0,14	2	chloorbromuron	0,04	1,7
chloortoluron	0,13	1	linuron	0,04	0,25
Concentratie < 0,1 µg/l en > MTR			terbutylazin	0,04	0,19
dichloorvos	0,08	0,0007	metoxuron	0,02	1,7
methiocarb	0,07	0,016	methabenzthiazuron	0,02	1,8
azinfos-methyl	0,03	0,012	metribuzin	0,03	0,052
malathion	0,03	0,013	desmetryn	0,03	34
			dichlobenil	0,02	3,7
			monolinuron	0,02	0,1
			diazinon	0,02	0,037

* nb: niet bekend.

2.2.3 Afgedamde Maas

Ook in de Afgedamde Maas en in het water dat wordt ingenomen door het Duinwaterbedrijf zijn nutriënten en bestrijdingsmiddelen gemonitord. Tabel 9 geeft een overzicht van de nutriënten en hun gemeten maximale concentraties in de periode 1996-1998.

Tabel 9: Overzicht van de nutriënten die in de Afgedamde Maas zijn gemeten. Weergegeven zijn de gemeten maximumconcentraties in de periode 1996-1998. Bron: (ZSR, 1999; DZH, 1999). Bron drinkwaternorm: Waterleidingbesluit.

stof	maximale concentratie (mg/l)	Drinkwaternorm (mg/l)
Ammonium	1,60	0,2
Nitraat	7,36	50
Orthofosfaat	0,39	2

Zoals uit de meetresultaten van de Maas en uit de Bommelerwaard al te verwachten viel wordt ook in de Afgedamde Maas de drinkwaternorm voor ammonium overschreden. Nitraat en orthofosfaat blijven steeds onder de norm. De nutriënten zijn ook getoetst aan de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm in de vorm van totaal-N en totaal-P. Tabel 10 geeft een overzicht van de zomerhalfjaargemiddelde concentraties in de periode 1996-1998 in de Maas.

Tabel 10: Overzicht van nutriënten die in de Afgedamde Maas zijn gemeten. Weergegeven is de zomerhalfjaargemiddelde concentratie gemiddeld over de meetperiode 1996-1998. Bron: (RWS, 1999). Bron zomerhalfjaargemiddelde norm: (INS, 1997).

parameter	gemeten zomerhalfjaar gemiddelde* (mg/l)	norm zomerhalfjaar gemiddelde (mg/l)	locaties
Totaal-N	3,74	2,2	n=2
Totaal-P	0,06	0,15	n=2

* zomerhalfjaargemiddelde gemeten in april-september

De oppervlaktewaterkwaliteitsnorm voor stikstof wordt op beide locaties in de Afgedamde Maas gedurende alle drie de meetjaren overschreden. Voor totaal -P wordt de norm geen enkele keer overschreden.

Van de groep van bestrijdingsmiddelen zijn in totaal 70 werkzame stoffen gemonitord. Het betreft hier weer moederstoffen en enkele metabolieten. Gedurende de meetperiode is 77% van de onderzochte stoffen één of meerdere malen aangetoond. De stoffen die niet boven de detectielimiet konden worden aangetoond, zijn weergegeven in tabel 11.

Tabel 11: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode 1996-1998 in de Afgedamde Maas zijn gemonitord, maar nooit zijn aangetoond. Bron: (DZH, 1999).

werkzame stof	werkzame stof
aldicarsulfon	chloridazon
aldicarsulfoxide	desethyltriazin
amitraz	desisopropyltriazin
anilazine	dichloorpropeen (cis/tr)
broompropylaet	fenpropimorf
butocarboximsulfon	metamitron
butocarboximsulfoxide	metobromuron
captan	tolylfluanide

Het aantal stoffen dat wel is aangetoond, maar noch de drinkwaternorm, noch het MTR overschrijdt bedraagt 39 ofwel meer dan de helft van het totaalpakket aan stoffen. Er worden dus weliswaar veel stoffen aangetoond; het merendeel van deze stoffen komt voor in hele lage concentraties, zoals in tabel 12 te zien is.

De drinkwaternorm van 0,1 µg/l is één of meerdere malen overschreden door 11% van de stoffen; het MTR wordt door 16% van de stoffen overschreden. De hoogst gemeten concentratie (5,0 µg/l) en betreft weer de stof aminomethylfosfonzuur (AMPA) (tabel 12).

Tabel 12: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode 1996-1998 in de Afgedamde Maas zijn aangetoond. Bron: (DZH, 1999). Bron MTR: (CIW, 1999, Beek, 1999).

werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)	werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)
Concentratie > 0,1 µg/l en > MTR			Concentratie < 0,1 µg/l en < MTR		
diuron	0,52	0,43	MCPA	0,07	2
simazin	0,36	0,14	metolachloor	0,05	0,2
mevinfos	0,11	0,002	metoxuron	0,05	1,7
Concentratie > 0,1 µg/l en < MTR			terbutylazin	0,05	0,19
AMPA	5,00	nb*	mecoprop-p	0,06	4
glyfosaat	0,67	23	lindaan	0,036	0,92
atrazin	0,35	2,90	dichlobenil	0,032	3,7
isoproturon	0,27	0,32	DNOC	0,03	21
chloortoluron	0,12	1	prometryn	0,02	0,2
Concentratie < 0,1 µg/l en > MTR			pirimicarb	0,02	0,09
dichloorvos	0,06	0,0007	methomyl	0,02	0,08
malathion	0,02	0,013	methiocarbsulfon	0,02	nb*
propoxur	0,02	0,01	dinoterb	0,02	0,03
methiocarb	0,02	0,016	aldicarb	0,02	0,098
parathion-ethyl	0,01	0,002	linuron	0,02	0,25
chloorfenvinfos	0,01	0,002	ethiofencarb	0,02	nb*
aldrin**	0,002	0,001	dinoseb	0,02	0,03
DDT**	0,002	0,0009	dimethoaat	0,02	23
			oxamyl	0,02	1,8
			Carbofuran	0,02	0,91
			Carbaryl	0,02	0,23
			Butocarboxim	0,02	3,2
			Thiofanoxsulfon	0,02	nb*
			Thiofanoxsulfoxide	0,02	nb*
			Sulfotep	0,01	nb*
			Pyrazofos	0,01	0,04
			parathion-methyl	0,01	0,011
			Metribuzin	0,01	0,052
			Methidathion	0,01	0,09
			Methabenzthiazuron	0,01	1,8
			bromofos-ethyl	0,01	0,09
			azinfos-methyl	0,01	0,012
			Desmetryn	0,01	34
			Diazinon	0,01	0,037
			Tetrachloorfenvinfos	0,01	nb*
			endrin**	0,002	0,004
			Endosulfan**	0,002	0,02
			dieldrin**	0,002	0,039

* nb: niet bekend;

** deze organochloorverbindingen zijn slechts in één monster aangetoond; alle andere monsters beneden de detectielimiet.;

2.3 Probleemstoffen op basis van metingen

Als we de resultaten uit de verschillende meetprogramma's nader bestuderen kunnen we komen tot een voorlopige lijst van probleemstoffen. Binnen het raamwerk van het overall project hebben we probleemstoffen gedefinieerd als die stoffen die in de

Afgedamde Maas of het ingenomen water zijn aangetoond in concentraties boven de hier gehanteerde normen, d.w.z. de drinkwaternorm of oppervlaktewaterkwaliteitsnorm.

Door het combineren van de verschillende meetresultaten is het in een aantal gevallen mogelijk om een uitspraak te doen over de mogelijke herkomst van de stoffen. Met andere woorden, komen de gevonden stoffen uit de Maas of komen ze meest waarschijnlijk uit de Bommelerwaard. We dienen ons te realiseren dat deze uitspraken niet moeten worden geïnterpreteerd als een sluitend bewijs. Daarvoor zouden de bestaande meetgegevens ook op monsterdatum geanalyseerd moeten worden en zou bovendien niet kunnen worden volstaan met een toetsing aan maximale concentraties.

2.3.1 Nutriënten

In de Afgedamde Maas worden ammonium, nitraat en orthofosfaat in aantoonbare hoeveelheden aangetroffen. Overschrijding van de drinkwaternorm treedt alleen op voor ammonium, maar niet voor de beide andere stoffen. Voor de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm voor stikstof, uitgedrukt als de zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-N ligt dat anders. Totaal-N wordt in de Afgedamde Maas over de jaren 1996-1998 gemiddeld met een factor 1,7 overschreden. Dit is voor een belangrijk deel het gevolg van de relatief hoge concentraties nitraat. Ook het oppervlaktewater in de Bommelerwaard en dat van de Maas kent een overschrijding van het totaal-N. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met stikstof.

Voor totaal-P wordt de norm niet overschreden

2.3.2 Bestrijdingsmiddelen

In de Afgedamde Maas en in het ingenomen water zijn zo'n 54 verbindingen aangetoond die vallen onder de groep van bestrijdingsmiddelen. Een belangrijk deel van deze stoffen, namelijk 40, heeft in de periode 1996-1998 noch de drinkwaternorm noch het MTR overschreden. Daarmee zijn het volgens de definitie geen probleemstoffen en worden ze hier niet verder behandeld.

De resterende 14 verbindingen kunnen worden bestempeld als probleemstoffen in de zin dat de maximaal gemeten concentratie de drinkwaternorm overschrijdt (8 stoffen), het MTR overschrijdt (10 stoffen) of beide normen overschrijdt (3 stoffen). De laatstgenoemde drie stoffen staan weergegeven in tabel 13.

Tabel 13: Overzicht van de stoffen waarvan de maximaal gemeten concentratie in de Afgedamde Maas de drinkwaternorm (0,1 µg/l) en het MTR overschrijdt. Bron: (DZH, 1999).

werkzame stof		maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)
Concentratie > 0,1 µg/l en > MTR			
Diuron	0,52	0,43	
Simazin	0,36	0,14	
Mevinfos	0,11	0,002	

Voor de stoffen diuron, simazin en mevinfos geldt dat zowel de drinkwaternorm alsook het MTR wordt overschreden. Dit lijken de meest ernstige probleemstoffen.

Diuron

Dit is een fenylureumverbinding met een herbicide werking. De stof wordt zowel in de landbouw toegepast alsook daarbuiten door gemeenten, overheidsdiensten en particulieren. De stof is ook in de Maas (max. 0,98 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 0,38 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stof diuron. De stof is overigens vanaf 1 juni 1999 niet meer toegelaten.

Simazin

Dit is een triazineverbinding met een herbicide werking. De stof wordt zowel in de landbouw toegepast alsook daarbuiten door gemeenten, overheidsdiensten en particulieren. De stof is ook in de Maas (max. 0,29 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 0,39 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stof simazin. Simazin is een zogenaamde kanalisatiestof. Oorspronkelijk bestond het voornemen om de toelating van deze stof op korte termijn te beëindigen. Recent hebben de ministeries van LNV en VROM echter besloten deze stof als 'agrarisch onmisbaar' te betitelen, hetgeen betekent dat deze stof in de nabij toekomst onder voorwaarden toegepast mag blijven worden.

Mevinfos

Dit is een organische fosforverbinding met een insecticide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is in de Maas nooit aangetoond (< 0,03 µg/l); in de Bommelerwaard is een maximale concentratie gemeten van 0,38 µg/l). Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat de belasting van de Afgedamde Maas met de stof mevinfos hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door een aanvoer vanuit de Bommelerwaard. Ook mevinfos is een kanalisatiestof. Oorspronkelijk bestond het voornemen om de toelating van deze stof op korte termijn te beëindigen. Recent hebben de ministeries van LNV en VROM echter besloten deze stof als 'agrarisch onmisbaar' te betitelen, hetgeen betekent dat deze stof in de nabij toekomst toegepast mag blijven worden.

Samenvattend moet dus worden geconcludeerd dat de hierboven genoemde ernstige probleemstoffen niet meer toegelaten zijn of hun gebruik in de toekomst sterk wordt beperkt.

De volgende groep van probleemstoffen zijn die stoffen waarvan de maximaal gemeten concentratie wel de drinkwaternorm (0,1 µg/l) overschrijdt, maar niet het MTR. Deze stoffen zijn weergegeven in tabel 14.

Tabel 14: Overzicht van de stoffen waarvan de maximaal gemeten concentratie in de Afgedamde Maas wél de drinkwaternorm (0,1 µg/l) overschrijdt, maar niet het MTR. Bron: (DZH, 1999).

werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)
Concentratie > 0,1 µg/l en < MTR		
AMPA	5,00	nb*
glyfosaat	0,67	23
atrazin	0,35	2,90
isoproturon	0,27	0,32
chloortoluron	0,12	1

* niet bekend.

Voor de stoffen AMPA, glyfosaat, atrazin, isoproturon en chloortoluron geldt dat de drinkwaternorm wél wordt overschreden, maar het MTR niet. Volgens de definitie zijn dit derhalve probleemstoffen. Opvallend is dat het hier allemaal stoffen met een herbicide werking betreft.

Glyfosaat en AMPA

AMPA ofwel aminomethylfosfonzuur is een afbraakproduct van glyfosaat. Glyfosaat is een aminofosfonaat met een herbicide werking. De stof wordt zowel in de landbouw toegepast alsook daarbuiten door gemeenten, overheidsdiensten en particulieren. AMPA is ook in de Maas (max. 5,50 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 3,50 µg/l) aangetroffen. Ook glyfosaat is in de Maas (max. 0,25 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 0,50 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stoffen glyfosaat en AMPA. Het is zeer wel mogelijk dat het verbod van diuron per 1 juni van dit jaar onder andere een toename van het gebruik van glyfosaat op verhardingen tot gevolg heeft. Ondanks het feit dat het College Toelating Bestrijdingsmiddelen het voornemen heeft uitgesproken om het gebruik van glyfosaat op verhardingen in 2000 niet te verlengen, lijkt het er eind 1999 op dat er geen verbod zal komen (pers. med. van Vliet).

Atrazin

Dit is een triazineverbinding met een herbicide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is ook in de Maas (max. 0,48 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 1,20 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de

belasting van de Afgedamde Maas met de stof atrazin. Atrazin is een kanalisatiestof. Het voornemen bestaat de stof per 1 januari 2000 niet meer toe te laten.

Isoproturon

Dit is een fenylureumverbinding met een herbicide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is ook in de Maas (max. 0,48 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 0,06 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stof isoproturon.

Chloortoluron

Dit is een fenylureumverbinding met een herbicide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is ook in de Maas (max. 0,13 µg/l) aangetroffen; in de Bommelerwaard is de stof nooit aangetoond (< 0,04µg/l). Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is de belasting van de Afgedamde Maas met de stof chloortoluron hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door een aanvoer vanuit de Maas.

Ten slotte is er nog een groep van probleemstoffen waarvan de maximaal gemeten concentraties wel het MTR overschrijdt, maar niet de drinkwaternorm. Deze stoffen zijn weergegeven in tabel 15.

Tabel 15: Overzicht de van stoffen waarvan de maximaal gemeten concentratie in de Afgedamde Maas wél het MTR overschrijdt, maar niet de drinkwaternorm (0,1 µg/l). Bron: (DZH, 1999).

werkzame stof	maximale concentratie (µg/l)	MTR (µg/l)
Concentratie < 0,1 µg/l en > MTR		
dichloorvos	0,06	0,0007
malathion	0,02	0,013
propoxur	0,02	0,01
methiocarb	0,02	0,016
parathion-ethyl	0,01	0,002
chloorfenvinfos	0,01	0,002
aldrin*	0,002	0,001
DDT*	0,002	0,0009

* deze organochloorverbindingen zijn slechts in één monster aangetoond; alle andere monsters beneden de detectielimiet.

Voor de stoffen dichloorvos, malathion, propoxur, methiocarb, parathion-ethyl, chloorfenvinfos, endosulfan en aldrin geldt dat het MTR wél wordt overschreden, maar de drinkwaternorm niet. Volgens de definitie zijn ook dit dus probleemstoffen. Opvallend is dat het hier allemaal stoffen met een insecticide werking betreft.

Dichloorvos

Dit is een organische fosforverbinding met een insecticide werking. Voorheen had deze stof een reguliere toelating in de land- en tuinbouw. De stof is ook in de Maas (max. 0,08 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 1,10 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan

worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stof dichloorvos. De toelating van dichloorvos is in 1999 definitief beëindigd.

Malathion

Dit is een organische fosforverbinding met een insecticide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is ook in de Maas (max. 0,03 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 0,01 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stof malathion. Malathion is weliswaar geen kanalisatiestof, toch bestaat de verwachting dat de toepassingen van deze stof op korte termijn komen te vervallen.

Propoxur

Dit is een carbamaat met een insecticide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is noch in de Maas noch in de Bommelerwaard aangetroffen. Het is dus onduidelijk wat de herkomst van de stof is. Propoxur is weliswaar geen kanalisatiestof, maar veel toepassingen van deze stof (excl. kleinverpakkingen) vervallen per 1 april 2000.

Methiocarb

Dit is een carbamaat met een insecticide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is ook in de Maas (max. 0,07 µg/l) en in de Bommelerwaard (max. 0,90 µg/l) aangetroffen. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is dat zowel de Maas als de Bommelerwaard bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met de stof methiocarb.

Parathion-ethyl

Dit is een organische fosforverbinding met een insecticide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is in de Maas nooit aangetoond (< 0,03 µg/l); in de Bommelerwaard is een maximumconcentratie van 1,30 µg/l gemeten. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is de belasting van de Afgedamde Maas met de stof parathion-ethyl hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door een aanvoer vanuit de Bommelerwaard. Parathion-ethyl is een kanalisatiestof. Het voornemen bestaat de stof op korte termijn alleen nog toe te laten voor grondbehandelingen in kassen en aangietbehandelingen van Bromeliaceae.

Chloorfenvinfos

Dit is een organische fosforverbinding met een insecticide werking. De stof wordt vrijwel uitsluitend in de landbouw toegepast. De stof is in de Maas nooit aangetoond (< 0,03 µg/l); in de Bommelerwaard is een maximumconcentratie van 0,01 µg/l gemeten. Hieruit kan worden afgeleid dat het aannemelijk is de belasting van de Afgedamde Maas met de stof chloorfenvinfos hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door een aanvoer vanuit de Bommelerwaard. Ook chloorfenvinfos is een kanalisatiestof. Het voornemen bestaat de stof op korte termijn alleen nog maar toe te laten als granulaat (< 3 kg w.s /ha) en voor aangietbehandelingen.

Aldrin en DDT

Dit zijn organische chloorverbindingen met een insecticide werking. De stoffen zijn al sinds een groot aantal jaren niet meer toegelaten op de Nederlandse markt, echter de stoffen zijn zeer persistent en kunnen lang in het milieu aanwezig blijven. DDT kan overigens ook een verontreiniging/bijproduct zijn van dicofol, een acaricide dat inmiddels ook niet meer is toegelaten. De waarneming van DDT is eenmalig en net boven de detectielimiet. De stoffen worden daarom hier niet gezien als actuele probleemstof, maar meer als een gevolg van het gebruik in het verleden.

2.4 Conclusies

Voor wat betreft de meststoffen blijkt ammonium een probleem te zijn voor de drinkwaterbereiding en nitraat voor de (ecologische) kwaliteit van het oppervlaktewater.

In de groep van bestrijdingsmiddelen worden 14 probleemstoffen onderscheiden. Eén van deze probleemstoffen, chloortoluron, lijkt uitsluitend afkomstig te zijn uit de Maas. Drie stoffen, mevinfos, parathion-ethyl en chloorfenvinfos, lijken uitsluitend uit de Bommelerwaard afkomstig te zijn. De resterende 10 probleemstoffen in de Afgedamde Maas kunnen zowel vanuit de Maas als vanuit de Bommelerwaard zijn aangevoerd.

Voor 8 van de 14 probleemstoffen is de toelating reeds beëindigd of bestaat het voornemen om deze op korte termijn te beëindigen. Het verbod op het verbruik van deze stoffen zal ongetwijfeld een lagere belasting van deze stoffen op het oppervlaktewater tot gevolg hebben. In de nieuwe situatie zal een deel van de gebruikers andere stoffen gaan inzetten (substitutie), hetgeen een toename van de oppervlaktewaterbelasting met deze nieuwe stoffen kan betekenen.

Geconcludeerd mag worden dat de belasting van de Afgedamde Maas voor een belangrijk deel afkomstig is uit de Bommelerwaard. Dit is de reden om de Bommelerwaard nader te beschouwen. In de volgende hoofdstukken wordt, voorafgegaan aan een algemeen beeld van de Bommelerwaard, een beeld geschetst van de emissie en de mogelijke ecologische effecten van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard.

3 Beschrijving van de Bommelerwaard

3.1 Algemene beschrijving

De Bommelerwaard is een gebied dat zich ruwweg uitstrekt van de dode Maas-Waal verbinding oostelijk van Kerkdriel en Rossum (in het oosten) en het Heusdens Kanaal overgaand in de Afgedamde Maas in het westen. In het noorden wordt het gebied begrensd door de Waal en in het zuiden door de Maas. Na de gemeentelijke herindeling van januari 1999 bestaat de Bommelerwaard uit een tweetal gemeenten, te weten Maasdriel (Ammerzoden, Hedel, Maasdriel, Rossum en Heerwaarden) en Zaltbommel (Brakel, Kerkwijk, Zaltbommel). Het gebied, dat voornamelijk een agrarische bestemming heeft, kent een oppervlakte van 15 700 hectare en een inwoneraantal van $\pm 50\ 000$.

3.2 Waterhuishouding

Het water in de Bommelerwaard bestaat hoofdzakelijk uit regenwater, kwelwater en ingelaten Maaswater. Dit water wordt via een uitgebreid watergangenstelsel getransporteerd. De totaallengte van het watergangenstelsel wordt geschat op 1 370 km, exclusief de droge sloten en greppels (TOP-10 vector, © Topografische Dienst). De jaargemiddelde verblijftijd van het water in de Bommelerwaard wordt geschat op enkele dagen (DHV, 1995 in: Stäb en Looijen, 1996).

De herkomst van het water kan sterk variëren gedurende de seizoenen. Zo zal er in de winterperiode voornamelijk sprake zijn van regenwater, terwijl er in de zomerperiode relatief meer water als gevolg van kwel via de noordzijde vanuit de Waal binnenstroomt. Actief peilbeheer vindt plaats door de gemalen aan de Maas (Stuvers en Hedel) en door de aan de westzijde gelegen gemalen van Dam van Brakel, de Jongh en Baanbreker. Het zesde gemaal in de Bommelerwaard, De Rietschoof, kan i.t.t. de andere gemalen alleen water uitmalen en niet inlaten.

Om een beeld te schetsen van de hoeveelheid water die jaarlijks wordt uitgeslagen dan wel wordt ingenomen kunnen de cijfers uit 1982 worden aangehaald (DHV, 1995 in: Stäb en Looijen, 1996). In dat jaar werd er door de gezamenlijke gemalen slechts 0,59 miljoen m^3 water ingelaten tegen een uitgeslagen volume van 52,68 miljoen m^3 waarvan 16 miljoen m^3 onder vrij (natuurlijk) verhang. Alhoewel dit de cijfers zijn uit een relatief droog jaar (711 mm) (KNMI, 1982) en de situatie van jaar tot jaar sterk kan verschillen, kan toch worden geconcludeerd dat er veel meer water de Bommelerwaard uitgaat dan dat er ingelaten wordt.

Door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland wordt jaarlijks zo'n 70 miljoen m^3 water uit de Afgedamde Maas ingenomen voor de productie van drinkwater. Een evenzo groot deel wordt vanuit de Afgedamde Maas bij de Wilhelmina sluizen van de Maaszijde naar de Waalzijde verpompt ter compensatie van lek-, schut- en kwelverliezen. In totaal wordt dus zo'n 140 miljoen m^3 onttrokken aan de Afgedamde Maas.

Gemiddeld één derde is, zoals hierboven is berekend, afkomstig uit de Bommelerwaard. Het grootste deel wordt dus aangevuld vanuit de Maas. Dit laatste zal met name in de zomerperiode het geval zijn wanneer er relatief weinig water de Bommelerwaard wordt uitgeslagen.

3.3 Bodemkarakteristieken

De bovenlaag van de bodem in de Bommelerwaard wordt gevormd door een deklaag die voornamelijk bestaat uit slechtdoorlatende komafzettingen (zware en lichte klei) met lokaal ingesloten slecht doorlatende veenlagen. Het gebied wordt verder gekarakteriseerd door plaatselijk goed doorlatende rivierduinen en rivierbeddingen, behorende bij oude rivierlopen. Samenvattend bestaat het gebied voor 95% uit kleigronden en voor de resterende 5% uit zandgronden (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000)

Voor het transport van water en opgeloste stoffen vanuit de bodem naar het oppervlaktewater is met name de spreiding van de verblijftijd van het water van belang. De verblijftijd van het water in de bodem wordt mede bepaald door de doorlatendheid, scheurvorming, en de condities aan het maaiveld. Verder speelt de dichtheid van de aanwezige drainagemiddelen een grote rol (drainbuizen, greppels, perceelssloten).

Een bodemeigenschap die met name relevant is voor het transport van bestrijdingsmiddelen in de bodem is het organischstofgehalte. Het gemiddelde gehalte organische stof in de bovengrond (0-0,5 m diepte) is op 7% van de Bommelerwaard kleiner dan 1,5%, op 72% tussen de 1,5 en 3%, en op de overige 22% van het oppervlak tussen de 3 en 6%.

3.4 Grondgebruik

Zoals in paragraaf 3.1 al is opgemerkt heeft de Bommelerwaard voornamelijk een agrarische bestemming. Van de bijna 16 000 hectare die het gebied groot is wordt ongeveer 9 000 ha in de vorm van cultuurgrond in productie genomen door de landbouw (CBS, 1996). In tabel 16 is het agrarisch grondgebruik gegeven over 1995, verdeeld over de verschillende sectoren en gewas(groepen).

Tabel 16: Agrarisch landgebruik in de Bommelerwaard in 1995. Bron: CBS, 1996.

Sector	gewas(groep)	oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
akkerbouw	Totaal	534	5
	knol- en wortelgewas	269	
	granen	205	
	graszaad	8	
	uien	8	
	groenbemester	7	
	peulvruchten	3	
	overige gewassen	34	
veehouderij	Totaal	7 555	82
	grasland	6 581	
	maïs	1 084	
tuinbouw koud	Totaal	285	3
	groenten	147	
	bloemkwekerijgewassen	57	
	champignons	20	
	boomkwekerijgewassen	9	
	bloembollen	8	
	overige gewassen	44	
	tuinbouw glas	Totaal	258
	bloemkwekerijgewassen	232	
	groenten	26	
	fruit	<1	
	boomkwekerijgewassen	<1	
fruitteelt	Totaal	489	5
	pit- en steenvruchten	477	
	kleinfruit	12	
braakland	Totaal	197	2
cultuurgrond	Totaal	9 138	100

Met ruim 80% heeft de veehouderijsector het grootste deel van de cultuurgrond in gebruik. Andere teelten met een opvallend groot areaal zijn de fruitteelt en de bloemteelt onder glas. Figuur 1 geeft een overzicht van de geografische verspreiding van de verschillende agrarische sectoren in de Bommelerwaard. De grond die niet in productie wordt genomen door de landbouw, zo'n 7 000 ha, kent voornamelijk gebruiksfuncties als bebouwing, infrastructuur, natuur en open water.

Agrarisch grondgebruik per gemeente

fruitteelt



rundveehouderij



glastuinbouw



overige teelten



Fig. 1 Het agrarisch grondgebruik in de Bommelerwaard (bron: CBS, 1996).

4 Gebruik van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard

4.1 Algemeen

Uit de meetgegevens van hoofdstuk 2 blijkt dat een belangrijk deel van de belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen wordt veroorzaakt door aanvoer van deze stoffen vanuit de Bommelerwaard. Een groot deel van deze aanvoer wordt verondersteld een indirect gevolg te zijn van het gebruik van deze stoffen in de Bommelerwaard. Omdat in de meetpakketten van de verantwoordelijke instanties niet alle mogelijke verbindingen worden gemonitord, is besloten tot het uitvoeren van aanvullende emissieberekeningen.

De basis voor deze berekeningen vormt o.a. het bestrijdingsmiddelenverbruik in de Bommelerwaard. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van dit verbruik verdeeld over de landbouw en de niet-landbouw. Binnen de landbouw is onderscheid gemaakt tussen een aantal teeltsectoren.

4.2 Niet-agrarisch gebruik van bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen worden niet alleen binnen de landbouw gebruikt, maar ook daarbuiten. Denk daarbij vooral aan het onkruidvrij houden van wegen en trottoirs, het onderhoud van (sier)beplantingen en het onkruidvrij houden van gazons en sportvelden. Het betreft hier overwegend het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen. Het gebruik van fungiciden en insecticiden is buiten de landbouw beperkt tot het verdelgen van plagen (b.v. muizen, wespen, boktorren, processierupsen), het bestrijden van ziekten en plagen in (particuliere) moestuinen en het incidenteel behandelen van bomen. Het gebruik van fungiciden en insecticiden buiten de landbouw is in termen van kilogram werkzame stof te verwaarlozen met het gebruik van herbiciden buiten de landbouw. De verdere analyse is derhalve uitsluitend gericht op de herbiciden.

Een overzicht van het niet-agrarisch gebruik van herbiciden in de Bommelerwaard is binnen deze studie beperkt tot een inventarisatie van het verbruik door of in opdracht

van gemeenten en particulieren. Vanwege het belang van verschillende emissieroutes is in het overzicht onderscheid gemaakt tussen toepassingen op verhardingen en toepassingen op niet-verhardingen.

4.2.1 Gebruik door gemeenten

Een overzicht van het verbruik van herbiciden door gemeenten is opgesteld op basis van de antwoorden op een vraagronde die is gehouden langs de verantwoordelijken in

de verschillende gemeenten. Dit laatste is gebeurd onder begeleiding van de heer van Veen, werkzaam bij de voormalige gemeente Brakel en lid van de klankbordgroep. Het totaalverbruik aan herbiciden binnen de 8 voormalige gemeenten wordt voor 1998 geschat op bijna 170 kg werkzame stof. Tabel 17 geeft een overzicht van de verschillende werkzame stoffen die zijn gebruikt.

Tabel 17: Het geschatte verbruik van herbiciden in de 8 voormalige gemeenten in de Bommelerwaard in 1998. Weergegeven is het verbruik per werkzame stof (w.s.) opgesplitst naar het type toepassing.

werkzame stof	verbruik verhardingen (kg w.s.)	verbruik niet-verhardingen (kg w.s.)	totaalverbruik (kg w.s.)
glyfosaat	67	15	82
dichlobenil	< 1	42	43
diuron*	18	4	22
MCPA	-	14	14
2,4-D	-	3	3
amitrol	3	< 1	3
propyzamide	-	1	1
dicamba	-	< 1	< 1
triclopyr	-	< 1	< 1
Totaal	88(52%)	81 (48%)	169

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

We zien dat de stof glyfosaat verreweg het meest wordt toegepast, gevolgd door achtereenvolgens dichlobenil, diuron en MCPA. Zoals al gemeld in hoofdstuk 2 zijn alle toelatingen van diuron medio dit jaar komen te vervallen. Ruim de helft van de totale hoeveelheid werkzame stof wordt door gemeenten toegepast op verhardingen. De andere helft kent voornamelijk toepassingen op sportvelden en in plantsoenen.

4.2.2 Gebruik door particulieren

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen door particulieren is niet in de Bommelerwaard zelf geïnventariseerd. Gebruik is gemaakt van een indicatieve inventarisatie die recent door het CBS is opgesteld ten behoeve van de MJP-G sectorgroep Openbaar Groen (Loorij, 1999). Uit bovengenoemde inventarisatie is voor deze studie een selectie gemaakt van de volgende niet-agrarische objecten: tuinen en verhardingen particulieren, tuinen landbouwbedrijven en erfverhardingen.

Het totaalgebruik aan herbiciden in Nederland wordt voor de hierbovengenoemde niet-agrarische objecten geschat tussen de 39 000 en 79 000 kg w.s. Dit is 0,8 – 1,6 maal het landelijk totaalgebruik van herbiciden door overheidsinstellingen (\pm 50 000 kg) (Loorij, 1999). Wanneer we deze zelfde verdeelsleutel van toepassing verklaren op de individuele stoffen die door de gemeenten in 1998 in de Bommelerwaard zijn toegepast (169 kg) komen we uit op een geschat verbruik van 133 tot 268 kg w.s. herbiciden door particulieren in de Bommelerwaard (tabel 18).

Tabel 18: Het geschatte verbruik van herbiciden door particulieren in de Bommelerwaard. Weergegeven is het verbruik per werkzame stof (w.s.) opgesplitst naar het type toepassing.

werkzame stof	verbruik verhardingen (kg w.s.)	Verbruik niet-verhardingen (kg w.s.)	Totaalverbruik (kg w.s.)
glyfosaat	54-107	12-24	66-131
dichlobenil	< 1	34-68	34-68
diuron*	14-28	3-6	17-34
MCPA	-	11-22	11-22
2,4-D	-	2-5	2-5
amitrol	2-4	< 1	2-5
propyzamide	-	1-2	1-2
dicamba	-	< 1	< 1
triclopyr	-	< 1	< 1
Totaal	70-140	63-128	133-268

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

4.2.3 Totaal niet-agrarisch gebruik

Om de uiteindelijke emissie van bestrijdingsmiddelen als gevolg van niet-agrarische toepassingen goed te kunnen berekenen is een totaalschatting gemaakt, waarbij het verbruik wederom is uitgesplitst naar toepassingen op verhardingen en niet-verhardingen (tabel 19).

Tabel 19: Het geschatte verbruik van herbiciden buiten de landbouw in de Bommelerwaard, in 1998. Weergegeven is het verbruik per werkzame stof (w.s.) opgesplitst naar het type toepassing.

werkzame stof	verbruik verhardingen (kg w.s.)	Verbruik niet-verhardingen (kg w.s.)	totaalverbruik (kg w.s.)
glyfosaat	121-174	27-39	148-213
dichlobenil	1	76-110	77-111
diuron*	32-46	7-10	39-56
MCPA	-	25-36	25-36
2,4-D	-	5-8	5-8
amitrol	5-7	< 1	5-8
propyzamide	-	2-3	2-3
dicamba	-	1-2	1-2
triclopyr	-	1	1
Totaal	159-228	144-209	303-437

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Zoals in de tabel kan worden afgelezen wordt het gemiddeld totaalgebruik buiten de landbouw geschat op 371 kg w.s. (303 - 437 kg w.s.). Bijna de helft van dit gebruik komt voor rekening van de stof glyfosaat. De stoffen glyfosaat, dichlobenil, diuron en MCPA zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor 95% van het totaalgebruik buiten de landbouw. Ruim de helft van de herbiciden wordt toegepast op verhardingen.

4.3 Agrarisch gebruik bestrijdingsmiddelen

In de hedendaagse reguliere land- en tuinbouw worden ziekten, plagen en onkruiden onder andere op een chemische wijze beheerst en bestreden. Ook in de Bommelerwaard met zijn vooral agrarische bestemming, is dat het geval. Voorafgaand aan de emissieberekeningen is het verbruik van bestrijdingsmiddelen door de agrarische doelgroepen geïnventariseerd.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen door de landbouw is niet in de Bommelerwaard zelf geïnventariseerd. Er is gebruik gemaakt van verbruiksgegevens die door verschillende nationale instanties zijn verzameld. Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) inventariseert het verbruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland. Dit gebeurt in het kader van de Bestrijdingsmiddelenenquête waarvan de laatste in 1995 (CBS, 1997) is gehouden en een omvang betrof van ruim 3000 bedrijven. Het betreft hier een enquête die door de agrariërs zelf en op vrijwillige basis wordt verzorgd.

Ook worden gegevens over het verbruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland landsdekkend verzameld door het Landbouw Economisch Instituut (LEI-DLO) in het kader van het LEI-Bedrijveninformatienet. Hierbij worden jaarlijks 1000 akkerbouwbedrijven en 500 tuinbouwbedrijven doorgelicht. Het verbruik van bestrijdingsmiddelen wordt per bedrijf in beeld gebracht op basis van de aankoopbonnen van middelen uit de bedrijfsadministratie. Deze gegevens worden middels interviews met de betrokken agrariër vertaald op gewasniveau.

Ten slotte is informatie betrokken uit de Regulering Grondontsmettingsmiddelen 1997 van de Plantenziektenkundige Dienst (Plantenziektenkundige Dienst, 1998). Deze bron bevat informatie over het verbruik van natte grondontsmettingsmiddelen op gemeenteniveau uitgesplitst naar een aantal gewasgroepen. In tegenstelling tot de beide andere bronnen heeft de PD wél specifieke informatie over de Bommelerwaard.

De drie hierboven genoemde informatiebronnen zijn binnen het door het Staring Centrum ontwikkelde Informatiesysteem Bestrijdingsmiddelen, kortweg ISBEST (Smidt et al, in prep), geïntegreerd tot één dataset. ISBEST beschrijft het gemiddelde verbruik per hectare van meer dan 250 werkzame stoffen in ruim 50 gewassen. In deze studie is gerekend met de versie 3.0 van ISBEST. In deze meest recente versie van ISBEST is gebruik gemaakt van de Bestrijdingsmiddelenenquête 1995 van het CBS. Dit cijfermateriaal is aangevuld met 1995-gegevens van het LEI-DLO, daar waar het de gewassen tijdelijk- en blijvend grasland betreft en met de 1997-gegevens van de RGO daar waar het de natte grondontsmettingsmiddelen betreft.

De aldus verkregen informatie is in de vorm van gewas-werkzame stof combinaties voorgelegd aan de vertegenwoordigers van de agrarische sector die zitting hebben in de klankbordgroep. De drie klankbordgroepleden hebben hun akkoord uitgesproken over de met ISBEST gegenereerde verbruikscijfers.

Binnen ISBEST 3.0 is vervolgens het gemiddelde gebruik per hectare van een gewas gekoppeld aan het areaal van dat gewas in de Bommelerwaard, afkomstig van de Landbouwtelling 1995 (CBS, 1996). Middels deze exercitie is het totaalverbruik per gewas binnen de Bommelerwaard verkregen. Tabel 20 geeft de 10 gewassen die de grootste bijdrage leveren aan het totaalverbruik in de Bommelerwaard.

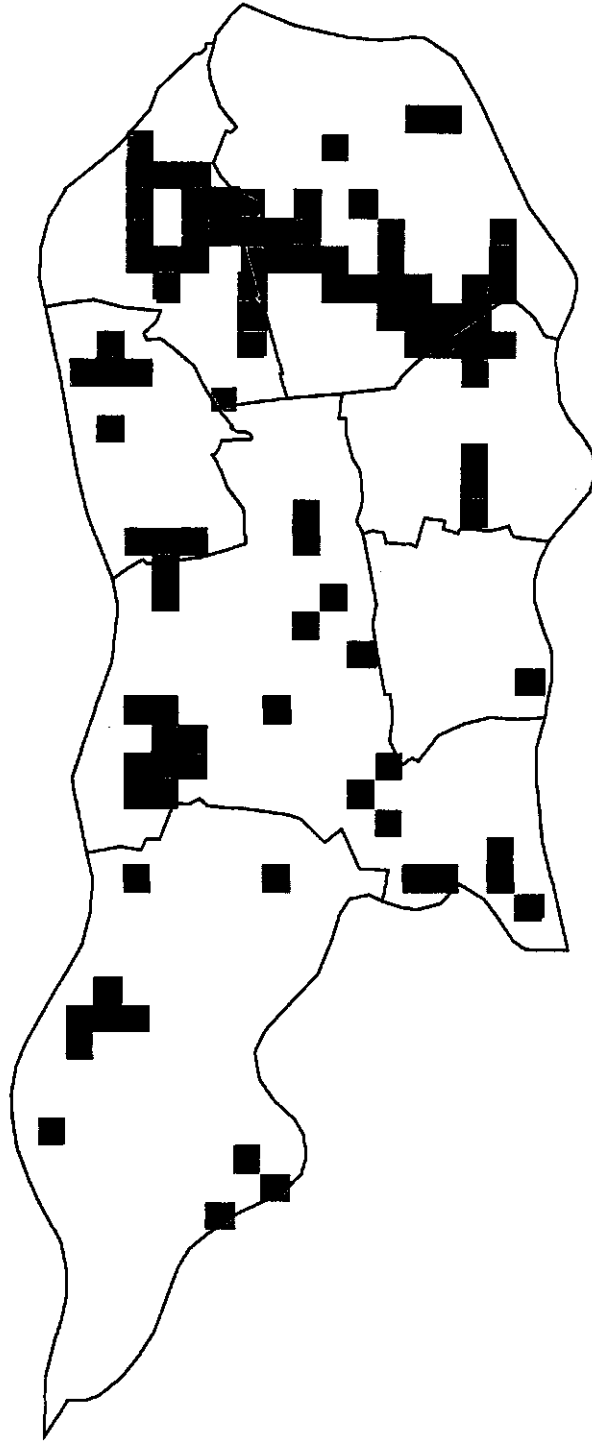
Tabel 20 : Het berekende totaalgebruik per gewas in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 gewassen met het grootste aandeel in het totaalgebruik.

Gewas	totaalverbruik (kg ws)	totaalverbruik (%)
Appel oude aanplant	11 240	37
Peren oude aanplant	4 154	14
Chrysant	3 692	12
Snijmaïs	3 310	11
Blijvend grasland	1 834	6
Aardappel	1 728	6
Aardbei	789	3
Zaaiuien	587	2
Rozen	418	1
Suikerbieten	401	1
Overige gewassen	2 090	7
Totaal	30 243	100

Wanneer men vervolgens het totaalgebruik binnen de gewassen sommeert over alle gewassen krijgt men een schatting van het totale agrarische verbruik binnen de Bommelerwaard. Het totale verbruik aan werkzame stoffen door de landbouw in de Bommelerwaard wordt voor 1995 geschat op iets meer dan 30 000 kilogram werkzame stof. Figuur 2 geeft een beeld van de geografische spreiding van dit verbruik binnen de Bommelerwaard.

Tabel 21 geeft de 20 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan het totaalverbruik in de Bommelerwaard.

Gemiddeld jaarverbruik per ha landbouw



- geen
- laag
- midden
- hoog



0 2.5 5 Kilometers



Fig. 2 Het gemiddelde jaarverbruik (kg w.s.) per hectare landbouwgrond in de Bommeleerwaard voor 1995.

Tabel 21: Het berekende gebruik per werkzame stof gesommeerd over ruim 50 gewassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 20 stoffen met het hoogst berekende verbruik.

werkzame stof	Stofgroep	verbruik (kg ws)	verbruik (%)
captan*	Fungicide	8 940	29
tolyfluanide	Fungicide	1 510	5
minerale olie**	overige middelen	1 330	4
dichloorvos*	Insecticide	1 140	4
glyfosaat	Herbicide	1 090	3
koperoxychloride	Fungicide	927	3
atrazin*	Herbicide	797	3
maneb	Fungicide	777	2
daminozide	overige middelen	753	2
thiram*	Fungicide	677	2
MCPA	Herbicide	630	2
zwavel***	Fungicide	623	2
etridiazool	fungicide	622	2
bentazon*	herbicide	599	2
mecoprop-p*	herbicide	551	2
chloormequat	overige middelen	534	2
mancozeb	fungicide	528	2
metiram	fungicide	510	2
fosetyl-aluminium	fungicide	299	1
metolachloor*	herbicide	289	1
overige stoffen			26
Totaal		30 243	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

** analoog aan de NEFYTO systematiek is minerale olie tot de overige middelen gerekend

*** zwavel valt niet onder de bestrijdingsmiddelenwet

Opvallend is het ontbreken van de natte grondontsmettingsmiddelen in de lijst van stoffen met het hoogste verbruik. Natte grondontsmetting vindt in de Bommelerwaard nauwelijks plaats. In 1997 is in totaal 0,424 ha ontsmet, hetgeen overeenkomt met een verbruik van 111 kg metam-natrium. Hiervan is 50 kilogram ingezet in de glastuinbouw en 61 kilogram in de vollegrondsteelt van aardbeien. Over de stoffen captan, thiram en mecoprop-p kan worden opgemerkt dat ze per 1 januari 2000 nog beperkt zijn toegelaten. De stof dichloorvos is verboden; metolachloor en atrazin worden naar verwachting op korte termijn verboden.

4.3.1 Fruitteelt

Het areaal fruitteelt in de Bommelerwaard bedraagt bijna 500 hectare. In de fruitteelt kent de teelt van appels het grootste areaal, gevolgd door peren. Tabel 22 geeft een overzicht van de verschillende fruitteeltgewassen en hun arealen.

Tabel 22: Overzicht van de fruitteeltgewassen die in de Bommelerwaard worden geteeld met hun bijbehorende arealen in 1995. Bron: CBS, 1996.

Gewas	areaal (ha)	areaal (%)
Appel oude aanplant	300	62
Peren oude aanplant	156	32
Peren nieuwe aanplant	12	3
Overige gewassen	12	2
Appel nieuwe aanplant	9	2
Totaal	489	100

Wanneer het gebruik per werkzame stof over de gewassen wordt gesommeerd krijgt men een beeld van het verbruik per werkzame stof binnen de fruitteelt. Het totale verbruik aan werkzame stoffen in 1995 in de fruitteelt wordt voor de Bommelerwaard geschat op 15 850 kilogram werkzame stof. Dit is ruim 50 % van het totale agrarische verbruik in de Bommelerwaard. Tabel 23 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan het verbruik in de fruitteelt.

Tabel 23: Het berekende gebruik per werkzame stof gesommeerd over alle fruitteeltgewassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het hoogst berekende verbruik.

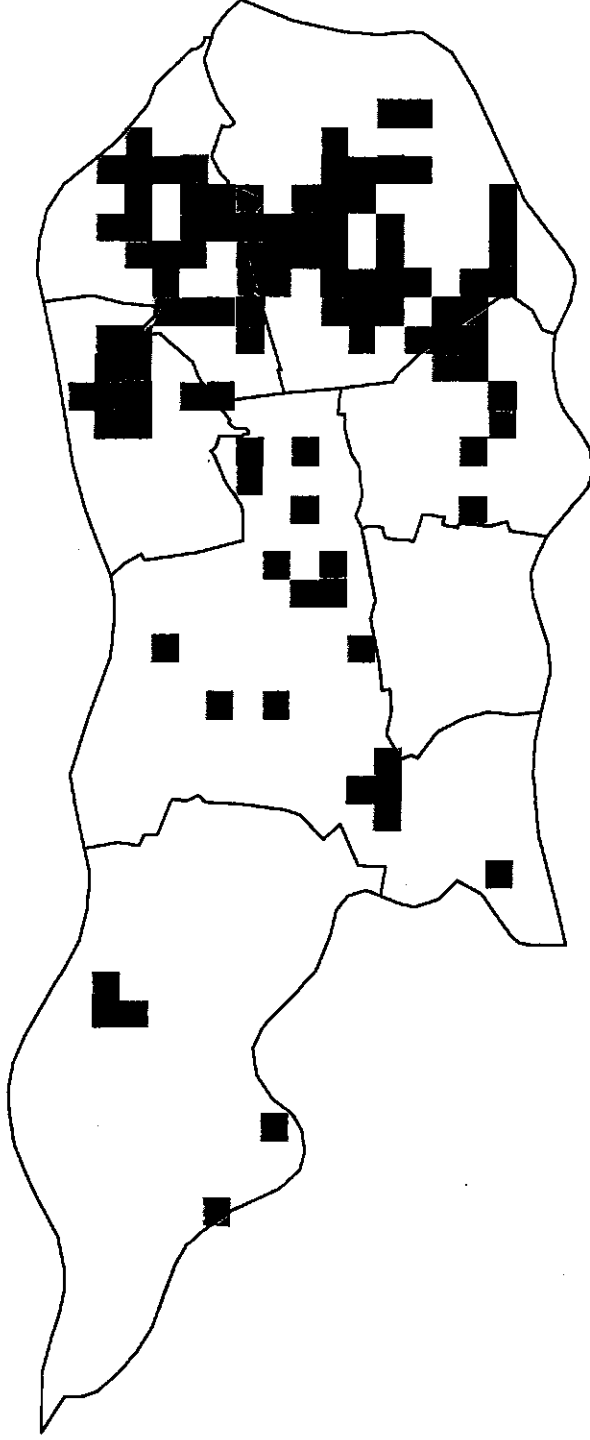
Werkzame stof	Stofgroep	verbruik (kg ws)	verbruik (%)
Captan*	Fungicide	8 915	56
Tolyfluanide	Fungicide	1 392	9
Koperoxychloride	Fungicide	927	6
Thiram*	Fungicide	614	4
Chloormequat	overige middelen	472	3
Metiram	Fungicide	454	3
Glyfosaat	Herbicide	408	3
Diuron*	Herbicide	240	2
Amitrol	Herbicide	226	1
Nitrothal-isopropyl	fungicide	213	1
Totaal		15 850	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Zoals ook uit tabel 23 blijkt zijn het voornamelijk fungiciden die in de fruitteelt worden toegepast. Meer dan de helft van het verbruik is gericht op de schurftbestrijding. De stof diuron is inmiddels verboden. Voor de stoffen captan en thiram bestaat het voornemen om de toelating op korte termijn te beperken.

Figuur 3 geeft een beeld van de geografische verspreiding van de emissie van captan naar het oppervlaktewater in de Bommelerwaard. Duidelijk herkenbaar is de concentratie van fruitteelt in het oostelijk deel van het gebied.

Emissie van captan naar oppervlaktewater



nul-emissie (stof wordt niet toegepast)

laag

midden

hoog



ALTERA

cartografie ing. R.A. Smit

© 1999

Fig. 3 Emissie van captan naar oppervlaktewater als gevolg van uitspoeling en drift, berekend voor 1995. De stof captan wordt in de Bommeleerwaard hoofdzakelijk toegepast in de fruitteelt.

4.3.2 Glastuinbouw

Het areaal glastuinbouw in de Bommelerwaard bedraagt ruim 250 hectare. De teelt van bloemen onder glas is verreweg de belangrijkste teelt. Tabel 24 geeft een overzicht van de kasteelten met het grootste areaal.

Tabel 24: Overzicht van de gewassen die in 1995 in de Bommelerwaard onder glas zijn geteeld. Weergegeven zijn 10 gewassen met het grootste areaal in 1995. Bron: CBS, 1996.

Gewas	areaal (ha)	areaal (%)
Chrysant	92	35
div. bloemkwekerijgewassen	52	20
Fresia	30	12
div. snijbloemen	16	6
Aardbeien	16	6
Rozen	13	5
Anjers	11	4
Paprika	10	4
Alstroemeria	5	2
Potplanten voor de bloei	4	2
overige gewassen (n = 10)	11	4
Totaal	258	100

Wanneer het gebruik per werkzame stof over de gewassen wordt gesommeerd krijgt men een beeld van het verbruik per werkzame stof binnen de glastuinbouw. Het totale verbruik aan werkzame stoffen in de glastuinbouw van de Bommelerwaard wordt voor 1995 geschat op 4 660 kilogram werkzame stof. Dit is 15% van het totale agrarische verbruik in de Bommelerwaard. Tabel 25 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan het verbruik in de glastuinbouw.

Tabel 25: Het berekende gebruik per werkzame stof gesommeerd over alle glastuinbouwgewassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het hoogst berekende verbruik.

werkzame stof	stofgroep	verbruik (kg ws)	Verbruik (%)
dichloorvos*	insecticide	1 140	24
Daminozide	overige middelen	753	16
Etridiazool	fungicide	622	13
Methiocarb	insecticide	277	6
tolclofos-methyl	fungicide	198	4
Chloorthalonil	fungicide	179	4
parathion-ethyl*	insecticide	166	4
Mancozeb	fungicide	152	3
Dodemorf	fungicide	89	2
Methomyl	insecticide	71	2
Totaal		4 660	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Zoals ook uit tabel 25 blijkt zijn het voornamelijk insecticiden en fungiciden die in de glastuinbouw worden toegepast. Met bijna een kwart van het totale gebruik in kasteelten voert dichloorvos de stoflijst aan. Deze stof is in het recente verleden in vrijwel alle gewassen toegepast om de kassen voorafgaand aan een nieuwe teeltronde

te ontsmetten, maar is momenteel niet meer toegelaten. De stof dichloorvos is inmiddels verboden. Voor de stof parathion-ethyl bestaat het voornemen om de toelating op korte termijn te beperken.

4.3.3 Rundveehouderij

Met een gemiddeld areaal van 7 455 hectare heeft de rundveehouderij ruim 80% van het landbouwareaal in de Bommelerwaard in gebruik. Het grasland besloeg in 1995 6 469 ha; maïs werd in dat jaar geteeld op een kleine 1 000 ha. Tabel 26 geeft een overzicht van de verschillende gewassen en hun arealen die tot de rundveehouderijsector in 1995 in gebruik had.

Tabel 26: Overzicht van de gewassen die in 1995 in de Bommelerwaard zijn geteeld en tot de rundveehouderijsector kunnen worden gerekend. Bron: CBS, 1996.

Gewas	areaal (ha)	areaal (%)
blijvend grasland	6 469	83
Snijmaïs	970	13
tijdelijk grasland	112	2
corncob-mix	3	< 1
Korrelmaïs	< 1	< 1
Totaal	7 555	100

Wanneer het gebruik per werkzame stof over de gewassen wordt gesommeerd krijgt men een beeld van het verbruik per werkzame stof binnen de rundveehouderij. Het totale verbruik aan werkzame stoffen in 1995 in de rundveehouderij wordt voor de Bommelerwaard geschat op 5 189 kilogram werkzame stof. Dit is 17 % van het totale agrarische verbruik in de Bommelerwaard. Tabel 27 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan het verbruik in de rundveehouderij.

Tabel 27: Het berekende gebruik per werkzame stof gesommeerd over alle gewassen uit de rundveehouderij in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het hoogst berekende verbruik.

werkzame stof	stofgroep	verbruik (kg)	verbruik (%)
minerale olie**	diverse middelen	1 193	23
atrazin*	herbicide	797	15
Glyfosaat	herbicide	621	12
bentazon*	herbicide	573	11
mecoprop-p*	herbicide	474	9
MCPA	herbicide	455	9
metolachloor*	herbicide	286	6
Pyridaat	herbicide	272	5
Lindaan	insecticide	77	2
propachloor*	herbicide	67	1
Totaal		5 189	100

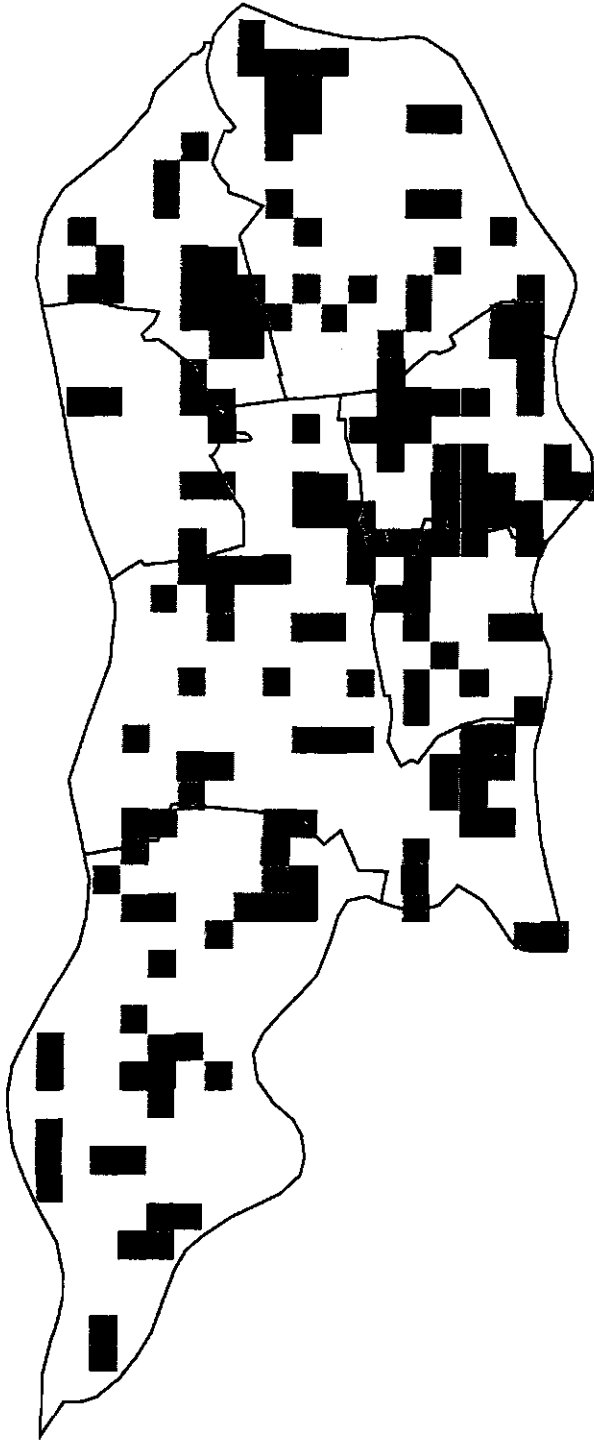
* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

** analoog aan de NEFYTO systematiek is minerale olie tot de overige middelen gerekend

Zoals de tabel blijkt zijn het voornamelijk herbiciden die zowel in de teelt van maïs als op grasland worden toegepast ter bestrijding van onkruiden. Voor de stoffen bentazon, atrazin, metolachloor en propachloor bestaat het voornemen ze op korte termijn te verbieden. Voor de stof mecoprop-p bestaat het voornemen om de toelating op korte termijn te beperken

Figuur 4 geeft een beeld van de geografische verspreiding van de emissie van atrazin naar het oppervlaktewater in de Bommelerwaard. Anders dan bij captan is de emissie van atrazin niet geconcentreerd tot een deel van de Bommelerwaard.

Emissie van atrazin naar oppervlaktewater



nul-emissie (stof wordt niet toegepast)

laag

middel

hoog



0 2.5 5 Kilometers



cartografie Ing. H.A. Smid

© 1995

Fig. 4 Emissie van atrazin naar oppervlaktewater als gevolg van uitspoeling en drift, berekend voor 1995. De stof atrazin wordt in de Bommeleerwaard hoofdzakelijk toegepast in de rundveehouderij (snijmais).

4.3.4 Overige teelten

De drie hiervoor behandelde teeltsectoren nemen gezamenlijk 90% van het landbouwareaal in beslag. De resterende 10% is voornamelijk in gebruik bij de akkerbouw. Tabel 28 geeft een overzicht van de belangrijkste gewassen en hun arealen die tot de groep van de overige gewassen kunnen worden gerekend.

Tabel 28: Overzicht van de belangrijkste gewassen uit de overige teeltsectoren die in de Bommelerwaard in 1995 zijn geteeld. Bron: CBS, 1996.

Gewas	areaal (ha)	areaal (%)
Aardappel	234	24
Braakland	197	20
Wintertarwe	194	20
Suikerbieten	85	9
overige gewassen (n = 48)	254	26
Totaal	963	100

Wanneer het gebruik per werkzame stof over de gewassen wordt gesommeerd krijgt men een totaalbeeld van het verbruik. Het totale verbruik aan werkzame stoffen in 1995 wordt in de overige gewassen in de Bommelerwaard geschat op 4 537 kilogram werkzame stof. Dit is 15 % van het totale agrarische verbruik in de Bommelerwaard. Tabel 29 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan dit verbruik.

Tabel 29: Het berekende gebruik per werkzame stof gesommeerd over alle overige gewassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het hoogst berekende verbruik.

werkzame stof	stofgroep	verbruik (kg)	verbruik (%)
maneb	fungicide	649	14
mancozeb	fungicide	377	8
fosethyl-aluminium	fungicide	258	6
prosulfocarb	herbicide	220	5
fluazinam	fungicide	153	3
zineb	fungicide	139	3
minerale olie**	overige middelen	137	3
propachloor*	herbicide	134	3
chloridazon*	herbicide	118	3
fentin-acetaat*	fungicide	115	3
Totaal		5 537	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

** analoog aan de NEFYTO systematiek is minerale olie tot de overige middelen gerekend

Zoals uit tabel 29 blijkt zijn het de fungiciden die worden ingezet voor de bestrijding van Phytophthora in aardappelen (maneb, mancozeb, fluazinam, fentin-acetaat), die in belangrijke mate verantwoordelijk zijn voor het gebruik in deze groep gewassen. Voor de stoffen propachloor, chloridazon en fentin-acetaat bestaat het voornemen ze op korte termijn niet meer toe te laten.

5 Belasting van het oppervlaktewater door bestrijdingsmiddelen

Voor, tijdens en na toepassing kunnen bestrijdingsmiddelen onbedoeld in het milieu terecht komen. De mate waarin dat gebeurt is afhankelijk van de fysisch-chemische eigenschappen van de toegepaste stof, de wijze waarop de spuitvloeistof wordt aangemaakt, de wijze waarop de stof wordt toegepast, het moment waarop de stof wordt toegepast en de condities van het toepassingsobject.

Emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater kan optreden langs diverse routes. De belangrijke routes zijn in dit verband het verwaaien van spuitvloeistof tijdens toepassing (drift), de uitspoeling van stoffen vanuit het ondiepe grondwater of via drainage en de afspoeling van stoffen vanaf de slootkant, vanaf het perceel of vanaf verhardingen. Ook vanuit kassen treedt emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater op.

De hierbovengenoemde emissieroutes zijn voor de Bommelerwaard gekwantificeerd voor alle agrarische en niet-agrarische toepassingen. Vervolgens is deze emissie bewerkt tot een concentratie in het oppervlaktewater. Op basis hiervan is uiteindelijk de kans op mogelijke ecologische effecten gekwantificeerd.

5.1 Emissieroutes

Emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater kan langs verschillende routes optreden. In deze paragraaf worden deze routes apart beschreven. Tevens is weergegeven op welke wijze de omvang van deze routes in deze studie is gekwantificeerd.

5.1.1 Algemene beschrijving

Emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater is vaak een gevolg van drift. Over deze route is inmiddels veel bekend, mede vanwege de rol die drift speelt in de wettelijke toelating van bestrijdingsmiddelen in Nederland. Een volgende route betreft de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van transport via het bovenste grondwater of via drainbuizen. Dit proces wordt sterk gestuurd door de waterbeweging in de bodem in combinatie met andere bodemkenmerken en eigenschappen van de toegepaste stoffen. Afspoeling is een vorm van emissie die niet zozeer bekend is vanuit de landbouw, al verschijnt daarover ook steeds meer informatie (Deneer et al., 1999), maar die met name optreedt vanaf verhardingen. Dit kunnen uiteraard zowel openbare verhardingen zijn, zoals wegen en trottoirs, maar ook erfverhardingen.

Naast bovenstaande drie routes kunnen nog een aantal minder bekende routes worden genoemd. Een eerste vaakgenoemde emissieroute is de atmosferische depositie (Deneer et al., 1999; Van der Pas et al., 1995). Stoffen kunnen als gevolg van verdamping in de

lucht terechtkomen. Eenmaal in de lucht zullen de stoffen gedeeltelijk, bijvoorbeeld met de regen, weer worden teruggevoerd naar de aarde en dus ook in het oppervlaktewater terecht komen. Er zijn in Nederland nog te weinig wetenschappelijke gegevens om deze route voldoende onderbouwd te kwantificeren. Deze route is in deze studie dan ook niet nader bestudeerd. Een andere bekende route is het verwaaien van stof- en gronddeeltjes met daaraan geadsorbeerd bestrijdingsmiddelen. We weten inmiddels dat dit fenomeen zich voordoet (Deneer et al., 1999; Fritz, 1993), maar er zijn ook hier onvoldoende onderzoeksgegevens beschikbaar om deze route te kwantificeren. Hebben de bovenstaande emissieroutes vrijwel uitsluitend betrekking op de toepassing van bestrijdingsmiddelen in vollegrondsteelten: ook vanuit kassen wordt het oppervlaktewater belast met bestrijdingsmiddelen. Belangrijke emissieroutes in de glastuinbouw zijn de directe afvoer van condenswater, de directe afvoer van spuiwater, de uitspoeling via het bovenste grondwater of via drainbuizen, restwater na het reinigen van het glasdek, restanten verpakkingen en spuitapparatuur en afdruiptverliezen vanaf beregeningsleidingen.

In de volgende subparagraaf wordt uiteengezet op welke wijze de omvang van de verschillende emissieroutes is gekwantificeerd in relatie tot het gebruik binnen de verschillende toepassingen

5.1.2 Grondgebruik

Voor de Bommelerwaard zijn 71 gewassen uit de landbouwtelling van het CBS 1995 (CBS, 1996) toegekend aan 9 verschillende agrarische grondgebruiksvormen uit het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland, versie 3 (LGN3: de Wit et al., 1999). Het betreft hier een GIS-bestand dat is opgebouwd uit satellietbeelden. Voor de Bommelerwaard wordt in dit bestand de situatie 1997 beschreven voor de gewassen grasland, maïs aardappelen, bieten, granen, glastuinbouw, bollen, boomgaard, en overige landbouwgewassen. Tabel 30 geeft de verdeling van de CBS-gewassen over de verschillende LGN-grondgebruiksvormen.

Tabel 30: Verdeling van de 71 gewassen uit de Landbouwtelling van het CBS over de grondgebruiksvormen van LGN-3: Bron: (CBS, 1996; de Wit et al., 1999).

LGN-Klasse	LGN-grondgebruiksvorm	aantal CBS-gewassen
1	grasland	2
2	maïs	3
3	aardappelen	5
4	bieten	2
5	graan	7
6	overige gewassen	30
7	glastuinbouw	10
8	boomgaard	5
9	bloembollen	6
10	bebouwing	1
11	kale grond, bos en natuur	-
12	open water	-
	Totaal	71

Per gemeente en per grondgebruiksvorm is het totale gewasoppervlak gedefinieerd op basis van CBS-gegevens;

$$CRARLU_{MU,LU} = \Sigma CRAR_{MU,CR} \quad (1)$$

$CRAR_{MU,CR}$ het oppervlak van een gewas in een gemeente (ha)
 $CRARLU_{MU,LU}$ het totale oppervlak van de gewassen in een gemeente, die tot dezelfde grondgebruiksvorm behoren (ha)

Vervolgens is het relatieve oppervlak van een gewas in een gemeente gedefinieerd ten opzichte van het totale oppervlak van de gewassen, die tot dezelfde grondgebruiksvorm behoren;

$$CRARFA_{MU,CR} = CRAR_{MU,CR} / CRARLU_{MU,LU} \quad (2)$$

$CRARFA_{MU,CR}$ het relatieve oppervlak van een gewas in een gemeente (-)

Op een schaal van 500 bij 500 m (een gridcel) wordt het oppervlak van een gewas berekend als het product van het oppervlak van de grondgebruiksvorm en het relatieve gewasoppervlak;

$$CA_{GC,CR} = LUAR_{GC,LU} \cdot CRARFA_{MU,CR} \quad (3)$$

$LUAR_{GC,LU}$ het oppervlak van een grondgebruiksvorm in een gridcel (ha)
 $CA_{GC,CR}$ het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)

Volgens deze methode is het gewasareaal, dat per gemeente beschikbaar is, op basis van de grondgebruiksgegevens ruimtelijk verdeeld over de gridcellen binnen de gemeente. Ten slotte zijn met de informatie uit ISBEST de verschillende toepassingen met de diverse werkzame stoffen binnen een gewas toegekend aan het areaal van dat gewas binnen elk van de gridcellen. De belangrijkste parameters in de beschrijving van het verbruik per toepassing (gewas-stof combinatie) zijn; het gemiddeld verbruik ($\text{kg w.s.}\cdot\text{ha}^{-1}$), de bodembelasting ($\text{kg w.s.}\cdot\text{ha}^{-1}$), het behandelde oppervlak als fractie van het gewasareaal, het toepassingstijdstip en de toedieningstechniek.

5.1.3 Berekeningswijze emissieroutes

Uitgezonderd de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater als gevolg van afspoeling zijn alle emissieberekeningen uitgevoerd met model PEGASUS 1.1. (Kruijne & Merkelbach 1997). PEGASUS gebruikt geografische gegevens over het grondgebruik, de bodem en het oppervlaktewater, in combinatie met een beschrijving van het bestrijdingsmiddelenverbruik. In deze studie is het bestrijdingsmiddelenverbruik beschreven met ISBEST 3.0 (Smidt et al., in prep). Verder is zowel gebruik gemaakt van emissiefactoren die voor landelijk gemiddelde situaties gelden (driftpercentages, emissiefactoren vanuit de glastuinbouw), als voor het studiegebied specifieke emissiefactoren (uitspoelingsfractie).

De berekeningen zijn uitgevoerd op een schaalniveau van 500 bij 500 m. Dit is de grootte van een gridcel; de basiseenheid van de ruimtelijke schematisatie van het gebied. Het bestrijdingsmiddelenverbruik is berekend voor een gewasoppervlak, dat op basis van gewasgegevens (CBS) en grondgebruiksgegevens (LGN3) aan een gridcel is toegekend. In de navolgende subparagrafen wordt toegelicht op welke wijze de berekeningen zijn uitgevoerd.

5.1.3.1 Drift

De emissie naar oppervlaktewater die kan optreden als gevolg van drift hangt af van een groot aantal factoren, waaronder de gebruikte toedieningstechniek, de weersomstandigheden, de hoogte van het gewas, de afstand tussen het behandelde gewas en het wateroppervlak, en de grootte van het slootoppervlak. De gebruikte emissiefactoren voor drift zijn gebaseerd op veldexperimenten in boomgaarden en akkerbouwgewassen, met standaardtechnieken en bij een gemiddelde windsnelheid van 3 m.s^{-1} (Huijsmans et al., 1993; van de Zande & Porskamp, 1996). De resultaten van deze experimenten zijn geëxtrapoleerd naar toepassingen in andere gewastypen. Tabel 31 geeft een samenvatting van de driftpercentages die gebruikt zijn bij de driftberekeningen.

Tabel 31: Toedieningstechnieken en bijbehorende driftpercentages voor boomgaarden en akkerbouwgewassen. Naast de standaardtoedieningstechnieken zijn ook technieken opgenomen met een driftbeperkend karakter. Bron: (Huijsmans et al., 1993; van de Zande & Porskamp, 1996; Huijsmans & van de Zande, 1997)

gewasgroep	toedieningstechniek	Driftbeperking t.o.v. regulier	Emissiefactor (%)	implementatiegraad
fruitteelt	onkruidspuit	Nvt	0	100%
	dwarsstroomspuit blad	Nvt	6,8	100%
	dwarsstroomspuit geen blad	Nvt	17	100%
akkerbouwgewassen	reguliere veldspuit	Nvt	5,4	85%
	veldspuit met lucht-ondersteuning	50%	2,5	15%
diversen	granulaatstrooier	Nvt	0	100%
	injectie grondontsmetting	Nvt	0	100%
glastuinbouw	diversen	Nvt	Nvt	100%

Uit de tabel blijkt dat slechts van één driftbeperkende toedieningstechniek wordt uitgegaan, namelijk dat op 15% van het akkerbouwareaal met een luchtondersteunde landbouwspuit is gewerkt. Dit gegeven hebben we ook op de Bommelerwaard van toepassing verklaard.

De emissiefactor is gedefinieerd als de depositie per wateroppervlak, uitgedrukt als percentage van de dosering op het gewas. Met andere woorden een toepassing met een bijbehorend driftpercentage van 5,4% leidt bij een dosering van 1 kg per ha behandeld gewasoppervlak tot een belasting van 54 gram per ha open wateroppervlak.

De mate waarin er uiteindelijk op gebiedsniveau een belasting van het open water optreedt als gevolg van druppeldrift, is gerelateerd aan het oppervlak open water ten

opzichte van het ruraal oppervlak, anders genoemd de water-landverhouding. Deze verhouding is eerder toegepast op het schaalniveau van afwateringseenheden (Kraaij et al., 1996). In de voorliggende studie zijn grondgebruiksgegevens en slootlengten uit het TOP10-vector bestand gebruikt (TOP-10 vector, © Topografische Dienst). Aangenomen wordt dat het oppervlakte open-water betrekking heeft op waterlopen die direct grenzen aan percelen met een agrarisch grondgebruik. Droge sloten en greppels zijn niet meegenomen

Het ruraal oppervlak is daarentegen breder gedefinieerd en beperkt zich niet alleen tot de agrarische grondgebruiksvormen. Ook de LGN-klasse kale grond, bos en natuur (tabel 31; nr 11) is meegenomen in het berekenen van het ruraal oppervlak.

$$RUAR_{GC} = \sum LUAR_{GC,LU} \quad (4)$$

$\sum LUAR_{GC,LU}$ som van de oppervlakken van de verschillende grondgebruiksvormen in een gridcel (ha) (excl. LGN-klassen bebouwing (10) en open water (12))

De lengte waterlopen is afgeleid van de Topografische Kaart van Nederland, schaal 1 : 10 000 (TOP10-vector, © Topografische Dienst). Deze is per gridcel beschikbaar in drie categorieën (greppels/droge sloot, bovenbreedte < 3 m, bovenbreedte 3-6 m). De totale lengte waterlopen is berekend als de som van deze categorieën. In gridcellen waar de grondgebruiksvorm 'open water' niet voorkomt is de vierde categorie (bovenbreedte > 6 m: vijvers, meren, kanalen en rivieren) omgerekend en opgeteld bij het totaal. Op basis van de pixelgrootte van het LGN3 (25 x 25 m) betekent dit ruwweg dat de oeverlengte van categorie 4 watergangen, tot ca 12 m breedte, simpelweg wordt opgeteld bij de totale slootlengte van de gridcel.

Het openwateroppervlak is berekend uit de totale waterlopenlengte (3 of 4 klassen) en een standaardbreedte van 1 m. Deze breedte van het wateroppervlak wordt gehanteerd in het standaardscenario voor de toelating van bestrijdingsmiddelen (Beltman & Adriaanse, 1999).

$$OWAR_{GC} = OWWI \cdot (\sum OWLE_{GC,DC}) / 10000 \quad (5)$$

$OWAR_{GC}$ het oppervlak open water van de waterlopen in een gridcel (ha)

$OWWI$ de breedte van het open wateroppervlak

$OWLE_{GC,DC}$ de lengte waterlopen in een bepaalde klasse in een gridcel (m)

De water-land verhouding volgt uit;

$$RAOWRU_{GC} = OWAR_{GC} / RUAR_{GC} \quad (6)$$

$OWAR_{GC}$ het oppervlak open water van de waterlopen in een gridcel (ha)

$RUAR_{GC}$ het ruraal oppervlak in een gridcel (ha)

De hoeveelheid druppeldrift als gevolg van een toepassing wordt berekend uit de water-land verhouding en het gewasoppervlak in een gridcel, een emissiefactor en een aantal toepassingsvariabelen;

$$SD_{GC,AP} = \frac{1}{2} \cdot RAOWRU_{GC} \cdot CA_{GC,CR} \cdot SDF A_{AP} \cdot AM_{AP} \cdot AAFA_{AP} / 100 \quad (7)$$

$SD_{GC,AP}$	de hoeveelheid druppeldrift in de richting van het open water (kg)
$RAOWRU_{GC}$	water-landverhouding (-)
$CA_{GC,CR}$	het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
$SDF A_{GC,AP}$	de emissiefactor voor drift (%)
AM_{AP}	het gemiddelde jaarverbruik (kg ws.ha ⁻¹ .j ⁻¹)
$AAFA_{AP}$	het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)

De factor $\frac{1}{2}$ is toegevoegd in (7) omdat wordt aangenomen dat tijdens toepassing 50% van de waterlopen aan de benedenwindse kant van het behandelde perceel ligt. De hoeveelheid drift wordt vervolgens gesommeerd over alle relevante gewassen in een gridcel en ten slotte geaggregeerd over alle gridcellen.

5.1.3.2 Uitspoeling naar oppervlaktewater

Om de emissiefactoren voor de uitspoeling van de verschillende bestrijdingsmiddelen te berekenen is voor het gehele gebied uitgegaan van een representatief bodemprofiel, met gemiddelde hydrologische condities. Voor deze representatieve eenheid is de waterhuishouding gesimuleerd met het hydrologische model SWAP versie 2.2.5a. Deze hydrologische gegevens zijn samen met het organischestofprofiel en de relevante stofeigenschappen eigenschappen gebruikt als invoergegevens voor het uitspoelingsmodel PESTLA versie 3.3.

Voor de uitspoelingsberekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen uitspoeling in het voorjaar (hoge temperatuur; weinig neerslag) en uitspoeling in het najaar (lage temperatuur; veel neerslag). Met PESTLA wordt de potentiële uitspoeling berekend in het voorjaar (rekendatum 25 mei 1995) bij toediening van 1 kg .ha⁻¹ werkzame stof en bovendien bij toediening van dezelfde hoeveelheid in het najaar (rekendatum 1 november 1995). Voor beide situaties wordt voor elke werkzame stof een emissiefactor berekend op basis van de cumulatieve uitspoeling naar het oppervlaktewater gedurende een periode van 2 jaar (1995 en 1996).

De berekening van de potentiële uitspoeling is uitgevoerd voor een bodemeenheid die representatief is voor het hele gebied. Dit is de bodemeenheid die het grootste oppervlak vertegenwoordigt (Poldervaaggrond, bodemeenheid Rn95A, Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000). Het gemiddeld gehalte organische stof in de bovengrond (0-0,5 m) bedraagt 2,2%. Het organischestofprofiel verloopt van 3% in de laag van 0 tot 0,25 m, naar 1,5% van 0,25 tot 0,4 m, 1% van 0,4 tot 0,6 m, 0,9% van 0,6 tot 1,1 m, en 0,4% beneden 1,1 m diepte. De hydrologische reeks beschrijft de waterbeweging en vochthuishouding in een lichte kleigrond, met een verzadigde doorlatendheid van 0,31 m.d⁻¹ in de laag van 0 tot 0,25 m, en 0,25 m.d⁻¹ beneden 0,25

m diepte. De drainageweerstand van het diepe en ondiepe systeem bedragen respectievelijk 225 en 411 d. Er heerst een constante kwelflux van $0,25 \text{ mm.d}^{-1}$. De meteorologische randvoorwaarden zijn ontleend aan het KNMI-station in Eindhoven. Het evapotranspiratieregime komt overeen met dat van grasland. De gemiddelde hoogste grondwaterstand en de gemiddelde laagste grondwaterstand bedragen respectievelijk 0,50 en 1,50 m-mv. (berekend over de jaren 1989 t/m 1996).

De actuele uitspoeling naar het oppervlaktewater wordt vervolgens berekend door voor de perioden voorjaar (wk 9 t/m 35) en najaar (overige weken) de bodembelasting in resp. voor- en najaar per stof te vermenigvuldigen met de bijbehorende emissiefactor voor die stof voor resp. voor- en najaar en deze vervolgens te sommeren.

$$LE_{GC} = CA_{GC,CR} \cdot (LEFASP_{SU} \cdot AMSP_{SU,CR} + LEFAAU_{SU} \cdot (AM_{SU,CR} - AMSP_{SU,CR})) \cdot AAFA_{SU,CR} \quad (8)$$

LE_{GC}	de hoeveelheid uitspoeling naar het open water (kg ws.j^{-1})
$CA_{GC,CR}$	het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
$LEFASP_{SU}$	de emissiefactor voor uitspoeling bij voorjaarstoepassing (-)
$AMSP_{SU,CR}$	de bodembelasting bij een voorjaarstoepassing ($\text{kg w.s. .ha}^{-1}.\text{j}^{-1}$)
$LEFAAU_{SU}$	de emissiefactor voor uitspoeling bij najaarstoepassing (-)
$AM_{SU,CR}$	de jaarlijkse bodembelasting voor alle toepassingen ($\text{kg w.s.ha}^{-1}.\text{j}^{-1}$)
$AAFA_{SU,CR}$	het gemiddelde toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)

De hoeveelheid uitspoeling (8) is berekend per stof en per gewas en vervolgens gesommeerd over alle relevante gewassen. Vervolgens worden de resultaten van de afzonderlijke gridcellen geaggregeerd voor het hele gebied.

De hier gepresenteerde berekeningsmethode voor uitspoeling gaat uit van een gemiddelde situatie in de Bommelerwaard. Deze gemiddelde situatie treffen we waarschijnlijk in de praktijk maar op een klein deel van de Bommelerwaard aan. De methode is geschikt om een totaalbeeld te krijgen voor de uitspoelingsgevoeligheid van stoffen. De actuele uitspoeling wordt sterk bepaald door de lokale condities van met name bodemprofiel en (grond)waterfluxen in combinatie met het gebruik van een werkzame stof. In de berekeningen kunnen deze condities worden verwerkt wanneer de uitspoeling voor iedere gridcel afzonderlijk wordt berekend. Bij een verdere detaillering van deze emissieroute is deze optie wenselijk.

5.1.3.3 Afspoeling

Het instrumentarium PEGASUS kent nog geen module waarmee de emissie van bestrijdingsmiddelen als gevolg van afspoeling kan worden gekwantificeerd. Het betreft hier overigens een module die alleen de emissie vanaf verhardingen beschrijft, dus die relevant is voor niet-agrarische toepassingen. De afspoeling die optreedt vanaf percelen of slootkanten is nog onvoldoende onderzocht om adequaat te kunnen

kwantificeren, al weten we inmiddels dat deze vorm van afspoeling ook in niet-geaccidenteerd terrein voor kan komen (Deneer et al, 1999).

Afspoeling van bestrijdingsmiddelen vanaf verhardingen treedt op wanneer na een regenbui het hemelwater direct naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd. Tijdens de afvoer van regenwater kunnen de stoffen die op de verhardingen zijn toegepast (m.n. onkruidbestrijdingsmiddelen) mee worden getransporteerd naar een rioolstelsel of een open water. Bepalend voor de omvang van deze emissiestroom is het moment en de aard van regenval na een toepassing, de afbraaksnelheid en adsorptie-eigenschappen van een stof en het type rioolstelsel.

In enkele recente inventarisaties (Crum & Merkelbach, 1998; Kamps, in prep.) zijn voor verschillende stoffen emissiefactoren afgeleid voor de afspoeling vanaf verhardingen. Tabel 32 geeft een overzicht van deze emissiefactoren.

Tabel 32: Emissie als gevolg van directe afspoeling vanaf verhardingen. Weergegeven is de emissie als fractie van het verbruik Bron: (Crum & Merkelbach, 1998; Kamps in prep.)

werkzame stof	Emissiefactor (-)
2,4-D	0,708
MCPA	0,699
amitrol	0,582
dichlobenil	0,492
glyfosaat	0,49
diuron	0,37

De omvang van de emissie vanaf verhardingen kan per werkzame stof worden berekend volgens:

$$\text{Emissie}_{\text{verh}; x} = V_{\text{verh}; x} \cdot \text{Ef}_{\text{verh}; x} \quad (15)$$

$V_{\text{verh}; x}$ jaarverbruik van werkzame stof x op verhardingen (kg. j⁻¹)
 $\text{Ef}_{\text{verh}; x}$ emissiefactor werkzame stof x vanaf verhardingen (-)

De gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen op verhardingen zijn niet op gridcelniveau beschikbaar. Derhalve kan ook de emissie niet op dat niveau worden berekend.

5.1.3.4 Emissie uit kassen

Ook in de glastuinbouw treedt emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlakte-water op, al wordt vaak verondersteld dat kassen als gesloten systemen kunnen worden beschouwd. Wordt de omvang van de emissie in vollegrondsteelten vaak in belangrijke mate bepaald door een combinatie van stofeigenschappen en gebieds-kenmerken; in de glastuinbouw spelen voornamelijk zaken als toedieningstechniek, gewas(hoogte) en teeltsysteem een rol. In de navolgende subparagrafen worden enkele emissieroutes toegelicht die specifiek zijn voor de glastuinbouw. Afgesloten wordt met een subparagraaf over de emissie naar lucht.

directe afvoer van condenswater

Door temperatuursverschillen binnen en buiten de kas zal vooral aan de binnenzijde van het glasdek condensvorming optreden. In dit water kunnen zich bestrijdingsmiddelen bevinden die bij eerdere toepassingen op het glasdek zijn terechtgekomen en in het condenswater zijn opgelost. Dit water wordt middels condensgootjes naar een centraal punt gevoerd. Vanaf dit punt wordt het water in de meeste gevallen afgevoerd naar een speciaal opvangbassin, het voedingswaterbassin of naar de grond. Verondersteld wordt echter dat nog zo'n 5% van de bedrijven dit water direct op het oppervlaktewater loost (IKC-L, in prep.). Dit is een ruwe schatting die gebaseerd is op nationale gegevens. Er zijn indicaties dat dit percentage voor de Bommelerwaard aan de hoge kant is, maar kwantitatieve regionale cijfers zijn niet beschikbaar.

De emissie die optreedt als gevolg van de directe afvoer van condenswater is gerelateerd aan de toedieningstechniek en de gewashoogte. De emissiefactoren die gebruikt zijn om deze emissie te beschrijven zijn verkregen door interpolatie tussen experimentele emissiewaarden uit de literatuur die betrekking hebben op specifieke stof – gewas – gewashoogte combinaties (Bor et al., 1994; van der Staay & Douwes, 1996). De toedieningstechnieken die in ISBEST zijn toebedeeld aan de klassen *laagvolumetechniek* en *hoogvolumetechniek*. De verhouding tussen de emissiefactoren bij deze klassen is op basis van de genoemde literatuurgegevens geschat op 2 : 1 (laagvolumetechniek : hoogvolumetechniek). De standaardhoogte van de gewassen is gesteld op 0,5, 1 of 2 m. Tabel 33 geeft een overzicht van de gewashoogten, de toedieningstechnieken en de bijbehorende emissiefactoren.

Tabel 33: Emissie als gevolg van directe afvoer van condenswater bij gegeven gewashoogten en toedieningstechniekklassen. Weergegeven is de emissie als fractie van het verbruik. Literatuurwaarden zijn cursief. Bron: (Bor et al., 1994; van der Staay & Douwes, 1996).

gewashoogte (m)	Emissiefactor bij Laagvolumetechnieken (-)	Emissiefactor bij Hoogvolumetechnieken (-)
0,4	<i>0,12</i>	<i>0,06</i>
0,5	<i>0,113</i>	<i>0,057</i>
1,0	<i>0,083</i>	<i>0,041</i>
2,0	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>

De uiteindelijke omvang van de emissie door directe afvoer van condenswater wordt per toepassing berekend volgens;

$$EM(1)_{GC,AP} = 0,05 \cdot CA_{GC,CR} \cdot EMFA_{TC,CR} \cdot AAFA_{AP} \cdot AM_{AP} \quad (9)$$

$CA_{GC,CR}$	het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
$EMFA_{TC,CR}$	de emissiefactor voor de betreffende combinatie van gewashoogte en toedieningstechniekklasse (-)
$AAFA_{AP}$	het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)
AM_{AP}	het gemiddeld verbruik per toepassing (kg ws.ha ⁻¹)

De factor 0,05 is in de berekening opgenomen omdat wordt aangenomen dat op 5% van het glastuinbouwareaal daadwerkelijk lozing van condenswater plaatsvindt (IKC-L, in prep.) De emissie op jaarbasis wordt berekend als de som van de emissies per toepassing.

directe afvoer van spuiwater

Dit is een emissieroute die vooral van belang is voor gewassen die op substraat worden geteeld. In de Bommelerwaard worden de meeste gewassen in de grond geteeld. Om die reden is omvang van deze emissieroute in deze studie niet gekwantificeerd.

uitspoeling uit kassen

Het proces van uitspoeling vanuit kasgronden is weliswaar vergelijkbaar met dat in de vollegrond, toch zijn er ook grote verschillen. Deze verschillen hebben voornamelijk betrekking op het temperatuursregime, op de neerslag-/beregeningshoeveelheid en de structuur van de bodem. Voor wat betreft dat laatste zijn er inmiddels de nodige aanwijzingen dat in veel kasgronden sprake lijkt te zijn van kortsluitstromen die het transport van water (en daarin opgeloste stoffen) in de bodem aanzienlijk kunnen versnellen (Runia et al., 1996). Momenteel wordt in GLAMI-verband een emissiestudie uitgevoerd waarbij met name ook aandacht wordt besteed aan deze kortsluitstromen (IKC-L, in prep). In deze studie is de emissie berekend op 0,1 % van het verbruik. Voor individuele stoffen mag worden verwacht dat dit een onderschatting geeft. Het areaal waarop deze emissie kan optreden is berekend uit een verdeling van het gewasareaal over substraatteelt en teelt in de grond, en het areaal met recirculatie van opgevangen drainagewater. Deze areaalverhoudingen zijn per deelsector gegeven in tabel 34.

Tabel 34: Areaalfracties van de verschillende glastuinbouwsectoren over de diverse teeltsystemen. Als resultante is weergegeven de fractie van het areaal waarop uitspoeling kan optreden. Bron: (Beers et al., 1998)

deelsector	areaalfractie teelt in de grond (-)	areaalfractie zonder recirculatie* (-)	Areaalfractie met potentiële uitspoeling (-)
bloemen	0,82	0,82	0,672
groenten	0,15	0,82	0,123
potplanten	0,05	0,82	0,041

* 82% van de bedrijven recirculeert niet (Mellema, 1999)

De uiteindelijke omvang van de emissie als gevolg van uitspoeling wordt per toepassing berekend volgens;

$$EM(2)_{GC,AP} = EAFA_{SC} \cdot CA_{GC,CR} \cdot 0,001 \cdot AAFA_{AP} \cdot AM_{AP} \quad (10)$$

$EAFA_{SC}$ het areaal waarop emissie als gevolg van uitspoeling naar oppervlaktewater kan optreden (-)

$CA_{GC,CR}$ het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)

$AAFA_{AP}$ het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)

AM_{AP} het gemiddeld verbruik per toepassing ($kg \text{ ws} \cdot ha^{-1}$)

De emissie op jaarbasis wordt berekend als de som van de emissies per toepassing.

restwater reinigen glasdek

Op gezette tijden wordt het glasdek aan de binnenkant gereinigd om een te sterke aangroei van bijvoorbeeld algen te voorkomen. Aan het glasdek zijn ook

bestrijdingsmiddelen geadsorbeerd, afkomstig van eerdere toepassingen. Een deel van deze bestrijdingsmiddelen zal oplossen in het reinigingswater. Dit water wordt niet opgevangen, maar komt op geconcentreerde punten op de bodem terecht zoals onder kapovergangen of langs zijwanden. Vanaf deze punten kan, mede als gevolg van het optreden van kortsluitstromen, een versnelde emissie optreden naar het oppervlaktewater. Volgens de werkgroep Handhaving en Controle WVO in Zuid-holland zal 0,002% van de dosering uiteindelijk het oppervlaktewater bereiken (Werkgroep Handhaving en Controle, 1991).

De emissie van bestrijdingsmiddelen naar het open water als gevolg van het reinigen van het glasdek is voor alle toepassingen gesteld op 0,00002 (als fractie van het verbruik). De uiteindelijke omvang van de emissie die optreedt als gevolg van het reinigen van het glasdek wordt per toepassing berekend volgens;

$$EM(3)_{GC,AP} = CA_{GC,CR} \cdot 0,00002 \cdot AAFA_{AP} \cdot AM_{AP} \quad (11)$$

$CA_{GC,CR}$ het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
 $AAFA_{AP}$ het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)
 AM_{AP} het gemiddeld verbruik per toepassing (kg ws.ha⁻¹)

De emissie op jaarbasis wordt berekend als de som van de emissies per toepassing.

Restwater beregeningsleidingen

In grondteelten worden bestrijdingsmiddelen in beperkte mate ook via de beregeningsleidingen toegediend. Na het stopzetten van een beregening blijft een hoeveelheid water achter in het leidingennet. Dit water wordt afgetapt en afgevoerd. De emissie van bestrijdingsmiddelen naar het open water, als gevolg van de afvoer van beregeningswater met daarin opgeloste bestrijdingsmiddelen, is voor alle stoffen en toepassingen gesteld op 0,072 (als fractie van het verbruik) (Commissie van Deskundigen, 1996). Emissie via deze route kan alleen optreden als een voorziening voor de opvang van dit water ontbreekt. Dit areaal is voor alle gewassen op 0,001 gesteld (als fractie van het gewasareaal) (Commissie van Deskundigen, 1996).

De omvang van de emissie als gevolg van de afvoer van restwater uit de beregeningsleidingen is per toepassing berekend volgens;

$$EM(4)_{GC,AP} = 0,001 \cdot CA_{GC,CR} \cdot 0,072 \cdot AAFA_{AP} \cdot AM_{AP} \quad (12)$$

$CA_{GC,CR}$ het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
 $AAFA_{AP}$ het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)
 AM_{AP} het gemiddeld verbruik per toepassing (kg ws.ha⁻¹)

De emissie op jaarbasis wordt berekend als de som van de emissies per toepassing.

restanten verpakkingen, spuitvloeistof en spoelwater spuitapparatuur

Voor en na toepassing kunnen bestrijdingsmiddelen door onprofessioneel handelen onbedoeld in het oppervlaktewater belanden. Het gaat dan vaak om handelingen die

niet zozeer een directe relatie hebben met de toepassing zelf, maar meer betrekking hebben op de voor- en nazorg van verpakking, spuitvloeistof en apparatuur. Aan geen van deze routes is echt onderzoek verricht. In de literatuur wordt melding gemaakt van een totaal emissiepercentage voor al deze routes naar oppervlaktewater van 0,0015% (Commissie van Deskundigen, 1996). Dit percentage is ook voor deze studie gehanteerd.

De emissie als gevolg van onprofessioneel handelen wordt per toepassing berekend volgens;

$$EM(5)_{GC,AP} = CA_{GC,CR} \cdot 0,000015 \cdot AAFA_{AP} \cdot AM_{AP} \quad (13)$$

$CA_{GC,CR}$ het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
 $AAFA_{AP}$ het toepassingsareaal als fractie van het gewasoppervlak (-)
 AM_{AP} het gemiddeld verbruik per toepassing (kg ws.ha⁻¹)

De emissie op jaarbasis wordt berekend als de som van de emissies per toepassing.

emissie naar de lucht

Vanuit kassen is niet alleen sprake van een directe emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Uit diverse metingen in oppervlaktewater en regenwater in kasgebieden is bekend dat een (belangrijk) deel van de emissie naar oppervlaktewater via de lucht gaat (Baas & Huijgen, 1992). Dit is dan ook de reden om deze route ook hier in beeld te brengen.

De mate waarin een stof emitteert naar de lucht is sterk gerelateerd aan de dampdruk van de stof en de techniek waarmee de stof wordt toegediend. In de praktijk betekent dit dat met name de ruimtebehandelingen zullen leiden tot veel emissie naar de lucht. In tabel 35 zijn de emissiefactoren gegeven voor een aantal dampdrukclassen en toedieningstechnieken. De emissie naar lucht van granulaten wordt verondersteld nul te zijn.

Tabel 35: Emissie naar lucht bij gegeven dampdrukken en toedieningstechnieken. Weergegeven is de emissie als fractie van het verbruik. Bron: (Commissie van Deskundigen, 1996).

dampdrukklasse (Pa)	emissiefactor	Emissiefactor
	laagvolumetechniek (-)	Hoogvolumetechniek (-)
0 - 0,00001	0,05	0,01
0,00001 - 0,0001	0,15	0,05
0,0001 - 0,001	0,25	0,10
0,001 - 0,01	0,35	0,30
0,01 - 10000	0,40	0,40

De hoeveelheid emissie naar de lucht wordt per werkzame stof per toepassing berekend volgens;

$$EM(6)_{GC,AP} = CA_{GC,CR} \cdot EMFA_{TC,SU} \cdot AAFA_{AP} \cdot AM_{AP} \quad (14)$$

$CA_{GC,CR}$	het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
$EMFA_{TC,SU}$	de emissiefactor voor de betreffende combinatie van dampdruk en toedieningstechniek (-)
$AAFA_{AP}$	het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)
AM_{AP}	het gemiddeld verbruik per toepassing (kg ws.ha ⁻¹)

De emissie op jaarbasis wordt berekend als de som van de emissies per toepassing.

5.2 Oppervlaktewaterbelasting

In de vorige paragraaf is weergegeven op welke wijze de omvang van verschillende emissieroutes kan worden gekwantificeerd. In deze paragraaf wordt de methode gepresenteerd waarmee de emissie is omgerekend tot concentraties. De berekende concentraties zijn vervolgens weer geïnterpreteerd in termen van (ecologische) effecten.

5.2.1 Algemene beschrijving

De aanwezigheid van stoffen in oppervlaktewater wordt vaak geconstateerd in de vorm van gemeten concentraties. De concentratie van een stof op een bepaalde locatie is onderhevig aan de nodige dynamiek. In de praktijk worden op eenzelfde locatie dan ook wisselende concentraties gemeten in de tijd, vaak in de vorm van pieken. Het verloop van deze pieken wordt bepaald door de omvang van de emissie in de tijd, het volume en de waterhuishouding van het ontvangende water, de aanvoer van stoffen van bovenstreams en de (verdwijning)processen van de gegeven stof in het oppervlaktewater. Indien men informatie heeft over al deze variabelen in de tijd, kan men ook de concentratie van een stof op een punt in de tijd adequaat voorspellen. Helaas is de meeste informatie niet op het gewenste (lage) schaalniveau aanwezig.

Om echter uitspraken te kunnen doen over verschillen in omvang van mogelijke (ecologische) effecten tussen stoffen, toepassingen of gewassen dienen eerst concentraties te worden berekend. Voor deze studie is derhalve uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- concentraties worden berekend voor elke afzonderlijke emissieroute en zijn geschematiseerd rond één toepassingstijdstip;

Voor elke route worden alle emissies op verschillende tijdstippen als gevolg van verschillende toepassingen per werkzame stof opgeteld en omgerekend naar concentraties. De emissie als gevolg van uitspoeling kent voor vollegrondsteelten overigens twee toepassingstijdstippen, te weten voor- en najaar.

- het slootvolume is overgenomen uit het standaardscenario voor de toelating van bestrijdingsmiddelen (Beltran & Adriaanse, 1999) en de hoeveelheid sloten is geschat op basis van het TOP-10 vector bestand (TOP-10 vector © Topografische Dienst);

Om het volume van het ontvangende water te kunnen schatten is uitgegaan van de dimensies van een kavelsloot uit het standaardscenario voor de toelating van bestrijdingsmiddelen. Dit zijn tevens de dimensies die zijn gehanteerd voor de driftberekeningen. De standaardsloot kent een volume van 210 liter per meter oeverlengte. De totale slootlengte is in de vorm van oeverlengten op basis van het TOP-10 vector bestand geschat op 1 370 kilometer.

- er is uitgegaan van een stagnant systeem

In termen van waterhuishouding is gekozen voor het meest eenvoudige model, namelijk een systeem met stilstaand water. Er wordt geen water aan- of afgevoerd, hetgeen betekent dat er geen fluctuaties optreden in het waterpeil of watervolume. Omdat er geen water wordt aan- of afgevoerd worden er ook geen bestrijdingsmiddelen aan- of afgevoerd. Op een gegeven locatie treedt dus geen beïnvloeding van bovenstreams op.

- er treden geen verdwynprocessen op

Eenmaal in het oppervlaktewater zijn bestrijdingsmiddelen onderhevig aan een groot aantal processen die ertoe bijdragen dat de concentratie in het oppervlaktewater daalt. Enkele van deze verdwynprocessen zijn omzetting in de waterkolom en in de waterbodem, adsorptie aan zwevend stof, waterbodem en hogere waterplanten en vervluchtiging naar de lucht. Alhoewel het met behulp van het model TOXSWA (Adriaanse, 1996) voor een groot aantal stoffen mogelijk is de overallverdwijning op indicatieve wijze te schatten, is daar in het licht van de andere onzekerheden binnen deze studie van afgezien.

Kortom, de uiteindelijke vertaling van emissies (in kilogram) naar concentraties (in µg/l) is berekend door de emissies te delen door het totaalvolume aan slootwater in de Bommelerwaard. Op basis van bovenstaande uitgangspunten kan deze worden geschat op 210 000 liter * 1 370 kilometer = 287 700 000 liter.

Wellicht ten overvloede willen wij hier nogmaals herhalen dat de geschatte concentraties puur en alleen bedoeld zijn om de mogelijke ecologische effecten van de verschillende stoffen en hun toepassingen te rangschikken. De vele aannamen maken dat deze berekeningswijze te onnauwkeurig is om concentratievoorspellingen te doen die te toetsen zijn aan de waterkwaliteitsmetingen die in hoofdstuk 2 zijn besproken.

5.2.2 Berekeningswijze belasting oppervlaktewater

De aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater kan leiden tot een verstoring van de aquatische levensgemeenschap. Al bij lage concentraties kunnen effecten optreden die niet direct zichtbaar worden in de vorm van sterfte, maar die (op termijn) wel kunnen leiden tot het niet meer voorkomen van soorten of het 'ontwrichten' van levensgemeenschappen. Hogere concentraties kunnen zelfs leiden tot een acute sterfte van organismen.

Voor de beoordeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater worden grenswaarden gehanteerd die zijn afgeleid van het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR). Dit zijn concentraties die bij overschrijding leiden tot ontoelaatbare acute effecten op de aquatische levensgemeenschap. De uiteenlopende toxicologische eigenschappen van bestrijdingsmiddelen hebben ertoe geleid dat ook MTR's een wijde range kennen.

Ook in de toelatingsprocedure van bestrijdingsmiddelen wordt de toxiciteit van een stof in beschouwing genomen. Overschrijdt de te verwachten concentratie als gevolg van drift de norm dan krijgt de betreffende werkzame stof voor de beschreven toepassingsvoorwaarden geen toelating. Om een overschrijding van de norm te kunnen beoordelen dienen door de toelatinghouder van een (nieuw) middel o.a. gegevens over de toxiciteit van de werkzame stof(fen) te worden aangeleverd. Deze gegevens worden opgenomen in de zogenaamde Milieufiches.

Het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) heeft op basis van de gegevens uit deze fiches de zogenaamde Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen ontwikkeld (CLM & IKC, 1993). Eén van de indicatoren die in de Milieumeetlat wordt gehanteerd is die van de Milieubelastingspunten Waterleven (MBP's Waterleven). Deze indicator beschrijft de acute effecten van een werkzame stof op waterorganismen en is daarmee een toxiciteitsindex. Met deze index is het mogelijk gemeten of berekende concentraties om te rekenen in zogenaamde milieubelastingspunten. Hoe groter het aantal MBP's waterleven des te groter de kans op een effect op de aquatische levensgemeenschap. Voor een aantal werkzame stoffen zijn de milieubelastingspunten waterleven weergegeven in tabel 35.

Tabel 35: Index voor acute effecten uitgedrukt in milieubelastingspunten waterleven bij een concentratie van 1 µg/l. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aantal MBP's en de 10 stoffen met het kleinste aantal MBP's. Bron: (CLM, 1999)

werkzame stof	MBP-waterleven	werkzame stof	MBP-waterleven
cypermethrin	83 333	sethoxydim	0.01875
esfenvaleraat	25 000	streptomycine	0.01875
bifenthrin	6 818	triforine	0.01875
pirimifos-methyl	5 000	cyromazine	0
mevinfos	4 688	dichloorprop-p	0
pyrazofos	4 167	ethefon	0
dichloorvos	3 947	mecoprop-p	0
chloorfenvinfos	3 750	metsulfuron-methyl	0
permethrin	3 750	propamocarb-HCl	0
lambda-cyhalothrin	3 571	teflubenzuron	0

Het potentiële effect op de aquatische levensgemeenschap ten gevolge van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater wordt per werkzame stof en per emissieroute berekend volgens:

$$\text{Effect}_{x, \text{route } 1} = \frac{(\text{Emissie}_{x, \text{route } 1} / 287\,700\,000) \cdot \text{std. MBP's (16)}}{\text{waterleven}_x}$$

$\text{Emissie}_{x, \text{route } 1}$	emissie van stof x via route 1 ($\mu\text{g}\cdot\text{j}^{-1}$)
$\text{std. MBP's waterleven}_x$	aantal milieubelastingspunten waterleven bij 1 $\mu\text{g/l}$
287 700 000	geschat watervolume Bommelerwaard (l)

Om een beeld te krijgen van een mogelijk effect van verschillende toepassingen worden de berekende milieubelastingspunten over de toepassingen eenvoudigweg gesommeerd. De effecten worden als onafhankelijk van elkaar beschouwd, hetgeen in de praktijk lang niet altijd het geval zal zijn. Een combinatie van stoffen kan immers een ander effect hebben dan het effect van de afzonderlijke stoffen.

Daarnaast worden alle acute emissies (excl. uitspoeling dus) modelmatig toegerekend naar één tijdstip, dat wil zeggen dat gesimuleerd wordt dat alle stoffen op één moment in het jaar in het oppervlaktewater terechtkomen. In de praktijk zien we echter een reeks van (verschillende) toepassingen in de tijd. Verwacht mag worden dat een éénmalige hoge belasting van een sloot een ander ecologisch effect heeft dan een reeks van lagere belastingen in de tijd.

6 Oppervlaktewaterbelasting in de Bommelerwaard

Met de berekeningsmethoden uit het voorgaande hoofdstuk kan een beeld worden geschetst van de oppervlaktewaterbelasting van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard. De belasting van het oppervlaktewater wordt steeds uitgedrukt in zowel vrachten (kg) als potentiële effecten (MBP's waterleven). De uitkomsten van de berekeningen worden gepresenteerd voor elk van de 4 emissieroutes en voor elk van de 5 gebruikersgroepen.

6.1 Oppervlaktewaterbelasting per emissieroute

De belasting van het oppervlaktewater is berekend voor de emissieroutes drift, uitspoeling, afspoeling en de emissie uit kassen. In de subparagraaf over de glastuinbouw is bovendien de emissie naar lucht geschat.

6.1.1 Drift

De totale emissie als gevolg van drift wordt voor de Bommelerwaard aan de hand van de verbruikscijfers uit 1995 geschat op 10,6 kilogram werkzame stof. Tabel 36 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan de drift in de Bommelerwaard.

Tabel 36: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van drift in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie door drift (kg ws)	Aandeel (%)
captan*	5,91	49
koperoxychloride	0,83	8
tolyfluanide	0,76	7
thiram*	0,39	4
minerale olie	0,28	3
metiram	0,27	3
chloormequat	0,24	2
maneb	0,19	2
atrazin*	0,17	2
glyfosaat	0,15	2
Totaal	10,64	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

We zien dat de bovengenoemde 10 stoffen voor meer dan 80% bijdragen aan de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater als gevolg van drift. Het betreft hier hoofdzakelijk fungiciden en herbiciden. Met stoffen als captan, tolyfluanide, thiram en metiram levert met name de fruitteelt een belangrijke bijdrage. Dit is enerzijds het gevolg van de intensieve bestrijding van met name schurft in deze teeltsector. Anderzijds heeft het te maken met de toedieningstechnieken

die ten opzichte van de overige toedieningstechnieken relatief veel drift kennen, vooral in het vroege voorjaar wanneer er nog geen blad gevormd is.

Als gevolg van het voornemen om op korte termijn toelatingen te beperken of geheel te verbieden, mag worden verwacht dat de emissie als gevolg van drift van stoffen als captan, thiram en atrazin in de toekomst zal afnemen. Ter vervanging van deze stoffen zal een deel van de gebruikers andere stoffen gaan inzetten. Deze handelwijze, ook wel substitutie genaamd, zal een deel van de hierboven geschetste emissie-reductie compenseren.

De mogelijke gevolgen van emissie door drift kunnen volgens de methode beschreven in paragraaf 5.2.2 in beeld worden gebracht door de emissie te vertalen in Milieubelastingspunten waterleven. Tabel 37 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan een mogelijk effect op waterorganismen bij een belasting van het oppervlaktewater als gevolg van drift.

Tabel 37: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie door drift in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (MBP's)	Aandeel (%)
thiram*	377	35
fosalon*	105	10
parathion-ethyl*	74	7
tolyfluanide	40	4
mevinfos*	39	4
azinfos-methyl*	36	3
pyrazofos*	35	3
atrazin*	29	3
fentin-acetaat*	26	2
chloorpyrifos*	24	2
Totaal	1080	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De 10 stoffen uit tabel 37 dragen voor bijna 75% bij aan de mogelijke effecten op waterorganismen als gevolg van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater door drift. Vanwege de hoge giftigheid voor waterorganismen zijn het in de Bommelerwaard hoofdzakelijk de fungiciden (thiram, tolyfluanide) en insecticiden (fosalon, parathion-ethyl, azinfos-metyl) uit de fruitteelt die in belangrijke mate verantwoordelijk zijn voor mogelijke effecten.

Als gevolg van het voornemen om op korte termijn toelatingen te beperken of geheel te verbieden, mag worden verwacht dat de mogelijke ecologische effecten als gevolg van drift zal afnemen voor alle in tabel 37 genoemde stoffen met uitzondering van tolyfluanide en mevinfos. In geval van substitutie mag worden aangenomen dat de vervangende middelen minder toxisch zijn, waarmee de kans op acute ecologische effecten ook in het geval van substitutie zal afnemen.

6.1.2 Uitspoeling naar oppervlaktewater

De totale emissie als gevolg van uitspoeling wordt voor de Bommelerwaard voor 1995 geschat op 1,8 kilogram werkzame stof. Deze emissieroute is dus qua omvang ruwweg een factor 10 kleiner dan de emissie als gevolg van drift. Tabel 38 geeft de 10 stoffen die in de Bommelerwaard de grootste uitspoeling kennen.

Tabel 38: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van uitspoeling in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie door uitspoeling (kg ws)	Aandeel (%)
bentazon*	0,4	23
metolachloor*	0,2	12
atrazin*	0,2	10
lenacil*	0,2	10
propoxur*	0,1	7
thiram*	0,1	6
simazin*	< 0,1	5
diuron*	< 0,1	5
MITC	< 0,1	4
pendimethalin*	< 0,1	2
Totaal	1,75	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De 10 stoffen uit tabel 38 leveren een bijdrage van meer dan 80% van de totale uitspoeling in de Bommelerwaard. Naast het fungicide thiram en het nematicide MITC betreft het hier uitsluitend herbiciden. Met stoffen als bentazon, metolachloor en atrazin levert de rundveehouderijsector een belangrijke bijdrage. De uitspoeling van de metabool methyloisothiocyanaat als gevolg van het gebruik van metamnatrium (in vollegrondsaardbeien) bedraagt in het geval van een voorjaarsontsmetting (tussen mei en september) $5,3 \cdot 10^{-9}$ kg w.s. en is dus niet van belang. Hier is voor een worstcase scenario gekozen, dat wil zeggen een najaarsontsmetting (maart, april, oktober, november) met een emissie van $7,3 \cdot 10^{-2}$ kg w.s.

Als gevolg van het voornemen om op korte termijn toelatingen te beperken of geheel te verbieden, mag worden verwacht dat de emissie als gevolg van uitspoeling zal afnemen. Omdat uitspoeling i.t.t. drift geen acuut karakter heeft, maar geleidelijk in de tijd verloopt, zal de hierboven geschetste afname in de tijd (1-3 jaar) zichtbaar worden. Bovenstaande geldt voor alle in tabel 38 opgenomen stoffen, uitgezonderd MITC. Ter vervanging van deze stoffen zal een deel van de gebruikers andere stoffen gaan inzetten. Omdat eventuele substituenten aanmerkelijk minder uitspoelingsgevoelig zullen zijn mag worden verwacht dat substitutie bij deze emissieroute nauwelijks tot compensatie van de emissiereductie zal leiden.

De mogelijke gevolgen van deze vorm van emissie voor de in het water aanwezige flora en fauna kunnen niet volgens de methode beschreven in paragraaf 5.2.2 in beeld worden gebracht. Immers deze methode geldt alleen voor het beschrijven van acute effecten. Uitspoeling is een proces waarbij grondwater met relatief lage concentraties aan bestrijdingsmiddelen gedurende langere periode in het oppervlaktewater terecht

kunnen komen. Bij dergelijke lage concentraties treden over het algemeen geen acute effecten op.

6.1.3 Afspoeling

De totale emissie als gevolg van afspoeling vanaf verhardingen wordt in de Bommelerwaard voor 1995 geschat op 90,5 kilogram werkzame stof. De omvang van deze emissieroute lijkt in de Bommelerwaard dus beduidend groter dan de drift en de uitspoeling. Tabel 39 geeft de stoffen die in de Bommelerwaard middels afspoeling vanaf verhardingen in het oppervlaktewater kunnen komen..

Tabel 39: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van afspoeling vanaf verhardingen in de Bommelerwaard in 1998.

werkzame stof	emissie door afspoeling (kg ws)	Aandeel (%)
glyfosaat	72,2	80
diuron*	14,4	16
amitrol	3,4	4
dichlobenil	0,5	1
Totaal	90,50	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

We zien dat het gebruik van bovengenoemde 4 stoffen op verhardingen beduidend meer emissie naar het oppervlaktewater veroorzaken dan de stoffen die als gevolg van drift en uitspoeling in het oppervlaktewater terechtkomen. De emissie van bestrijdingsmiddelen vanaf verhardingen is een pieksgewijs proces dat optreedt tijdens en na regenval. Met het verbod van diuron medio 1999 mag verwacht worden dat de emissie van deze stof vanaf verhardingen sterk is teruggebracht.

De dynamiek van dit proces is dus vergelijkbaar met dat van drift. De emissie als gevolg van afspoeling vanaf verhardingen kan dus volgens de methode beschreven in paragraaf 5.2.2 worden vertaald naar mogelijke ecologische effecten. Tabel 40 geeft van de 4 stoffen het mogelijke effect op waterorganismen bij een belasting van het oppervlaktewater als gevolg van afspoeling.

Tabel 40: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie door afspoeling vanaf verhardingen in de Bommelerwaard in 1998.

werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (MBP's)	Aandeel (%)
diuron*	4 735	99
glyfosaat	25	1
amitrol	7	< 1
dichlobenil	2	< 1
Totaal	4 769	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Van de 4 stoffen die in de Bommelerwaard op verhardingen worden toegepast is de kans op een effect op de aanwezige waterorganismen voor de stof diuron het grootst. Verwacht mag worden dat het verbod van deze stof medio 1999 zal leiden tot een aanmerkelijke verlaging van de kans op acute ecologische effecten als gevolg van afspoeling vanaf verhardingen.

6.1.4 Emissie uit kassen

De hoeveelheid bestrijdingsmiddelen die vanuit kassen naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd wordt voor de Bommelerwaard aan de hand van de verbruikscijfers uit 1995 geschat op 15,8 kilogram werkzame stof. Tabel 41 geeft een verdeling van de emissie over de 6 routes die binnen de kassen worden onderscheiden

Tabel 41: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater uit kassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is een verdeling over 6 emissieroutes.

emissieroute	emissie (kg ws)	Aandeel (%)
directe afvoer van condenswater	14,00	89
directe afvoer van spuiwater	0	0
uitspoeling uit kassen	1,3	8
restwater reinigen glasdek	0,09	< 1
restwater beregeningsleidingen	0,34	2
restanten verpakkingen, spuitvloeistof en spoelwater	0,07	< 1
Totaal	15,8	100

De totale omvang van de emissie uit kassen wordt vrijwel uitsluitend bepaald door de mate waarin condenswater direct naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd, gevolgd door de emissieroute uitspoeling. De stoffen die voor de emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit kassen verantwoordelijk zijn, zijn weergegeven in tabel 42.

Tabel 42: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater uit kassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie uit kassen (kg ws)	Aandeel (%)
dichloorvos*	5,80	32
daminozide	2,80	16
etridiazool	2,30	13
methiocarb	0,99	6
tolclofos-methyl	0,74	4
chloorthalonil	0,67	4
parathion-ethyl*	0,61	3
mancozeb	0,56	3
dodemorf	0,26	2
methomyl	0,25	1
Totaal	15,80	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

We zien dat de bovengenoemde 10 stoffen voor meer dan 80% bijdragen aan de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater uit kassen. Het betreft hier hoofdzakelijk fungiciden en insecticiden. De stof dichloorvos levert met 32% de grootste bijdrage aan de totaalemissie.

Dichloorvos is op dit moment niet meer toegelaten en het verbruik van de stof parathion-ethyl wordt beperkt. Dit betekent overigens niet automatisch dat de emissie uit kassen wordt gereduceerd. Substitutie zal leiden tot het toenemen van het gebruik van andere stoffen, echter aangenomen mag worden dat de vervangende middelen tot minder emissie zullen leiden.

De belasting van het oppervlaktewater uit kassen heeft, de uitspoeling uitgezonderd, het karakter van piekemissies. Deze piekemissie kunnen worden vertaald naar mogelijke effecten op de levensgemeenschap in de sloten. Tabel 43 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan een mogelijk effect op waterorganismen bij een belasting van het oppervlaktewater vanuit kassen.

Tabel 43: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie vanuit kassen (excl. uitspoeling) in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

Werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (MBP's)	Aandeel (%)
Dichloorvos*	364 302	92
Parathion-ethyl*	8 513	2
Mevinfos*	5 473	1
Pyrazofos*	3 352	< 1
Flucycloxuron	2 728	< 1
Permethrin*	2 641	< 1
Fenvaleraat	2 344	< 1
Bifenthrin	1 504	< 1
Abamectine	1 271	< 1
Heptenofos	1 001	< 1
Totaal	398 282	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De 10 stoffen uit tabel 43 dragen voor bijna 95% bij aan de mogelijke effecten op waterorganismen als gevolg van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater uit kassen. Ook hier zijn het voornamelijk de insecticiden, acariciden en fungiciden uit de chemische groep van de organische fosforverbindingen en de pyrethroïden.

Ook hier geldt weer het verhaal van dichloorvos en stoffen als parathion-ethyl, pyrazofos en permethrin. Een verbod of beperking op het gebruik van stoffen zal de kans op acute ecologische effecten duidelijk verkleinen. Mede omdat er vanuit mag worden gegaan dat eventuele substituenten conform het toelatingsbeleid minder toxisch zullen zijn dan de oude stoffen.

Naast de directe emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater treedt er vanuit kassen ook een indirecte vorm van emissie op via de lucht. De hoeveelheid

bestrijdingsmiddelen die vanuit kassen naar de lucht emitteert wordt voor de Bommelerwaard aan de hand van de verbruikscijfers uit 1995 geschat op 550 kilogram werkzame stof. De stoffen die vanuit kassen naar de lucht emitteren zijn weergegeven in tabel 44.

Tabel 44: De berekende omvang van de emissie naar de lucht uit kassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie naar de lucht (kg ws)	Aandeel (%)
Dichloorvos*	210	38
Daminozide	75	14
Etridiazool	62	11
methiocarb	28	5
Tolclofos-methyl	20	4
Chloorthalonil	19	4
Parathion-ethyl*	17	3
mancozeb	15	3
Dodemorf	8,9	2
methomyl	7,1	1
Totaal	550	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De hierboven genoemde 10 stoffen leveren een bijdrage van meer dan 85% aan de emissie van bestrijdingsmiddelen naar lucht vanuit kassen. Met een aandeel van 38% is het ook hier dichloorvos die de boventoon voert. Als gevolg van het beperken of verbieden van toelatingen, mag worden verwacht dat de emissie naar de lucht zal afnemen. Eventuele substituenten zullen dit effect weinig beïnvloeden.

De mogelijke ecologische gevolgen van deze vorm van emissie kunnen niet volgens de methode beschreven in paragraaf 5.2.2 in beeld worden gebracht. Immers, deze methode geldt alleen voor het beschrijven van directe, acute effecten. Emissie van bestrijdingsmiddelen via de lucht naar oppervlaktewater is juist een indirect proces met een chronisch karakter. Het Centrum voor Landbouw en Milieu heeft onlangs voor deze indirecte belastingsroute een aparte indicator ontwikkeld, in het kader van de Milieumeetlat voor de Glastuinbouw (Leendertse et al., 1997). Analoog aan de eerder beschreven Milieubelastingspunten waterleven zijn in deze versie van de Milieumeetlat de emissie-eigenschappen en toxicologische eigenschappen van stoffen gecombineerd tot één indicator. Met deze indicator is het mogelijk om op basis van het verbruik in de glastuinbouw de mogelijke effecten op het aanwezige waterleven te herleiden. Hoe groter het aantal Milieubelastingspunten, des te groter de kans op een effect op de aquatische levensgemeenschap. Voor een aantal werkzame stoffen zijn de milieubelastingspunten glastuinbouw weergegeven in tabel 45.

Tabel 45: Index voor het berekende effecten op waterorganismen als gevolg van emissie vanuit kassen via de lucht. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aantal MBP's, uitgedrukt in milieubelastingspunten glastuinbouw bij een standaardgebruik van 1 kg w.s. per ha. Bron: (Leendertse et al., 1997)

werkzame stof	MBP-glastuinbouw (* 10 ³)
Cypermethrin	6 994,4
Dichloorvos	150,3
mevinfos	99,8
Pyridaben	82,8
Flucycloxiuron	53,9
malathion	43,8
monolinuron	22,2
Esfenvaleraat	20,6
Permethrin	15,3
Lindaan	14,8

Op basis van het verbruik in de glastuinbouw (par. 4.3.2) en de bovengenoemde index kan het potentieel effect op waterorganismen worden beoordeeld als gevolg van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar de lucht. Tabel 46 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan een mogelijk effect op waterorganismen bij een dergelijke vorm van emissie vanuit kassen.

Tabel 46: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie naar lucht vanuit kassen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

Werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (* 10 ⁴ mbp's glastuinbouw)	Aandeel (%)
Dichloorvos*	17 100	97
Mevinfos*	145	<1
Flucycloxiuron*	101	<1
Cypermethrin	100	<1
Parathion-ethyl*	89	<1
Pyridaben	52	<1
aldicarb*	20	<1
Permethrin*	15	<1
Heptenofos	13	<1
Pyrazofos*	7	<1
Totaal	17 714	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Ook hier weer het inmiddels bekende beeld van het belang van de stof dichloorvos. Naast deze stof zijn nog enkele organische fosforverbindingen en de pyrethroïden van belang. Naast het huidige verbod van dichloorvos zal een beperking van de toelatingen van mevinfos, flucycloxiuron, parathion-ethyl, aldicarb, permethrin en pyrazofos leiden tot een verdere verlaging van het risico op acute ecologische effecten als gevolg van emissie via de lucht.

6.2 Oppervlaktewaterbelasting per gebruikersgroep

Naast een beschrijving van de oppervlaktewaterbelasting per afzonderlijke emissieroute kan er ook een beeld worden geschetst per gebruikersgroep. Analoog aan de definitie van gebruikersgroepen in hoofdstuk 4 wordt hier de oppervlaktewaterbelasting beschreven voor achtereenvolgens de niet-agrarische gebruikers, de fruitteelt, de glastuinbouw, de rundveehouderij en de overige teelten.

6.2.1 Niet-agrarische gebruikers

Bestrijdingsmiddelen die door niet-agrariërs op verhardingen en niet-verhardingen worden toegepast kunnen als gevolg van afspoeling en uitspoeling in het oppervlaktewater terechtkomen. Zoals in paragraaf 6.1.3 is beschreven bedraagt de totale emissie als gevolg van afspoeling 90,5 kilogram. De emissie als gevolg van uitspoeling na toepassing op niet-verhardingen kan worden berekend door het verbruik op niet-verhardingen (tabel 18) te vermenigvuldigen met de emissiefactor voor uitspoeling bij een voorjaarstoepassing uit rekenformule (8). Tabel 47 geeft de omvang van de uitspoeling van een aantal stoffen die in de Bommelerwaard voor niet-agrarische doeleinden op niet-verhardingen zijn toegepast.

Tabel 47: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van uitspoeling uit niet-verhardingen in de Bommelerwaard in 1998. De uitspoeling is weergegeven in 10^5 kg ws.

werkzame stof	emissie door uitspoeling (* 10^5 kg ws)	Aandeel (%)
dichlobenil	4 743	83
MCPA	370	6
diuron*	361	6
dicamba	162	3
glyfosaat	53	1
propyzamide	14	< 1
2,4-D	< 1	< 1
amitrol	< 1	< 1
Totaal	5 703	100%

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De totale uitspoeling vanuit niet-verhardingen wordt geschat op zo'n 0,057 kg en wordt grotendeels veroorzaakt door de stof dichlobenil. De emissie als gevolg van uitspoeling uit niet-verhardingen bedraagt 3% van de totale uitspoeling. De totale emissie als gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen buiten de landbouw komt dus neer op 90,5 plus 0,057 is 90,6 kg werkzame stof.

De mogelijke ecologische effecten die optreden als gevolg van bovengenoemde emissie is vanwege het acute karakter uitsluitend gerelateerd aan de hoeveelheid bestrijdingsmiddelen die via afspoeling in het oppervlaktewater terechtkomen. Voor deze kentallen wordt verwezen naar paragraaf 6.1.3 waar de afspoeling vanaf verhardingen wordt behandeld.

6.2.2 Fruitteelt

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de fruitteelt kan leiden tot een belasting van het oppervlaktewater als gevolg van drift en uitspoeling. De totale emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater in de fruitteelt wordt voor de Bommelerwaard voor 1995 geschat op zo'n 9 kilogram werkzame stof. Tabel 48 geeft de 10 stoffen die in de fruitteelt de grootste emissie kennen.

Tabel 48: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van drift en uitspoeling in de fruitteelt van de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie door drift (kg ws)	emissie door uitspoeling (kg ws)	Totaalemissie (kg ws)	Aandeel (%)
captan*	5,19	< 0,01	5,19	57
koperoxychloride	0,83	< 0,01	0,83	9
tolyfluanide	0,74	< 0,01	0,74	8
thiram*	0,38	0,09	0,47	5
metiram	0,26	< 0,01	0,26	3
chloormequat	0,23	< 0,01	0,23	3
propoxur*	0,08	0,07	0,15	2
nitrothal-isopropyl	0,12	< 0,01	0,12	1
dithianon*	0,09	< 0,01	0,09	1
simazin*	< 0,01	0,08	0,08	1
Totaal	8,67	0,42	9,09	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De driftgevoelige toedieningstechnieken die in de fruitteelt worden gebruikt hebben tot gevolg dat deze teeltsector een belangrijk aandeel heeft in de totale emissie als gevolg van drift. Meer dan 80% van de emissie als gevolg van drift in de Bommelerwaard komt uit de fruitteelt. De belasting binnen de fruitteelt komt voor een belangrijk deel voor rekening van de fungiciden die vooral bij de schurftbestrijding worden ingezet.

Als gevolg van het voornemen om op korte termijn toelatingen te beperken of geheel te verbieden, mag worden verwacht dat de emissie zal afnemen. In de fruitteelt geldt dit voornamelijk voor de stoffen captan, thiram, propoxur, dithianon en simazin. De kans is aanwezig dat een deel van deze emissiereductie door het effect van substitutie wordt gecompenseerd.

Vanwege haar acute karakter heeft alleen de emissie als gevolg van drift mogelijke negatieve gevolgen voor de aquatische levensgemeenschap. Met de methode die is beschreven in paragraaf 5.2.2. kunnen deze gevolgen in beeld worden gebracht. Tabel 49 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan een mogelijk effect op waterorganismen bij een belasting van het oppervlaktewater als gevolg van drift vanuit de fruitteelt.

Tabel 49: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie door drift vanuit de fruitteelt in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (MBP's)	Oppervlakte waterbelasting (%)
thiram*	367	53
fosalon*	98	14
tolyfluanide	39	6
azinfos-methyl*	36	5
captan*	22	3
cypermethrin	19	3
propoxur*	19	3
carbaryl*	18	3
pirimicarb	10	2
diflubenzuron	10	1
Totaal	687	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De stof thiram draagt voor meer dan 50% bij aan een mogelijk effect op de aquatische levensgemeenschap door emissie van bestrijdingsmiddelen als gevolg van drift. De totale potentiële belasting van het waterleven wordt voor meer dan 90% veroorzaakt door de 10 stoffen die in tabel 49 worden genoemd. Het betreft hier voornamelijk fungiciden en insecticiden.

Een voorgenomen beperking of verbod van stoffen als thiram, fosalon, azinfos-methyl, captan, carbaryl en propoxur zal naar verwachting leiden tot een verlaging van het risico op acute ecologische effecten. Substitutie zal hierop weinig van invloed zijn omdat eventuele substituenten beduidend minder giftig zullen zijn.

6.2.3 Glastuinbouw

Ook het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de glastuinbouw kan leiden tot een belasting van het oppervlaktewater. Emissie van stoffen treedt op via een vijftal routes die specifiek zijn voor de glastuinbouw. In totaal wordt 15,8 kg werkzame stof geëmitteerd waarvan het grootste deel door directe lozing van condenswater in het oppervlaktewater terechtkomt. Voor de overige kentallen uit deze sector wordt verwezen naar paragraaf 6.1.4 waar alle emissieroutes in de glastuinbouw worden behandeld.

6.2.4 Rundveehouderij

In de rundveehouderij worden bestrijdingsmiddelen voornamelijk ingezet bij het bestrijden van onkruiden in voedergewassen en grasland. De totale emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater in de rundveehouderij wordt voor de Bommelerwaard voor 1995 geschat op 1,98 kilogram werkzame stof. Tabel 50 geeft de 10 stoffen die in de rundveehouderij de grootste emissie kennen.

Tabel 50: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van drift en uitspoeling in de rundveehouderij van de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie door drift (kg ws)	emissie door uitspoeling (kg ws)	Totaalemmissie (kg ws)	Aandeel (%)
bentazon*	0,12	0,40	0,52	26
atrazin*	0,17	0,20	0,37	19
metolachloor*	0,06	0,20	0,26	13
minerale olie	0,25	< 0,01	0,25	13
glyfosaat	0,14	< 0,01	0,14	7
mecoprop-p*	0,11	< 0,01	0,11	6
MCPA	0,11	< 0,01	0,11	6
pyridaat	0,06	< 0,01	0,06	3
lindaan	0,02	0,03	0,05	3
EPTC*	0,01	0,01	0,02	1
Totaal	1,13	0,85	1,98	100%

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De belasting van het oppervlaktewater als gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de rundveehouderij vindt met stoffen als bentazon, atrazin en metolachloor voor een belangrijk deel plaats in de teelt van snijmaïs. Naast de directe emissie die optreedt als gevolg van drift speelt in deze sector ook de uitspoeling een belangrijke rol. Bijna de helft van de totale uitspoeling in de Bommelerwaard komt voor rekening van de genoemde drie herbiciden, hetgeen in belangrijke mate is terug te voeren op de chemische eigenschappen van deze stoffen.

Als gevolg van het voornemen om op korte termijn toelatingen te beperken of geheel te verbieden, mag worden verwacht dat de emissie zal afnemen. In de rundveehouderij geldt dit voornamelijk voor de stoffen bentazon, atrazin, metolachloor, EPTC en mecoprop-p. De kans is aanwezig dat een deel van deze emissiereductie door het effect van substitutie wordt gecompenseerd

De mogelijke acute gevolgen van de oppervlaktewaterbelasting als gevolg van drift kan met de bekende methode (5.2.2) in beeld worden gebracht. Tabel 51 geeft de 10 stoffen die de grootste bijdrage leveren aan een mogelijk effect op waterorganismen bij een belasting van het oppervlaktewater als gevolg van drift vanuit de rundveehouderij.

Tabel 51: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie door drift vanuit de rundveehouderij in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (MBP's)	Aandeel (%)
parathion-ethyl*	45	32
atrazin*	29	21
chloorpyrifos*	23	17
lindaan	22	16
esfenvaleraat	7	5
permethrin*	6	4
metolachloor*	2	1
propachloor*	2	1
MCPA	1	1
terbutylazin	<1	<1
Totaal	139	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De bovenstaande 10 stoffen zijn verantwoordelijk voor bijna 100% van de mogelijke effecten op waterorganismen bij een oppervlaktewaterbelasting als gevolg van drift. Bovenstaan beeld is de resultante van de relatief hoge mate van toxiciteit van de stoffen in de bestrijding van emelten en rouwvliegen (parathion-ethyl, chloorpyrifos en lindaan) in combinatie met het grote areaal grasland. Ook de bijdrage van atrazin is aanzienlijk. Deze stof wordt vrijwel uitsluitend bij de onkruidbestrijding van snijmaïs gebruikt. De stof kent en opzichte van de andere herbiciden een hogere toxiciteit.

Een voorgenomen beperking of verbod van stoffen als parathion-ethyl, chloorpyrifos, atrazin, permethrin, metolachloor en propachloor zal naar verwachting leiden tot een verlaging van het risico op acute ecologische effecten. Substitutie zal hierop weinig van invloed zijn omdat eventuele substituenten beduidend minder giftig zullen zijn.

6.2.5 Overige teelten

Naast de reeds genoemde teeltsectoren wordt er in de Bommelerwaard een brede groep van akker- en tuinbouwgewassen geteeld. Deze groep is in deze studie gedefinieerd onder de noemer overige gewassen. Emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit deze gewassen naar het oppervlaktewater vindt hoofdzakelijk plaats als gevolg van drift en uitspoeling. De totale emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater wordt voor deze gewassengroep in de Bommelerwaard voor 1995 geschat op 1,25 kilogram werkzame stof. Tabel 52 geeft hiervan de 10 stoffen met de grootste emissie.

Tabel 52: De berekende omvang van de emissie naar oppervlaktewater als gevolg van drift en uitspoeling in de gewasgroep 'overigen' van de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

werkzame stof	emissie door drift (kg ws)	emissie door uitspoeling (kg ws)	Totaalemissie (kg ws)	Aandeel (%)
lenacil*	0,01	0,18	0,19	15
maneb	0,12	< 0,01	0,12	10
mancozeb	0,07	< 0,01	0,07	6
propoxur*	0,01	0,05	0,06	5
fosethyl-aluminium	0,05	< 0,01	0,05	4
prosulfocarb	0,04	< 0,01	0,04	3
thiram*	0,01	0,02	0,03	2
fluazinam	0,03	< 0,01	0,03	2
isoproturon	0,01	0,02	0,03	2
chloridazon*	0,01	0,02	0,03	2
Totaal	0,85	0,40	1,25	100%

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

De belasting van het oppervlaktewater vanuit de overige gewassen treedt voornamelijk op als gevolg van drift, echter zoals uit de tabel blijkt kan dit erg verschillen tussen de afzonderlijke stoffen. Met uitzondering van propoxur betreft het hier overigens uitsluitend herbiciden en fungiciden. De fungiciden die worden ingezet bij de bestrijding van phytophthora (maneb, mancozeb en fluazinam) spelen naast lenacil (aardbeien) een meer dan gemiddelde rol.

Als gevolg van het voornemen om op korte termijn toelatingen te beperken of geheel te verbieden, mag worden verwacht dat de emissie zal afnemen. Binnen de resterende teelten geldt dit voornamelijk voor de stoffen lenacil, propoxur, thiram en chloridazon. De kans is aanwezig dat een deel van deze emissiereductie door het effect van substitutie wordt gecompenseerd. De mogelijke gevolgen van de oppervlaktewaterbelasting als gevolg van drift voor de aquatische levensgemeenschap is in tabel 53 in beeld gebracht.

Tabel 53: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van emissie door drift vanuit de overige teelten in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven zijn de 10 stoffen met het grootste aandeel.

Werkzame stof	Oppervlakte Waterbelasting (MBP's)	Aandeel (%)
Mevinfos*	38	15
Pyrazofos*	34	13
fentin-acetaat*	26	10
parathion-ethyl*	23	9
chloorfenvinfos*	22	8
permethrin*	16	6
fenvalleraat	10	4
thiram*	10	4
cyhexatin*	9	3
oxydemeton methyl	7	3
Totaal	259	100%

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Bovenstaand beeld is qua type stoffen duidelijk afwijkend van de stoffenlijst in tabel 52. Het zijn met name de insecticiden/acariciden die hier het beeld bepalen, aangevuld met enkele aquatoxische fungiciden als pyrazofos, fentin-acetaat en thiram.

Een voorgenomen beperking of verbod van stoffen als pyrazofos, fentin-acetaat, parathion-ethyl, chloorfenvinfos, permethrin, thiram en cyhexatin zal naar verwachting leiden tot een verlaging van het risico op acute ecologische effecten. Substitutie zal hierop weinig van invloed zijn, omdat eventuele substituenten beduidend minder giftig zullen zijn.

6.3 Probleemstoffen op basis van berekeningen

Binnen het raamwerk van het overall project zijn probleemstoffen gedefinieerd als die stoffen waarvoor de gemeten of te verwachten concentratie in de Afgedamde Maas de drinkwaternorm en/of de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm overschrijdt. In paragraaf 2.3 zijn voorlopige probleemstoffen geselecteerd op basis van de meetresultaten. In deze paragraaf worden op basis van de modelberekeningen voorlopige probleemstoffen geïdentificeerd.

In paragraaf 5.2. is de complexiteit van het berekenen van concentraties ruimschoots aan de orde geweest. Gesteld is dat de in deze studie berekende concentraties slechts zijn gebruikt om de verschillen in de mogelijke effecten tussen de verschillende stoffen te kwantificeren en niet om concentratievoorspellingen te doen. De uitkomsten van de modelberekeningen geven geen probleemstoffen in absolute zin, zoals bij de meetresultaten, maar probleemstoffen in relatieve zin. De berekende omvang van de aanwezigheid van stoffen in oppervlaktewater is niet vergeleken met een objectieve standaard (norm), maar de stoffen zijn onderling vergeleken. Als probleemstoffen zijn die stoffen aangemerkt die verantwoordelijk zijn voor meer dan 10% van de emissie, resp. meer dan 10% van de mogelijke ecologische effecten.

Wanneer de resultaten van de alle emissieberekeningen worden gesommeerd krijgen we een totaalbeeld van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Voor de Bommelerwaard wordt geschat dat in totaal ruim 118 kg werkzame stof naar het oppervlaktewater emiteert. Tabel 54 geeft een verdeling van de emissie over de 4 emissieroutes die in deze studie zijn onderscheiden.

Tabel 54: De berekende totale omvang van de emissie naar oppervlaktewater in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is de verdeling over 4 emissieroutes.

Emissieroute	emissie (kg ws)	Aandeel (%)
Drift	10,6	9
Uitspoeling	1,9	2
afspoeling vanaf verhardingen	90,5	76
emissie uit kassen	15,8	13
Totaal	118,8	100

Op basis van tabel 54 kan worden geconcludeerd dat grofweg 3/4 van de naar het oppervlaktewater geëmitteerde bestrijdingsmiddelen daarin terecht komt door afspoeling. Daarbij kan overigens wel de kanttekening worden gemaakt dat de methodiek waarmee de afspoeling is berekend een veel grover karakter heeft in vergelijking met de overige emissieberekeningen. De nauwkeurigheid van de uitkomsten is om die reden dan ook aanwijsbaar minder. Geschat wordt dat een kwart afkomstig is uit de landbouw. Figuur 5 geeft een beeld van de geografische verspreiding van deze emissie verdeeld over de drie benoemde emissieroutes.

Het emissiebeeld kan ook worden geschetst aan de hand van de verschillende gebruikersgroepen. Tabel 55 laat zien op welke wijze de verschillende gebruikersgroepen bijdragen aan de totale emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater in de Bommelerwaard.

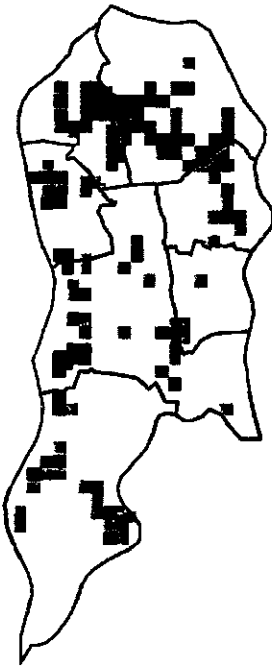
Tabel 55: De berekende totale omvang van de emissie naar oppervlaktewater in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is de verdeling over de gebruikersgroepen.

emissieroute	emissie (kg ws)	Aandeel (%)
niet-agrarisch	90,6	76
fruitteelt	9,1	8
glastuinbouw	15,8	13
rundveehouderij	2,0	2
overige teelten	1,3	1
Totaal	118,8	100

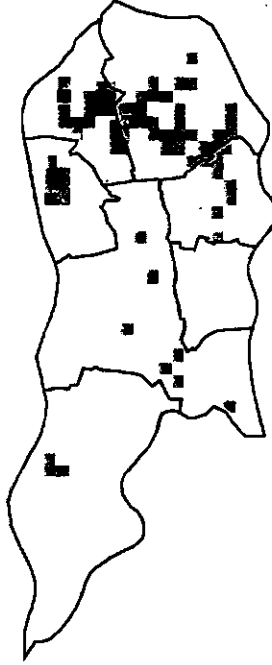
Combinatie van beide tabellen leidt tot een totaalbeeld van de emissieproblematiek. Zo blijkt de afspoeling van (onkruid)bestrijdingsmiddelen vanaf verhardingen verreweg de grootste bijdrage te leveren aan de emissie naar het oppervlaktewater. Uit kassen wordt in totaal bijna 16 kilogram werkzame stof geëmitteerd, waarvan 14 kg door de directe lozing van condenswater. De derde route van belang is de emissie als gevolg van drift. Op het niveau van de afzonderlijke werkzame stoffen ziet het beeld er als volgt uit:

Emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater vanuit de landbouw

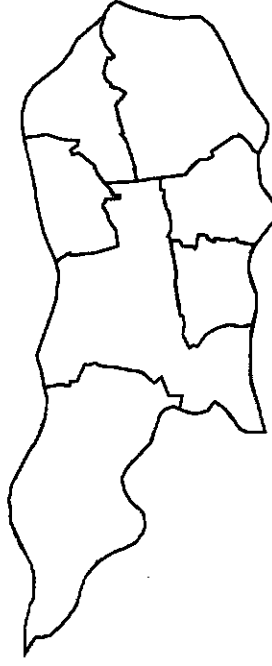
alle routes



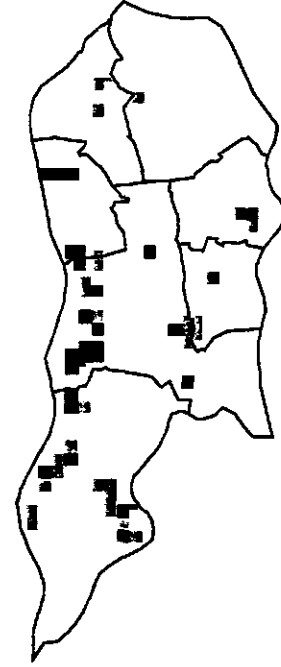
drift



uitspoeling



kassen



geen
laag
midden
hoog



0 5 10 Kilometers



Fig. 5 Emissie van bestrijdingsmiddelen naar oppervlaktewater vanuit de landbouw, berekend voor 1995. Weergegeven is de bijdrage van 3 verschillende routes.

Tabel 56 : De berekende omvang van de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is de bijdrage van de eerste 20 stoffen.

werkzame stof	emissie (kg ws)	Aandeel (%)
Glyfosaat	72,4	61
diuron*	14,5	12
Dichloorvos*	5,8	5
captan*	5,2	4
Amitrol	3,4	3
Daminozide	2,8	2
Etridiazool	2,3	2
Methiocarb	1,0	< 1
Tolyfluanide	0,9	< 1
Koperoxychloride	0,8	< 1
Tolclofos-methyl	0,7	< 1
Chloorthalonil	0,7	< 1
Parathion-ethyl*	0,6	< 1
Mancozeb	0,6	< 1
thiram*	0,6	< 1
Dichlobenil	0,6	< 1
Bentazon*	0,5	< 1
atrazin*	0,3	< 1
minerale olie	0,3	< 1
Chloormequat	0,3	< 1
Totaal	118,1	100

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Bijna driekwart van alle stoffen die in de Bommelerwaard naar het oppervlaktewater emitteren wordt gevormd door de herbiciden glyfosaat en diuron. Verreweg het grootste deel van deze stoffen komt in het oppervlaktewater als gevolg van afspoeling vanaf verhardingen. Volgens de definitie mogen *glyfosaat* en *diuron* met een bijdrage > 10% worden aangemerkt tot voorlopige probleemstoffen. Verder kan worden opgemerkt dat voor een deel van de stoffen in tabel 56 de toelating is vervallen, op korte termijn komt te vervallen of op korte termijn wellicht wordt beperkt.

Zoals de emissie voor de hele Bommelerwaard is berekend, zo kan ook het overallrisico als gevolg van acute blootstelling voor de aquatische levensgemeenschap worden berekend. Om tot het potentiële effect te komen is de omvang van de emissie van elke stof gecombineerd met zijn acute toxiciteit. Het resultaat is uitgedrukt in Milieubelastingspunten per stof en vervolgens gesommeerd per emissieroute. Tabel 57 geeft een verdeling van het potentiële effect over de 4 (acute) emissieroutes die in deze studie zijn onderscheiden.

Tabel 57: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van acute blootstelling door bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is de bijdrage per emissieroute.

Emissieroute	oppervlakte waterbelasting (MBP's)	Aandeel (%)
Drift	1 080	<1
Uitspoeling*	-	-
Afspoeling vanaf verhardingen	4 735	1
Emissie uit kassen**	398 282	99
Totaal	404 097	100

* uitspoeling leidt niet tot acute blootstelling

** exclusief uitspoeling

Het totaalbeeld kan ook worden geschetst aan de hand van de verschillende gebruikersgroepen. Tabel 58 laat zien met welke omvang de verschillende gebruikersgroepen bijdragen aan het totale potentiële effect van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater in de Bommelerwaard.

Tabel 58: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van acute blootstelling door bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is de bijdrage per gebruikersgroep.

Emissieroute	Oppervlakte waterbelasting (mbp)	Aandeel (%)
Niet-agrarisch	4 735	1
Fruiteelt	687	< 1
Glastuinbouw	398 282	99
Rundveehouderij	139	< 1
Overige teelten	259	< 1
Totaal	404 087	100

Vooraf het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de glastuinbouw vergroot de kans op een mogelijke verstoring van de aquatische levensgemeenschap. De bijdrage van de rundveehouderij lijkt daarentegen te verwaarlozen, althans wanneer de Bommelerwaard als geheel wordt beschouwd. Op het niveau van de afzonderlijke werkzame stoffen ziet het beeld er als volgt uit:

Tabel 59: De berekende omvang van het potentieel effect op waterorganismen als gevolg van acute blootstelling door bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard in 1995. Weergegeven is de bijdrage van de eerste 20 stoffen.

Werkzame stof	Oppervlakte waterbelasting (* 10 ² mbp's)	Aandeel (%)
Parathion-ethyl*	86,9	21
Mevinfos*	55,1	14
Diuron*	47,4	12
Pyrazofos*	35,9	9
Flucycloخورon*	27,3	7
Permethrin*	26,6	7
Fenvaleraat	23,5	6
Bifenthrin	15,0	4
Abamectine	12,7	3
Heptenofos	10	3
diazinon*	9,7	2
Cypermethrin	9,6	2
Pirimifos-methyl*	6,5	2
Thiram*	5,7	1
Pyridaben	4,2	1
Esfenvaleraat	3,5	1
Deltamethrin	2,3	1
Chloorthalonil	1,6	< 1
Oxydemeton-methyl	1,3	< 1
Subtotaal		100
Dichloorvos*	3 640	
Totaal	4 041	

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Het zijn uiteraard ook hier weer de insecticiden die vanwege hun relatief hoge toxiciteit een belangrijke rol spelen bij de mogelijk versturende effecten op het waterleven in de Bommelerwaard.

De overheersende rol van dichloorvos is van dien aard dat voor het aanmerken van de overige probleemstoffen het effect van deze stof niet is meegewogen. Op basis van de modelberekeningen kunnen we derhalve de stoffen *dichloorvos*, *parathion-ethyl*, *mevinfos* en *diuron* aanmerken als zijnde problematisch voor het waterleven in de Bommelerwaard. Verder kan worden opgemerkt dat voor een deel van de stoffen de toelating is vervallen, op korte termijn komt te vervallen of op korte termijn wellicht wordt beperkt.

Zoals al is op gemerkt geven de modelberekeningen geen probleemstoffen in absolute zin, maar geven een vergelijking van stoffen onderling. Dit heeft twee belangrijke consequenties. Allereerst dat een stof met een aandeel kleiner dan 10% voor de *gehele Bommelerwaard* weliswaar niet tot de probleemstoffen wordt gerekend, maar op *lokale schaal* wel degelijk tot een probleem kan leiden. Een ander gevolg van de hier gevolgde relatieve vergelijking is dat wanneer de toelating van een probleemstof komt te vervallen, bijvoorbeeld diuron, dit automatisch tot gevolg zal hebben dat het aandeel van de overige stoffen zal toenemen, hetgeen leidt tot 'nieuwe' probleemstoffen.

7 Probleemstoffen en oplossingsrichtingen

Door de meetgegevens van de Afgedamde Maas te combineren met de modelberekeningen voor de Bommelerwaard kan een definitieve lijst van probleemstoffen worden opgesteld. Er is niet zozeer gezocht naar een relatie tussen meetgegevens en modelberekeningen, maar er is geprobeerd beide elementen te combineren. In hoofdstuk 2 is aannemelijk gemaakt dat een aantal van de gemeten stoffen afkomstig is uit de Bommelerwaard. De modelberekeningen laten zien dat sommige stoffen meer emitteren dan andere. Combinatie van deze gegevens verduidelijkt het beeld over de belasting van de Afgedamde Maas.

Voor de stoffen die vanwege een overschrijding van de drinkwaternorm tot de voorlopige probleemstoffen zijn gerekend, geldt dat een vergelijking met de emissieberekeningen voor de hand ligt. Voor de gemeten stoffen die vanwege een overschrijding van het MTR tot de voorlopige probleemstoffen zijn gerekend, ligt een combinatie met de relatieve kansberekening op mogelijke effecten meer voor de hand.

In dit hoofdstuk wordt een definitieve probleemstoffenlijst opgesteld. Aansluitend wordt aangegeven hoe aan de stoffen en de achterliggende problemen gewerkt kan worden termen van oplossingsrichtingen.

7.1 Probleemstoffen

Een eerste lijst van stoffen kan worden opgesteld voor de stoffen die een probleem zijn of kunnen zijn voor de drinkwaterwinning. Wanneer de meetresultaten worden vergeleken met de emissieberekeningen kunnen drie categorieën probleemstoffen worden onderscheiden :

- categorie 1: probleemstoffen volgens de metingen én volgens de berekeningen;
- categorie 2: probleemstoffen volgens de metingen;
- categorie 3: probleemstoffen volgens de berekeningen, voor zover niet gemeten.

In tabel 60 zijn alle probleemstoffen opgenomen en ingedeeld naar categorie.

Tabel 60: Overzicht van de stoffen die voor de drinkwaterbereiding uit de Afgedamde Maas tot een probleem kunnen leiden.

werkzame stof	Probleemstof op basis van metingen	Probleemstof op basis van berekeningen
Categorie 1		
Glyfosaat	X	X
Diuron*	X	X
Categorie 2		
AMPA*	X	
Simazin*	X	
Atrazín*	X	
Mevinfos*	X	
Isoproturon	X	
Categorie 3		
Geen		

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Vanuit het perspectief van de drinkwaterbereiding wordt het gebruik van de stoffen *glyfosaat* en *diuron* in de Bommelerwaard als meest problematisch aangemerkt. Dit blijkt zowel uit de metingen als uit de modelberekeningen.

De tweede categorie probleemstoffen zijn de stoffen die wél uit de metingen naar voren zijn gekomen als probleemstof, maar die niet voldoen aan de definitie van probleemstof in het licht van de modelberekeningen. Het betreft hier de stoffen *AMPA* (metabool van glyfosaat), *simazin*, *atrazin*, *mevinfos* en *isoproturon*.

De metabool AMPA is niet meegenomen in de modelberekeningen, omdat van de stof onvoldoende stoffeigenschappen bekend zijn. Voor atrazín (0,3%), simazin (0,08%), mevinfos (0,06%) en isoproturon (0,02%) geldt dat ze voor minder dan 10% bijdragen aan de emissie naar oppervlaktewater en dus voor wat betreft de modeluitkomsten niet voldoen aan het criterium van probleemstof.

Onder de stoffen die niet zijn gemeten bevinden zich verder geen stoffen die wél op basis van de berekeningen als probleemstof zouden kunnen worden aangemerkt.

Een tweede lijst van stoffen betreft de stoffen die een probleem kunnen vormen voor de in het oppervlaktewater aanwezige organismen. Aanloeg aan de klassenindeling die voor de drinkwaterfunctie is gehanteerd kunnen ook hier drie categorieën worden gedefinieerd. In tabel zijn alle probleemstoffen opgenomen en ingedeeld naar categorie.

Tabel 61: Overzicht van de stoffen die een risico kunnen vormen voor de waterorganismen in de Afgedamde Maas.

werkzame stof	Probleemstof op basis van metingen	Probleemstof op basis van berekeningen
categorie 1		
dichloorvos*	X	X
diuron*	X	X
parathion-ethyl*	X	X
Mevinfos*	X	X
Categorie 2		
simazin*	X	
Malathion	X	
Methiocarb	X	
Propoxur*	X	
Chloorfenvinfos*	X	
Categorie 3		
Geen		

* toelating is vervallen, komt op korte termijn te vervallen of wordt op korte termijn wellicht beperkt

Vergelijking van de meetresultaten met de modelberekeningen levert een lijst op van in totaal 8 probleemstoffen. Vier van deze stoffen vallen in categorie 1, hetgeen betekent dat ze zowel uit de metingen als uit de berekeningen naar voren zijn gekomen als probleemstof. Het betreft hier de stoffen *dichloorvos*, *parathion-ethyl*, *diuron* en *mevinfos*. De resterende vijf stoffen, *simazin*, *malathion*, *methiocarb*, *propoxur* en *chloorfenvinfos* worden wel op basis van de metingen als probleemstof aangemerkt, maar komen niet vanuit de berekeningen als zodanig naar voren.

De stoffen simazin, propoxur, methiocarb en chloorfenvinfos leveren een kleine bijdrage (< 1%) aan een mogelijk effect op waterorganismen. Deze stoffen voldoen derhalve niet aan de definitie voor probleemstoffen volgens de modelberekeningen.

De stof malathion wordt in de Bommelerwaard naar het zich laat aanzien vooral gebruikt in de teelt van champignons. Emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit champignoncellen naar oppervlaktewater kan optreden via bezinkvoorzieningen of via rioolwaterzuiveringsinstallaties. Deze emissiestromen zijn in de huidige studie niet gekwantificeerd met als gevolg dat een stof als malathion uit de berekeningen niet als probleemstof naar voren komt. Er zijn namelijk geen wetenschappelijke studies beschikbaar om de emissie vanuit champignoncellen voldoende onderbouwd te kunnen schatten.

Zoals uit tabel 61 blijkt zijn er geen stoffen die volgens de berekeningen als probleemstof kunnen worden aangemerkt, die vervolgens niet worden gemeten. Wel zijn er een aantal stoffen die niet gemeten zijn en die dicht tegen het criterium van 10% aanzitten, zoals flucycloxon, permethrin en fenvaleraat.

7.2 Oplossingsrichtingen

7.2.1 Saneren van het middelenpakket

Ter uitvoering van het gewasbeschermingsbeleid heeft het CTB de taak de toelating van bestrijdingsmiddelen te beoordelen op basis van criteria, waaronder milieucriteria. Een aantal van de stoffen die voor de Bommelerwaard op de probleemstoffenlijst staan, zijn recent door het CTB beoordeeld. Enkele van deze stoffen worden vermoedelijk op basis van de milieucriteria verboden. Weer andere van deze stoffen zijn juist recent als landbouwkundig onmisbaar bestempeld, hetgeen kan betekenen dat deze stoffen in de nabije toekomst juist meer gebruikt gaan worden. Met het nationale toelatingsbeleid lijken de problemen te verminderen. In plaats van zich schrap te zetten tegen de overheid kunnen boeren zich ook actief opstellen door de gewasbescherming te moderniseren en te zorgen dat ze de stoffen die gaan verdwijnen niet of nauwelijks meer nodig hebben. Ook niet-agrariërs kunnen zich actief opstellen om hun bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen minder afhankelijk te maken van milieubelastende middelen. Voor waterwinbedrijven levert sanering veel milieuwinst op voor het oppervlaktewater.

7.2.2 Probleemerkenning

De metingen en berekeningen maken duidelijk dat de emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater in de Bommelerwaard problemen kunnen opleveren voor de drinkwaterwinner en de waterbeheerders. Zij onderkennen dit probleem en willen de verantwoordelijken van dit probleem bewegen tot een minder milieubelastende gewasbeschermingsstrategie. Om te komen tot een verandering van de huidige strategie is het essentieel dat ook de veroorzakers de belasting van het oppervlaktewater als probleem erkennen.

Probleemerkenning bij de agrariërs is niet gemakkelijk te bewerkstelligen. Momenteel leeft bij veel agrariërs vooral het beeld dat door het toelatingsbeleid veel middelen verdwijnen. Zij denken dat daardoor teelten onmogelijk worden. Voor de agrariërs is niet de belasting van het oppervlaktewater het probleem, maar het milieubeleid dat, in hun beleving, de landbouw in Nederland sterk aan banden legt. Om kansrijke oplossingsrichtingen op te stellen is probleemerkenning echter wel noodzakelijk. Voor de veroorzakers zijn een aantal argumenten belangrijk voor erkenning:

Verskillende veroorzakers

Uit de probleemanalyse blijkt dat zowel agrariërs als niet-agrariërs een bijdrage leveren aan de belasting van het oppervlaktewater. Binnen de agrarische sector zijn weer verschillende sectoren in beeld, zoals de glastuinbouw, de fruitteelt en de rundveehouderij. Deze spreiding is belangrijk voor de veroorzakers. Dit betekent dat niet slechts één beroepsgroep of sector de volle verantwoordelijkheid krijgt voor de oppervlaktewaterbelasting. Erkenning van het probleem is voor veroorzakers gemakkelijker wanneer zij zich niet de enige 'dader' voelen.

Perspectief

Uit overleg tijdens het project blijkt dat Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, Zuiveringsschap Rivierenland en Rijkswaterstaat Zuid-Holland, als probleemhebber bereid zijn de dialoog aan te gaan met de veroorzakers. Dit betekent dat er een perspectief wordt geboden bij het zoeken naar een oplossing, waarin de veroorzakers zelf een actieve rol kunnen hebben. Erkenning van het probleem is voor veroorzakers gemakkelijker wanneer zij perspectief zien en actief kunnen meedenken in oplossingsrichtingen.

Regelgeving oppervlaktewater

Zowel in de glastuinbouw als in de open teelten is regelgeving opgesteld om de belasting van het oppervlaktewater met bestrijdingsmiddelen en mineralen te verminderen. Deze regelgeving is vastgelegd in de AMvB bedekte teelten en het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. De AMvB bedekte teelten bevat een aantal belangrijke regels die voor de glastuinbouw in de Bommelerwaard relevant zijn. Een opvangbassin en recirculatie zijn regels die de emissie naar het oppervlaktewater kunnen verminderen. De AMvB wordt herzien en ook de herziene versie zal regels op dit gebied bevatten. Overigens is nog niet duidelijk wanneer deze gereed zal zijn. Het genoemde Lozingenbesluit bevat regels zoals een spuitvrije zone en geen fruitbomen op de slootkant. Ook deze regels zullen de emissie naar oppervlaktewater verminderen. Een actieve opstelling van agrariërs om te voldoen aan dergelijke regels biedt hen de mogelijkheid hun gewasbeschermingsstrategie zo nodig aan te passen.

Waterproductie als nevenfunctie

Voor het DZH is het kunnen beschikken over schoon oppervlaktewater uit de Afgedamde Maas een belangrijk uitgangspunt voor het produceren van schoon drinkwater. Schoon water betekent dat nieuwe dure zuiveringsstappen achterwege kunnen blijven. Voor de inwoners van de Bommelerwaard kan een rol als beheerder van schoon water een maatschappelijk gewaardeerde groene nevenfunctie vormen. Met name voor de agrariërs betekent dit een zinvolle verbetering van hun imago..

Concurrentiepositie

Wanneer boeren door modernisering van hun gewasbescherming zorgen dat ze het milieu veel minder belasten betekent, dit een versterking van de internationale concurrentiepositie. Ook voor de verwerkende industrie blijft de Nederlandse landbouw dan interessant voor de teelt van gewassen.

Prikkels

Afspraken tussen waterleidingmaatschappij en boeren in de Bommelerwaard bieden ook de mogelijkheid financiële prikkels in te bouwen voor boeren die actief de milieubelasting terugdringen. Ervaringen met resultaatbeloning in grondwaterbeschermingsgebieden laat zien dat dit een positieve stimulans kan vormen. Voor agrariërs kunnen financiële prikkels ook een psychologische barrière slechten.

Bovenstaande punten bieden duidelijk kansen voor samenwerking tussen de probleemveroorzakers (agrariërs en niet-agrariërs) en de probleemhebbers. Een belangrijke eerste stap richting oplossingen is de resultaten van deze studie te communiceren naar de probleemveroorzakers en erkenning te vinden voor de problematiek. Dit kan het beste door niet alleen het probleem te presenteren maar tevens de kansen, die in deze paragraaf beschreven zijn.

7.2.3 Modernisering van de gewasbescherming

De probleemstoffen die voor de Bommelerwaard gedefinieerd zijn voor een groot deel stoffen die de milieucriteria voor de toelating overschrijden. Enkele van deze stoffen, zoals diuron en dichloorvos, zijn inmiddels verboden in Nederland. Andere stoffen worden mogelijk op korte termijn verboden of beperkt in hun gebruik. Het is in belang van de telers en van DZH deze middelen niet meer gebruikt worden in de gewasbescherming.

Praktijkervaringen binnen Milieukeur en voorbeeldprojecten van waterleidingbedrijven laten zien dat het mogelijk is om af te zien van het gebruik van milieukritische stoffen. Belangrijk instrument hierbij is de milieumeetlat en de milieubelastingskaart. Echter ook emissiebeperkende maatregelen kunnen hierbij noodzakelijk zijn. Deze aanpak vormt een eerste stap in de richting van modernisering van de gewasbescherming.

Voor het terugdringen van de emissies tot de wettelijk vastgestelde normen voor ecologie en drinkwatervoorziening is echter meer nodig. Het zo breed mogelijk formuleren van maatregelen en deze bespreken met de veroorzakers is dan ook essentieel. Maatregelen kunnen niet alleen worden gedefinieerd op het niveau van de afzonderlijke stoffen, maar ook binnen een regionale context. Voor wat betreft maatregelen moet men denken aan voorbeelden als de volgende:

- het vervangen van de milieubelastende middelen door minder milieubelastende middelen via toepassing van de milieumeetlat en milieubelastingskaart in de open teelten en glastuinbouw en via de milieuwegwijzer in gemeenten;
- het treffen van (technische) emissiebeperkende maatregelen zoals spuitvrije zones, vanggewassen, windschermen, lage doseringstechnieken, driftarme spuitdoppen, zaadcoating;
- relevant voor de onkruidbestrijding door niet-agrariërs is de voorlichting. Naast het presenteren van de bekende niet-chemische alternatieven als borstelen,

schoffelen en branden, moeten met name de particulieren gewezen worden op de milieugevolgen van chemische onkruidbestrijding;

- het treffen van maatregelen op bedrijfs- en teelniveau zoals het toepassen van mechanische onkruidbestrijding, het verminderen van bemesting, het inzetten van natuurlijke vijanden, het hanteren van waarschuwingssystemen en schadedrempels, het overstappen op resistente(re) rassen en het verruimen van de vruchtwisseling;
- omschakeling naar biologische landbouw;
- maatregelen boven bedrijfsniveau, bijvoorbeeld in de vorm van samenwerking tussen bedrijven voor verruiming van vruchtwisseling of gezamenlijke aanschaf van kostbare apparatuur of machines;
- maatregelen op regioniveau en koppeling aan gebiedsprofilering en productketensturing. Ook inspanningen van niet-doelgroepen zoals bijvoorbeeld optimalisatie van het peilbeheer door het polderdistrict of de medewerking van het College Toelating Bestrijdingsmiddelen en de bestrijdingsmiddelenindustrie bij het opstellen van een mogelijke gebiedsgerichte verruiming van de bestaande toelating van een middel zijn aspecten die hier een rol kunnen spelen.

7.2.4 Convenant tussen betrokkenen

Een kansrijke methode om oplossingen 'breed' te implementeren in het gebied van de Bommelerwaard is het sluiten van een convenant tussen een aantal betrokkenen in het gebied. Essentieel zijn daarbij draagvlak bij de betrokkenen én afspraken over concrete doelen en taakstellingen. Een convenant mét draagvlak maar zonder afspraken en prikkels voor individuele ondernemers, leidt vaak niet tot de gewenste doelen. Ondernemers moeten zichzelf verantwoordelijk voelen voor het slagen en moeten afgerekend worden op resultaat.

7.2.5 Communicatie en ondersteuning

Na het formuleren van maatregelen met de doelgroepen en het opstellen van een convenant is het nodig daadwerkelijk aan de slag te gaan met de uitvoering. Communicatie, ondersteuning, voorlichting en demonstratieprojecten zijn daarbij onmisbaar. Voor de agrarische doelgroepen kan daarbij gedacht worden aan ondersteuning bij het opstellen van een gewasbeschermingsplan, aan excursies en demonstraties met een landbouwkundig doel, zoals plaagherkenning, aan het vergelijken van bestrijdingseffecten of het bijwonen van een spuitdemonstraties. Ook het bezoeken van voorloperbedrijven elders in Nederland en bezoek aan de locaties die voor de drinkwaterwinning van belang zijn, te weten het pompstation in Brakel of de infiltratieplassen en -putten in de duinen vormen een mogelijkheid.

Voor de niet-agrarische doelgroepen dient een uitgebreid voorlichtingsprogramma te worden opgesteld op basis van de mogelijke oplossingsrichtingen. Binnen dit voorlichtingsprogramma dient ook weer voldoende aandacht te zijn voor excursies en demonstraties. Belangrijk onderdeel in onkruidbeheersing die ten grondslag ligt aan de emissie door afspoeling van verhardingen is de acceptatiegraad van de burger. Ook dit element dient voldoende aandacht te krijgen.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Ten aanzien van de drinkwaterfunctie van de Afgedamde Maas dienen *glyfosaat*, *AMPA*, *diuron*, *simazin*, *atrazin*, *mevinfos* en *isoproturon* te worden aangemerkt als probleemstof. Van de meststoffen vormt alleen *ammonium* een probleem voor de drinkwaterbereiding.

Ten aanzien van de ecologische functie van de Afgedamde Maas dienen *dichloorvos*, *parathion-ethyl*, *diuron*, *mevinfos*, *simazin*, *malathion*, *propoxur*, *methiocarb* en *chloorfenvinfos* te worden aangemerkt als probleemstof. Van de meststoffen behoort *nitraat* tot de probleemstoffen.

Het merendeel van de hier benoemde probleemstoffen zijn ook door de nationale overheid als zodanig bestempeld. Concreet betekent dit dat deze stoffen op dit moment verboden zijn (*dichloorvos*, *diuron*), op korte termijn verboden worden (*atrazin*, *propoxur*, *chloorfenvinfos*) of waarvan het gebruik op korte termijn sterk wordt gebonden aan voorwaarden (*simazin*, *parathion-ethyl*, *mevinfos*). Voor de hiergenoemde stoffen mag op korte termijn een vermindering van de oppervlaktewaterbelasting worden verwacht. Onduidelijk is wat het substitutie-effect zal zijn, doch aangenomen mag worden dat de substituenten aanmerkelijk minder mileubelastend zijn in termen van toxiciteit en uitspoelingsgevoeligheid.

De gemeten oppervlaktewaterkwaliteit komt in hoge mate overeen met de uitkomsten van de modelberekeningen. Dit betekent enerzijds dat de berekeningen een valide basis

zijn voor het definiëren van bronnen en het verder aanscherpen van probleemsituaties. Daarnaast betekent dit dat de bestaande meetpakketten geoptimaliseerd kunnen worden op basis van de modeluitkomsten.

In termen van oplossingsrichtingen is de voorliggende studie de eerste stap om de communicatie met de probleemveroorzakers te intensiveren. Belangrijkste doelgroepen hierbij zijn de gemeenten en particulieren en de agrarisch ondernemers in de glastuinbouw, de fruitteelt en de rundveehouderij. De communicatie moet gericht zijn op probleemherkenning in combinatie met het schetsen van perspectief.

Een tweede stap is om op basis van de probleemstoffen in overleg met de sectoren maatregelen op te stellen die op korte termijn het gebruik en de emissie van deze stoffen sterk terugdringen.

8.2 Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om op basis van de resultaten van de voorliggende studie de communicatie met de (potentiële) doelgroepen te intensiveren. Centraal in deze

communicatie staat de probleem(h)erkenning, niet alleen vanuit de optiek van de waterbeheerder en drinkwaterwinner, maar zeker ook vanuit de optiek van de doelgroep. De uitkomsten van deze communicatie geven richtpunten voor het verder uitwerken van de aangegeven oplossingsrichtingen.

De oplossingsrichtingen moeten breed worden ingestoken, dat wil zeggen dat deze niet beperkt hoeven zijn tot louter technische maatregelen op teeltniveau. Oplossingen dienen minimaal op bedrijfsniveau geïmplementeerd te kunnen worden, maar nog meer ligt de nadruk op hele teeltsectoren of zelfs de hele Bommelerwaard. Denk daarbij aan produktketensturing of profileren van het gebied in termen van (agrarische) streekproducten

Bij het verkennen van mogelijke oplossingsrichtingen dienen ook de inspanningen van niet-doelgroepen inzichtelijk te worden gemaakt. Denk daarbij in termen van emissie aan een mogelijke optimalisatie van het peilbeheer door het polderdistrict of de medewerking van het College Toelating Bestrijdingsmiddelen en de bestrijdingsmiddelenindustrie bij het opstellen van een mogelijke gebiedsgerichte verruiming van de bestaande toelating van een middel.

De intensieve communicatie met de doelgroepen geeft een herijking van problemen en wellicht probleemstoffen. Dat geldt zowel voor de agrarische- als de niet-agrarische doelgroepen. Oplossingsrichtingen dienen hierop aan te grijpen. Aanbevolen wordt om de sociaal-economische haalbaarheid en het milieutechnisch rendement van de verschillende oplossingsrichtingen middels een aparte studie te onderzoeken. De voorliggende studie geeft voor driftbeperkende maatregelen voldoende onderbouwing. Echter met name de maatregelen die de emissie als gevolg van uitspoeling en afspoeling moeten verminderen kunnen niet zondermeer op basis van deze studie worden beoordeeld.

Belangrijk is dat de (h)erkenningsfase snel wordt gevolgd door een fase waarin doelgroepen daadwerkelijk aan de slag kunnen. De communicatielijnen met de doelgroepen dienen continu gevoed te worden met activiteiten die dienstig zijn aan het uiteindelijke projectdoel. Voor de agrarische doelgroepen kan daarbij gedacht worden aan bijvoorbeeld excursies en demonstraties met een landbouwkundig doel, zoals plaagherkenning, het vergelijken van bestrijdingseffecten of het bijwonen van een spuitdemonstraties. Andere onderwerpen kunnen zijn het bezoeken van voorloperbedrijven elders in Nederland. Naast de excursies met een louter landbouwkundig element, kan ook worden gedacht aan een bezoek aan de locaties die voor de drinkwaterwinning van belang zijn, te weten het pompstation in Brakel of de infiltratieplassen en -putten in de duinen. Ook een rondleiding door een gids in de Bommelerwaard zelf valt te overwegen.

Ook voor de niet-agrarische doelgroepen dient een uitgebreid voorlichtingsprogramma te worden opgesteld op basis van de voorgestelde oplossingsrichtingen. Binnen dit voorlichtingsprogramma dient ook weer voldoende aandacht te zijn voor excursies en demonstraties. Centraal in onkruidbeheersing, die ten grondslag ligt aan de emissie door afspoeling vanaf verhardingen, is de

acceptatiegraad van de burger. Hoe onkruidvrij wil men de verhardingen hebben, wat is onkruid en wat niet en welke (milieu)prijs wil men daarvoor betalen.

Het zelf aan de slag gaan betekent niet alleen dat de doelgroepen zich de problematiek en de mogelijke oplossingsrichtingen eigen maken door louter waarnemen, maar dat ze er ook naar handelen. Dit betekent dat de voorgestelde oplossingsrichtingen in een soort van demonstratieverband binnen de Bommelerwaard ten uitvoer worden gebracht. Binnen de verschillende agrarische doelgroepen kunnen hiertoe demonstratieprojecten worden gestart, steeds met een beperkte groep van ondernemers. Deze groepen worden intensief begeleid zowel in teelttechnische zin (teeltadvisering) als in milieutechnische zin (metingen). De ervaringen en uitkomsten van deze projecten worden breed uitgedragen binnen de Bommelerwaard.

Demonstratieprojecten moeten niet beperkt blijven tot de agrarische doelgroep. Het schadelijk effect van chemische onkruidbestrijding en het resultaat van alternatieve bestrijdingsmethoden kunnen bijvoorbeeld worden gedemonstreerd aan de hand van een aantal proeflocaties op verhardingen. Daarnaast dient een voorlichtingstraject te worden gestart om met name de burgers duidelijk te maken dat ook zij verantwoordelijk zijn voor een belangrijk deel van de belasting van de Afgedamde Maas met bestrijdingsmiddelen.

Voor wat betreft het uitvoeren van metingen in het oppervlaktewater dienen twee sporen te worden gevolgd. Allereerst is dat het spoor van de reguliere metingen, zoals ook nu door de verantwoordelijke instanties wordt gevolgd. Dit spoor dient te worden aangevuld met meetcampagnes op projectniveau, die aansluiten bij de initiatieven die door de doelgroepen in demonstratieverband worden ontwikkeld.

Voor wat betreft de reguliere monitoring kan worden geconcludeerd dat de meest relevante stoffen zijn opgenomen in de verschillende meetpakketten. Desondanks lijken enkele bijstellingen gewenst. Geconcludeerd is dat de hoofdstroom van de Maas voor een aantal bestrijdingsmiddelen in de Afgedamde Maas een belangrijke bron is. Het lijkt daarom zinvol om het monitoringspakket op de monsterlocatie Heusden uit te breiden met die stoffen die in Keizersveer wél zijn gemeten, maar in Heusden niet. De waterkwaliteit in Heusden geeft namelijk een betere afspiegeling van het water dat de Afgedamde Maas instroomt, dan het water bij Keizersveer dat (ver) benedenstrooms ligt van de bedoelde Maasafkapping. Het completer meetpakket maakt het mogelijk om ook voor de toekomst te bepalen welke (nieuwe) stoffen afkomstig zijn uit de Maas.

In de Bommelerwaard zijn de bestrijdingsmiddelen vrijwel uitsluitend gemeten in het aanvoerkanaal van het gemaal van Dam van Brakel (DZH) en op enkele glastuinbouwlocaties ten zuiden van Zaltbommel en Gameren (ZSR). Om een beter beeld te krijgen van de aanwezigheid en herkomst van de bestrijdingsmiddelen dienen minimaal de probleemstoffen op meer locaties gemeten te worden. Het betreft hier de verbindingen glyfosaat, AMPA, simazin, atrazin, isoproturon, chloortoluron, parathion-ethyl, propoxur, methiocarb en chloorfenvinfos. Ook de stoffen diuron en dichloorvos kunnen in dit rijtje worden opgenomen doch men dient te bedenken dat deze stoffen niet meer toegelaten zijn. Voor de stoffen mevinfos, atrazin, simazin en

parathion-ethyl geldt bovendien dat ze op korte termijn geheel of gedeeltelijk worden verboden.

De stof malathion ten slotte is mogelijk afkomstig uit de champignonteelt. Er zijn onvoldoende meetgegevens beschikbaar om de emissies van bestrijdingsmiddelen uit deze teeltsector te kwantificeren. Aanbevolen wordt om op locaties met veel champignoncellen het meetnet uit te breiden met stoffen die in de champignonteelt worden gebruikt zoals malathion, prochloraz (incl. metaboliet 2,4,6-trichloorfenol) en carbendazim.

Literatuur

Adriaanse, P.I. (1996). *Fate of pesticides in field ditches: the TOXSWA simulation model*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 90.

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

Beltman, W.H.J. & P.I. Adriaanse (1999) *Proposed standard scenarios for a surface water model in the Dutch authorization procedure of pesticides. Method to define standard scenarios determining exposure concentrations simulated by the TOXSWA model*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 161.

Beers, S., Edens, T., van Geffen, J., Sas, C., van der Wees, B. & H. Liefjijn (1998). *Survey glastuinbouw 1997*. Ede, IKC-L. Rapport.

Bor, G., van den Berg, F., Smelt, J.H., van de Peppel-Groen, A.E., Leistra, M. & R.A. Smidt (1994). *Deposition patterns of dichlorvos and parathion in a glasshouse and discharge of parathion with condensation water*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Report 84.

CBS (1997). *Gewasbescherming in de land- en tuinbouw, 1995*. Voorburg/Heerlen. Centraal Bureau voor de Statistiek.

CIW (1999). *Bestrijdingsmiddelenrapportage 1999. Het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater in de periode 1992-1996*. Den Haag, Commissie Integraal Waterbeheer. Rapport.

CLM & IKC (1993). *Achtergronden van de milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen*. Utrecht/Ede. Centrum voor Landbouw en Milieu /Informatie en Kennis Centrum.

Commissie van Deskundigen Emissie-evaluatie MJP-G (1996). *MJP-G emissie-evaluatie 1995*. Einddocument. Ministerie LNV/IKC-L. Ede.

Deneer, J.W, Smidt, R.A., Merkelbach, R.C.M. & 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'*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 645.

DHV (1995). *Studie modellering Afgedamde Maasbekken*. Amersfoort, DHV. Dossier K8063-01-001. In: Stäb, J.A. en R. Looijen (1996) *Inventarisatie Bestrijdingsmiddelengebruik in de Bommelerwaard*. Voorburg, Laboratorium Duinwaterbedrijf Zuid Holland. Conceptrapport 00792000.

Huijsmans, J.F.M., H.A.J. Porskamp & B. Heijne (1993). *Orchard tunnel sprayers with reduced emission to the environment. Results of deposition and emission of new types of*

orchard sprayers. Proceedings A.N.P.P.-B.C.P.C. Second International Symposium on Pesticides Application, Strasbourg, 22-24 sept. 1993, BCPC, Vol. 1/2, p. 297-304.

Huijsmans, J.F.M., H.A.J. Porskamp & J.C. van de Zande (1997). *Drift(beperking) bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen*. Wageningen, IMAG-DLO. Rapport 97-04.

IKC-L (in prep.). *Deskundigenschatting GLAMI*. Ministerie LNV/IKC-L. Ede.

INS (1997) *Milieukwaliteitsnormen bodem, water, lucht*. Den Haag, VROM werkgroep Intergrale Normstelling Stoffen. Rapport.

Kamps, J.E.J. (in prep.) *Emissies uit de openbaar groen sector*. Lelystad, RIZA. Conceptrapport.

KNMI (1982). *Jaaroverzicht van het weer in Nederland in 1982*. De Bilt, KNMI. Jaaroverzicht.

Kraaij, H., G.G.C. Verstappen & F.H. Wagemaker (1996). *PESCO; Beschrijving van een screeningmodel voor emissies van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlakte-water*. Lelystad, RIZA . Werkdocument 96.102X.

Kruijne, R. & R.C.M. Merkelbach, 1997. *Ontwikkeling van het prototype instrumentarium PEGASUS*. Wageningen,, DLO-Staring Centrum, MPB Rapport 1.

Leendertse, P.C., Reus, J.A.W.A., de Vreede, P.J.A. & J.K. Nienhuis (1997). *Meetlat voor middelengebruik in de glastuinbouw*. Utrecht, Centrum voor Landbouw en Milieu. Rapport 298.

Meerjarenplan Gewasbescherming (1991) *Meerjarenplan Gewasbescherming, Regeringsbeslissing*. Den Haag, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Pas, L.J.T. van der, J.J.T.I. Boesten, R. Gerritsen & M. Leistra (1995) *Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt. Metingen van bestrijdingsmiddelen in regenwater, drainwater en waterlopen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 387.5.

Runia, W.Th, Leistra, M. en N.A.M. van Steekelenburg (1996). *Uitspoeling van chemische gewasbeschermingsmiddelen in grondgebonden teelten*. Naaldwijk. Proefstation voor Bloemistrij en Glasgroenten. Rapport 57.

Smit, R.A., Bor, G., Denneboom, J. & R.C.M. Merkelbach (in prep.) *Beschrijving van het Informatiesysteem Bestrijdingsmiddelen 3.0*. Wageningen, DLO-Staring Centrum.

Staa, M van der & M.S. Douwes (1996). *Optimaliseren van de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw*. Naaldwijk, Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk. Rapport 52.

Wit, A.J.W de, van der Heijden, Th. G.C. & H.A.M. Thunnissen (1999) *Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN3 grondgebruiksbestand*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 663.

Zande, J.C. van de, & H.A.J. Porskamp (1996). *Field measurements of spray drift in arable farming*. Proceedings AgEng96 Madrid, International Conference on Agricultural Engineering, Madrid 23/26 September 1996. 257-258.

Niet-gepubliceerde bronnen

Beek, M.A. (1999). *Overzicht van de ad-hoc MTR's voor water 1992-1998*. Lelystad, RIZA. Werkdocument 99.046.

CBS (1996). *Rubriekuitkomsten per gemeente van de landbouwtelling 1995*. Voorburg/Heerlen, CBS. Bestand.

CLM (1999). *Milieumeetlat voor bestrijdingsmiddelen*. Utrecht, Centrum voor Landbouw en Milieu. Digitaal bestand.

Crum, S.J.H. & R.C.M. Merkelbach (1998) *Emissie van bestrijdingsmiddelen in het stedelijk gebied; een eerste inventarisatie*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Interne Mededeling 545.

DZH (1999). *Meetgegevens 1994-1998 in de Afgedamde Maas*. Voorburg, Duinwaterbedrijf Zuid-Holland. Digitaal bestand.

Loorij, T.P.J. (1999). Een raming van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in toepassingen buiten de landbouw. Voorburg. CBS. Discussiestuk.

Mellema, A. (1999). Mondelinge Mededeling. Tiel. Zuiveringsschap Rivierenland.

Plantenziektenkundige Dienst, 1998. *Regeling Administratievoorschriften Bestrijdingsmiddelen: Afzet van gewasbeschermingsmiddelen over de jaren 1997*. Wageningen. Plantenziektenkundige Dienst. Digitaal bestand

RWS (1999). *Meetgegevens 1994-1998 in de Maas*. Den Haag, Rijkswaterstaat Zuid-Holland. Digitaal bestand.

Topografische Dienst (19??). *TOP-10 vector bestand*. Leiden, Topografische Dienst. Digitaal bestand.

Vliet, P. van (1999). Mondelinge Mededeling. Wageningen. College Toelating bestrijdingsmiddelen.

ZSR (1999). *Meetgegevens 1994-1998 in de Bommelerwaard*. Tiel, Zuiveringsschap Rivierenland. Digitaal bestand.

Aanhangsel 1 Begrippenlijst

AAFA _{AP}	=	het toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)
AAFASU,CR gewasoppervlak (-)	=	het gemiddelde toepassingsareaal, als fractie van het gewasoppervlak (-)
AMAP	=	het gemiddelde jaarverbruik (kg ws.ha-1.j-1)
AMSU,CR	=	de jaarlijkse bodembelasting voor alle toepassingen (kg w.s.ha-1.j-1)
AMSPSU,CR	=	de bodembelasting bij een voorjaarstoepassing (kg w.s ha-1.j-1)
CAGC,CR	=	het oppervlak van een gewas in een gridcel (ha)
CRARLUMU,LU	=	Σ CRARMU,CR
CRARMU,CR	=	het oppervlak van een gewas in een gemeente (ha)
CRARLUMU,LU	=	het totale oppervlak van de gewassen in een gemeente, die tot dezelfde grondgebruiksvorm behoren (ha)
CRARFAMU,CR	=	het relatieve oppervlak van een gewas in een gemeente (-)
EAFASC	=	het areaal waarop emissie als gevolg van uitspoeling naar oppervlaktewater kan optreden (-)
Ef verh; x	=	emissiefactor werkzame stof x vanaf verhardingen (-)
EMFATC,CR	=	de emissiefactor voor de betreffende combinatie van gewashoogte en toedieningstechniekklassse (-)
EMFATC,SU	=	de emissiefactor voor de betreffende combinatie van dampdruk en toedieningstechniek (-)
LEGC	=	de hoeveelheid uitspoeling naar het open water (kg ws.j-1)
LEFAAUSU	=	de emissiefactor voor uitspoeling bij najaarstoepassing (-)
LEFASPSU	=	de emissiefactor voor uitspoeling bij voorjaarstoepassing (-)
LUARGC,LU	=	het oppervlak van een grondgebruiksvorm in een gridcel (ha)
Σ LUARGC,LU	=	som van de oppervlakken van de verschillende grondgebruiksvormen in een gridcel (ha) (excl. LGN-klassen bebouwing (10) en open water (12))
OWARGC	=	het oppervlak open water van de waterlopen in een gridcel (ha)
OWLEGC,DC	=	de lengte waterlopen in een bepaalde klasse in een gridcel (m)
OWWI	=	de breedte van het open wateroppervlak
RAOWRUGC	=	water-landverhouding (-)
RUARGC	=	het ruraal oppervlak in een gridcel (ha)
SDGC,AP	=	de hoeveelheid druppeldrift in de richting van het open water (kg)
SDFAGC,AP	=	de emissiefactor voor drift (%)
Vverh; x	=	jaarverbruik van werkzame stof x op verhardingen (kg. j-1)