

# **Belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen**

**Een schatting van de relatieve bijdragen vanuit de uiterwaarden van de Afgedamde Maas en de polders van de Bommelerwaard**

**R. Kruijne**



**-rapport 395**

Duinwaterbedrijf Zuid-Holland

**Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002**

## REFERAAT

Kruijne, R., 2002. *Belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen - Een schatting van de relatieve bijdragen vanuit de uiterwaarden van de Afgedamde Maas en de polders van de Bommelerwaard*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 395. 90 blz. 6 fig.; 24 tab.; 17 ref.

Meetgegevens van nutriënten en bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt om een beeld te geven van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard, en de Maas. Op basis van regionale gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de fruitteelt-, chrysantenteelt-, rundveehouderij- en akkerbouwsector, zijn emissies van stoffen naar het open water van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas berekend. De verdwijning van stoffen uit het oppervlaktewater als gevolg van afbraak en verdamping is berekend. Het restant van de geëmitteerde hoeveelheid stoffen vormt de belasting van de Afgedamde Maas. De resultaten zijn gepresenteerd op het niveau van deelgebieden en teeltsectoren.

Trefwoorden: Afgedamde Maas, belasting, bestrijdingsmiddelen, Bommelerwaard, emissie, nutriënten, meetgegevens, modelberekeningen, oppervlaktewater

Foto omslag: Zicht op het inlaatpompstation van DZH ter hoogte van de Wilhelminasluis en een gedeelte van de Afgedamde Maas met uiterwaarden. © Karel Tomei, Flying Camera

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €24 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 395. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,  
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

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

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

# Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Projectdoelstelling	11
1.3 Werkwijze	12
1.4 Rapportage	12
2 Gegevens	13
2.1 Oppervlaktewaterkwaliteitsmetingen	13
2.1.1 Overzicht van beschikbare gegevens	13
2.1.2 Nutriënten	14
2.1.2.1 Afgedamde Maas	14
2.1.2.2 Bommelerwaard	15
2.1.2.3 Maas	16
2.1.3 Bestrijdingsmiddelen	17
2.1.3.1 Afgedamde Maas	17
2.1.3.2 Bommelerwaard	19
2.1.3.3 Maas	21
2.1.4 Overzicht en discussie	23
2.2 Gebruik van bestrijdingsmiddelen	24
2.2.1 Fruitteelt	24
2.2.2 Chrysantenteelt	25
2.2.3 Rundveehouderij	25
2.2.4 Akkerbouw	25
2.2.5 Samenvatting	26
2.3 Stofeigenschappen	26
2.4 Grondgebruik	27
2.5 Bodemkenmerken	28
2.6 Hydrologie	29
2.6.1 De Bommelerwaard	29
2.6.2 De Afgedamde Maas	32
3 Methoden	35
3.1 Schematisatie	35
3.2 Emissieberekeningen	36
3.2.1 Drift	36
3.2.2 Uit- en afspoeling	37
3.2.3 Emissies uit kassen	37
3.3 Oppervlaktewaterberekeningen	38
3.3.1 Verblijftijden	38
3.3.2 De belasting van de Afgedamde Maas	40
3.4 Aannames in de berekeningen	42

4	Resultaten	43
4.1	Schematisatie	43
4.2	Emissieberekeningen	45
4.2.1	Drift	45
4.2.2	Uit- en afspoeling	46
4.2.3	Emissies uit kassen	47
4.2.4	Emissies per deelgebied	48
4.3	Oppervlaktewaterberekeningen	51
4.3.1	Verblijftijden	51
4.3.2	Belasting van de Afgedamde Maas	52
5	Bespreking	55
5.1	Basisgegevens	55
5.2	Emissies	56
5.3	Belasting	57
6	Conclusies	59
	Literatuur	61
	<b>Aanhangsels</b>	
1	Verbruiksgegevens	63
2	Stofparameters	67
3	Overzicht van toepassingen (gewas- stof-combinaties)	69
4	Emissies per werkzame stof	71
5	Notitie (Ruud Steen, DZH) “Overzicht van het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in de Maas, Afgedamde Maas en Bommelerwaard”	75

## Woord vooraf

Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen, als gevolg van het agrarisch gebruik in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas en de polders van de Bommelerwaard. De opdracht is verleend door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode 2001-2002 door Alterra te Wageningen. De volgende personen hebben een bijdrage aan dit onderzoek geleverd, door specifieke informatie over het studiegebied ter beschikking te stellen en het concept van het rapport van kritisch commentaar te voorzien;

- André Bannink (Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland / VEWIN)
- Jan van de Braak (Waterschap Rivierenland; voorheen Polderdistrict Groot Maas en Waal)
- Rob Faasen (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling / RIZA)

Dit onderzoek is een aanvulling op een eerder onderzoek naar de belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen, waarin een volledige inventarisatie van probleemstoffen is gemaakt die betrekking heeft op alle gebruikersgroepen (Alterra rapport nr. 676; Merkelbach et al., 1999).



## Samenvatting

Het project heeft als doelstelling om de belasting van de Afgedamde Maas als gevolg van het agrarisch gebruik van bestrijdingsmiddelen in de uiterwaarden te berekenen, en deze belasting te relateren aan de belasting via het uitgeslagen water van de Bommelerwaard en het water van de Maas.

### **Basisgegevens**

Gegevens over de kwaliteit van het oppervlaktewater van de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard en de Maas zijn afkomstig van de monitoringsactiviteiten van het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland uit de periode van begin 1999 tot medio 2001. De concentraties van verschillende nutriëntenparameters zijn getoetst aan de drinkwaternorm en de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm. De maximum gemeten concentraties van werkzame stoffen en afbraakproducten van bestrijdingsmiddelen zijn getoetst aan de drinkwaternorm (0,1 µg/l voor afzonderlijke stoffen en 0,5 µg/l voor alle stoffen gezamenlijk) en aan het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR).

Van de nutriëntenparameters overschrijdt de maximum concentratie van ammonium de drinkwaternorm (0,2 mg/l) in het water van de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard, en de Maas. De zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-P overschrijdt de norm (0,15 mg/l P) in het meest zuidelijke deel van de Afgedamde Maas en in de Maas.

In de Afgedamde Maas overschrijdt de maximum gemeten concentratie van 12 stoffen de drinkwaternorm. De hoogst gemeten concentratie (1,9 µg/l) betreft de stof *aminomethylfosfonzuur (AMPA)*, een afbraakproduct van *glyfosaat*. In de Bommelerwaard overschrijdt de maximum gemeten concentratie van 15 stoffen de drinkwaternorm. De hoogst gemeten concentratie (0,7 µg/l) betreft de stof *MCPA*. In de Maas overschrijdt de maximum gemeten concentratie van 8 stoffen de drinkwaternorm. De hoogst gemeten concentratie (1,6 µg/l) betreft de stof *aminomethylfosfonzuur*. De somnorm van 0,5 µg/l is overschreden in gemiddeld 25% van alle monsters.

Omdat de monsterlokatie in het aanvoerkanaal van het gemaal Van Dam van Brakel niet representatief is voor de Bommelerwaard als geheel, en vanwege het ontbreken van gegevens over de werking van het gemaal (inlaat en uitlaat) op het tijdstip van bemonstering, zijn de resultaten van de monitoringsgegevens niet gebruikt om uitspraken te doen over de herkomst van het water van de Afgedamde Maas.

De beschrijving van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de fruitteelt, de chrysantenteelt en de rundveehouderij is gebaseerd op gegevens uit het jaar 2000, afkomstig van groepen telers uit de Bommelerwaard. Voor de akkerbouw is het gebruik gebaseerd op landelijk gemiddelde gegevens uit 1998. Het feit dat slechts een klein deel van de geselecteerde werkzame stoffen in de monitoring van het

oppervlaktewater is opgenomen, beperkt de mogelijkheden om de resultaten van de berekeningen te combineren met de monitoringsgegevens.

De polders van de Bommelerwaard zijn onderverdeeld in 5 bemalingsgebieden. In afvoersituaties wordt het overtollige water uit deze bemalingsgebieden direkt geloosd op de Afgedamde Maas. De watervoorziening verloopt via twee gemalen in het oosten en het zuiden van de Bommelerwaard, door de inlaat van water uit de Maas. De belangrijkste aanvoertermen van de waterbalans van de Bommelerwaard zijn de neerslag, de inlaat van oppervlaktewater, en de kwel vanuit de Waal. De belangrijkste aan- en afvoertermen van de waterbalans van het Afgedamde Maas bekken zijn de uitslag van de gemalen van de Bommelerwaard, en de inname van water voor drinkwaterproductie bij het pompstation Brakel.

De bijdrage van de Maas aan de kwaliteit van het water van de Afgedamde Maas bestaat uit een direkte bijdrage via het Heusdens Kanaal, en een indirekte bijdrage via de uitslag van de gemalen van de Bommelerwaard.

### ***Emissies***

De emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater is berekend als de som van drift, uit- en afspoeling, en een aantal emissieroutes uit kassen. Met het oog op de (stof-)specifieke emissiegevoeligheid zijn gegevens over de water-land-verhouding, het gehalte organische stof in de bodem, en een aantal hydrologische randvoorwaarden verwerkt in de schematisatie van het studiegebied.

De emissie naar het oppervlaktewater van de Bommelerwaard is berekend op 36 kg werkzame stof, over de emissieperiode 2000-2001. Deze hoeveelheid bestaat uit een bijdrage van 12 kg voor de fruitteelt, 11 kg voor de chrysantenteelt, 8 kg voor de rundveehouderij, en 5 kg voor de akkerbouw. De totale emissie naar het open water van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is gelijk aan 0,61 kg, of 1,7% van de emissie naar het oppervlaktewater van de Bommelerwaard. Deze hoeveelheid bestaat uit een bijdrage van 0,08 kg voor de fruitteelt, 0,2 kg voor de rundveehouderij, en 0,33 kg voor de akkerbouw. Met name door ondiepere grondwaterstanden in de Bommelerwaard is de emissie per eenheid van verbruik in de Bommelerwaard gemiddeld een faktor 4 hoger dan in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. Verder geldt dat het gewasareaal in de uiterwaarden zo'n 7,5% van het areaal in de Bommelerwaard bedraagt. Op sectorniveau neemt de emissie per eenheid van verbruik toe in de volgorde fruitteelt, akkerbouw, chrysantenteelt, rundveehouderij.

### ***Belasting***

De emissies van bestrijdingsmiddelen komen terecht in het kleine open water dat grenst aan de behandelde percelen van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. De snelheid waarmee deze stoffen uit het water verdwijnen hangt af van het oppervlaktewatersysteem van de Bommelerwaard en van een aantal stoffeigenschappen. Het restant van deze stoffen zal het water van de Afgedamde Maas bereiken. Deze belasting is bepaald door de verdwijning van bestrijdingsmiddelen uit het oppervlaktewater in mindering te brengen op de berekende emissies. Met behulp van een eenvoudige schematisatie van het oppervlakte-



watersysteem zijn verblijftijden in het water van de Bommelerwaard en de uiterwaarden berekend, die representatief zijn voor afvoersituaties. De verdwijning van bestrijdingsmiddelen uit het oppervlaktewater is berekend door rekening te houden met afbraak en verdamping.

De totale belasting van de Afgedamde Maas met bestrijdingsmiddelen vanuit de Bommelerwaard is berekend op 20 kg werkzame stof, over de periode 2000-2001. Deze hoeveelheid bestaat uit een bijdrage van 5,9 kg voor de fruitteelt, 2,5 kg voor de chrysantenteelt, 6,8 kg voor de rundveehouderij, en 4,4 kg voor de akkerbouw. De totale belasting vanuit de uiterwaarden is gelijk aan 0,59 kg, of 3% van de belasting vanuit de Bommelerwaard. Deze hoeveelheid bestaat uit een bijdrage van 0,07 kg voor de fruitteelt, 0,2 kg voor de rundveehouderij, en 0,32 kg voor de akkerbouw. Op sectorniveau neemt de belasting per eenheid van verbruik toe in de volgorde chrysantenteelt, fruitteelt, akkerbouw, rundveehouderij.

Om uitspraken ten aanzien de belasting van de Afgedamde Maas met bestrijdingsmiddelen nader te onderbouwen, is de gevoeligheid van de belasting voor de verblijftijd in het oppervlaktewater onderzocht. Deze gevoeligheid is voor de Bommelerwaard groter dan voor de uiterwaarden. De belasting vanuit de Bommelerwaard daalt tot 40% van de emissie als de verblijftijden met een faktor 3 toenemen, en stijgt tot 70% als de verblijftijden met dezelfde faktor afnemen. De belasting vanuit de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zou bij deze toename van de verblijftijden dalen tot 91%, en bij deze afname van de verblijftijden stijgen tot 98%.



# 1 Inleiding

Het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland gebruikt het water van de Afgedamde Maas voor drinkwaterbereiding. De kwaliteit van het ingenomen water van de Afgedamde Maas wordt in sterke mate beïnvloed door de aanwezigheid van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Deze stoffen kunnen afkomstig zijn uit de Maas, de Bommelerwaard, en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. De aanvoer van stoffen via het water uit de Maas en via het water uit de polders van de Bommelerwaard is in een aantal studies onderzocht (Merkelbach et al., 1999; Hoekstra et al., 2001).

## 1.1 Achtergrond

Eind 1997 is bij het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland/DZH het project 'Kwaliteitsbeheer Afgedamde Maas/KBAM' gestart, dat met ingang van 2002 is voortgezet onder de naam 'Zuiver water in de Bommelerwaard' (CLM, 2002). Het project heeft tot doel de kwaliteit van het water in de Afgedamde Maas te verbeteren door middel van convenanten met agrarische gebruikers, gemeenten en overige gebruikers van de Bommelerwaard en de uiterwaarden. Door Hoekstra et al. (2001) zijn de mogelijkheden voor convenanten tussen gebruikers, waterbeheerders en DZH verkend. In deze voorstudie is het gebruik van bestrijdingsmiddelen geïnventariseerd onder groepen agrariërs en loonwerkers, werkzaam in de fruitteelt, de chrysantenteelt, en de rundveehouderij in de Bommelerwaard.

Door Merkelbach et al. (1999) is beschreven dat de waterkwaliteit van de Afgedamde Maas wordt beïnvloed door het ingelaten water van de Maas en door het water dat wordt uitgeslagen vanuit de Bommelerwaard. In deze studie is gebruik gemaakt van monitoringsgegevens uit de Bommelerwaard, de Afgedamde Maas, en de Maas (periode 1996-1998), en zijn emissieberekeningen uitgevoerd met landelijk gemiddelde gebruikscijfers. De lotgevallen van stoffen in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard zijn in deze studie buiten beschouwing gebleven.

Gelet op het agrarisch grondgebruik in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is het aannemelijk dat ook hier sprake is van een gebruik van bestrijdingsmiddelen dat zou kunnen bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas. Tot op heden is echter nog geen onderzoek gedaan naar de aard en de omvang van deze belasting.

## 1.2 Projectdoelstelling

Het project heeft de volgende doelstellingen;

1. Het berekenen van de belasting van de Afgedamde Maas als gevolg van het agrarisch gebruik van bestrijdingsmiddelen in de uiterwaarden, en;

2. Het relateren van deze belasting, als bijdrage aan de waterkwaliteit van de Afgedamde Maas, aan de overige bijdragen. Dit zijn het uitgeslagen water van de Bommelerwaard en het ingelaten water van de Maas.

### **1.3 Werkwijze**

Dit project is gestart met een bewerking van de meest recente monitoringsgegevens van het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland. Behalve de bestrijdingsmiddelen zijn ook de nutriënten in het oppervlaktewater getoetst. De resultaten geven een algemeen beeld van de kwaliteit van het water van de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard, en de Maas. Op basis van gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de fruitteelt, chrysantenteelt en de rundveehouderij in de Bommelerwaard is een lijst van werkzame stoffen opgesteld. Deze lijst is aangevuld met landelijk gemiddelde gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de akkerbouw. Met het oog op de specifieke emissiegevoeligheid zijn een aantal karakteristieken van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas beschreven. Met betrekking tot de hydrologie van het gebied worden de af- en aanvoer van de Bommelerwaard, en de interactie tussen de watersystemen van de Bommelerwaard en de Afgedamde Maas besproken.

De berekende emissies van bestrijdingsmiddelen belasten het kleine open water dat grenst aan de behandelde percelen van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. Een gedeelte van deze emissies zal het water van de Afgedamde Maas bereiken. Deze belasting is bepaald door de verdwijning van bestrijdingsmiddelen uit het oppervlaktewater in mindering te brengen op de berekende emissies. Met behulp van een eenvoudige schematisatie van het oppervlaktewatersysteem is de verblijftijd in het water van de Bommelerwaard en de uiterwaarden geschat. De verdwijning van bestrijdingsmiddelen uit het oppervlaktewater is berekend door rekening te houden met afbraak en verdamping. De uitkomsten van deze berekeningen worden gebruikt om tot uitspraken te komen over de herkomst van de belasting van het water van de Afgedamde Maas. Zo mogelijk wordt bij de interpretatie van de resultaten ook gebruik gemaakt van de monitoringsgegevens.

### **1.4 Rapportage**

Hoofdstuk 2 behandelt de gegevens die voor deze studie zijn verzameld. Dit zijn achtereenvolgens; de resultaten van de monitoringsactiviteiten, gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen, een beschrijving van het grondgebruik en de bodems van het gebied, en van het oppervlaktewater van de Bommelerwaard en van de Afgedamde Maas. In hoofdstuk 3 worden de schematisatie van het studiegebied en de opzet van de emissie- en oppervlaktewaterberekeningen besproken. In hoofdstuk 4 worden de emissiegevoeligheid van het studiegebied en de resultaten van de berekeningen in detail besproken. Hoofdstuk 5 vervolgt met een bespreking van de resultaten van de berekeningen, en hoofdstuk 6 met de formulering van conclusies.

## **2 Gegevens**

### **2.1 Oppervlaktewaterkwaliteitsmetingen**

De kwaliteit van het oppervlaktewater van de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard en de Maas wordt op diverse lokaties gemonitord door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, het Waterschap Rivierenland (voorheen Zuiveringsschap Rivierenland en Polderdistrict Groot Maas en Waal), en door Rijkswaterstaat. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens die afkomstig zijn van de monitoringsactiviteiten van het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland.

#### **2.1.1 Overzicht van beschikbare gegevens**

De gebruikte gegevens geven een beeld van de oppervlaktewaterkwaliteit in de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard, en de Maas, gedurende de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001. In deze paragraaf worden de meetresultaten van nutriënten en bestrijdingsmiddelen besproken, op dezelfde wijze als de resultaten van de periode 1996-1998 zijn besproken in (Merkelbach et al., 1999).

Er zijn een aantal verschillen tussen de monsterlokaties, voor wat betreft de samenstelling van het meetpakket, het tijdstip en de frequentie van bemonstering. Bovendien zijn in 2001 een aantal wijzigingen doorgevoerd in de monsterlokaties.

De belangrijkste monsterlokaties zijn (tabel 1);

1. in de Afgedamde Maas ter hoogte van Andel (monstercode AM-241), en ter hoogte van Veen (monstercode AM-VV);
2. in de Afgedamde Maas bij de Wilhelminasluis, waar het influent van het pompstation Brakel wordt bemonsterd (LPBR-INF);
3. in het aanvoerkanaal van het gemaal Van Dam van Brakel, waar polderwater van de Bommelerwaard wordt bemonsterd (GBR-AVK);
4. in de Maas, stroomopwaarts van de aftakking van het Heusdens kanaal, ter hoogte van het pontveer Heusden – Polder de Bern (MAAS-HBV), en;
5. in de Maas, stroomafwaarts van het Heusdens kanaal, ter hoogte van Keizersveer (MAAS-KEI).

De geleverde databestanden bevatten de gemeten gehalten van in totaal 157 verschillende parameters. Hiervan hebben er 6 betrekking op nutriënten en 88 op de groep van bestrijdingsmiddelen. De overige parameters zijn hoofdzakelijk PAK's en industriële stoffen, en vallen buiten het onderwerp van deze studie.

Tabel 1: Overzicht van de beschikbare oppervlaktewaterkwaliteitsgegevens (verstrekkt door het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland)

Monsterlocatie*) Monstercode	Oppervlakte- watercode	1999 en 2000			2001		Bestrijdings- middelen
		N	P	Bestrijdings- middelen	N	P	
AM-232	AM		X				
AM-233	AM					X	
AM-234	AM		X				
AM-235	AM					X	
AM-236	AM		X				
AM-238	AM		X				
AM-239	AM					X	
AM-241	AM	X	X	X		X	
AM-VV	AM				X	X	X
LPBR-INF	AM	X	X	X	X	X	X
GBB-AVK	BW					X	
GBR-AVK	BW	X	X	X	X	X	X
GDJ-AVK	BW					X	
GRS-AVK	BW	X	X			X	
MAAS-HBV	M		X	X		X	X
MAAS-KEI	M	X	X	X			X

\*) AM = Afgedamde Maas; BW = Bommelerwaard; M = Maas

## 2.1.2 Nutriënten

De concentraties van verschillende nutriëntenparameters zijn getoetst aan de drinkwaternorm en aan de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm. De maximaal gemeten concentraties ammonium, nitraat, en orthofosfaat zijn getoetst aan de drinkwaternorm. Voor toetsing aan de waterkwaliteitsnorm van oppervlaktewater zijn de zomerhalfjaargemiddelde concentraties totaal stikstof en totaal fosfaat berekend.

### 2.1.2.1 Afgedamde Maas

De gehalten nutriënten in het water van de Afgedamde Maas zijn afkomstig van 10 verschillende monsterlocaties in het zuidelijk deel van de Afgedamde Maas. Het merendeel van de gegevens is afkomstig van influent van het pompstation Brakel en van de monsterpunten bij Andel en bij Veen. Tabel 2 bevat een overzicht van de gemeten maximale concentraties ammonium, nitraat en orthofosfaat, inclusief de drinkwaternorm voor deze parameters.

Tabel 2: Maximum concentraties ammonium, nitraat en orthofosfaat, gemeten in het oppervlaktewater van de Afgedamde Maas, in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001. (Bron meetgegevens: DZH. Bron drinkwaternorm: Waterleidingbesluit)

Stof	Maximale concentratie (mg/l)	Drinkwaternorm (mg/l)
Ammonium	0,31	0,2
Nitraat	5,96	50
Orthofosfaat	0,23	2

De drinkwaternorm voor ammonium in het oppervlaktewater van de Afgedamde Maas is met een factor 1,5 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 vergeleken met de gemiddelde concentraties gemeten in de periode april tot en met september. Het gehalte totaal-N van een monster is berekend als de som van de gemeten gehalten nitraat, nitriet, en Kjeldahl-stikstof. Tabel 3 geeft een overzicht van de zomerhalfjaargemiddelde concentraties in het water van de Afgedamde Maas.

Tabel 3: Zomerhalfjaargemiddelde concentraties totaal-N en totaal-P in het oppervlaktewater van de Afgedamde Maas, in de periode van week 14 van 1999 tot week 32 van 2001. Bron meetgegevens: DZH. Bron zomerhalfjaargemiddelde norm: (INS, 1997).

Parameter	Zomerhalfjaargemiddelde* (mg/l)	Norm zomerhalfjaargemiddelde (mg/l)	Normoverschrijding (% van het aantal monsters n)
Totaal-stikstof	2,98	2,2	100 (n=17)
Totaal-fosfor	0,09	0,15	64 (n=392)

\* totaal stikstof berekend (zie tekst), totaal fosfor gemeten (periode april-september)

De oppervlaktewaterkwaliteitsnorm voor totaal-N wordt in alle monsters overschreden. Terwijl het zomerhalfjaargemiddelde voor totaal-P met 0,09 mg/l P beneden de norm blijft, wordt de norm voor totaal-P in 64% van de monsters overschreden.

Om het gehalte fosfaat te verminderen, wordt ter hoogte van Wijk en Aalburg (monsterlokatie AM-234) ijzersulfaat aan het oppervlaktewater van de Afgedamde Maas toegediend. Als gevolg van deze ijzerdosering bezinkt een deel van het opgelost fosfaat ter plaatse. Hierdoor is de berekende zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-fosfor (Tabel 3) niet representatief voor het water dat wordt ingenomen voor drinkwaterproductie. Van de monsterlokaties ten zuiden van het punt waar deze voorbehandeling van het water plaatsvindt (AM-232 en AM-233), is de zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-fosfor gelijk aan 0,18 mg/l P (58 monsters; standaardafwijking 0,05 mg/l P). Van de monsterlokaties ten noorden van dit punt (LPBR-INF, en AM-241 t/m AM-235) bedraagt de zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-fosfor 0,06 mg/l P (242 monsters; standaardafwijking 0,03 mg/l P). Ten noorden van monsterlokatie AM-234 wordt de norm voor totaal-P in 2% van de monsters overschreden.

### 2.1.2.2 Bommelerwaard

Vrijwel alle gegevens over nutriënten in het water van de Bommelerwaard zijn afkomstig van de monsterlokatie in het aanvoer kanaal van het gemaal van Dam van Brakel. Tabel 4 bevat een overzicht van de gemeten maximale concentraties ammonium, nitraat, en orthofosfaat, en de drinkwaternorm.

Tabel 4: Maximum concentraties ammonium, nitraat en orthofosfaat, gemeten in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard, in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001. (Bron meetgegevens: DZH. Bron drinkwaternorm: Waterleidingbesluit)

Stof	Maximale concentratie (mg/l)	Drinkwaternorm (mg/l)
Ammonium	0,81	0,2
Nitraat	12,0	50
Orthofosfaat	0,21	2

De drinkwaternorm voor ammonium in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard is met een factor 4 overschreden. De overige twee parameters kennen geen overschrijding. Tabel 5 geeft de zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-P in de Bommelerwaard. Deze blijft met 0,07 mg/l P beneden de norm, en wordt ook in de individuele monsters vrijwel nooit overschreden. Er zijn onvoldoende gegevens uit de Bommelerwaard beschikbaar om de zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-N te berekenen.

Tabel 5: Zomerhalfjaargemiddelde concentratie totaal-fosfor in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard, in de periode van week 14 van 1999 tot week 32 van 2001. Bron meetgegevens: DZH. Bron zomerhalfjaargemiddelde norm: (INS, 1997)

Parameter	Zomerhalfjaar- gemiddelde* (mg/l)	Norm zomerhalfjaar- Gemiddelde (mg/l)	Normoverschrijding (% van het aantal monsters n)
Totaal-stikstof	n.b.	2,2	-
Totaal-fosfor	0,07	0,15	2 (n=49)

\* periode april-september

### 2.1.2.3 Maas

De gegevens over de kwaliteit van het Maaswater zijn afkomstig van 2 monster-namelokaties (paragraaf 2.2.1). De gemeten maximale concentraties ammonium, nitraat, en orthofosfaat zijn in Tabel 6 gegeven.

Tabel 6: Maximum concentraties ammonium, nitraat en orthofosfaat, gemeten in het water van de Maas, in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001. (Bron meetgegevens: DZH. Bron drinkwaternorm: Waterleidingbesluit)

Stof	Maximale concentratie (mg/l)	Drinkwaternorm (mg/l)
Ammonium	0,27	0,2
Nitraat	4,60	50
Orthofosfaat	0,24	2

Alleen de drinkwaternorm voor ammonium in het water van de Maas is overschreden. Tabel 7 geeft een overzicht van de zomerhalfjaargemiddelde concentraties in het water van de Maas. Voor beide nutriënten wordt de oppervlaktewater-kwaliteitsnorm overschreden.



Tabel 7: Zomerhalfjaargemiddelde concentraties totaal-stikstof en totaal-fosfor in het water van de Maas, in de periode van week 14 van 1999 tot week 32 van 2001. Bron meetgegevens: DZH. Bron zomerhalfjaargemiddelde norm: (INS, 1997)

Parameter	Zomerhalfjaar-gemiddelde* (mg/l)	Norm zomerhalfjaar-gemiddelde (mg/l)	Normoverschrijding (% van het aantal monsters n)
Totaal-stikstof	4,11	2,2	94 (n=16)
Totaal-fosfor	0,19	0,15	80 (n=123)

\* totaal stikstof berekend, totaal fosfor gemeten (periode april-september)

## 2.1.3 Bestrijdingsmiddelen

De maximaal gemeten concentraties van de werkzame stoffen en afbraakproducten van bestrijdingsmiddelen zijn getoetst aan de drinkwaternorm en aan het Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR). De drinkwaternorm komt overeen met de norm uit het infiltratiebesluit, tevens het innamecriterium voor oppervlaktewater uit de Afgedamde Maas. De drinkwaternorm bedraagt een concentratie van 0,1 µg/l voor individuele stoffen en 0,5 µg/l voor de som van alle bestrijdingsmiddelen. Voor *aldrin*, *dieldrin*, *heptachloor* en *heptachloorepoxide* geldt een norm van 0,03 µg/l (Waterleidingbesluit 2001). MTR-waarden gelden per stof, en worden door de oppervlaktewaterbeheerders gehanteerd als grenswaarde voor het toetsen van de oppervlaktewaterkwaliteit.

### 2.1.3.1 Afgedamde Maas

Er zijn in totaal 86 werkzame stoffen gemonitord in het water van de Afgedamde Maas. Het betreft hier zowel moederstoffen als metabolieten. Gedurende de meetperiode van begin 1999 tot week 32 van 2001 zijn 27 stoffen één of meerdere malen aangetoond. De 59 stoffen die niet boven de detectielimiet konden worden aangetoond, zijn weergegeven in tabel 8.

In tabel 9 zijn de stoffen gegeven die wel in het water van de Afgedamde Maas zijn aangetoond. In deze tabel zijn tevens de maximum gemeten concentratie en de MTR-waarde vermeld. Niet van elke stof is deze waarde beschikbaar. De meeste MTR-waarden zijn ontleend aan (CIW, 2000). Een aantal, zogenaamde indicatieve- of ad-hoc-waarden zijn ontleend aan (Beek, 1999). Alle MTR-waarden gelden voor water-opgelost, omdat deze gebruikt worden voor toetsing van gehalten in gefiltreerde oppervlaktewatermonsters.

Tabel 8: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001 in de Afgedamde Maas zijn gemonitord, maar nooit zijn aangetoond (Bron meetgegevens: DZH)

Werkzame stof	Werkzame stof	Werkzame stof
2,4-dichloorfenol	Dieldrin	Mevinfos
3-(3,4-dichloorfenyl)-ureum	Dimethoat	Mirex
alachloor	Dinoseb	Monuron
aldicarb-sulfoxide	Dinoterb	Parathion-methyl
aldrin	DNOC	Pentachloorfenol
alfa-HCH	Endosulfansulfaat	Pentachloornitrobenzeen
azinfos-methyl	Endrin	Prometryn
benzeen	Ethiofencarb	Propachloor
beta-endosulfan	ETU	Propazin
beta-HCH	Heptachloor	Pyrazofos
bromofos-ethyl	Hexachloorbenzeen	Pyrazon
chloorfenvinfos	Lindaan	Sulfotepp
chlortal	Malathion	Terbutryn
cis-1,3-dichloorpropeen	MCPB	Terbutylazin
cis-heptachloorepoxide	Metazachloor	Terbutylazine-desethyl
delta-HCH	Methidathion	Tetrachloorvinfos
desmetryn	Methiocarbsulfon	Trans-1,3-dichloorpropeen
diazinon	Metoxuron	Trans-heptachloorepoxide
dicamba	Metoxychloor	Trichloronaat
dichloorvos	Metribuzin	

In de Afgedamde Maas zijn 14 stoffen aangetoond, zonder dat daarbij een van beide normen is overschreden. De maximum gemeten concentratie van de stoffen *diuron* en *simazin* overschrijdt zowel de drinkwaternorm als de MTR. In 10 gevallen overschrijdt de maximum concentratie alleen de drinkwaternorm. Het betreft hier de stoffen *2,4,5-T*, *2,4-D*, *aminomethylfosfonzuur*, *atrazin*, *bentazon*, *chloortoluron*, *glyfosaat*, *linuron*, *MCPA* en *mecoprop*. De maximum gemeten concentratie van de stof *parathion-ethyl* overschrijdt alleen de MTR-waarde. De hoogst gemeten concentratie (1,9 µg/l) betreft de stof *aminomethylfosfonzuur* (AMPA), een afbraakproduct van het onkruidbestrijdingsmiddel *glyfosaat*.

De somnorm van 0,5 µg/l is in 27% van de watermonsters van de Afgedamde Maas overschreden. Dit percentage is berekend als het gewogen gemiddelde van de monsters afkomstig van 3 lokaties in de Afgedamde Maas. Het aantal overschrijdingen is met 36% van het aantal monsters het grootst in het influent van het pompstation Brakel (LPBR-INF).

Om een indruk te geven van de frequentie waarmee de gemeten concentratie de drinkwaternorm en/of de oppervlaktewaterkwaliteitsnorm overschrijdt, is de gemeten concentratie verdeeld over 4 categorieën (tabel 9);

1. Concentratie hoger dan de drinkwaternorm en hoger dan de MTR-waarde;
2. Concentratie hoger dan de drinkwaternorm;
3. Concentratie hoger dan de MTR-waarde;
4. Concentratie lager dan de drinkwaternorm en lager dan de MTR-waarde.

De laatste kolom van tabel 9 bevat het totaal aantal concentraties. Dit aantal is gelijk aan de som van het aantal concentraties in categorie 1 t/m 4, en het aantal bepalingen beneden de detectiegrens.

Tabel 9: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001 in de Afgedamde Maas zijn gemeten. Bron meetgegevens: DZH. Bron MTR: (CIW, 2000; Beek, 1999)

Werkzame stof	Max. Conc. (µg/l)	MTR (µg/l <sup>*)</sup> )	Aantal monsters				Totaal
			> 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> MTR	< 0,1 µg/l	
			> MTR			< MTR	
2,4,5-T	0,28	9		5			88
2,4-D	0,17	10		1		1	82
2,4-DNP	0,06	n.b.				3	31
2,4-DP	0,02	n.b.				2	83
3-(3,4-dichloorfenyl)-1-methylureum	0,08	n.b.				13	79
alfa-endosulfan	0,007	0,02				1	31
aminomethylfosfonzuur	1,9	n.b.		32			33
atrazin	0,36	2,9		32		56	141
BAM	0,03	n.b.				8	13
Bentazon	0,12	64		1		34	79
Butocarboximsulfoxide	0,1	n.b.				1	31
Chloortoluron	0,15	1		1		1	136
Desethylatrazin	0,08	n.b.				25	59
Desisopropylatrazin	0,05	n.b.				10	57
Dichlobenil	0,072	3,7				17	32
Diuron	0,75	0,43	1	103		24	140
Glyfosaat	0,18	23		3		14	33
Isoproturon	0,09	0,32				27	139
Linuron	0,11	0,25		1		6	139
MCPA	0,3	2		7		12	87
Mecoprop	0,2	4		3		34	87
Methabenzthiazuron	0,1	1,8				5	140
Metobromuron	0,07	10				6	139
Metolachloor	0,1	0,2				21	71
Parathion-ethyl	0,08	0,002			2		139
Pirimicarb	0,05	0,09				1	139
Simazin	0,15	0,14	1	2		45	139

\*) n.b. = niet bekend

### 2.1.3.2 Bommelerwaard

Er zijn in totaal 83 werkzame stoffen gemonitord in het water van de Bommelerwaard. Het betreft hier zowel moederstoffen als metabolieten. Gedurende de meetperiode van begin 1999 tot week 32 van 2001 zijn 26 stoffen één of meerdere malen aangetoond. De 57 stoffen die niet boven de detectielimiet konden worden aangetoond, zijn weergegeven in tabel 10.

Tabel 10: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001 in de Bommelerwaard zijn gemonitord, maar nooit zijn aangetoond (Bron meetgegevens: DZH)

Werkzame stof	Werkzame stof	Werkzame stof
2,4,5-T	Desisopropylatrazin	metoxychloor
2,4-dichloorfenol	Desmetryn	metribuzin
2,4-DP	Diazinon	mevinfos
3-(3,4-dichloorfenyl)-ureum	Dicamba	mirex
alachloor	Dieldrin	monuron
aldicarb-sulfoxide	Dimethoaat	pentachloorfenol
aldrin	Dinoseb	pentachloornitrobenzeen
alfa-HCH	Dinoterb	prometryn
azinfos-methyl	Endosulfansulfaat	propachloor
beta-endosulfan	Endrin	propazin
beta-HCH	Ethiofencarb	pyrazofos
bromofos-ethyl	Heptachloor	pyrazon
butocarboximsulfoxide	Hexachloorbenzeen	sulfotepp
chloorfenvinfos	Lindaan	terbutryn
chloortoluron	Malathion	terbutylazin
chlortal	MCPB	terbutylazine-desethyl
cis-heptachloorepoxide	Metazachloor	tetrachloorvinfos
delta-HCH	Methidathion	trans-heptachloorepoxide
desethylatrazin	Methiocarbsulfon	trichloronaat

In tabel 11 zijn de stoffen gegeven die wel in het water van de Bommelerwaard zijn aangetoond. Er zijn 11 stoffen aangetoond, zonder dat een van beide normen is overschreden. Er zijn 5 stoffen, waarvan de maximum concentratie zowel de drinkwaternorm als de MTR overschrijdt; dit zijn de stoffen *dichloorvos*, *diuron*, *ETU*, *parathion-ethyl* en *parathion-methyl*. In 10 gevallen overschrijdt de maximum concentratie alleen de drinkwaternorm. Het betreft hier de volgende stoffen; *atrazin*, *aminomethylfosfonzuur (AMPA)*, *bentazon*, *glyfosaat*, *linuron*, *MCPA*, *mecoprop*, *metobromuron*, *metoxuron*, en *simazin*. De hoogst gemeten concentratie (0,7 µg/l) betreft de stof *MCPA*.

De somnorm van 0,5 µg/l is gemiddeld in 18% van de watermonsters van de Bommelerwaard overschreden.

Tabel 11: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001 in de Bommelerwaard zijn gemeten. Bron meetgegevens: DZH. Bron MTR: (CIW, 2000; Beek, 1999)

Werkzame stof	Max. Conc. (µg/l)	MTR (µg/l)	Aantal monsters				Totaal
			> 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> MTR	< 0,1 µg/l	
			> MTR			< MTR	
2,4-D	0,03	10				1	69
2,4-DNP	0,05	n.b.				4	31
3-(3,4-dichloorfenyl)-1-methylureum	0,04	n.b.				3	44
alfa-endosulfan	0,013	0,02				4	30
aminomethylfosfonzuur	0,49	n.b.		5		3	8
atrazin	0,22	2,9		5		24	73
BAM	0,03	n.b.				3	13
Bentazon	0,36	64		22		24	68
Dichlobenil	0,063	3,7				15	32
Dichloorvos	0,14	0,0007	1		1		12
Diuron	0,49	0,43	1	31		25	74
DNOC	0,04	21				2	31
ETU	0,21	0,005	1				32
Glyfosaat	0,16	23		2		6	8
Isoproturon	0,09	0,32				4	74
Linuron	0,13	0,25		1		4	74
MCPA	0,7	2		10		16	71
Mecoprop	0,65	4		14		30	70
Methabenzthiazuron	0,08	1,8				3	73
Metobromuron	0,29	10		1		2	74
Metolachloor	0,08	0,2				12	34
Metoxuron	0,56	1,7		1			42
parathion-ethyl	0,25	0,002	3		3		72
parathion-methyl	0,13	0,011	2				72
pirimicarb	0,09	0,09				1	71
simazin	0,14	0,14		2		12	72

### 2.1.3.3 Maas

Er zijn 78 werkzame stoffen gemonitord in het water van de Maas. Het betreft hier zowel moederstoffen als metabolieten. Gedurende de meetperiode van begin 1999 tot week 32 van 2001 zijn 19 stoffen één of meerdere malen aangetoond. De 59 stoffen die niet boven de detectielimiet konden worden aangetoond, zijn weergegeven in tabel 12.

Tabel 12: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001 in de Maas zijn gemonitord, maar nooit zijn aangetoond. Bron meetgegevens: DZH

<b>Werkzame stof</b>	<b>Werkzame stof</b>	<b>Werkzame stof</b>
Alachloor	Dichloorvos	Mirex
aldicarb-sulfoxide	Dieldrin	Monuron
aldrin	Dimethoat	Parathion-ethyl
alfa-endosulfan	Dinoseb	Parathion-methyl
alfa-HCH	Dinoterb	Pentachloornitrobenzeen
azinfos-methyl	Endosulfansulfaat	Pirimicarb
benzeen	Endrin	Prometryn
beta-endosulfan	Ethiofencarb	Propachloor
beta-HCH	Heptachloor	Propazin
bromofos-ethyl	Hexachloorbenzeen	Pyrazofos
butocarboximsulfoxide	Lindaan	Pyrazon
chloorfenvinfos	Malathion	Sulfotepp
cis-1,3-dichloorpropeen	MCPB	Terbutryn
cis-heptachloorepoxide	Metazachloor	Terbutylazine-desethyl
delta-HCH	Methidathion	Tetrachloorvinfos
desethylatrazin	Methiocarbsulfon	Trans-1,3-dichloorpropeen
desisopropylatrazin	Metoxuron	Trans-heptachloorepoxide
desmetryn	Metoxychloor	Trichloronaat
diazinon	Metribuzin	
dicamba	Mevinfos	

In tabel 13 zijn de stoffen gegeven die wel in het water van de Maas zijn aangetoond. Er zijn 11 stoffen aangetoond, zonder dat een van beide normen is overschreden. De maximum gemeten concentratie van de stoffen *diuron* en *simazin* overschrijdt zowel de drinkwaternorm als de MTR. Van 6 stoffen overschrijdt de maximum concentratie alleen de drinkwaternorm. Het betreft hier *aminomethylfosfonzuur*, *atrazin*, *bentazon*, *glyfosaat*, *isoproturun*, en *metolachloor*. De hoogst gemeten concentratie (1,6 µg/l) betreft de stof *aminomethylfosfonzuur* (AMPA), een afbraakproduct van het onkruidbestrijdingsmiddel *glyfosaat*

De somnorm van 0,5 µg/l is gemiddeld in 23% van de watermonsters van de Maas overschreden.

Tabel 13: Overzicht van de werkzame stoffen die in de periode van begin 1999 tot week 32 van 2001 in de Maas zijn gemeten. Bron meetgegevens: DZH. Bron MTR: (CIW, 2000; Beek, 1999)

Werkzame stof	Max. Conc. (µg/l)	MTR (µg/l)	aantal monsters				Totaal
			> 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	> MTR	< 0,1 µg/l	
			> MTR			< MTR	
2,4-DNP	0,09	n.b.				2	31
3-(3,4-dichloorfenyl)-1-methylureum	0,07	n.b.				5	41
3-(3,4-dichloorfenyl)-ureum	0,04	n.b.				1	42
aminomethylfosfonzuur	1,6	n.b.		26			26
atrazin	0,37	2,9		22		25	84
bentazon	0,11	64		1		5	24
chloortoluron	0,04	1				1	202
dichlobenil	0,053	3,7				14	30
diuron	0,86	0,43	43	109		33	203
DNOC	0,04	21				1	30
Glyfosaat	0,17	23		5		12	26
Isoproturon	0,32	0,32		33		94	203
Linuron	0,07	0,25				14	203
MCPA	0,1	2				4	24
Methabenzthiazuron	0,1	1,8				3	203
Metobromuron	0,05	10				1	203
Metolachloor	0,154	0,2		1		1	5
Simazin	0,15	0,14	1	8		17	83
Terbutylazin	0,05	0,19				3	83

## 2.1.4 Overzicht en discussie

De monitoringsgegevens van bestrijdingsmiddelen zijn afkomstig van 2 lokaties in de Afgedamde Maas, 1 lokatie in de Bommelerwaard, en 2 lokaties in de Maas. Van de 87 verschillende werkzame stoffen zijn er 74 zowel in de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard, als in de Maas gemonitord. De stoffen *2,4,5-T*, *2,4-D*, *2,4-dichloorfenol*, *2,4-DP*, *BAM*, *chlortal*, *ETU*, *mecoprop*, en *pentachloorfenol* zijn alleen gemonitord in de Afgedamde Maas en de Bommelerwaard, en niet in de Maas. De stoffen *benzeen*, *cis-1,3-dichloorpropeen*, en *trans-1,3-dichloorpropeen* zijn alleen gemonitord in de Afgedamde Maas en de Maas, en niet in de Bommelerwaard.

Van de 74 stoffen is er 1 die in beide wateren beide normen overschrijdt, zijn er 4 die in beide wateren uitsluitend de drinkwaternorm overschrijden, zijn er 5 in beide wateren aangetoond zonder een van beide normen te overschrijden, en zijn er tenslotte 49 in geen van beide wateren aangetoond. Aan de hand van de frequentieverdeling van de gemeten concentraties zijn er stoffen aan te wijzen die relatief vaker de norm overschrijden in het water van de Bommelerwaard dan in het water van de Maas. Uit het overzicht in tabel 11 en 13 is bijvoorbeeld af te leiden, dat het gehalte van de groeistof MCPA de norm overschrijdt in 37% van de monsters uit de Bommelerwaard, en in 17% van de monsters uit de Maas.

Verder is het (incidentele) voorkomen van een aantal insecticiden in het ingenomen water (LPBR-INF) en in het aanvoerkanaal van het gemaal Van Dam Van Brakel (GBR-AVK) gerelateerd aan het gebruik van deze stoffen in de -chrysantenteelt in de Bommelerwaard. Hier wordt gerefereerd aan een interne notitie van DZH, aan betrokkenen bij het project 'Zuiver Water in de Bommelerwaard', dat een nadere analyse van de monitoringsgegevens bevat. De betreffende notitie is aan dit rapport toegevoegd als Aanhangsel 5. In deze notitie is tevens de meerjaren trend in de door DZH gemeten concentratie van de stoffen *atrazin*, *diuron*, *glyfosaat*, *AMPA*, *bentazon*, *mecoprop*, *MCPA*, *parathion-ethyl*, en *carbofuran* weergegeven.

## **2.2 Gebruik van bestrijdingsmiddelen**

Door (Hoekstra et al.; 2001) is een deel van het agrarisch gebruik van bestrijdingsmiddelen in het jaar 2000 beschreven. Deze inventarisatie heeft betrekking op de fruitteelt, de chrysantenteelt, en de rundveehouderij in de Bommelerwaard. Aanvullende gegevens over het gebruik in de teelt van aardappelen, suikerbieten en granen zijn ontleend aan de Landbouwmeitelling van 1998. Deze informatie is toegepast in de berekening van emissies vanuit de polders van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.

### **2.2.1 Fruitteelt**

Door (Hoekstra et al., 2001) zijn gegevens gepubliceerd over het gebruik van bestrijdingsmiddelen in appels en peren, op basis van de spuitgegevens van 10 respectievelijk 5 telers. Er zijn in de Bommelerwaard ongeveer 25 fruittelers actief. Tabel 1 (Aanhangsel 1) bevat een overzicht van de 24 werkzame stoffen, die in het jaar 2000 in de teelt van appels zijn gebruikt. Omdat gegevens over het behandeld areaal ontbreken, is de aanname gedaan dat elke teler representatief is voor 10% van het areaal appels in de Bommelerwaard. De omvang van het gebruik is in de tabel uitgedrukt als fractie van het aantal telers. De waarde van het gebiedsgemiddeld gebruik is berekend door de jaarlijkse dosering te vermenigvuldigen met het totale gewasareaal. Zo werd bijvoorbeeld de stof *tolylfluamide* door 8 van de 10 telers gebruikt, met een gemiddelde jaarlijkse dosering van  $3,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Hieruit volgt een gebiedsgemiddeld gebruik gelijk aan  $0,8 \times 3,5 = 2,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . De tabel is gesorteerd in volgorde van afnemend gebruik. Verder is het type werking van de stof aangegeven. Dit kan zijn een herbicide-, een fungicide-, een insecticide-, of een ander type werking (H, F, I, respectievelijk O).

Tabel 2 in Aanhangsel 1 bevat een overzicht van de 20 werkzame stoffen, die in het jaar 2000 in de teelt van peren zijn gebruikt. In dit gewas is het gebruik van een teler representatief voor 20% van het gewasareaal in de Bommelerwaard.



### 2.2.2 Chrysantenteelt

De informatie over het gebruik van bestrijdingsmiddelen is afkomstig van een groep van 7 chrysantentelers uit de Bommelerwaard (Hoekstra et al., 2001), en bestaat uit een lijst van middelen met de gehalten van 19 verschillende werkzame stoffen (tabel 3 in Aanhangsel 1). Omdat de toegepaste dosering niet is gerapporteerd, zijn aanvullende gegevens ontleend aan de beschrijving van het landelijk gemiddelde gebruik van bestrijdingsmiddelen (LEI, 1998). Het gemiddeld gebruik van een werkzame stof is berekend door het totale gebruik te delen door het totaal areaal chrysanten in Nederland.

### 2.2.3 Rundveehouderij

Gegevens over het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de rundveehouderijsector zijn afkomstig van een groep van 10 telers en 2 loonwerkers. De loonwerkers hebben de gewasbescherming op de maispercelen van deze telers uitgevoerd. Hun gezamenlijk teeltoppervlak mais bedraagt 73 ha, verdeeld over 20 percelen (Hoekstra et al., 2001). Vrijwel alle mais wordt in de Bommelerwaard op veebedrijven geteeld. Het opgegeven gebruik heeft uitsluitend betrekking op de bestrijding van onkruid, waarbij bepaalde combinaties van herbiciden worden gespoten. Uit deze informatie zijn de omvang van het gebruik, de gemiddelde dosering, en het gebiedsgemiddelde gebruik van 5 werkzame stoffen berekend (tabel 4 in Aanhangsel 1).

Het onkruidbestrijdingsmiddel *glyphosaat* wordt in de rundveehouderij gebruikt voor het doodspuiten van grasland. Daarnaast wordt *glyphosaat* ook toegepast in de onkruidbestrijding op en rond het erf. In de rundveehouderijsector wordt jaarlijks gemiddeld 5 tot 10% van het areaal grasland vernieuwd. Hierbij wordt *glyphosaat* toegepast met een gemiddelde dosering van 1,5 l ha<sup>-1</sup>. Door (Hoekstra et al., 2001) is het gebruik van *glyphosaat* in de rundveehouderijsector van de Bommelerwaard geschat op 500 tot 1000 kg jr<sup>-1</sup> (op 325-600 ha grasland), en 100 kg jr<sup>-1</sup>, op het erf van 250 tot 200 bedrijven.

### 2.2.4 Akkerbouw

Uit de inventarisatie van het grondgebruik in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zijn de rundveehouderij en de akkerbouw naar voren gekomen als teeltsectoren die vanuit het oogpunt van het gebruik van bestrijdingsmiddelen van belang kunnen zijn (paragraaf 2.4.1). De teelt van consumptieaardappelen, suikerbieten, en wintertarwe kunnen aan het rekenschema worden toegevoegd, door de benodigde gegevens te ontleen aan de landelijke beschrijving van het bestrijdingsmiddelengebruik in het jaar 1998 (Landbouwmetelling; CBS, 1998).

Deze beschrijving van het gebruik bevat gegevens per teelt over het gemiddelde gebruik in Nederland. Het landelijk gemiddelde gebruik van een stof wordt vooral bepaald door het aantal toepassers, en in veel mindere mate door de dosering. Om

deze reden zijn de werkzame stoffen met het grootste gemiddelde gebruik geselecteerd voor de emissieberekeningen. Hierbij geldt als criterium dat de som van het gemiddelde gebruik van de geselecteerde werkzame stoffen gelijk is aan 80% van het totale, gemiddelde gebruik van alle werkzame stoffen. In tabel 5 t/m 7 in Aanhangsel 1 staan achtereenvolgens het landelijk gemiddelde gebruik in 1998 (in  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), het relatieve gebruik (in % van het totale, gemiddelde gebruik van alle stoffen), en de cumulatie van dit relatieve gebruik.

### 2.2.5 Samenvatting

De beschrijving van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de fruitteelt, de chrysantenteelt en de rundveehouderij is gebaseerd op gegevens van groepen telers uit de Bommelerwaard over het jaar 2000. Voor de chrysantenteelt zijn ontbrekende gegevens over de dosering ontleend aan een beschrijving van het landelijk gemiddelde verbruik in het jaar 1998. Vanwege het aandeel van de akkerbouw in het agrarisch grondgebruik van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas, is het gebruik van bestrijdingsmiddelen ook voor deze sector in kaart gebracht. Hierbij zijn de meest gebruikte werkzame stoffen geselecteerd uit de beschrijving van het landelijk gemiddelde verbruik in het jaar 1998. Van een aantal van deze stoffen was de toelating medio 2000 ingetrokken.

Het opgegeven verbruik in de fruitteelt komt vrijwel geheel voor rekening van de groep fungiciden. Het verbruik in de chrysantenteelt betreft zowel fungiciden, insecticiden, als herbiciden. Het verbruik in de rundveehouderij heeft uitsluitend betrekking op herbiciden. Het verbruik in de akkerbouw is verdeeld over fungiciden en herbiciden.

Van de 64 geselecteerde werkzame stoffen zijn er 11 in de monitoring opgenomen: *2,4-D*, *chloortoluron*, *dicamba*, *dichlobenil*, *glyfosaat*, *isoproturon*, *MCPA*, *mecoprop-P*, *parathion-ethyl*, *pirimicarb*, en *terbutylazin*. Met uitzondering van *dicamba* is van deze stoffen het maximum van de gemeten concentratie hoger dan de drinkwaternorm. Van *parathion-ethyl* is het maximum tevens hoger dan de MTR-waarde. Van deze 11 stoffen behoren *parathion-ethyl* en *pirimicarb* tot de groep insecticiden, en de overige tot de groep herbiciden. Stoffen met een insecticide werking zijn gemiddeld gesproken het meest giftig voor waterorganismen en hebben om deze reden een lage MTR-waarde, terwijl stoffen met een herbicide werking over het algemeen relatief minder aquatoxisch zijn en een veel hogere MTR-waarde hebben.

Het feit dat slechts een klein deel van de geselecteerde werkzame stoffen in de monitoring van het oppervlaktewater is opgenomen, beperkt de mogelijkheden om de resultaten van de berekeningen te combineren met de monitoringsgegevens.

## 2.3 Stofeigenschappen

De beschrijving van het regionale gebruik in het jaar 2000 én de selectie op basis van landelijk gemiddelde gebruiksgegevens uit 1998 omvat in totaal 69 verschillende

werkzame stoffen. Voor de emissieberekeningen zijn gegevens nodig over het sorptiegedrag, de afbraaksnelheid in de bodem, de afbraaksnelheid in water/sediment, de oplosbaarheid, en de vluchtigheid van de stoffen. Voor de meeste stoffen zijn deze gegevens beschikbaar uit de dossiers, die in het kader van het toelatingsbeleid zijn gepubliceerd. Dit geldt in mindere mate voor de afbraaksnelheid in het systeem (water/sediment). Deze parameter is nodig voor de berekening van de verdwijnfactor in het oppervlaktewater. Stoffen met een biologische werking en stoffen van natuurlijke oorsprong zijn niet opgenomen in de lijst van door te rekenen stoffen. Dit betreft het *fruitmotavirus*, *gibberella zuur A3*, *gibberelline A4+A7*, *koperhydroxide*, en *koperoxychloride*.

## 2.4 Grondgebruik

Het grondgebruik in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is beschreven op bestemmingsniveau door (van Rijswijk, 1999). Het totale landoppervlak van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas ten zuiden van de Wilhelminasluis bedraagt ongeveer 1200 ha. Van dit oppervlak heeft ongeveer 750 ha een agrarische bestemming. Het agrarisch grondgebruik wordt niet verder uitgewerkt.

In tabel 14 is het agrarisch grondgebruik in de uiterwaarden weergegeven (Landelijk Grondgebruiksbestand van Nederland; LGN4). Deze gegevens zijn gebaseerd op satellietopnamen van het jaar 2000. Het totaal oppervlak van de 7 agrarische grondgebruiksvormen in de uiterwaarden is zo'n 10% lager dan de 750 ha die genoemd wordt in (van Rijswijk, 1999). Waarschijnlijk is dit verschil grotendeels terug te voeren op het oppervlak grasland.

Tabel 14: Agrarisch grondgebruik in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas (LGN4)

Grondgebruiksklasse	Oppervlak (ha)
Grasland	389
Mais	91
Aardappelen	43
Bieten	21
Granen	38
Overige gewassen	64
Boomgaard	18
Totaal	665

Het totaal oppervlak met agrarisch gebruik (exclusief grasland) bedraagt 275 ha. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in de uiterwaarden zal hoofdzakelijk op dit oppervlak plaatsvinden.

Het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland heeft in de zomer van 2000 en 2001 de teelt van landbouwgewassen in de uiterwaarden in kaart gebracht (DZH, 2000 en 2001). Volgens deze inventarisatie zijn, behalve grasland, de teelt van mais, aardappelen, tarwe, gerst, suikerbieten, en fruit (appels en peren) van betekenis. De teelt van overige gewassen, zoals bloemkool, sierartisjok, uien, en zonnebloem, is beperkt tot enkele kleine percelen.

Het agrarisch grondgebruik in de Bommelerwaard is beschreven in (Merkelbach et al., 1999). Hierbij werd als studiegebied gehanteerd het oppervlak van de 7 gemeenten die per 1995 deel uitmaakten van de Bommelerwaard. Het areaal van de gewassen in de teeltsectoren fruit, chrysanten, rundveehouderij en akkerbouw is in tabel 15 gegeven.

De omvang van de chrysantenteelt in de Bommelerwaard is in de periode 1995-1998 met 28% gestegen tot zo'n 100 ha (Landbouwtelling CBS; 1995 en 1998). Deze trend heeft zich tot op heden voortgezet; in 2001 was het areaal chrysanten in de Bommelerwaard 140 ha.

Tabel 15: Overzicht van de arealen per gewas en per sector, in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas en de polders van de Bommelerwaard (Bron: LGN4; CBS, 1998)

Gewas of sector	Uiterwaarden (ha)	Bommelerwaard (ha)	Totaal (ha)
Appels	13	334	347
Peren	5	190	195
Fruitteelt	18	524	542
Chrysanten	-	97	97
Chrysantenteelt	-	97	97
Mais	91	715	806
Grasland	389	6280	6669
Rundveehouderij	480	6995	7475
Tarwe	38	96	134
Aardappelen	43	78	121
Bieten	21	72	93
Akkerbouw	102	246	348

In de Bommelerwaard beslaat het totale areaal van de vier sectoren (tabel 15) ongeveer 75% van het totale oppervlak met agrarisch grondgebruik, en in de uiterwaarden ca. 70%.

## 2.5 Bodemkenmerken

De belangrijkste bodems in de uiterwaarden zijn ooivaaggronden (zware zavel en lichte klei), poldervaaggronden (zware zavel en lichte klei). Enkele van de gronden met een relatief gering oppervlak zijn de vlakvaaggronden met een lichte structuur (grof zand met een kleidek; matig fijn zand met een kleidek), en de poldervaaggronden met een zware structuur (zware klei).

De ontwatering van de percelen ten zuid-oosten van het Heusdens Kanaal is goed; hier is de grondwatertrap hoofdzakelijk Gt VI, VII (Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000). De grondwatertrap van de bodems van de overige uiterwaarden is niet gekarteerd. Deze gronden zijn deels afgegraven ten behoeve van de baksteenindustrie.

De bodems in de Bommelerwaard zijn vooral gevormd uit stroomruggen en komgronden. De bodems op de stroomruggen bestaan meestal uit zavel en klei, deels afgezet op zand dat begint op een diepte < 0,8 m. De bodems van de komgronden bestaan meestal uit klei en zware klei. Een kleiner deel van de gronden behoort tot het zg. overgangsgebied, met afzettingen van lichte en zware klei op zavel en/of zand. Het hoogteverschil tussen de stroomruggen en de komgronden in de Bommelerwaard is over het algemeen 0,5 tot 1 m. Vanouds is de bewoning van het gebied in de hogere delen geconcentreerd; de globale ligging van deze (oude) stroomruggen en oeverwallen komt overeen met een lijn die loopt van Delwijnen naar Aalst, respectievelijk van Zaltbommel langs Gameren en Zuilichem.

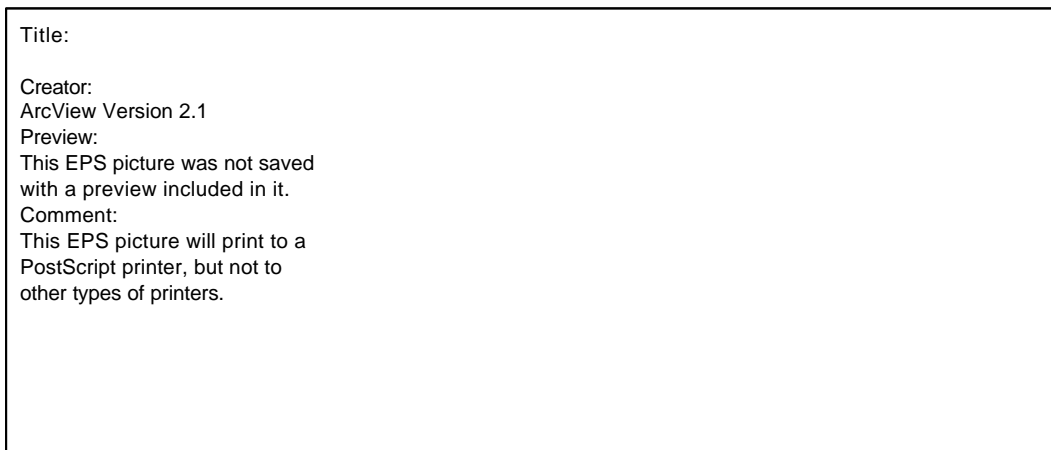
## **2.6 Hydrologie**

In deze paragraaf worden het oppervlaktewaterstelsel van de Bommelerwaard, en de interactie tussen de watersystemen van de Bommelerwaard en de Afgedamde Maas beschreven.

### **2.6.1 De Bommelerwaard**

De polders van de Bommelerwaard zijn onderverdeeld in 4 bemalingsgebieden (fig. 1). In afvoersituaties wordt het overtollige water uit deze bemalingsgebieden direct geloosd op de Afgedamde Maas. Er zijn echter ook een aantal verbindingen tussen de bemalingsgebieden van de Bommelerwaard, die zowel in aanvoer- als in afvoersituaties gebruikt worden.

Het bemalingsgebied van het gemaal Van Dam van Brakel is ongeveer 1488 ha groot. Bij het gemaal kan onder vrij verval (bij hoge Maasstanden en lage polderpeilen) water worden ingelaten. Dit komt overigens vrij zelden voor. Om de hoger gelegen oeverwallen van water te voorzien, wordt het ingelaten water met behulp van zogenaamde opjagers omhoog gebracht.



*Figuur 1; De gemalen en bemalingsgebieden van de Bommelerwaard*

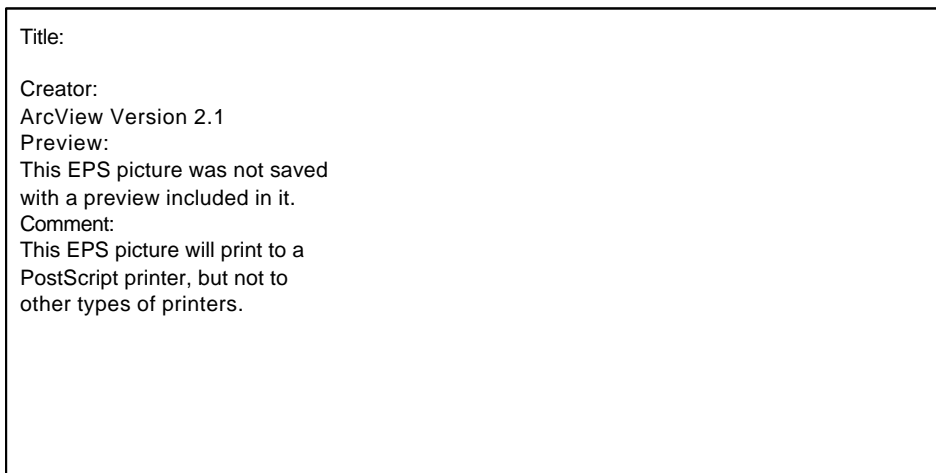
Het bemalingsgebied van het gemaal H.C. de Jongh is ongeveer 3510 ha groot. Bij dit gemaal wordt met enige regelmaat water uit de Afgedamde Maas ingelaten. Met een aantal opjagers wordt het ingemalen water verder in oostelijke richting gebracht. Er bestaan een aantal verbindingen met de aangrenzende bemalingsgebieden de Baanbreker en de Rietschoof. Om bij schoningswerkzaamheden het maaisel beter afgevoerd te krijgen, kan water worden uitgewisseld met het bemalingsgebied de Baanbreker.

Het bemalingsgebied van gemaal de Rietschoof is 446 ha groot, en ligt ingesloten tussen de andere bemalingsgebieden. De watervoorziening van dit gebied kan alleen via het bemalingsgebied H.C. de Jongh verlopen.

Het bemalingsgebied van gemaal de Baanbreker is 5233 ha groot. Ter hoogte van het gemaal wordt water via natuurlijk verval en/of met behulp van pompen op de Afgedamde Maas geloosd. Hier kan water van de Afgedamde Maas worden ingelaten, maar de grootste hoeveelheden worden bij het gemaal Stuffers in het oosten en het gemaal Hedel in het zuiden van de Bommelerwaard direkt uit de Maas ingelaten. De gebieden die via de gemalen Stuffers en Hedel met behulp van opjagers van water kunnen worden voorzien, zijn respectievelijk 3250 en 2400 ha groot. Zoals gezegd kan het water uit het bemalingsgebied van de Baanbreker via het bemalingsgebied H.C. de Jongh afgevoerd worden. In aan- en afvoersituaties kunnen in bepaalde delen van het gebied tegengestelde stromingsrichtingen optreden.

Tussen de Afgedamde Maas en het Heusdens kanaal ligt het eilandje Bern. Het oppervlak van dit bemalingsgebied is ongeveer 95 ha. De af- en aanvoer verloopt via een eigen gemaal, dat op het meest zuidelijk gelegen punt in de dode tak van de Afgedamde Maas loost.

Het maaiveld in het gebied loopt af in de richting van oost naar west. Het oppervlaktewaterpeil varieert van +2,9 m t.o.v. NAP in het meest oostelijke deel van het gebied tot -0,4 m t.o.v. NAP, en volgt daarmee min of meer de gradiënt van het maaiveld. In alle peilvakken zijn het zomer- en winterpeil aan elkaar gelijk.



*Figuur 2; Het oppervlaktewaterpeil in de Bommelerwaard (bron: WIS)*

De indeling in peilvakken (figuur 2) is ontleend aan het Waterstaatkundig Informatie Systeem/WIS (RIZA). De peilvakken (in het WIS elementen genoemd) worden onderscheiden naar het type afwatering. In elementen van het type *polder* wordt het hemelwater in principe gescheiden afgevoerd (richting gemalen) van het afvalwater (richting RWZI). In de elementen van het type *gemengd gerioleerd* worden afvalwater en hemelwater gezamenlijk afgevoerd. Deze elementen vallen min of meer samen met de gebieden met een dichte bebouwing. Het oppervlak van het gemengd gerioleerde gebied in de Bommelerwaard bedraagt ongeveer 675 ha.

Gegevens van de gemalen die afvoeren op de Afgedamde Maas zijn op weekbasis beschikbaar voor de periode vanaf medio 1976. Dit betreft de uitgeslagen - en de ingemalen hoeveelheden water. De af- en aanvoer via natuurlijk verloop wordt pas sinds kort bemeten.

In een studie naar de invloedsfactoren en de randvoorwaarden voor een model van de Afgedamde Maas, zijn voor 5 jaren waterbalansen opgesteld van de Bommelerwaard en van het Afgedamde Maas Bekken (DHV, 1993). De resultaten van deze studie geven een goed inzicht in de hydrologie van het gebied, en zijn nog steeds aktueel omdat er geen grote wijzigingen in het waterbeheer zijn doorgevoerd.

De belangrijkste aanvoertermen van de waterbalans van de Bommelerwaard zijn de neerslag, de inlaat van oppervlaktewater, en de kwel vanuit de Waal. In 1982, dat met 644 mm neerslag een relatief droog jaar was, bedroeg de netto neerslaghoeveelheid 11 milj. m<sup>3</sup>. De totale hoeveelheid ingenomen water bedroeg 22 milj. m<sup>3</sup>. Hiervan werd ruim de helft ingemalen bij het gemaal Stuffers, en slechts 3% bij het gemaal H.C. de Jongh. De netto hoeveelheid kwel in de gehele Bommelerwaard werd

berekend ter grootte van 22 milj. m<sup>3</sup>. Van deze hoeveelheid was ongeveer 80% afkomstig van de Waal. In hetzelfde jaar bedroeg de totale hoeveelheid uitgelaten water 56 milj. m<sup>3</sup>. Hiervan was 16 milj. m<sup>3</sup> via natuurlijk verval bij gemaal Baanbreker geloosd op de Afgedamde Maas. In tegenstelling tot de afvoer met behulp van pompen, wordt deze afvoercomponent gewoonlijk niet bemeten.

In tabel 16 zijn de verdeling van de totale afvoer en het oppervlak van de bemalingsgebieden naast elkaar gezet. Uit deze gegevens blijkt dat de specifieke afvoer per bemalingsgebied in 1982 maximaal 10% afweek van het gemiddelde voor de gehele Bommelerwaard. Hierbij wordt opgemerkt dat deze verhouding in de afvoer per bemalingsgebied van jaar tot jaar kan verschillen, met name door variatie in de hoeveelheid kwel vanuit de Waal. Verder is de uitwisseling van water tussen de verschillende bemalingsgebieden natuurlijk van belang. Dit aspect van het waterbeheer in de Bommelerwaard blijft in deze studie buiten beschouwing.

Tabel 16: Verdeling van de totale afvoer in het jaar 1982 over de bemalingseenheden van de Bommelerwaard (Bron: DHV, 1993)

Bemalingsgebied	Afvoer (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> j <sup>-1</sup> )	Oppervlak (ha)	specifieke afvoer (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup> )
Brakel	7,5	1488	5,0
De Jongh	20,1	3510	5,7
Rietschoof	2,6	446	5,8
Baanbreker (pompen)	9,5		
Baanbreker (natuurlijk)	16,0		
Baanbreker totaal	25,5	5233	4,9
Subtotaal Bommelerwaard	55,7	10677	5,2
Polder de Bern	n.b.	95	-

## 2.6.2 De Afgedamde Maas

De belangrijkste aan- en afvoertermen van de waterbalans van het Afgedamde Maas bekken zijn de uitslag van de gemalen van de Bommelerwaard, en de inname van water bij het pompstation Brakel. In 1982 bedroeg de aanvoer vanuit de Bommelerwaard 56 milj. m<sup>3</sup> (tabel 16). Bij het pompstation Brakel werd door DZH 48 milj. m<sup>3</sup> ingenomen. De netto instroming vanuit de Maas, via het Heusdens kanaal, bedroeg 13 milj. m<sup>3</sup>. In sommige jaren met een grotere aanvoer vanuit de Bommelerwaard was sprake van een netto uitstroming van de Afgedamde Maas naar de Maas.

In tabel 17 is voor 5 jaren de gemiddelde samenstelling gegeven van het uitgeslagen water van de Bommelerwaard, het water van de Afgedamde Maas, en ingenomen water voor drinkwaterbereiding. Het uitgeslagen water van de Bommelerwaard is samengesteld uit de componenten Maaswater, neerslag, en Waalwater. Het aandeel Maaswater wordt met name bepaald door de hoeveelheid ingenomen water in de Bommelerwaard. Het aandeel neerslag varieert met het netto neerslagoverschot van de polder. Het aandeel Waalwater is sterk afhankelijk van de waterstand in de Waal.



Voor de Afgedamde Maas geldt in jaren met relatief veel neerslag (1983, 1987) dat de afvoer naar de Maas per saldo groter is dan de aanvoer uit de Maas. Hierdoor daalt het aandeel Maaswater in de gemiddelde samenstelling van het water van de Afgedamde Maas tot nul.

Tabel 17: De gemiddelde samenstelling van het uitgeslagen water van de Bommelerwaard, het water van de Afgedamde Maas, en het ingenomen water voor drinkwaterbereiding (Bron: DHV, 1993)

Jaar	Uitslag van gemalen van de Bommererwaard			Water van de Afgedamde Maas		Water ingenomen voor drinkwaterbereiding		
	Maas	neerslag	Waal (kwel)	gemalen	Maas	Maas	neerslag	Waal
1982	46	19	35	81	19	57	15	28
1983	30	43	27	100	0	30	43	27
1987	22	53	25	100	0	22	53	25
1989	61	30	9	43	57	83	1	4
1990	52	40	8	51	49	76	20	4

In de periode van 1982 tot 1990 is de hoeveelheid ingenomen water gestegen van 46 tot 82 milj. m<sup>3</sup>. Sindsdien is deze jaarlijkse hoeveelheid ongeveer gelijk gebleven, waardoor het gemiddelde aandeel Maaswater in het water van de Bommelerwaard, de Afgedamde Maas, en het ingenomen water in elk geval niet zal zijn gedaald. Dit beeld wordt bevestigd door de resultaten van de monitoring van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater, die een grote mate van overeenkomst te zien geven tussen het water van de Afgedamde Maas, de Bommelerwaard, en de Maas (paragraaf 2.1.4).

Uit de bespreking van deze resultaten uit eerder onderzoek (DHV, 1993) blijkt, dat het mogelijk is om voor een specifieke periode de bijdrage van de Maas aan de kwaliteit van het water van de Afgedamde Maas te schatten. Deze bestaat uit een directe bijdrage via het Heusdens Kanaal, en een indirecte bijdrage via de Bommelerwaard. Op basis van een balans van de watersystemen van de Bommelerwaard en van het Afgedamde Maas bekken kan de gemiddelde samenstelling van het uitgeslagen water van de Bommelerwaard en van het water van de Afgedamde Maas berekend worden. Op basis van de verblijftijd van het ingelaten Maaswater in de Bommelerwaard, kan de indirecte bijdrage van de Maas, via het uitgeslagen water van de Bommelerwaard, geschat worden.



### **3 Methoden**

In dit hoofdstuk wordt de methodiek besproken, die gebruikt is om het studiegebied te schematiseren, de emissies in de richting van het oppervlaktewater te berekenen, en tenslotte de verdwijntermen van werkzame stoffen uit het oppervlaktewaterstelsel te berekenen.

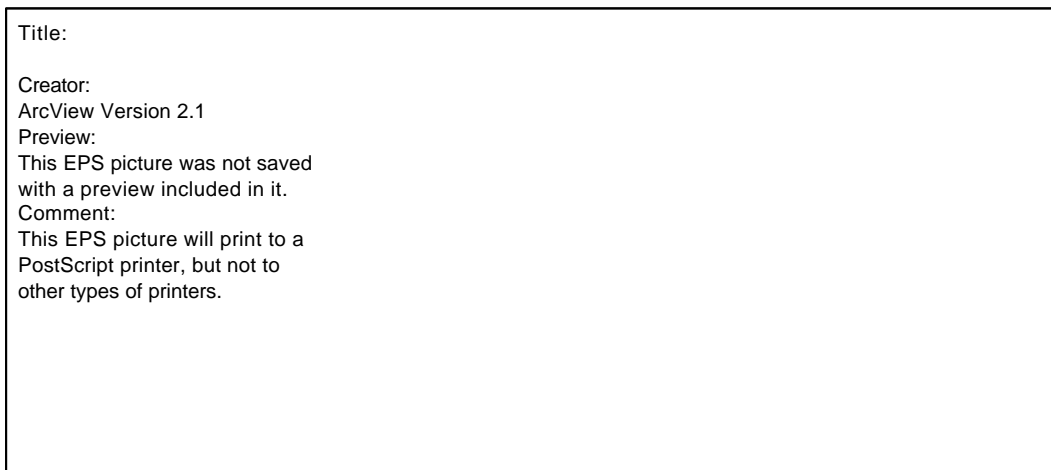
#### **3.1 Schematisatie**

De emissieberekeningen hebben betrekking op het binnendijs gebied van de Bommelerwaard en het deel van het Afgedamde Maas bekken ten zuiden van de Wilheminasluis, met een oppervlakte van respectievelijk 10950 en 1600 ha. Het totale oppervlak van het studiegebied is gelijk aan 12550 ha. De polder Bern is gerekend tot de Bommelerwaard.

De vracht bestrijdingsmiddelen op de Afgedamde Maas is berekend voor het deel van de Bommelerwaard dat afvoert op de Afgedamde Maas. Het oppervlak van dit gebied is 10 275 ha. In het resterende deel ter grootte van 675 ha wordt het water via de riolering afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Normaliter zal de afvoer uit dit gedeelte van de Bommelerwaard niet direkt in de Afgedamde Maas terecht komen.

Voor de Bommelerwaard zijn geografische gegevens over het grondgebruik, de bodems, en de slootdichtheid met een resolutie van 500 m x 500 m ongewijzigd overgenomen uit (Merkelbach et al.,1999). Voor de uiterwaarden zijn gegevens over het grondgebruik met een resolutie van 25 x 25 m gebruikt (LGN4). Deze mate van detail is nodig omdat een lagere resolutie in dit relatief kleine en lintvormige gebied tot relatief onnauwkeurige berekeningen zou leiden. De gewasarealen zijn ontleend aan de statistieken uit de Landbouwmeitelling van 1998 (CBS).

De schematisatie van de bodems in het studiegebied is gemaakt in 3 stappen. Hierbij zijn de Bommelerwaard en de uiterwaarden apart bewerkt. Volgens de Bodemkaart van Nederland (schaal 1 : 50 000) komen er in het studiegebied 18 bodemeenheden voor (15 in de Bommelerwaard, en 12 in de uiterwaarden). In de Bommelerwaard is 88% van het oppervlak gekarteerd en in de uiterwaarden 69%. In de eerste stap zijn de bodems met een (vrijwel) gelijk organischestofgehalte samengevoegd, omdat dit veruit de belangrijkste faktor is die de uitspoelingsgevoeligheid van de bodem bepaalt. Dit levert een verdeling van het oppervlak over 8 eenheden in de Bommelerwaard en 8 in de uiterwaarden. Vervolgens zijn de bodemeenheden met een relatief oppervlak kleiner dan 2% samengevoegd met vergelijkbare, grotere eenheden. Tenslotte is het ongekarteerde deel van het gebied toegekend aan de dominante bodemeenheid. Het resultaat van deze laatste stap is een bodemkaart van het gebied met 5 eenheden in de Bommelerwaard en 2 in de uiterwaarden. (figuur 3).



*Figuur 3: Schematisatie van de bodem in het studiegebied (6 klassen van het gemiddelde gehalte organische stof in de bovengrond, weergegeven op celbasis van 500 m x 500 m).*

## **3.2 Emissieberekeningen**

De emissieberekeningen hebben betrekking op 64 verschillende werkzame stoffen. Dit zijn de stoffen die in 2000 zijn gebruikt in de fruitteelt, chrysantenteelt, of de rundveehouderij in de Bommelerwaard, aangevuld met een aantal stoffen die in 1998 zijn gebruikt in een aantal akkerbouwgewassen (paragraaf 2.3). Voor 60 van deze stoffen is de emissie als gevolg van uit- en afspoeling is berekend. Van de werkzame stoffen *1-naftylaceetamide*, *epoxiconazool*, *fenmedifam*, en *pyrimethanil* ontbreken een aantal van de benodigde stoffeigenschappen.

De gebruikte methode voor de berekening van de emissies wordt in het kort besproken. De methode is in detail beschreven door Merkelbach et al., 1999). Bij de bespreking in deze paragraaf ligt de nadruk op een aantal specifieke aanpassingen en op de aktualisatie van de invoergegevens. De emissies zijn berekend als cumulatieve hoeveelheid over de periode 2000-2001, als gevolg van een toepassing in het jaar 2000.

### **3.2.1 Drift**

De emissie als gevolg van drift is berekend op basis van de verhouding tussen het wateroppervlak in het slotenstelsel en het ruraal oppervlak. Deze waterlandverhouding is op dezelfde wijze afgeleid als in (paragraaf 5.1.3.1 in Merkelbach et al., 1999).

In deze studie zijn standaard driftpercentages gebruikt die gelden voor de situatie na de invoering van het Lozingenbesluit. Dit besluit omvat een aantal emissie-beperkende maatregelen.

### **3.2.2 Uit- en afspoeling**

De berekening van de emissie als gevolg van af- en uitspoeling verloopt in 2 stappen. Eerst zijn voor elke geselecteerde werkzame stof de emissiefactoren berekend met een uitspoelingsmodel. De invoergegevens bestaan uit een beschrijving van de waterhuishouding van een representatief graslandperceel, het verloop met de diepte van het gehalte organische stof in de bodem, en een aantal stoffeigenschappen. De simulatieperiode is 2000-2001. Het toedieningstijdstip is 25 mei 2000 bij voorjaarstoepassing, en 1 november 2000 bij najaarstoepassing. De dosering is  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  werkzame stof. De gegevens over de neerslag en verdamping zijn afkomstig van het KNMI-station in Herwijnen. De emissiefactor is gedefinieerd als de cumulatieve hoeveelheid werkzame stof in de afvoer richting een aantal drainagesystemen, bij een nominale dosering van  $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Deze emissiefactor wordt ook wel de potentiële uitspoeling genoemd, en is voor elke werkzame stof apart berekend bij zowel voor- als najaarstoepassing, en voor de 7 verschillende combinaties van bodemeenheid en hydrologie waaruit de schematisatie van het studiegebied is opgebouwd.

In de tweede stap wordt de actuele emissie als gevolg van uit- en afspoeling berekend. Hierbij wordt het jaarlijks gemiddelde verbruik over het voor- en najaar verdeeld, en met de betreffende emissiefactoren vermenigvuldigd (Merkelbach et al., 1999; paragraaf 5.1.3.2).

De opzet van de emissieberekeningen is uitgebreid met de ruimtelijke differentiatie in bodemeenheden, en in een aantal specifieke, hydrologische randvoorwaarden die gelden voor de berekeningen in de uiterwaarden. Bij de hydrologische berekeningen die representatief zijn voor de Bommelerwaard is een kwelflux opgelegd van gemiddeld  $0,5 \text{ mm d}^{-1}$ . De drainageweerstand zijn 225 en 410 dagen voor oppervlaktewatersystemen met een diepte van 2 en 1 m. De bodemfysische eigenschappen gelden voor een lichte kleigrond. In de uiterwaarden is geen kwelflux opgelegd. Hier stroomt alle afvoer in de richting van het oppervlaktewater, waarvan de drainageweerstand van het diepe - en ondiepe systeem gelijk zijn aan 135 en 245 dagen, respectievelijk. De bodemfysische eigenschappen gelden voor een profiel van klei op zand.

### **3.2.3 Emissies uit kassen**

Voor de teelt van chrysanten is de emissie richting het oppervlaktewater berekend als de som van vijf verschillende deelroutes (tabel 18).

Tabel 18: Specifieke deelroutes voor de emissie vanuit kassen in de richting van het oppervlaktewater, inclusief emissiefactor ( % van het verbruik)

Omschrijving deelroute	emissiefactor (%)
Restanten uit verpakkingen, van spuitvloeistof, en spoelwater van spuitapparatuur	0,0015
Afdruipverliezen vanaf beregeningsleidingen	0,0072
Restwater na het reinigen van het glasdek	0,002
Uitspoeling via het bovenste grondwater en/of via drainbuizen	Stofafhankelijk
Direkte afvoer van condenswater	5,7

De berekeningen zijn vrijwel gelijk aan de methode die eerder is gebruikt voor de glastuinbouwsector in de Bommelerwaard (Merkelbach et al., 1999). Voor chrysanten geldt dat deze in de vollegrond geteeld worden (persoonlijke mededeling René Corsten, DVL adviesgroep). Met uitzondering van de uitspoeling zijn de deelroutes geschat als fractie van het verbruik. Verder geldt de aanname, dat op 95% van het areaal een voorziening aanwezig is om het condenswater op te vangen (Merkelbach et al., 1999). Hieruit volgt dat de emissie als gevolg van de afvoer van condenswater een rol speelt op 5% van het areaal glastuinbouw in de Bommelerwaard.

Voor de chrysantenteelt is ook de vervluchtiging uit kassen berekend. De emissie naar de lucht wordt als een fractie van het verbruik geschat, op basis van de dampdruk van de werkzame stof. Er zijn 5 klassen voor de dampdruk. De bijbehorende emissiepercentages gelden voor de toepassing van hoogvolume-technieken (Merkelbach et al., 1999).

### 3.3 Oppervlaktewaterberekeningen

#### 3.3.1 Verblijftijden

De verblijftijden in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard zijn berekend op basis van de schematisatie van het WIS en gegevens over de slootdichtheid (uit het TOP10-vectorbestand). De debieten in het oppervlaktewatersysteem zijn ontleend aan de beschrijving van de waterhuishouding van het representatieve perceel voor de Bommelerwaard, dat gebruikt is om de emissiefactoren voor uit- en afspoeling te berekenen (paragraaf 3.2.2).

Binnen het oppervlaktewatersysteem van de Bommelerwaard worden 105 peilvakken of elementen onderscheiden (WIS, RIZA). In 86 elementen wordt het water in de richting van de Afgedamde Maas afgevoerd. Aangenomen wordt dat de afvoer van de overige elementen - die van een gemengde riolering zijn voorzien - via een rioolwaterzuiveringsinstallatie verloopt. Van elk element is vastgelegd tot welke bemalingseenheid het behoort, en op welk volgend element de afwatering plaatsvindt. Een aantal elementen watert tegelijk op meerdere elementen af. Dit komt met name voor in het oostelijk deel van de Bommelerwaard, waar het ingelaten water uit de Maas over meerdere elementen verdeeld kan worden. De fase van een element is gedefinieerd als het aantal achtereenvolgende elementen, dat de afvoerroute van het element naar het water van de Afgedamde Maas vormt.

De verblijftijden in het oppervlaktewatersysteem zijn per element berekend. De berging van water in een element volgt uit de totale slootlengte binnen het element en de dimensies van een gemiddeld slootprofiel;

$$V_{el} = A * L_{el} = y * (B + y * z) * L_{el} \quad (1)$$

$V_{el}$  bergingsvolume in het element (m<sup>3</sup>)  
 $A$  het doorstroomd oppervlak (m<sup>2</sup>)  
 $L_{el}$  de totale slootlengte in het element volgens TOP10-vector (m)  
 $y$  de waterdiepte (m)  
 $B$  de bodembreedte (m)  
 $z$  de taludfactor (-)

Het wateroppervlak volgt uit;

$$W_{el} = b * L_{el} = (B + 2 * y * z) * L_{el} \quad (2)$$

$W_{el}$  wateroppervlak in het element (m<sup>2</sup>)  
 $b$  de breedte van het wateroppervlak (m)

De totale slootlengte is gelijk aan de som van de 4 breedteklassen van het TOP10-vectorbestand. De gridcellen van 500 m x 500 m zijn gekoppeld aan de elementen van het WIS, zodat de gegevens over de slootdichtheid in het gebied ook toepasbaar zijn voor de berekening van de verblijftijd in het oppervlaktewater. Voor de dimensies van het gemiddelde slootprofiel zijn een bodembreedte van 1 m, een taludfactor van 1,5 en een waterdiepte van 0,5 m gebruikt. De taludfactor is de verhouding tussen de horizontale afstand en de verticale afstand van het talud. Met deze dimensies is het totale wateroppervlak in de Bommelerwaard gelijk aan 3% van het gebiedsoppervlak. Dit lijkt een redelijk schatting, gegeven de verdeling van waterlopen in de Bommelerwaard over de 4 breedteklassen van het TOP10-vectorbestand (tabel 19). Met de gekozen dimensies is het doorstroomd oppervlak  $A = 0,88 \text{ m}^2$ , en de breedte van het wateroppervlak  $b = 2,5 \text{ m}$ .

In een element zonder aanvoer van water uit de Maas en zonder aanvoer van water uit andere elementen, kan de gemiddelde verblijftijd in een bepaalde periode  $t$  berekend worden als de verhouding tussen het bergingsvolume van het element en het afvoerdebiet in de betreffende periode;

$$T_{el,t} = V_{el} / Q_{el,t} \quad (3)$$

met

$$Q_{el,t} = q_{\text{drain},t} * (O_{el} - W_{el}) * 10^{-4} + q_{\text{netto},t} * W_{el} * 10^{-4} \quad (4)$$

$Q_{el,t}$  : het afvoerdebiet uit het element (m<sup>3</sup>)  
 $q_{\text{drain},t}$  : de specifieke drainage (m ha<sup>-1</sup>)  
 $O_{el}$  : het oppervlak van het element (m<sup>2</sup>)  
 $q_{\text{netto},t}$  : de som van neerslag, verdamping, en kwel op het slootoppervlak (m ha<sup>-1</sup>)

De specifieke drainage is de afvoer per oppervlakte-eenheid in de richting van het oppervlaktewater. Deze aanvoerterm is ontleend aan de uitspoelingsberekeningen, door sommatie van de waarden op dagbasis, die binnen de periode  $t$  vallen. Het afvoerdebiet wordt met (4) berekend als de som van twee termen. De 1<sup>e</sup> term, het volume van de cumulatieve drainage, levert de grootste bijdrage aan het afvoerdebiet van het element. De 2<sup>e</sup> term vertegenwoordigt de directe aanvoer op het slootoppervlak.

In een volgend element met aanvoer van water uit andere elementen wordt het afvoerdebiet berekend als de som van de afvoer uit het element zelf, en het (totale) afvoerdebiet uit bovenstrooms gelegen element(en). De gemiddelde verblijftijd in zo'n element met een transportfunctie volgt uit;

$$T_{el,t} = V_{el} / \{Q_{el,t} + \sum^{i=1,n} (Q_{i,t})\} \quad (5)$$

De gekozen benadering geldt uitsluitend voor afvoersituaties, als het water in het gehele bemalingsgebied in de richting van het gemaal stroomt. Aangenomen wordt dat in afvoersituaties geen verdunning van het water optreedt door de inlaat van (Maas)water, en dat er geen uitwisseling van water tussen de bemalingseenheden plaatsvindt. De verblijftijden zijn berekend op basis van cumulatieve afvoer in week 21 t/m 24 van het jaar 2000. Het aantal weken is zodanig bepaald, dat het maximum van de berekende verblijftijden binnen deze periode valt. De periode valt binnen het deel van jaar met het grootste verbruik van bestrijdingsmiddelen (het toepassingstijdstip 25 mei 2000 valt samen met 5<sup>e</sup> dag).

### 3.3.2 De belasting van de Afgedamde Maas

De emissies komen terecht in het kleine open water, dat grenst aan de percelen van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. De belasting van de Afgedamde Maas met bestrijdingsmiddelen is gedefinieerd als het deel van de emissies in de richting van het kleine open water, dat het water van de Afgedamde Maas bereikt.

Als een werkzame stof in het oppervlaktewater terechtkomt, zal de concentratie in het water als gevolg van een aantal processen afnemen in de tijd. In deze studie is gerekend met verblijftijden die zijn afgeleid voor afvoersituaties; er wordt aangenomen dat er geen verdunning optreedt. De resterende verdwijnroutes zijn sorptie aan het sediment van de waterbodem, sorptie aan zwevend stof in de waterkolom, verdamping, en biotische - en abiotische afbraak in de waterkolom. Voor het merendeel van de geselecteerde stoffen wordt verwacht dat de vastlegging door sorptie aan de waterbodem hooguit enkele procenten van de aanwezige hoeveelheid in het oppervlaktewater zal bedragen. Om deze reden is aangenomen dat er geen sorptie van stoffen aan sediment en zwevend stof optreedt.

De mate waarin de resterende verdwijnprocessen (verdamping en afbraak) optreden wordt bepaald door stoffeigenschappen en karakteristieken van het systeem (zoals de



water-sediment-verhouding in de waterkolom, en de dimensies van waterlopen). Afbraaksnelheden zijn ontleend aan “Pandora’s Box” (Linders et al., 1994), waar nodig aangevuld met gegevens van van Rijn et al. (1995), Hornsby et al. (1996) en Tomlin (1998). Er is voor gekozen om afbraaksnelheden in sediment-slib systemen te gebruiken (over-all afbraaksnelheid voor het systeem, dus niet de afbraaksnelheid voor water danwel sediment afzonderlijk) omdat deze het best overeenkomen met de te beschrijven situatie. De reactiesnelheidsconstante voor afbraak is uit de  $DT_{50}$  berekend met behulp van:

$$k_{\text{afbraak}} = \ln(2) / DT_{50} \quad (6)$$

De snelheid van verdamping is beschreven met behulp van de volgende vergelijking, ontleend aan Adriaanse et al. (1997) en Beltman en Adriaanse (1999):

$$k_{\text{verdamp}} = b / A * \{1/k_l + 1 / (k_g * K_H)\}^{-1} \quad (7)$$

$k_{\text{verdamp}}$  : reactiesnelheidsconstante voor verdamping ( $d^{-1}$ );  
 $b$  : breedte wateroppervlak (m);  
 $A$  : dwarsdoorsnede stroomprofiel ( $m^2$ );  
 $k_l$  : transportcoëfficiënt in de waterfase ( $m d^{-1}$ );  
 $k_g$  : transportcoëfficiënt in de gasfase ( $m d^{-1}$ );  
 $K_H$  : dimensieloze Henrycoëfficiënt.

De transportcoëfficiënten  $k_l$  en  $k_g$  in de water- en gasfase variëren van 1,42 – 3,47  $m d^{-1}$  in water en van 136 – 333  $m d^{-1}$  in lucht resp. (Westein et al., 1998). Voor de berekeningen zijn constante waarden van 2 resp. 200  $m d^{-1}$  gebruikt, evenals vaste waarden voor de breedte van het wateroppervlak (2,25 m) en voor de dwarsdoorsnede van het stroomprofiel (0,88  $m^2$ ). Deze gelden bij een waterdiepte van 0,5 m en het dwarsprofiel dat ook is gebruikt in de berekening van de berging in het oppervlaktewatersysteem van de Bommelerwaard. De snelheid van verdamping wordt met vergelijking (7) uitsluitend bepaald door de Henrycoëfficiënt van de verbinding, die is berekend als de verhouding van de dampdruk van de zuivere stof en de wateroplosbaarheid van de betreffende stof.

De totale verdwijnsnelheid wordt beschreven met:

$$k_{\text{verdwijn}} = k_{\text{afbraak}} + k_{\text{verdamp}} \quad (8)$$

Hieruit kan worden berekend welke fractie van de stof na een (gemiddelde) verblijftijd  $t$  nog in de waterfase aanwezig is:

$$\text{Restfaktor} = M_{\text{tijd}=t} / M_{\text{tijd}=0} = \exp(-k_{\text{verdwijn}} * t) \quad (9)$$

$M_{\text{tijd}=0}$  : de berekende emissie naar het oppervlaktewater (kg)

Voor 12 stoffen met een onbekende waarde van de afbraaksnelheid in het systeem wordt aangenomen dat de betreffende stoffen zo langzaam afbreken dat alleen

verdamping een rol speelt bij het verdwijnen uit de waterfase. Voor 5 andere stoffen met een verzadigde dampspanning gelijk aan nul wordt aangenomen dat de betreffende stoffen zo langzaam verdampen dat alleen afbraak een rol speelt bij het verdwijnen uit de waterfase.

### **3.4 Aannames in de berekeningen**

De belangrijkste aannames bij de berekening van de emissies zijn;

1. De emissiegevoeligheid voor drift geldt voor een standaardsituatie met de toepassing van bestrijdingsmiddelen conform het Lozingen-besluit;
2. De emissiegevoeligheid voor af- en uitspoeling geldt voor een eenmalige dosering op het toedieningstijdstip 25 mei bij voorjaarstoepassing, of op 1 november bij najaarstoepassing;
3. Elke toegepaste hoeveelheid werkzame stof in een gewas wordt ingevoerd als een behandeling in de vorm van een gemiddelde hoeveelheid over het volledige gewasareaal in het gebied.

Bij de berekening van de gemiddelde verblijftijden, geldend voor een specifieke periode met een afvoersituatie, zijn de volgende aannames gedaan;

1. Het neerslagoverschot van gebieden met gemengde riolering wordt niet in de richting van de Afgedamde Maas afgevoerd;
2. Elk element of peilvak van de Bommelerwaard watert af op één volgelement;
3. Er wordt geen water van buiten het gebied in de Bommelerwaard gelaten;
4. Er wordt geen water uitgewisseld tussen de bemalingsgebieden van de Bommelerwaard;
5. Het oppervlaktewaterstelsel van de Bommelerwaard bestaat volledig uit waterlopen met een gemiddeld dwarsprofiel;
6. Er is geen verandering van de berging in het oppervlaktewatersysteem van de Bommelerwaard;
7. Er is sprake van volledige menging in het oppervlaktewater van een element of peilvak.

Bij de berekening van de verdwijning van stoffen uit het oppervlaktewater zijn de volgende aannames gedaan;

1. Er vindt geen sorptie plaats van stoffen aan het sediment en aan zwevend stof;
2. Stoffen met een onbekende waarde van de afbraaksnelheid in het systeem verdwijnen alleen als gevolg van verdamping uit de waterfase;
3. Stoffen met een verzadigde dampspanning gelijk aan nul verdwijnen alleen als gevolg van afbraak uit de waterfase.

## 4 Resultaten

### 4.1 Schematisatie

In deze paragraaf worden de slootdichtheid en de schematisatie van de bodemkaart in het studiegebied besproken. De slootdichtheid bepaalt de kwetsbaarheid van het gebied voor emissie als gevolg van drift, en de bodem de kwetsbaarheid voor emissie als gevolg van uit- en afspoeling. De uiterwaarden en de bemalingseenheden van de Bommelerwaard worden als deelgebied onderscheiden. Het eiland Bern, een klein bemalingsgebied waarvan het gemaal loost op het meest zuidelijke deel van de Afgedamde Maas, wordt als deelgebied van de Bommelerwaard beschouwd.

In tabel 19 zijn een aantal statistieken over het oppervlaktewaterstelsel gegeven, die direct van invloed zijn op de berekening van de emissie als gevolg van drift. De slootdichtheid is uitgedrukt als gemiddelde per klasse, en voor alle klassen gezamenlijk. De waarden voor de slootdichtheid zijn representatief voor het gehele oppervlak, terwijl de gemiddelde water-landverhouding is berekend voor het oppervlak met agrarisch grondgebruik.

Uit het overzicht in tabel 19 blijkt dat de gemiddelde water-landverhouding in de gehele Bommelerwaard weinig afwijkt van het gemiddelde per bemalingsgebied. Dit betekent dat de verschillen in driftemissiegevoeligheid binnen de Bommelerwaard te verwaarlozen zijn. In de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is de slootdichtheid een factor 2 lager dan in de Bommelerwaard. Voor de gebieden met agrarisch grondgebruik is de gemiddelde water-landverhouding in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zelfs een factor 3 lager dan in de Bommelerwaard. Dit betekent dat de driftemissiegevoeligheid van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas een factor 3 lager is dan van de polders van de Bommelerwaard.

Tabel 19: Gemiddelde slootdichtheid en water-land-verhouding per deelgebied (dichtheid per slootklasse en totaal van 4 slootklassen afgeleid van TOP10-vector)

Deelgebied	Gemiddelde slootdichtheid (m ha <sup>-1</sup> )				Totaal	Water-land-verhouding (ha ha <sup>-1</sup> )
	Greppel en droge sloot	Breedte < 3 m	Breedte 3 - 6 m	Breedte > 6 m		
Van Dam van Brakel	13	90	7	11	120	0.0112
H.C. de Jongh	14	92	8	12	126	0.0116
de Rietschoof	12	102	4	6	124	0.0120
Baanbreker	21	78	5	8	112	0.0106
Bern	15	68	2	11	96	0.0086
Bommelerwaard (incl. Bern)	17	85	6	9	118	0.0110
Uiterwaarden Afgedamde Maas	10	22	0	27	60	0.0033

De ruimtelijke variatie in de berekende uitspoelingsgevoeligheid van een werkzame stof wordt bepaald door de waterhuishouding en het gehalte organische stof in de bodem. De hydrologische randvoorwaarden die de waterhuishouding van de bodem sturen zijn in paragraaf 3.2.2 genoemd. In tabel 20 is de verdeling van het oppervlak

per deelgebied over de verschillende organischestofklassen gegeven. Elke klasse is aangegeven met de onder- en bovengrens van het gemiddelde gehalte organische stof in de bovenste 50 cm van de bodem.

Het bodemgehalte organische stof in de schematisatie van de Bommelerwaard ligt tussen de 1.3 en 5%. Uit de waarden die zijn afgeleid voor het gewogen gemiddelde gehalte organische stof blijkt dat de verschillen binnen de Bommelerwaard kleiner zijn, dan de verschillen tussen de Bommelerwaard enerzijds en de uiterwaarden anderzijds. Voor het studiegebied als geheel geldt echter dat de variatie in het gehalte organische stof relatief gering is, zodat het onderscheid tussen de Bommelerwaard en de uiterwaarden vooral een hydrologische dimensie heeft. In paragraaf 4.2 wordt verder ingegaan op de berekende uitspoelingsfactoren.

*Tabel 20: Verdeling van de bodems over 6 verschillende organischestofklassen, en het gewogen gemiddelde gehalte organische stof per deelgebied. De organischestofklassen zijn gedefinieerd op basis van een de onder- en bovengrens voor het gemiddelde gehalte organische stof in de bovenste 50 cm van de bodem)*

Deelgebied	Relatief oppervlak per organischestofklasse (%)						Gewogen gemiddelde gehalte organische stof (%)
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	
	1.3–1.5	2.0–2.3	2.3–2.5	2.8–3.0	3.0–3.3	4.5–5.0	
Van Dam van Brakel	10	41	-	21	3	25	2.9
H.C. de Jongh	5	40	-	12	9	34	3.2
De Rietschoof	20	30	-	-	5	45	3.2
Baanbreker	8	48	-	8	18	19	2.8
Bern	-	40	-	60	-	-	2.6
Bommelerwaard (incl. Bern)	8	44	-	11	12	25	2.9
Uiterwaarden Afgedamde Maas	-	66	34	-	-	-	2.2

Het oppervlak van de verschillende teeltsectoren in de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is in tabel 15 gegeven (paragraaf 2.4). Het relatieve aandeel van de akkerbouw in de uiterwaarden is een stuk groter dan in de Bommelerwaard (met respectievelijk 16 en 3% van het gezamenlijk oppervlak van 4 sectoren).

Voor wat betreft de verdeling van het agrarisch grondgebruik over de deelgebieden valt nog op te merken, dat 49% van het areaal akkerbouw in de deelgebieden Van Dam van Brakel en H.C. de Jongh ligt, en 27% in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. Van het areaal chrysanten ligt 63% in het deelgebied H.C. de Jongh, en van het areaal van de fruitteelt ligt 84% in het deelgebied Baanbreker (tabel 21).

Tabel 21: Verdeling van het areaal per sector over de deelgebieden van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas (in %)

	Fruitteelt	Chrysanten	Rundvee- houderij	akkerbouw	totaal
Gemaal Van Dam van Brakel	5	18	13	30	13
Gemaal H.C. de Jongh	6	63	26	19	25
Gemaal de Rietschoof	3	2	5	5	4
Gemaal Baanbreker	84	16	48	17	49
Gemaal Bern	0	0	1	2	1
Subtotaal Bommelerwaard	97	100	94	73	93
Uiterwaarden Afgedamde Maas	3	0	6	27	7
Totaal	100	100	100	100	100

## 4.2 Emissieberekeningen

De emissies zijn berekend voor in totaal 96 toepassingen van werkzame stoffen in gewassen in de fruitteelt, chrysantenteelt, rundveehouderij, en de akkerbouw. De emissie is gedefinieerd als de cumulatieve hoeveelheid werkzame stof die in de periode 2000-2001 in het oppervlaktewater terechtkomt, als gevolg van een toepassing in het voorjaar en een eventuele toepassing in het najaar van 2000. Een overzicht van alle toepassingen is in Aanhangsel 3 opgenomen, inclusief de situatie met betrekking tot de toelating per medio 2000. Bij de afzonderlijke emissieroutes (paragraaf 4.2.1 t/m 4.2.3) worden de resultaten per werkzame stof besproken. Bij het overzicht per deelgebied (paragraaf 4.2.4) worden de resultaten op sectorniveau gepresenteerd, voor alle stoffen gezamenlijk.

### 4.2.1 Drift

In Aanhangsel 4 is voor elke sector een tabel opgenomen met de berekende emissies per werkzame stof. De stoffen zijn gesorteerd in volgorde van afnemende, totale emissie.

Voor de fruitteelt (tabel 4-1) zijn de grootste hoeveelheden drift berekend voor de werkzame stoffen *tolyfluanide* (0,70 kg), *dithianon* (0,28 kg), en *captan* (0,19 kg). Afhankelijk van de werkzame stof, is de driftemissie in de Bommelerwaard gelijk aan 0,024 of 0,001% van het verbruik. Voor de rundveehouderij (tabel 4-3) wordt de grootste hoeveelheid drift berekend voor de toepassing van *glyfosaat* in grasland (0,08 kg). In de Bommelerwaard is de emissie van deze stof gelijk aan 0,08% van het verbruik. Voor de overige werkzame stoffen, toegepast in de maisteelt, is de emissie gelijk aan 0,07% van het verbruik. Voor de akkerbouw (tabel 4-4) zijn de grootste hoeveelheden drift berekend voor werkzame stoffen als *maneb* (0,016 kg), en *isoproturon*, *chlormequat*, en *mancozeb* (ca. 0,015 kg). In de Bommelerwaard varieert de driftemissie van 0,005 tot 0,024% van het verbruik.

De verschillen tussen emissiepercentages (de emissie in % van het verbruik) hangen samen met de toediening, zoals de formulering van het bestrijdingsmiddel, de

toedieningstechniek, en de omstandigheden tijdens toepassing. Aspecten van de toediening van bestrijdingsmiddelen en de gerelateerde emissies zijn in detail besproken in het achtergronddocument van de Emissie Evaluatie Meerjarenplan Gewasbescherming (MJPG 2000; *in voorbereiding*).

In de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zijn de relatieve emissies, uitgedrukt in procenten van het verbruik, een faktor 3 lager dan de waarden in de Bommelerwaard. Dit wordt veroorzaakt door de geringere slootdichtheid in de uiterwaarden (paragraaf 4.1).

## 4.2.2 Uit- en afspoeling

De hoeveelheid emissie als gevolg van uit- en afspoeling wordt bepaald door de berekende uitspoelingsfracties en het verbruik. Uitspoelingsfracties, hier gedefinieerd als emissie per eenheid van verbruik, zijn een functie van de meteorologie uit de periode waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd, de beschrijving van een aantal hydrologische- en bodemkundige karakteristieken van het gebied, en van een aantal stofeigenschappen. In deze paragraaf worden eerst de uitspoelingsfracties besproken in relatie tot de schematisatie van het studiegebied en tot een aantal stofeigenschappen, om te vervolgen met de hoeveelheid emissie.

### ***Uitspoelingsfracties***

Voor het merendeel van de werkzame stoffen zijn het sorptievermogen aan organische stof en de afbraaksnelheid de belangrijkste stofeigenschappen die de mate van uitspoeling bepalen. In de Bommelerwaard varieert de gemiddelde uitspoelingsfractie van  $8,5 * 10^{-5} \%$  voor de zeer sterk sorberende en snel afbreekbare stof *metiram*, tot 7,1% voor de niet sorberende en zeer mobiele stof *dicamba* (de fractie uit- en afspoeling, als gemiddelde van de berekeningen bij voor- en bij najaarstoepassing, uitgedrukt in % van een dosering van  $1 \text{ kg ha}^{-1}$ ). In de uiterwaarden zijn de gemiddelde uitspoelingsfractie voor deze twee stoffen met extreme eigenschappen respectievelijk  $1,4 * 10^{-5} \%$  en 3,8%.

Op basis van het gehalte organische stof in de bodem zijn in de Bommelerwaard 5 klassen onderscheiden (paragraaf 4.1). De spreiding van de uitspoelingsfracties per werkzame stof varieert in de Bommelerwaard van 0,0 voor de niet sorberende stof *dicamba* tot 1,07 voor de sterk sorberende stof *metiram*. De spreiding is hier uitgedrukt als de verhouding tussen de range (het verschil tussen het maximum en het minimum), en het gemiddelde van 5 uitspoelingsfracties. Deze spreiding is een maat voor de gevoeligheid van de uitspoelingsfractie van een werkzame stof voor het gehalte organischestof in de bodem. Voor de complete verzameling van 60 werkzame stoffen is deze spreiding gemiddeld 0,68 (en de standaardafwijking = 0,32). Dit betekent, dat voor een werkzame stof met gemiddelde eigenschappen het verschil tussen het maximum en het minimum van de uitspoelingsfractie binnen de Bommelerwaard gelijk is aan 68% van het gemiddelde van de uitspoelingsfracties. Enkele voorbeelden van stoffen met deze gemiddelde gevoeligheid van de uitspoeling voor het gehalte organische stof zijn; *amitrol*, *captan*, en *dienochloor*.

Voor de Bommelerwaard en de uiterwaarden is gerekend met specifieke hydrologische randvoorwaarden (paragraaf 3.2.2). Bij gelijk gehalte organische stof is de uitspoelingsfractie voor de Bommelerwaard een faktor 1,9 tot 17 hoger dan de uitspoelingsfractie voor de uiterwaarden. Deze verhoudingen gelden respectievelijk voor de stof *metiram*, en voor de mobiele en zeer snel afbreekbare stof *tolyfluanide*. Voor de complete verzameling stoffen is het gemiddelde van deze verhoudingsfaktor gelijk aan 6,3 (en de standaardafwijking = 1,7). Dit betekent, dat voor een werkzame stof met gemiddelde eigenschappen, de berekende uitspoelingsfractie in de Bommelerwaard een faktor 6,3 groter is dan in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas (bij een gehalte organische stof van 2,0-2,3%). Een voorbeeld van een stof met gemiddelde gevoeligheid van de uitspoeling voor de hydrologie is *glyfosaat*.

### **Emissie**

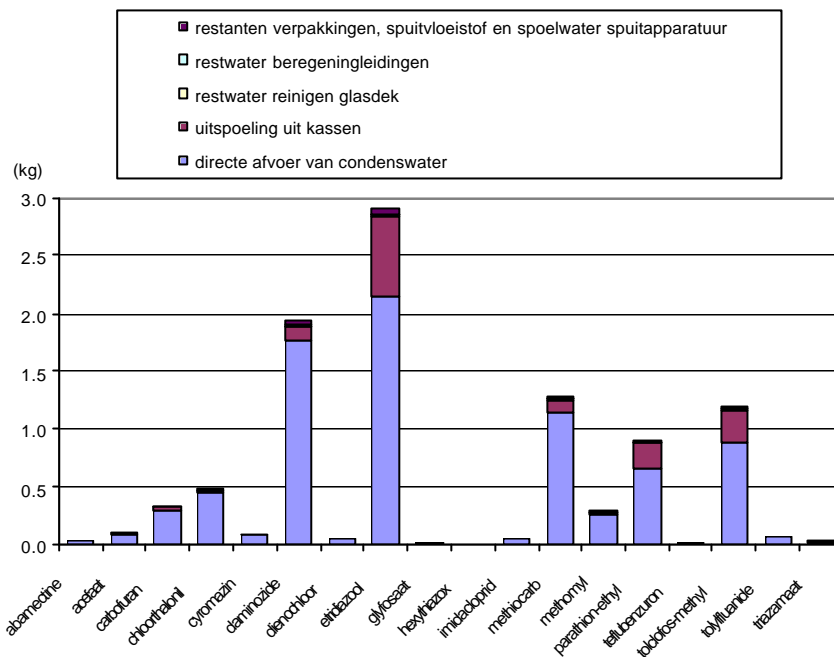
Voor de fruitteelt is de grootste hoeveelheid uit- en afspoeling berekend voor de stoffen *MCPA* (5,2 kg), *dithianon* (2,8 kg), en *carbendazim* (1,0 kg) (tabel 4-1). De relatieve emissie (in % van het verbruik) is het grootst voor stoffen als *MCPA* (2,4%), *2,4-D* (1,7%), en *mecoprop-P* (1,6%). Voor de rundveehouderij is de grootste hoeveelheid uit- en afspoeling berekend voor de stoffen *sulcotrion* (3,1 kg), en *terbutylazin* (2,9 kg) (tabel 4-3). De relatieve emissie is het grootst voor de stof *dicamba* (2,7%). Voor de akkerbouw is de grootste hoeveelheid uit- en afspoeling berekend voor stoffen als *isoproturon* en *metamitron* (1,2 kg), en *chloridazon* (0,8 kg) (tabel 4-4). De relatieve emissie is het grootst voor stoffen als *chloridazon* en *isoproturon* (1,6%), en *ethofumesaat* en *chloortoluron* (1,3%).

### **4.2.3 Emissies uit kassen**

Voor de teelt van chrysanten is de emissie richting het oppervlaktewater berekend als som van 5 deelroutes (paragraaf 3.2.3). De samenstelling van de berekende emissie richting het oppervlaktewater is weergegeven in figuur 4.

De belangrijkste emissieroute vanuit de kassen is de directe afvoer van condenswater. Door (Merkelbach et al., 1999) is aangenomen dat deze route van toepassing is op 5% van het areaal glastuinbouw in de Bommelerwaard, zodat de gemiddelde emissie voor het totale areaal gelijk is aan  $5,7 * 0,05 = 0,28\%$  van het verbruik (tabel 18).

In tabel 4-2 is berekende vervluchtiging uit kassen gegeven. De grootste hoeveelheid emissie naar de lucht is berekend voor de stof *etridiazool* (303 kg), en voor *tolclofos-methyl* (124 kg). Afhankelijk van de dampdruk van de werkzame stof, is de relatieve emissie gelijk aan 1, 5, 10, 30, of 40% van het verbruik (bij toenemende dampdruk cq. vluchtigheid van de werkzame stof).



Figuur 4: Berekende emissies vanuit kassen, van 18 werkzame stoffen toegepast in de teelt van chrysanten (in kg).

#### 4.2.4 Emissies per deelgebied

Tabel 22 bevat een overzicht van het verbruik en de emissies naar het oppervlaktewater, als totale hoeveelheden van alle werkzame stoffen per sector en per deelgebied.

Voor de fruitteelt is het aandeel van de drift in de totale emissie naar het oppervlaktewater zo'n 10%. Voor de rundveehouderij en de akkerbouw is dit aandeel slechts enkele procenten. Voor de chrysantenteelt is het aandeel van de specifieke emissieroutes in de totale emissie naar het oppervlaktewater ongeveer 90%. Het overige deel van de berekende emissies komt via uit- en afspoeling in het oppervlaktewater terecht.

Aan de hoeveelheden werkzame stof (kolom "verbruik" in tabel 22) is te zien dat de fruitteelt is geconcentreerd in het bemalingsgebied de Baanbreker, en de chrysantenteelt in het bemalingsgebied H.C. de Jongh. Voor de akkerbouw geldt dat deze is geconcentreerd in de westelijke gebieden van de Bommelerwaard (de Baanbreker en H.C. de Jongh) en in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.



Tabel 22: Het totale verbruik en de berekende emissies naar het oppervlaktewater, in 5 bemalingsgebieden van de Bommelerwaard en de Uiterwaarden van de Afgedamde Maas (in kg werkzame stof, toegepast in 2000. Emissieperiode 2000-2001)

	Verbruik (kg)	Totale emissie naar het oppervlaktewater (kg)	Drift (kg)	uit- en afspoeling (kg)	Specifieke emissies uit kassen (kg)
<b>Fruitteelt</b>					
Gemaal Van Dam van Brakel	289	0,63	0,049	0,58	-
Gemaal H.C. de Jongh	377	0,72	0,079	0,64	-
Gemaal de Rietschoof	147	0,30	0,043	0,26	-
Gemaal Baanbreker	5243	11	1,3	9,5	-
Gemaal Bern	-	-	-	-	-
Subtotaal Bommelerwaard	6057	12	1,3	11	-
Uiterwaarden Afgedamde Maas	194	0,084	0,025	0,059	-
Totaal	6251	12	1,3	11	-
<b>Chrysanten</b>					
Gemaal Van Dam van Brakel	506	1,9	-	0,31	1,6
Gemaal H.C. de Jongh	1788	6,6	-	1,0	5,6
Gemaal de Rietschoof	66	0,24	-	0,035	0,21
Gemaal Baanbreker	466	1,7	-	0,27	1,5
Gemaal Bern	-	-	-	-	-
Subtotaal Bommelerwaard	2826	11	-	1,6	8,9
Uiterwaarden Afgedamde Maas	-	-	-	-	-
Totaal	2826	11	-	1,6	8,9
<b>Rundveehouderij</b>					
Gemaal Van Dam van Brakel	199	0,82	0,016	0,81	-
Gemaal H.C. de Jongh	419	1,9	0,035	1,9	-
Gemaal de Rietschoof	59	0,17	0,0051	0,17	-
Gemaal Baanbreker	841	4,5	0,064	4,5	-
Gemaal Bern	33	0,24	0,0018	0,24	-
Subtotaal Bommelerwaard	1551	7,7	0,12	7,5	-
Uiterwaarden Afgedamde Maas	138	0,20	0,0040	0,20	-
Totaal	1689	7,9	0,13	7,7	-
<b>Akkerbouw</b>					
Gemaal Van Dam van Brakel	447	2,2	0,056	2,2	-
Gemaal H.C. de Jongh	418	1,2	0,028	1,2	-
Gemaal de Rietschoof	53	0,47	0,0064	0,46	-
Gemaal Baanbreker	408	1,1	0,025	1,1	-
Gemaal Bern	14	0,13	0,0012	0,12	-
Subtotaal Bommelerwaard	1341	5,2	0,12	5,1	-
Uiterwaarden Afgedamde Maas	632	0,33	0,018	0,31	-
Totaal	1974	5,5	0,14	5,4	-

Om verschillen tussen de deelgebieden en sectoren zichtbaar te maken, zijn de totale emissies ook uitgedrukt in % van het totale verbruik (tabel 23). Verschillen (van de relatieve emissie) tussen sectoren worden bepaald door het verbruik (toepassing en stofeigenschappen), en de gevoeligheid van het gewasareaal voor drift en/of uit- en afspoeling. Op sectorniveau geldt, dat verschillen tussen de deelgebieden uitsluitend worden bepaald door de gevoeligheid van het gewasareaal voor drift (waterlandverhouding) en uit- en afspoeling (organische stof en/of hydrologie). Ten aanzien van de uit- en afspoeling geldt verder, dat binnen de Bommelerwaard de

gevoeligheid voor uit- en afspoeling uitsluitend wordt bepaald door het gehalte organische stof. Bij vergelijking van de Bommelerwaard met de uiterwaarden wordt de gevoeligheid voor uit- en afspoeling bepaald door beide ruimtelijke factoren (organische stof én hydrologie).

Voor de fruitteelt is de relatieve emissie als gevolg van drift met 0,021% van het verbruik een faktor 3 hoger dan de 0,007% voor de rundveehouderij en de akkerbouw. Voor de fruitteelt is ook de variatie van de relatieve emissie als gevolg van drift binnen de Bommelerwaard groter dan voor de rundveehouderij en de akkerbouw. Dit hangt samen met de lokatie van de fruitteelt binnen de bemalingsgebieden van de Bommelerwaard. In de uiterwaarden is de relatieve emissie als gevolg van drift ongeveer een faktor 2 tot 3 lager dan in de Bommelerwaard.

Voor de fruitteelt is de relatieve emissie als gevolg van uit- en afspoeling met 0,18% van het verbruik lager dan de 0,27% voor de akkerbouw, en de 0,46% voor de rundveehouderij. De variatie van de relatieve emissie als gevolg van uit- en afspoeling binnen de Bommelerwaard is per sector verschillend. Dit wordt zowel bepaald door de lokatie van het gewasareaal binnen de deelgebieden, als door stoffeigenschappen. In de uiterwaarden is de relatieve emissie als gevolg van uit- en afspoeling ongeveer een faktor 8 (akkerbouw), 6 (fruitteelt) of 3 (rundveehouderij) lager dan in de Bommelerwaard.

Voor de fruitteelt is de relatieve, totale emissie met 0,2% van het verbruik lager dan de 0,3% voor de akkerbouw, de 0,4% voor de chrysantenteelt, en de 0,5% voor de rundveehouderij. Voor de relatieve, totale emissie geldt dat deze in de uiterwaarden een faktor 7 (akkerbouw), 5 (fruitteelt) of 3 (rundveehouderij) lager is dan in de Bommelerwaard.

Tabel 23: Relatieve emissies naar het oppervlaktewater, in 5 bemalingsgebieden van de Bommelerwaard en de Uiterwaarden van de Afgedamde Maas (in % van het totale verbruik in tabel 22)

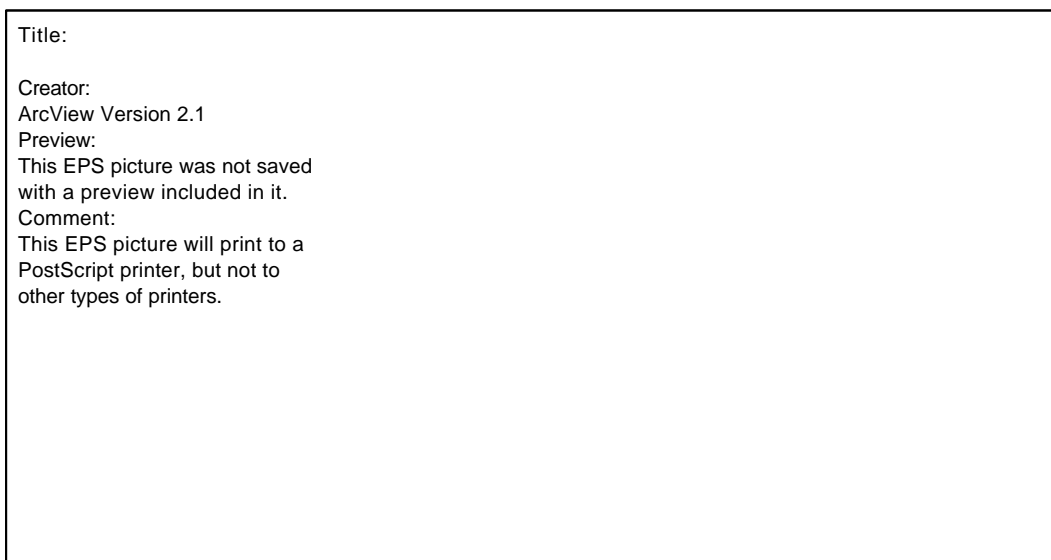
	Totale emissie naar het opper- vlaktewater (%)	Drift (%)	uit- en afspoeling (%)	Specifieke emissies uit kassen (%)
<b>Fruitteelt</b>				
Gemaal Van Dam van Brakel	0.22	0.017	0.20	-
Gemaal H.C. de Jongh	0.19	0.021	0.17	-
Gemaal de Rietschoof	0.20	0.029	0.17	-
Gemaal Baanbreker	0.20	0.022	0.18	-
Gemaal Bern	-	-	-	-
Subtotaal Bommelerwaard	0.20	0.021	0.18	-
Uiterwaarden Afgedamde Maas	0.04	0.013	0.03	-
Totaal	0.20	0.021	0.18	-
<b>Chrysanten</b>				
Gemaal Van Dam van Brakel	0.37	-	0.06	0.31
Gemaal H.C. de Jongh	0.37	-	0.06	0.31
Gemaal de Rietschoof	0.37	-	0.05	0.31
Gemaal Baanbreker	0.37	-	0.06	0.31
Gemaal Bern	-	-	-	-
Subtotaal Bommelerwaard	0.37	-	0.06	0.31
Uiterwaarden Afgedamde Maas	-	-	-	-
Totaal	0.37	-	0.06	0.31
<b>Rundveehouderij</b>				
Gemaal Van Dam van Brakel	0.41	0.008	0.40	-
Gemaal H.C. de Jongh	0.45	0.008	0.44	-
Gemaal de Rietschoof	0.29	0.009	0.28	-
Gemaal Baanbreker	0.54	0.008	0.53	-
Gemaal Bern	0.74	0.006	0.73	-
Subtotaal Bommelerwaard	0.49	0.008	0.49	-
Uiterwaarden Afgedamde Maas	0.15	0.003	0.14	-
Totaal	0.47	0.007	0.46	-
<b>Akkerbouw</b>				
Gemaal Van Dam van Brakel	0.50	0.013	0.49	-
Gemaal H.C. de Jongh	0.30	0.007	0.29	-
Gemaal de Rietschoof	0.88	0.012	0.87	-
Gemaal Baanbreker	0.27	0.006	0.26	-
Gemaal Bern	0.89	0.009	0.88	-
Subtotaal Bommelerwaard	0.39	0.009	0.38	-
Uiterwaarden Afgedamde Maas	0.05	0.003	0.05	-
Totaal	0.28	0.007	0.27	-

## 4.3 Oppervlaktewaterberekeningen

### 4.3.1 Verbliftijden

De verblijftijden in de Bommelerwaard zijn berekend voor de peilvakken of elementen van het oppervlaktewatersysteem. De aanvoer van water bestaat uit de

drainage vanaf het landoppervlak en uit de afvoer van het oppervlaktewater, dat binnen het bemalingsgebied via een eenduidige route naar het gemaal stroomt. De verblijftijd is berekend als de verhouding tussen het bergingsvolume van het element en het afvoerdebiet. Dit zijn gemiddelde verblijftijden voor de periode van week 21 t/m week 24 (22 mei t/m 18 juni 2000). De cumulatieve drainage in deze afvoerperiode is gelijk aan 51 mm per m<sup>2</sup> landoppervlak.



*Figuur 5: Gemiddelde verblijftijden in de Bommelerwaard, berekend voor de afvoerperiode van 22 mei t/m 18 juni 2000*

Uit figuur 5 is af te lezen dat de verblijftijd van het water over het algemeen het langst is in de gebieden langs de noord-, oost- en zuidrand van de Bommelerwaard, waar de afstand langs de route naar de Afgedamde Maas relatief groot is. In het centrale – en westelijke deel is de afstand langs de route naar de Afgedamde Maas korter. Door accumulatie van de afvoer uit de overige peilvakken wordt bovendien het afvoerdebiet groter.

De verblijftijd in het kleine open water van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is geschat, door aan te nemen dat deze gelijk is aan de kortste verblijftijd in de polders van de Bommelerwaard. Het minimum van de berekende verblijftijden is gelijk aan 0,5 d.

### **4.3.2 Belasting van de Afgedamde Maas**

Op basis van de afbraak- en verdampingssnelheid van de werkzame stoffen en de verblijftijden in het oppervlaktewater is de restfractie berekend (paragraaf 3.3.2). Het produkt van de restfractie en de emissie is gelijk aan de belasting van de Afgedamde Maas. De resultaten zijn in tabel 24 gegeven per deelgebied en per sector; in het bovenste deel van de tabel als hoeveelheid en in de onderste helft als restfractie van de emissie.

De totale belasting van de Afgedamde Maas (alle sectoren) is gelijk aan 20 kg; dat is 56% van de totale emissie van 36 kg werkzame stof. De grootste bijdrage aan deze belasting wordt geleverd door de rundveehouderij (7,0 kg), en de kleinste door de chrysantenteelt (2,6 kg). De bijdrage vanuit de uiterwaarden van de Afgedamde Maas aan de totale belasting is gelijk aan 0,6 kg. Binnen de Bommelerwaard is de restfractie van de totale emissie met 44% voor het bemalingsgebied de Jongh ongeveer een derde lager dan de 59% die voor het bemalingsgebied Baanbreker is berekend. Dit verschil wordt veroorzaakt door de bijdrage van de afzonderlijke sectoren. Het deel van de emissies dat het water van de Afgedamde Maas bereikt is per sector verschillend; voor de rundveehouderij en de akkerbouw is de restfractie ongeveer 90%, voor de fruitteelt 50%, en voor de chrysantenteelt 25%. Dit betekent dat de grootte van de belasting voor de rundveehouderij en de akkerbouw relatief onafhankelijk is van de verblijftijd. Dit wordt geïllustreerd door de restfractie voor het deelgebied Bern, waar ruim 90% van de emissie in de Afgedamde Maas terecht komt. Voor de uiterwaarden is de belasting met 96% vrijwel gelijk aan de berekende emissie. Dit wordt verklaard door de aanwezigheid van de rundveehouderij en de akkerbouw in dit deelgebied, en door de korte verblijftijd in de uiterwaarden (0,5 d). Voor de chrysantenteelt geldt juist dat de grootte van de belasting sterk afhankelijk is van de verblijftijd. De fruitteelt heeft wat dit betreft een gemiddelde positie tussen de andere sectoren.

Tabel 24: De belasting van de Afgedamde Maas met bestrijdingsmiddelen, per deelgebied en per sector, uitgedrukt als totale hoeveelheid werkzame stof (kg; emissieperiode 2000-2001), en als restfractie van de totale emissie (%)

	Fruitteelt (kg)	Chrysanten (kg)	Rundvee- houderij (kg)	Akkerbouw (kg)	Alle sectoren (kg)
Gemaal Van Dam van Brakel	0,32	0,44	0,73	1,9	3,4
Gemaal H,C, de Jongh	0,38	1,6	1,7	1,0	4,6
Gemaal de Rietschoof	0,15	0,064	0,15	0,40	0,76
Gemaal Baanbreker	5,1	0,46	4,1	0,97	11
Gemaal Bern	-	-	0,22	0,11	0,33
Subtotaal Bommelerwaard	5,9	2,5	6,8	4,4	20
Uiterwaarden Afgedamde Maas	0,070	-	0,20	0,32	0,59
Totaal	6,0	2,5	7,0	4,7	20
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Gemaal Van Dam van Brakel	50	23	89	85	60
Gemaal H,C, de Jongh	53	23	88	83	44
Gemaal de Rietschoof	49	27	86	86	64
Gemaal Baanbreker	48	27	90	88	59
Gemaal Bern	-	-	92	90	91
Subtotaal Bommelerwaard	48	24	89	85	55
Uiterwaarden Afgedamde Maas	84	-	98	98	96
Totaal	48	24	89	86	56

Uitgedrukt ten opzichte van het verbruik per sector, is de relatieve belasting met 0,09% voor de chrysantenteelt lager dan de 0,1% voor de fruitteelt, de 0,2% voor de akkerbouw, en de 0,4% voor de rundveehouderij.



## 5 Bespreking

### 5.1 Basisgegevens

De monitoringsgegevens van bestrijdingsmiddelen zijn afkomstig van 2 lokaties in de Afgedamde Maas, 1 lokatie in de Bommelerwaard, en 2 lokaties in de Maas. Omdat de monsterlokatie in het aanvoerkanaal van het gemaal Van Dam van Brakel niet representatief lijkt te zijn voor de gehele Bommelerwaard, en vanwege het ontbreken van gegevens over de werking van het gemaal (inlaat en uitlaat) op het tijdstip van bemonstering, zijn de monitoringsgegevens niet gebruikt om uitspraken te doen over de herkomst van het water van de Afgedamde Maas.

Omdat slechts 11 van de 64 werkzame stoffen, die voor de emissieberekeningen zijn geselecteerd, zijn opgenomen in de monitoring van het oppervlaktewater, zijn de mogelijkheden om de resultaten van de berekeningen te combineren met de monitoringsgegevens beperkt.

Uit eerder onderzoek is gebleken, dat het mogelijk is om voor een specifieke periode de bijdrage van de Maas aan de kwaliteit van het water van de Afgedamde Maas te schatten. Deze bijdrage bestaat uit directe aanvoer via het Heusdens Kanaal en indirecte aanvoer via de Bommelerwaard. Op basis van een balans van de watersystemen van de Bommelwaard en van het Afgedamde Maas bekken, zou de gemiddelde samenstelling van het uitgeslagen water van de Bommelerwaard en van het water van de Afgedamde Maas berekend kunnen worden. Op basis van de verblijftijd van het ingelaten Maaswater in de Bommelerwaard, zou de indirecte bijdrage van de Maas, via het uitgeslagen water van de Bommelerwaard, geschat kunnen worden. Op grond van de beschikbare informatie over de waterhuishouding en het waterbeheer in de polders van de Bommelerwaard is te verwachten dat het aandeel Maaswater in het polderwater het grootst zal zijn in het bemalingsgebied Baanbreker. Door de incidentele uitwisseling van water, waarvan de omvang niet precies bekend is, zou het aandeel Maaswater in het polderwater in de bemalingsgebieden H.C. de Jongh en de Rietschoof (tijdelijk) hoger kunnen zijn dan in het bemalingsgebied Van Dam van Brakel. In dit laatste bemalingsgebied wordt uitsluitend water van de Afgedamde Maas ingelaten.

Voor het berekenen van de verblijftijden in de Bommelerwaard is een eenvoudige methode gebruikt, die een beeld geeft van de verdeling van de gemiddelde verblijftijd in afvoersituaties (paragraaf 3.4). Met deze aanpak zijn verschillen tussen hoofdwaterlopen en perceelssloten in het gebied buiten beschouwing gebleven, waardoor de mogelijkheid bestaat dat de verblijftijd in het hoofdwaterlopenstelsel wordt overschat en de verblijftijd in perceelssloten wordt onderschat. Het zijn vooral deze hoofdwaterlopen van de Bommelerwaard die een rol spelen in het transport van het ingelaten water van de Maas in de richting van de Afgedamde Maas. Met een oppervlaktewatermodel, dat wél een onderscheid maakt tussen de dimensies en de

functies van de waterlopen in de Bommelerwaard, zouden ook in aanvoersituaties de verblijftijden berekend kunnen worden.

## 5.2 Emissies

In deze paragraaf worden de berekende emissies vergeleken met de resultaten van (Merkelbach et al., 1999) en die van de Evaluatie Meerjarenplan Gewasbescherming / MJP-G (EC-LNV, 2001).

De emissies als gevolg van drift zijn lager dan werd berekend in (Merkelbach et al., 1999). Voor de fruitteelt en de rundveehouderij geldt dat de emissies (in % van het verbruik) een factor 3 lager zijn. Dit wordt veroorzaakt door het gebruik van emissiepercentages die gelden voor de actuele situatie waarin een aantal emissiebeperkende maatregelen zijn doorgevoerd conform het Lozingenbesluit.

De emissie als gevolg van uit- en afspoeling is ruim hoger dan werd berekend in (Merkelbach et al., 1999). Voor de fruitteelt is de emissie via deze route een factor 70 en voor de rundveehouderij een factor 30 hoger. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door het gebruik van actuele weerjaren. De totale hoeveelheid neerslag over de emissieperiode 2000-2001 is met 1966 mm ongeveer de helft groter dan de 1380 mm over de periode 1995-1996, die door (Merkelbach et al., 1999) werd gebruikt voor de berekening van de emissiefactoren voor uit- en afspoeling. Hierdoor is de gesimuleerde grondwaterstand in de huidige emissieperiode hoger en is de hoeveelheid afvoer naar het oppervlaktewater groter.

De berekende hoeveelheid emissie in de richting van het oppervlaktewater van de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is gelijk aan 36 kg werkzame stof. In (Merkelbach et al., 1999) werd een totale hoeveelheid emissie van 28 kg berekend voor de gehele agrarische sector. De totale emissie is met 0,28% van het verbruik een factor 3 hoger dan in de vorige studie. Dit wordt met name veroorzaakt door de emissie als gevolg van uit- en afspoeling. Volgens de landsdekkende berekeningen van de MJP-G is de totale emissie naar het oppervlaktewater en het grondwater gelijk aan 0,34% van het verbruik. Deze vergelijking is slechts indicatief, vanwege de geringe invloed van individuele weerjaren op de uitkomsten van de MJP-G.

De totale emissie naar het oppervlaktewater van de Bommelerwaard is gelijk aan 36 kg werkzame stof, berekend over de periode 2000-2001. De totale emissie naar het open water van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is gelijk aan 0,61 kg, of 1,7% van de emissie naar het oppervlaktewater van de Bommelerwaard. Verder geldt dat het totale areaal van de 4 agrarische sectoren in de uiterwaarden gelijk is aan 7,5% van het areaal in de Bommelerwaard. Met name door ondiepere grondwaterstanden is de emissie per eenheid van verbruik in de Bommelerwaard gemiddeld een factor 4 hoger dan in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.



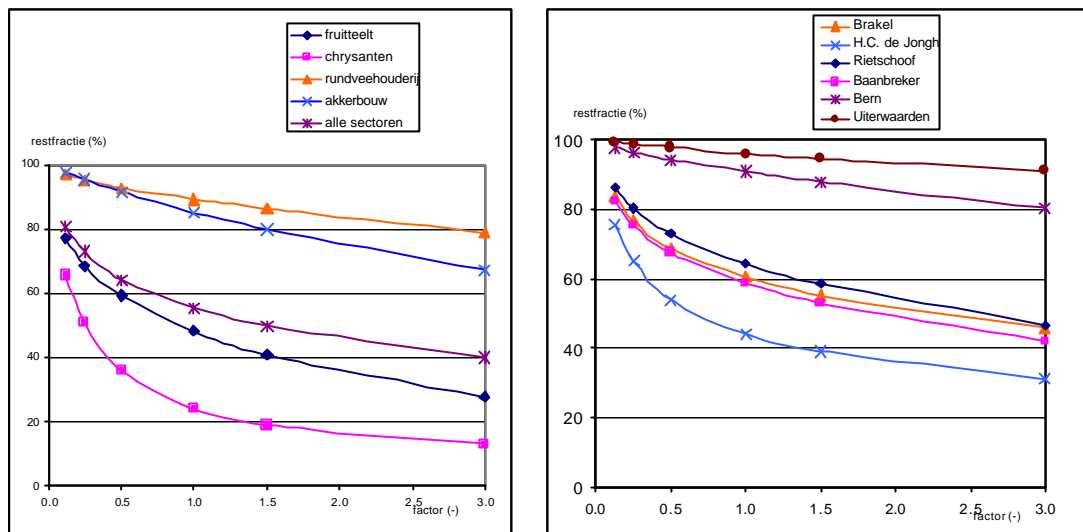
### 5.3 Belasting

In deze paragraaf wordt de samenstelling van de belasting van de Afgedamde Maas besproken, in relatie tot de gevoeligheid van de resultaten voor de verblijftijd in het oppervlaktewater.

De belasting van de Afgedamde Maas is berekend als de restfractie van de hoeveelheid emissie. De totale belasting van de Afgedamde Maas vanuit de Bommelerwaard is gelijk aan 20 kg. De totale belasting vanuit de uiterwaarden is gelijk aan 0,59 kg, of 3% van de belasting vanuit de Bommelerwaard. Deze hoeveelheden komen overeen met een restfractie van 56% voor de Bommelerwaard en 94% voor de uiterwaarden.

Om de berekening van de bijdragen aan de belasting van de Afgedamde Maas met bestrijdingsmiddelen te onderbouwen, is de gevoeligheid van de belasting voor de verblijftijd in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard en van de uiterwaarden onderzocht.

In de linker helft van figuur 6 is de restfractie van de totale emissie per sector uitgezet tegen de gevoeligheid voor de verblijftijd. Door de berekende verblijftijden met een bepaalde waarde te vermenigvuldigen, wordt het effect van een langere of kortere verblijftijd op de berekende restfractie zichtbaar. Bij een gevoeligheidsfactor gelijk aan 1 komen de restfracties overeen met de waarden uit tabel 24. Voor alle sectoren gezamenlijk is de restfractie van de emissies voor de Bommelerwaard gelijk aan 56%. In figuur 6 is te zien dat deze restfractie daalt tot 40% als de verblijftijden met een faktor 3 toenemen, en stijgt tot 70% als de verblijftijden met dezelfde faktor afnemen. De restfractie voor de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zou bij deze toename van de verblijftijden dalen tot 91%, en bij deze afname van de verblijftijden stijgen tot 98%.



Figuur 6: Gevoeligheid van de belasting van de Afdamde Maas (uitgedrukt als restfractie van de emissie) voor de verblijftijd in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard en in de uiterwaarden van de Afdamde Maas. In de linker afbeelding is de restfractie per sector, en in de rechter afbeelding per deelgebied weergegeven.

In de rechter helft van figuur 6 is de restfractie van de totale emissie per deelgebied uitgezet tegen de gevoeligheid voor de verblijftijd. De gevoeligheid van de belasting voor de verblijftijd is het grootst voor het bemalingsgebied H.C. de Jongh. Dit wordt veroorzaakt door de omvang van de chrysantenteelt in dit deelgebied. Voor de andere deelgebieden van de Bommelerwaard geldt een vrijwel gelijke gevoeligheid.

## 6 Conclusies

Door een hogere slootdichtheid is de driftemissiegevoeligheid in de polders van de Bommelerwaard een faktor 3 hoger dan in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.

Het onderscheid in de gevoeligheid voor emissie als gevolg van uit- en afspoeling in het studiegebied heeft vooral een hydrologische basis. Door ondiepere grondwaterstanden is de emissie per eenheid van verbruik in de Bommelerwaard gemiddeld een faktor 4 hoger dan in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.

De berekende emissie naar het oppervlaktewater van de Bommelerwaard is gelijk aan 36 kg werkzame stof (toepassing in het jaar 2000; emissieperiode 2000-2001). De berekende emissie naar het open water van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas is gelijk aan 0,61 kg, of 1,7% van de emissie naar het oppervlaktewater van de Bommelerwaard.

Op sectorniveau neemt de emissie per eenheid van verbruik toe in de volgorde fruitteelt, akkerbouw, chrysantenteelt, rundveehouderij.

De berekende belasting van de Afgedamde Maas vanuit de Bommelerwaard is gelijk aan 20 kg. De berekende belasting vanuit de uiterwaarden is gelijk aan 0,59 kg. Dit komt overeen met een relatieve bijdrage vanuit de uiterwaarden die gelijk is aan 3% van de belasting vanuit de Bommelerwaard.

De gevoeligheid van de belasting van de Afgedamde Maas voor de verblijftijd in het oppervlaktewater is voor de Bommelerwaard groter dan voor de uiterwaarden. De belasting vanuit de Bommelerwaard daalt tot 40% van de emissie als de verblijftijden met een faktor 3 toenemen, en stijgt tot 70% als de verblijftijden met dezelfde faktor afnemen. De belasting vanuit de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zou bij deze toename van de verblijftijden dalen tot 91%, en bij deze afname van de verblijftijden stijgen tot 98%.

De grootste bijdrage aan de belasting van de Afgedamde Maas wordt geleverd door de rundveehouderij (7,0 kg), en de kleinste door de chrysantenteelt (2,6 kg). Op sectorniveau neemt de belasting per eenheid van verbruik toe in de volgorde chrysantenteelt, fruitteelt, akkerbouw, rundveehouderij.



## Literatuur

Adriaanse, P.I., W.H.J. Beltman, E. Westein, W.W.M. Brouwer en S. van Nierop (1997). A proposed policy for differentiated hazard evaluation of pesticides in surface waters. Exposure concentrations simulated by TOXSWA and ecotoxicological hazards of pesticides in field ditches and main watercourses. Wageningen, DLO Staring Centrum. Report 141.

Beltman, W.J.H., 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 Winand Staring Centre. Report 161.

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

CIW, 2000. Normen voor het waterbeheer - Achtergronddocument NW4. Commissie Integraal Waterbeheer.

CLM, 2002 (concept). Gebiedsconvenant Bommelerwaard - Boeren en tuinders leveren zuiver water aan de Afgedamde Maas. Centrum voor Landbouw en Milieu, DLV Advies-groep, Alterra, Utrecht.

DHV, 1993. Beheersmodel Afgedamde Maas Bekken – Invoedsfactoren en randvoorwaarden voor een operationeel model. DHV Water BV, Amersfoort, 1993.

DZH, 2000. Grondgebruik in de uiterwaarden van de Afgedamde Maas. Ingekleurde topografische kaart, vervaardigd op basis van veldonderzoek in juli 2000.

EC-LNV, 2001. Evaluatie Meerjarenplan gewasbescherming - Achtergronddocument - Eindevaluatie van de taakstellingen over de periode 1990-2000. Expertisecentrum LNV, Ede.

Hoekstra, J.R., S.H.J.F. Seegers en F.C. van der Schans, 2001. Zuiver water uit de Bommelerwaard – Perspectieven voor een convenant tussen het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland en de agrariërs in de Bommelerwaard. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht, 89 pp.

Hornsby A.G., R.D. Wauchope, A.D. Herner (1996). Pesticide properties in the environment. New York, Springer-Verlag Inc.

Linders J.B.J.H., J.W. Jansma, B.J.W.G. Mensink, K. Otterman (1994). Pesticides; Benefaction or Pandora's box. A synopsis of the environmental aspects of 243 pesticides. Bilthoven, RIVM. Report 679101014.

Merkelbach, R.C.M., S.J.H. Crum, J.W. Deneer, R. Kruijne, R.A. Smidt, en P.C. Leendertse, 1999. Belasting van de Afgedamde Maas door Bestrijdingsmiddelen en meststoffen. Een inventarisatie van probleemstoffen. Alterra, Wageningen. Rapport 676.

Rijn, J.P. van, N.M. van Straalen, J. Willems (1995). Handboek bestrijdingsmiddelen gebruik & milieu-effecten. Amsterdam, VU Boekhandel/Uitgeverij b.v.

Rijswijk, S. van, 1999. De Afgedamde Maas. Onderzoeksopdracht Hogeschool Brabant, Faculteit Techniek & Natuur, Opleiding Milieukunde. Dienst Landelijk gebied, Gelderland/Regio Oost, Arnhem.

Tomlin, C (ed.) (1998). The pesticide manual, 11th edition. Bath, The British Crop Protection Council and The Royal Society of Chemistry. The Bath Press.

Westein, E., M.J.W. Jansen, P.I. Adriaanse, W.H.J. Beltman (1998). Sensitivity analysis of the TOXSWA model. Wageningen, DLO Winand Staring Centre. Report 153.

## Aanhangsel 1 Verbruiksgegevens

Tabel 1-1: Overzicht van het gebruik van werkzame stoffen in de teelt van appels in het jaar 2000, o.b.v. de spuitgegevens van 10 fruitelers (Hoekstra et al., 2001)

Werkzame stof	Omvang	Gemiddelde	Gebieds-		Type werking (zie tekst)
	van het gebruik	dosering	gemiddeld	gebruik	
	(-)	(kg.ha <sup>-1</sup> )	(kg.ha <sup>-1</sup> )	(%)	
Tolyfluanide	0,8	3,5	2,8	32	F
Dithianon	1,0	1,9	1,9	21	F
Captan	0,4	2,0	0,81	9	F
Glyfosaat	1,0	0,68	0,68	8	H
MCPA	1,0	0,44	0,44	5	H
Kresoxim-methyl	0,7	0,53	0,37	4	F
Fruitmotvirus	0,5	0,71	0,36	4	I
Pirimicarb	1,0	0,25	0,25	3	I
Carbendazim	0,5	0,43	0,21	2	F
Fenoxycarb	1,0	0,18	0,18	2	I
Pyrimethanil	0,6	0,26	0,15	2	F
Carbaryl	0,4	0,26	0,10	1	I
Difenoconazole	0,8	0,12	0,093	1	F
Gibberellin A4+A7	0,3	0,26	0,079	1	O
Dodine	0,3	0,26	0,077	1	F
Imidacloprid	0,9	0,058	0,052	1	I
Triadimenol	0,9	0,054	0,049	1	F
Amitrol	0,2	0,18	0,035	< 1	H
Metiram	0,1	0,32	0,032	< 1	F
Koperhydroxide	0,1	0,15	0,015	< 1	O
Bupirimaat	0,2	0,037	0,0073	< 1	F
Dichlobenil	0,1	0,049	0,0049	< 1	H
Diflubenzuron	0,2	0,016	0,0033	< 1	I
1-naftylaceetamide	0,1	0,006	0,0006	< 1	H
Totaal			8,7	100	

Medio 2000 was de toelating van *captan*, *dichlobenil*, *MCPA* en *methiram* in 2000 in herbeoordeling.

Tabel 1-2: Overzicht van het gebruik van werkzame stoffen in de teelt van peren in het jaar 2000, o.b.v. de spuitgegevens van 5 fruitelers (Hoekstra et al., 2001)

Werkzame stof	Omvang van het gebruik	Gemiddelde dosering	Gebiedsgemiddeld gebruik	Type werking (zie tekst)	
	(-)	(kg.ha <sup>-1</sup> )	(kg.ha <sup>-1</sup> ) (%)		
Tolyfluanide	1,0	11	11	57	F
Dithianon	1,0	2,8	2,8	15	F
Captan	1,0	2,6	2,6	14	F
Glyfosaat	0,8	0,64	0,51	3	H
Koperoxychloride	0,4	0,86	0,34	2	F
MCPA	0,8	0,38	0,31	2	H
Mancozeb	0,2	1,46	0,29	2	F
Carbendazim	0,6	0,45	0,27	1	F
Pyrimethanil	0,6	0,37	0,22	1	F
Fenoxycarb	0,8	0,14	0,11	1	I
Amitraz	0,4	0,27	0,11	1	I
Mecoprop-p	0,4	0,21	0,083	< 1	H
Thiram	0,2	0,39	0,078	< 1	F
Bitertanol	0,2	0,15	0,030	< 1	F
Dodine	0,2	0,15	0,029	< 1	F
Kresoxim-methyl	0,2	0,075	0,015	< 1	F
2,4-D	0,2	0,066	0,013	< 1	H
Diflubenzuron	0,4	0,026	0,011	< 1	I
Pirimicarb	0,2	0,050	0,010	< 1	I
Difenoconazool	0,2	0,025	0,005	< 1	F
Totaal			18	100	

Medio 2000 was de toelating van *captan*, *dichlobenil*, *MCPA* en *methiram* in 2000 in herbeoordeling.



Tabel 1-3: Overzicht van het gebruik van werkzame stoffen door een groep van 7 telers van chrysanten in het jaar 2000 (Hoekstra et al., 2001)

Werkzame stof	Gemiddeld gebruik		Type werking
	(kg.ha <sup>-1</sup> )	(%)	
Etridiazool	8,6	26	F
Daminozide	7,0	22	O
Methiocarb	4,6	14	O
Tolclofos-methyl	3,5	11	F
Parathion-ethyl	2,7	8	I
Chloorthalonil	1,8	6	F
Carbofuran	1,2	4	I
Methomyl	1,0	3	I
Acefaat	0,38	1	I
Cyromazin	0,32	1	I
Tolyfluanide	0,29	1	F
Gibberella zuur A3	0,26	1	O
Imidacloprid	0,20	1	I
Dienochloor	0,19	1	I
Abamectine	0,13	< 1	I
Triazamaat	0,10	< 1	I
Glyfosaat	0,08	< 1	H
Teflubenzuron	0,06	< 1	I
Hexythiazox	0,015	< 1	I
Totaal	32	100	

Tabel 1-4: Overzicht van het gebruik van werkzame stoffen in 73.2 ha maisteelt in het jaar 2000, o.b.v. de gegevens van 10 telers en 2 loonwerkers (Hoekstra et al., 2001)

Werkzame stof	Omvang van het gebruik (-)	Gemiddelde dosering (kg.ha <sup>-1</sup> )	Gebieds-gemiddeld gebruik		Type werking
			(kg.ha <sup>-1</sup> )	(%)	
Pyridaat	0,15	2,0	0,30	33	H
Terbutylazin	0,13	2,1	0,27	30	H
Sulcotrion	0,21	0,83	0,18	20	H
Bromoxynil	0,18	0,50	0,090	10	H
Dicamba	0,06	0,61	0,038	4	H
Nicosulfuron	0,15	0,13	0,020	2	H
Totaal			0,89	100	

Tabel 1-5: Selectie op basis van het landelijk gemiddeld gebruik, van 8 werkzame stoffen toegepast in de teelt van consumptieaardappelen (Bron: Landbouwmetelling; CBS 1998).

Werkzame stof	Landelijk gemiddeld gebruik (kg,ha <sup>-1</sup> )	Relatief gebruik (%)	Cumulatief, relatief gebruik (%)
Mancozeb	3,68	26	26
Maneb	1,95	14	40
Chloorthalonil	1,40	10	49
Propamocarb-hydrochloride	1,40	10	59
Fluazinam	1,31	9	69
Prosulfocarb	0,83	6	74
Diquat dibromide	0,53	4	78
Fentin-acetaat	0,52	4	82
Totaal (92 werkzame stoffen)	14,20	100	100

Tabel 1-6: Selectie op basis van het landelijk gemiddeld gebruik, van 5 werkzame stoffen toegepast in de teelt van suikerbieten (Bron: Landbouwmetelling; CBS 1998)

Werkzame stof	Landelijk gemiddeld gebruik (kg,ha <sup>-1</sup> )	Relatief gebruik (%)	Cumulatief, relatief gebruik (%)
Metamitron	1,05	36	36
Chloridazon	0,51	18	54
Ethofumesaat	0,33	12	66
Fenmedifam	0,28	10	75
Glyfosaat	0,18	6	81
Totaal (76 werkzame stoffen)	2,89	100	100

Tabel 1-7: Selectie op basis van het landelijk gemiddeld gebruik, van 11 werkzame stoffen toegepast in de teelt van wintertarwe (Bron: Landbouwmetelling; CBS 1998).

Werkzame stof	Landelijk gemiddeld gebruik (kg,ha <sup>-1</sup> )	Relatief gebruik (%)	Cumulatief, relatief gebruik (%)
Chloormequat	0,59	16	16
Isoproturon	0,56	16	32
MCPA	0,38	11	42
Mecoprop-P	0,35	10	52
Fenpropimorf	0,27	7	60
Maneb	0,24	7	66
Chloortoluron	0,14	4	70
Epoxiconazool	0,12	4	74
Carbendazim	0,10	3	76
Fluroxypyr	0,09	3	79
Kresoxim-methyl	0,09	3	81
Totaal (78 werkzame stoffen)	3,60	100	100

## Aanhangsel 2 Stofparameters

Voor ontbrekende parameters is de waarde –1.0 ingevuld.

Werkzame stof	Mol- massa	Dampdruk (temperatuur)	Oplosbaarheid (temperatuur)	Sorptie- coëfficiënt	Half- waardetijd in bodem	Half- waardetijd in water / sediment		
	(g/mol)	(mPa)	(°C)	(mg/l)	(°C)	(dm <sup>3</sup> /kg)	(d)	(d)
1-naftylaceetamide	185,20	1.00E-02	25,0	3.90E+01	40,0	-1.00E+00	1.00E+02	-1.00E+00
2,4-D	221,04	1.00E+00	20,0	8.90E+02	25,0	2.60E+01	8.00E+00	6.50E+01
Abamectine	873,10	2.00E-04	22,5	5.00E+00	20,0	2.86E+03	2.80E+01	-1.00E+00
Acefaat	183,16	2.30E-01	22,5	8.18E+05	20,0	3.30E+01	8.00E+00	4.80E+01
Amitraz	293,40	3.50E-01	25,0	1.00E+00	22,5	5.71E+02	2.00E+00	-1.00E+00
Amitrol	84,08	5.90E-02	22,5	3.60E+05	22,5	7.50E+01	7.00E-01	-1.00E+00
Bitertanol	337,40	2.20E-07	20,0	2.90E+00	20,0	6.46E+03	2.60E+01	-1.00E+00
Bromoxynil	276,90	1.00E+00	20,0	1.30E+02	25,0	1.09E+02	1.00E+01	5.00E+01
Bupirimaat	316,40	1.00E-01	25,0	2.20E+01	25,0	3.00E+02	7.90E+01	4.20E+01
Captan	300,61	1.10E-02	25,0	5.10E+00	22,5	7.50E+01	1.00E+00	5.20E-01
Carbaryl	201,23	1.60E-01	24,0	1.20E+02	30,0	3.40E+01	1.40E+01	-1.00E+00
Carbendazim	191,19	6.50E-05	20,0	8.00E+00	20,0	7.60E+01	5.20E+01	5.20E+01
Carbofuran	221,25	8.00E-02	22,5	3.51E+02	25,0	1.30E+01	5.00E+01	3.80E+00
Chloormequat	158,10	1.00E-02	20,0	1.00E+06	20,0	4.80E+01	1.30E+00	1.40E+01
Chloorthalonil	265,90	7.60E-02	25,0	9.00E-01	25,0	5.03E+03	1.00E+01	-1.00E+00
Chloortoluron	212,70	1.70E-02	25,0	7.40E+01	25,0	1.33E+02	6.30E+01	7.80E+01
Chloridazon	221,60	1.00E-02	20,0	3.40E+02	20,0	6.40E+01	3.10E+01	5.70E+01
Cyromazin	166,19	4.48E-04	25,0	1.36E+04	22,0	5.80E+01	9.30E+01	9.40E+01
Daminozide	160,20	1.00E-03	22,5	1.00E+05	25,0	1.80E+00	4.50E+00	6.00E+00
Dicamba	221,00	4.50E+00	25,0	6.50E+03	25,0	0.00E+00	4.80E+01	6.00E+01
Dichlobenil	172,02	1.33E+02	25,0	2.12E+01	25,0	1.25E+02	7.00E+01	6.00E+00
Dienochloor	474,60	1.30E+00	25,0	2.50E+01	20,0	1.15E+02	1.80E+01	3.65E+02
Difenoconazool	406,30	3.30E-05	25,0	1.60E+01	25,0	1.84E+03	1.40E+02	3.10E+01
Diflubenzuron	310,69	1.20E-04	25,0	8.00E-02	25,0	1.04E+02	3.00E+00	-1.00E+00
diquat dibromide	344,06	1.20E-02	25,0	7.18E+05	20,0	5.84E+03	1.00E+03	3.20E+01
Dithianon	296,30	6.60E-02	25,0	5.00E-01	20,0	1.03E+02	5.00E+00	5.00E-01
Dodine	287,44	1.00E-02	20,0	6.30E+02	25,0	1.34E+03	1.90E+01	1.00E+00
Epoxiconazool	-1,00	9.00E-03	20,0	6.63E+00	2,0	1.06E+03	-1.00E+00	-1.00E+00
Ethofumesaat	286,30	6.50E-01	25,0	5.00E+01	25,0	8.40E+01	3.70E+01	1.25E+02
Etridiazool	247,53	1.30E+01	20,0	5.00E+01	25,0	1.40E+02	2.30E+01	1.00E+00
Fenmedifam	-1,00	-1.00E+00	-1,0	-1.00E+00	-1,0	-1.00E+00	-1.00E+00	-1.00E+00
Fenoxycarb	301,30	1.70E-03	25,0	6.00E+00	22,5	5.71E+02	1.60E+01	-1.00E+00
Fenpropimorf	303,50	2.30E+00	20,0	4.30E+00	20,0	2.08E+03	6.70E+01	2.20E+01
fentin-acetaat	409,00	1.90E+00	60,0	9.00E+00	20,0	1.30E+03	4.60E+01	3.10E+01
Fluazinam	465,10	1.50E+00	25,0	1.70E+00	25,0	5.33E+03	1.07E+02	1.00E+00
Fluroxypyr	255,00	3.78E-06	20,0	9.10E+01	20,0	3.50E+01	2.70E+01	2.40E+01
Glyfosaat	169,10	0.00E+00	25,0	1.20E+04	25,0	3.20E+03	3.80E+01	7.00E+00
Hexythiazox	352,90	3.10E-03	25,0	5.00E-01	25,0	2.10E+03	1.40E+01	-1.00E+00
Imidacloprid	255,70	2.00E-04	20,0	5.10E+02	20,0	1.44E+02	1.80E+02	3.00E+01
Isoproturon	206,30	3.30E-03	20,0	6.50E+01	22,0	6.30E+01	4.60E+01	7.90E+01
Kresoxim-methyl	313,40	2.30E-03	20,0	2.00E+00	20,0	1.36E+02	6.00E-01	1.80E+00

Werkzame stof	Mol-	Dampdruk	Oplosbaarheid		Sorptie-		Half- waardetijd in water / sediment (d)	
	massa	(temperatuur)	(temperatuur)	(temperatuur)	coëfficiënt			
	(g/mol)	(mPa)	(°C)	(mg/l)	(°C)	(dm <sup>3</sup> /kg)	(d)	
Mancozeb	330,00	0.00E+00	25,0	6.00E+00	25,0	1.14E+03	5.00E+00	1.50E+00
Maneb	265,29	0.00E+00	25,0	6.00E+00	25,0	1.14E+03	5.60E+01	5.60E+01
MCPA	200,60	2.30E-02	20,0	7.34E+02	25,0	2.90E+01	1.50E+01	8.00E+00
Mecoprop-P	214,60	4.00E-01	20,0	8.60E+02	20,0	4.91E-01	1.30E+01	1.20E+01
Metamitron	202,20	8.60E-04	20,0	1.70E+03	20,0	1.00E+02	3.00E+01	1.90E+01
Methiocarb	225,30	1.50E-02	20,0	2.70E+01	20,0	5.06E+02	6.10E+01	2.00E+00
Methomyl	162,20	6.70E+00	25,0	5.80E+04	25,0	1.20E+01	8.00E+00	-1.00E+00
Metiram	1088,70	0.00E+00	25,0	1.00E-01	22,5	2.86E+05	6.00E+00	5.00E+00
Nicosulfuron	410,40	7.50E-02	20,0	1.22E+04	20,0	2.40E+01	3.40E+01	4.50E+01
Parathion-ethyl	291,27	8.90E-01	20,0	1.10E+01	20,0	1.75E+03	4.90E+01	1.50E+00
Pirimicarb	238,30	4.00E+00	30,0	2.70E+03	25,0	4.61E+02	1.08E+02	1.08E+02
Propamocarb-hydrochloride	224,70	8.00E-01	25,0	8.67E+05	25,0	1.79E+02	2.50E+01	2.50E+01
Prosulfocarb	251,40	6.90E-02	25,0	1.32E+01	20,0	9.96E+02	2.40E+01	2.40E+01
Pyridaat	378,90	1.30E-04	20,0	1.50E+00	20,0	4.61E+02	5.00E+00	5.00E-01
Pyrimethanil	199,30	2.20E+00	25,0	1.21E+02	25,0	2.99E+02	-1.00E+00	-1.00E+00
Sulcotrion	328,80	5.00E-03	25,0	1.65E+02	25,0	2.30E+01	1.70E+01	4.80E+01
Teflubenzuron	381,10	8.00E-07	20,0	1.90E-02	23,0	1.01E+04	4.90E+01	7.10E+01
Terbutylazin	229,70	1.50E-01	25,0	8.50E+00	20,0	1.80E+02	1.14E+02	2.01E+02
Thiram	240,40	2.30E+00	25,0	1.80E+01	22,5	4.20E+00	1.80E+01	-1.00E+00
Tolclofos-methyl	301,10	5.70E+01	22,5	3.00E-01	23,0	1.56E+03	6.60E+01	2.60E+01
Tolyfluanide	347,20	1.60E-02	20,0	9.00E-01	22,5	1.10E+01	1.00E+00	1.30E+01
Triadimenol	295,80	4.10E-05	20,0	4.70E+01	20,0	1.34E+02	1.14E+02	9.20E+01
Triazamaat	314,40	1.60E-01	25,0	4.48E+02	20,0	1.30E+02	2.50E-01	-1.00E+00

### Aanhangsel 3 Overzicht van toepassingen (gewas- stof-combinaties)

Werkzame stof	Aardappel	Appels	Chrysanthen	grasland	peren	Mais	suikerbieten	winter-tarwe
1-naftylaceetamide								
2,4-D								
Abamectine								
Acefaat								
Amitraz								
Amitrol								
Bitertanol								
Bromonil								
Bupirimaat								
Captan		Toelating? Vervallen			Toelating?			
Carbaryl								
Carbendazim								
Carbofuran								
Chloormequat								
Chloorthalonil								
Chloortoluron								Vervallen
Chloridazon								
Cyromazin								
Daminozide								
Dicamba								
Dichlobenil								
Dienochloor								
Difenoconazool								
Diflubenzuron								
Diquat dibromide								
Dithianon								
Dodine								
Epoxiconazool								
Ethofumesaat								
Etridiazool								
Fenmedifam								
Fenoxycarb								
Fenpropimorf								
Fentin-acetaat								
Fluazinam								
Fluroxypyr								
Glyfosaat								
Hexythiazox								
Imidacloprid								
Isoproturon								
Kresoxim-methyl								
Mancozeb								
Maneb								
MCPA								
Mecoprop-P								
Metamitron								
Methiocarb								
Methomyl								
Metiram								
Nicosulfuron								
Parathion-ethyl								
Pirimicarb								
Propamocarb-hydrochloride	Toelating?							
Prosulfocarb								
Pyridaat								
Pyrimethanil								
Sulcotrion								
Teflubenzuron								
Terbutylazin								
Thiram								
Tolclofos-methyl								
Tolyfluanide								
Triadimenol								
Triazamaat								



## Aanhangsel 4 Emissies per werkzame stof

Tabel 4-1: Verbruik en berekende emissies naar het oppervlaktewater, voor 27 werkzame stoffen toegepast in de fruitteelt in de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.

	Verbruik (kg/jr)	Totale Emissie (kg)	Drift (kg)	af- en uitspoeling (kg)
MCPA	215	5,2	0,0023	5,2
Dithianon	1210	3,1	0,28	2,8
Carbendazim	128	1,0	0,030	1,0
Tolyfluanide	3030	0,91	0,70	0,21
Pirimicarb	90	0,46	0,021	0,44
Imidacloprid	18	0,26	0,004	0,25
Mecoprop-P	16	0,26	0,00018	0,26
Captan	801	0,24	0,19	0,05
Thiram	15	0,21	0,0035	0,20
Triadimenol	17	0,20	0,0040	0,19
Glyfosaat	339	0,19	0,004	0,18
Fenoxycarb	86	0,12	0,020	0,099
Carbaryl	36	0,09	0,01	0,085
Difenoconazool	34	0,06	0,0078	0,048
2,4-D	2,6	0,044	0,000028	0,044
Kresoxim-methyl	134	0,032	0,031	0,00075
Mancozeb	57	0,029	0,013	0,015
Dodine	33	0,023	0,0076	0,016
Pyrimethanil	98	0,023	0,023	0
Dichlobenil	1,7	0,022	0	0,022
Bupirimaat	2,6	0,014	0,00060	0,014
Amitraz	21	0,0063	0,0049	0,0014
Diflubenzuron	3,2	0,0058	0,0007	0,0051
Metiram	11	0,0026	0,0026	< 0,001
Bitertanol	5,8	0,0020	0,0013	< 0,001
Amitrol	12	0,0016	< 0,001	0,0015
1-naftylaceetamide	0,21	< 0,001	< 0,001	0
<b>Totaal</b>	<b>6418</b>	<b>13</b>	<b>1,4</b>	<b>11</b>

Tabel 4-2: Verbruik en berekende emissies voor 18 werkzame stoffen toegepast in de teelt van chrysanten in de Bommelerwaard.

Werkzame stof	Verbruik (kg/jr)	Totale emissie naar het oppervlakte- water (kg)	Emissie naar de lucht a.g.v. ventilatie uit kassen (kg)
etridiazool	757	3,1	303
daminozide	622	2,1	6,2
methiocarb	404	1,3	20
tolclofos-methyl	310	1,2	124
parathion-ethyl	235	0,91	24
carbofuran	106	0,64	5
chloorthalonil	160	0,49	8,0
methomyl	91	0,32	27
acefaat	34	0,11	3,4
cyromazin	28	0,11	0,28
tolyfluanide	26	0,078	1,3
imidacloprid	18	0,062	0,18
dienochloor	17	0,053	5,1
abamectine	11	0,035	0,11
triazamaat	9,1	0,030	0,91
glyfosaat	7,2	0,022	0,072
teflubenzuron	5,3	0,017	0,053
hexythiazox	1,3	0,0040	0,013
<b>totaal</b>	<b>2842</b>	<b>11</b>	<b>529</b>

Tabel 4-3: Verbruik en berekende emissies naar het oppervlaktewater, voor 6 werkzame stoffen toegepast in de rundveehouderij in de Bommelerwaard en de uiterwaarden van de Afgedamde Maas.

	Verbruik (kg/jr)	totale emissie (kg)	Drift (kg)	Af- en uitspoeling (kg)
sulcotrion	140	3,1	0,0094	3,1
terbutylazin	217	2,9	0,015	2,9
dicamba	30	0,79	0,0020	0,79
glyfosaat	999	0,52	0,079	0,44
bromoxynil	73	0,35	0,0049	0,34
pyridaat	247	0,29	0,017	0,27
<b>totaal</b>	<b>1705</b>	<b>7,9</b>	<b>0,13</b>	<b>7,8</b>



Tabel 4-4: Verbruik en berekende emissies naar het oppervlaktewater, voor 23 werkzame stoffen toegepast in de akkerbouw.

	verbruik (kg/jr)	totale emissie (kg)	Drift (kg)	Af- en uitspoeling (kg)
Isoproturon	75	1,2	0,015	1,2
metamitron	103	1,2	0,0051	1,2
chloridazon	50	0,80	0,0025	0,80
ethofumesaat	33	0,41	0,0016	0,41
MCPA	51	0,41	0,010	0,40
propamocarb-hydrochloride	169	0,35	0,0061	0,34
Mecoprop-P	47	0,26	0,0093	0,25
Chloortoluron	18	0,23	0,0036	0,23
Maneb	268	0,15	0,015	0,14
Prosulfocarb	100	0,11	0,0036	0,10
Fluroxypyr	13	0,10	0,0025	0,10
Mancozeb	443	0,072	0,016	0,056
Carbendazim	13	0,065	0,0026	0,063
Chloormequat	79	0,034	0,0157	0,018
Fluazinam	159	0,032	0,0057	0,027
fentin-acetaat	63	0,028	0,0023	0,026
diquat dibromide	64	0,018	0,0023	0,016
Fenpropimorf	36	0,014	0,0071	0,0067
Chloorthalonil	169	0,012	0,0061	0,0059
Glyfosaat	17	0,0080	< 0,001	0,0072
Epoxiconazool	17	0,0033	0,0033	0
Kresoxim-methyl	12	0,0026	0,0024	< 0,001
Fenmedifam	28	0,0014	0,0014	0
Totaal	2024	5,5	0,14	5,4



**Aanhangsel 5 Notitie (Ruud Steen, DZH) “Overzicht van het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in de Maas, Afgedamde Maas en Bommelerwaard”**



van Ruud Steen  
aan Betrokkenen Zuiver Water in de Bommelerwaard

Overzicht van het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in de Maas, Afgedamde Maas en Bommelerwaard.

### Inleiding

In het kader van het project Zuiver Water in de Bommelerwaard zijn de afgelopen jaren verschillende rapportages verschenen<sup>1,2</sup> waarin het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in de ruwwaterbronnen van DZH is besproken. Deze rapportages richtten zich voornamelijk op het identificeren van de probleemstoffen waar in het vervolgtraject emissiereducerende maatregelen voor in kaart zijn gebracht. In deze notitie wordt de situatie met betrekking tot normoverschrijding (zowel drinkwaternorm als MTR) in de ruwwaterbronnen van DZH voor een langere periode (1998 t/m 2001) besproken. Dit, om inzicht te verkrijgen in de veranderingen in de waterkwaliteit met betrekking tot bestrijdingsmiddelen en om mogelijke verschuivingen in probleemstoffen te identificeren. Actualisatie van probleemstoffen is met name voor bestrijdingsmiddelen van belang omdat door het toelatingsbeleid het totale middelenpakket sterk aan verandering onderhevig is. Sommige middelen hebben in de afgelopen vier jaar een verbod gekregen. Hierdoor zullen naar verwachting de concentraties in het oppervlaktewater afnemen, met als mogelijk gevolg dat de stof niet langer als probleemstof hoeft te worden beschouwd. Aan de andere kant zullen als gevolg van het verbod andere (soms bekende, maar soms ook minder bekende) middelen gebruikt gaan worden welke in de toekomst een probleemstof kunnen worden. Daarom zijn voor een aantal stoffen meerjaren trendgrafieken opgesteld om de 'autonome' ontwikkeling van deze stoffen vast te stellen.

### Welke bestrijdingsmiddelen zijn aangetroffen ?

In Bijlage 1 zijn de maximale concentraties opgesomd van alle middelen die in de periode 1998 t/m 2001 één of meer keer zijn aangetroffen in monsters afkomstig van de volgende locaties:

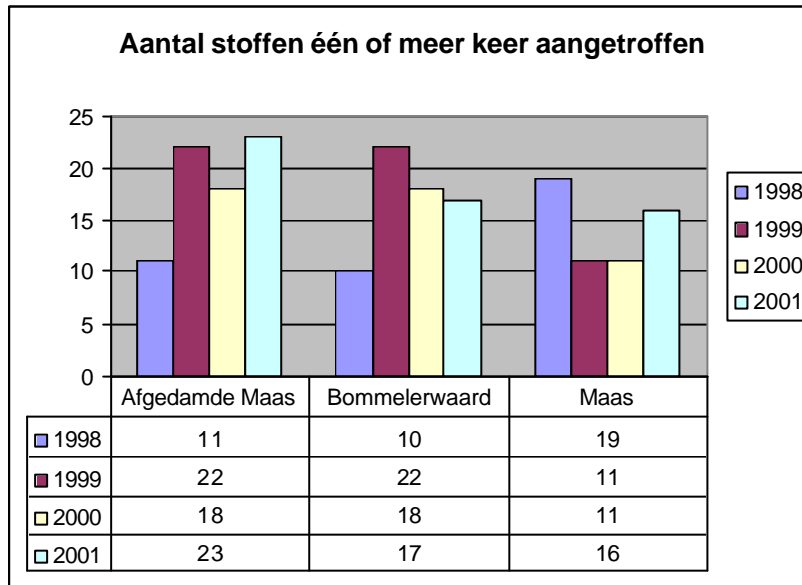
	Omschrijving	Code
▪ Afgedamde Maas	Innamepunt Brakel	LPBR-INF
	Kilometerpaal 241	AM-241
	Veense Veer	AM-VV
▪ Bommelerwaard	Gemaal Dam van Brakel	GBR-AVK
	Gemaal Baanbreker	GBB-AVK
▪ Maas	Heusdensveer	MAAS-HBV
	Keizersveer	MAAS-KEI

<sup>1</sup> Merkelbach et al. "Belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen en meststoffen: Een inventarisatie van probleemstoffen". Rapport 676, Starin Centrum, Wageningen 1999.

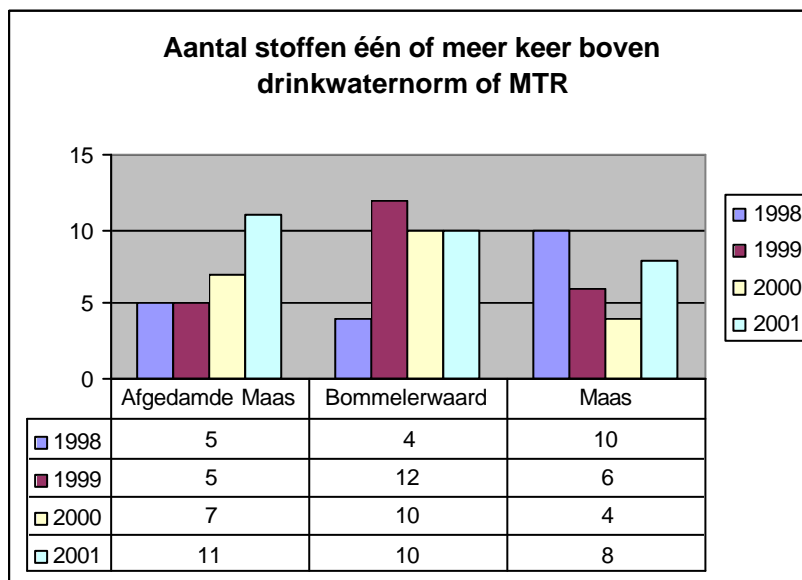
<sup>2</sup> Hoekstra et al. "Zuiver water uit de Bommelerwaard: perspectieven voor een convenant tussen het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland en agrariërs in de Bommelerwaard" CLM 482, Centrum voor Landbouw en Milieu, 2001.

In het algemeen geldt dat het voorkomen van de insecticiden meer incidenteel van karakter is dan dat van de herbiciden. Voor wat betreft de maximale concentraties van de herbiciden is een verschuiving waar te nemen van de 'klassieke' verbindingen als atrazin, diuron (beide niet langer toegelaten in Nederland) en simazin naar de chloorfenoxycarbonzuurherbiciden MCPA, mecoprop en bentazon. Daarnaast is het aantonen van terbutylazin in 2000 en 2001 opvallend omdat deze stof één van de vervangers van atrazin is als onkruidbestrijder in de maïsteelt.

In Figuur 1 en 2 worden de resultaten samengevat en getoetst aan de drinkwaternorm en MTR..



**Figuur 1:** Aantal stoffen dat één of meer keer is aangetroffen



**Figuur 2:** Aantal stoffen dat één of meer keer de drinkwaternorm of de MTR overschrijdt

## Zijn er verschuivingen waarneembaar?

De maximale concentraties zoals weergegeven in Bijlage 1 geven een goed beeld van welke stoffen normoverschrijdingen veroorzaken. De herkomst van deze stoffen (Maas of Bommelerwaard) en de frequenties van voorkomen wordt echter beter zichtbaar als we naar de meerjaren trends van deze stoffen kijken.

Voor een aantal stoffen uit Bijlage 1 zijn deze trends in Bijlage 2 weergegeven. Bedacht moet worden dat in de grafieken de Bommelerwaard wordt vertegenwoordigd door voornamelijk het gemaal Dam van Brakel en enkele metingen bij het gemaal Baanbreker.

### Enkele conclusies:

- Voor atrazin en diuron is als gevolg van het verbod een duidelijke afname zichtbaar in zowel de Maas als het gemaal Dam van Brakel.
- Voor glyfosaat en AMPA geldt dat een afname wordt waargenomen in de jaren 1997-2001 ten opzichte van de eerste jaren dat beide stoffen gemeten werden (1995-1996). Er vinden echter nog steeds regelmatig normoverschrijdingen plaats.
- Vanaf 1999 worden naast het Maaswater ook het ingenomen water en het uit het gemaal Dam van Brakel uitgeslagen water gemonitord op de groeistoffen MCPA en mecoprop (MCP) en bentazon. Voor bentazon is de afgelopen jaren een duidelijke toename te constateren. Voor alle drie de verbindingen geldt dat er relatief hoge concentraties bij het gemaal Dam van Brakel worden waargenomen waardoor er incidentele normoverschrijdingen in het ingenomen water plaatsvinden.
- Het incidentele karakter van het voorkomen van insecticiden als parathion-ethyl (verboden vanaf april 2002) en carbofuran wordt bevestigd in de grafieken van Bijlage 2. Beide stoffen worden of werden (in het geval van parathion-ethyl) in de chrysantenteelt toegepast. Normoverschrijding (zowel de drinkwaternorm als de MTR) vindt met name plaats bij het gemaal Dam van Brakel. In het ingenomen water wordt voor deze stoffen echter alleen de MTR overschreden. De MTR is vanwege de hoge toxiciteit van deze stoffen dan ook lager dan de drinkwaternorm.

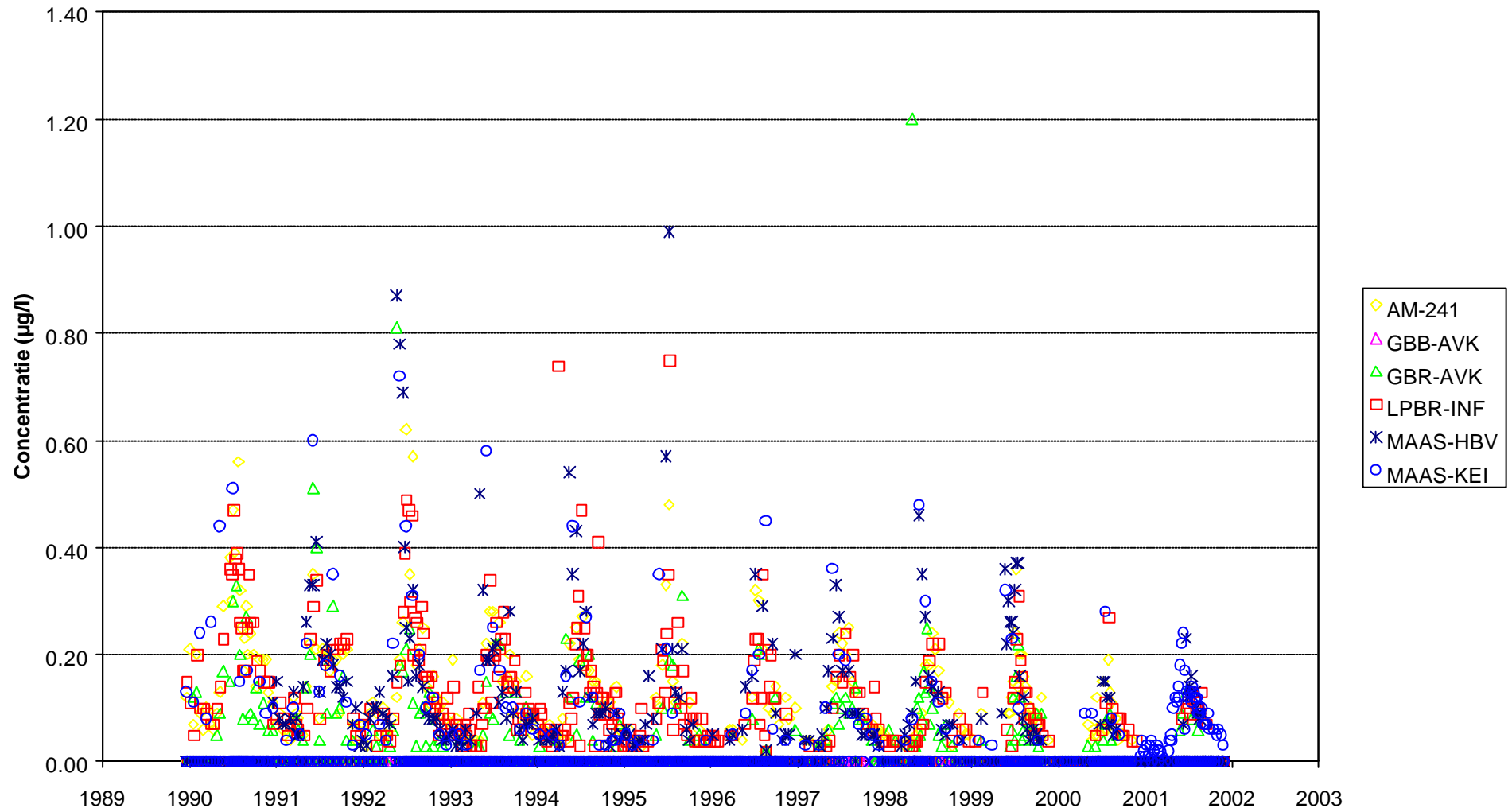
### Opmerkingen

- Duidelijk is dat het aantal normoverschrijdingen relatief hoog is in het gemaal Dam van Brakel. Het gemaal slaat zijn water direct voor het innamepunt uit waardoor het van belang is dat DZH dit gemaal frequent bemonsterd. Op basis van deze gegevens is inzicht in het voorkomen van bestrijdingsmiddelen bij de andere gemalen gewenst. Een uitgebreide monitoring van deze gemalen is voorzien binnen het project "Zuiver Water". Om praktische redenen is de bemonstering van het gemaal niet afgestemd op de periodes dat het gemaal daadwerkelijk uitslaat. Het effect van het gemaal op de kwaliteit van het ingenomen water is door het ontbreken van een massabalans dan ook moeilijk te voorspellen.
- Tijdens het project "Zuiver Water" is binnen de verschillende studieclubs het gebruikte stoffenpakket geïventariseerd. Gebleken is dat een aantal (nieuwe) verbindingen niet in het meetpakket van DZH zijn opgenomen. Deze stoffen kunnen dan ook niet als probleemstoffen worden gekenmerkt. In het project zijn ze als aandachtstoffen meegenomen. Tijdens de monitoringsfase van het project zal getracht worden zoveel mogelijk van deze verbindingen te meten door analyses uit te besteden bij externe laboratoria. Voor een aantal verbindingen zijn echter ook bij externe laboratoria geen geschikte methoden beschikbaar.

## Bijlage 1

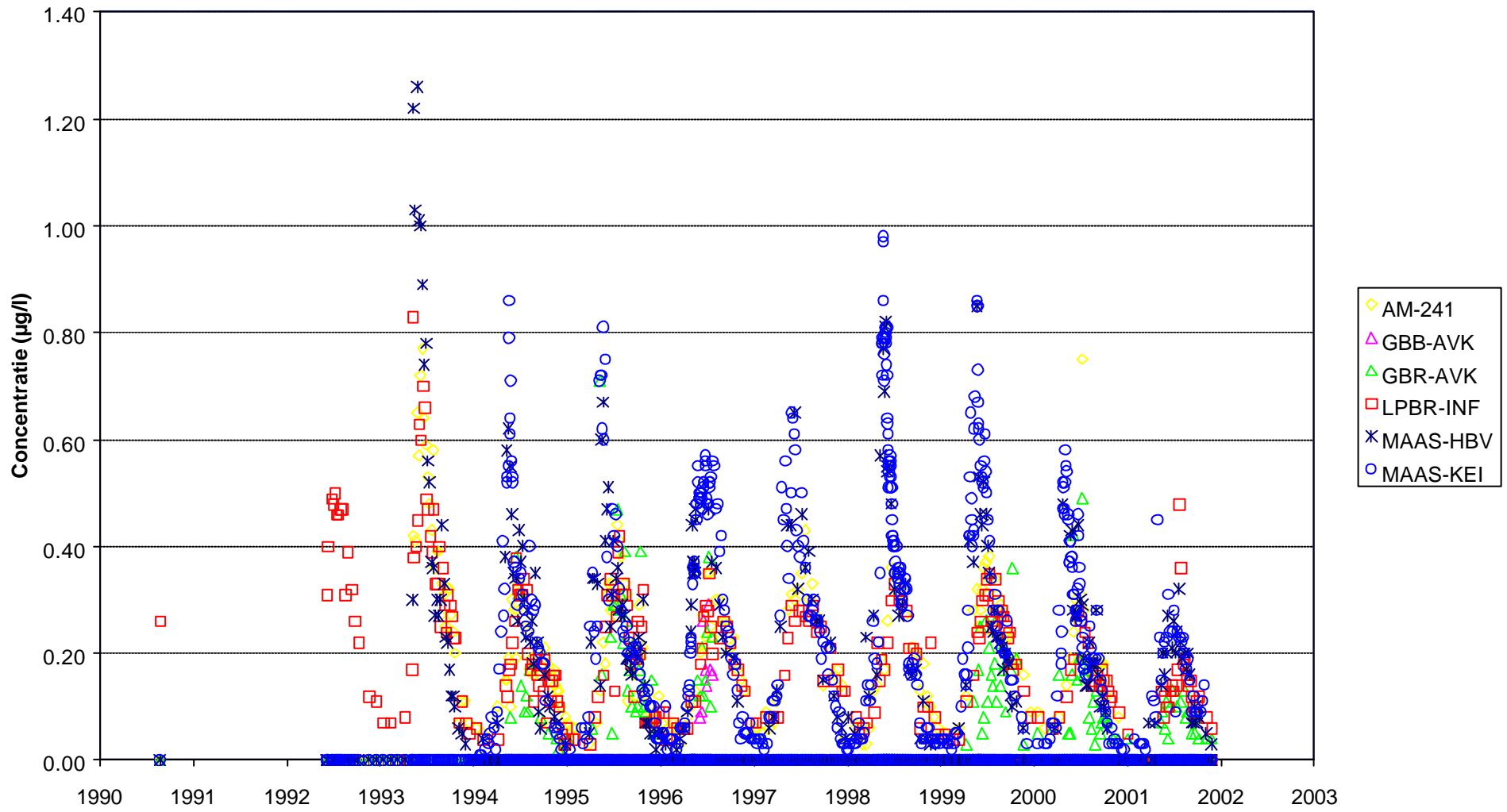
Maximale Concentratie (µg/l)	Locatie												Overschrijding				
	Afgedamde Maas	Jaar	Bommelerwaard				Maas				Eind-totaal	(ad hoc) MTR	drinkwater norm	(ad hoc) MTR			
component	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001					
2,4,5-T			0.13	0.28									0.28	9	ja	nee	
2,4-D			0.17										0.17	10	ja	nee	
2,4-DNP	0.06	0.06			0.15	0.05			0.12	0.09			0.15		ja	nee	
2,4-DP		0.02											0.02	40	nee	nee	
3-(3,4-dichloorfenyl)-1-methylureum			0.08	0.10			0.04	0.04				0.05	0.07	0.10		ja	nee
3-(3,4-dichloorfenyl)-ureum				0.06									0.06		nee	nee	
aldicarb											0.10		0.10	0.098	ja	ja	
aldicarb-sulfon											0.05		0.05	25	nee	nee	
alfa-endosulfan						0.01							0.01	0.02	nee	nee	
aminomethylfosfonzuur	0.98	1.90	0.82	1.65				0.74	1.40	1.60	1.50	0.92	1.90		ja	nee	
atrazin	0.24	0.36	0.27	0.16	1.22	0.22	0.09	0.13	0.48	0.32	0.28	0.23	1.22	2.9	ja	nee	
BAM	0.03	0.03			0.03	0.03							0.03		nee	nee	
bentazon		0.09	0.08	0.20		0.36	0.21	0.22	0.23	0.09	0.11		0.36	64	ja	nee	
butocarboximsulfoxide			0.10										0.10		ja	nee	
carbofuran						0.24	1.13	0.22					1.13	0.91	ja	ja	
chloortoluron		0.15		0.23					0.06				0.12		ja	nee	
desethylatrazin		0.08	0.06	0.06				0.09					0.09		nee	nee	
desisopropylatrazin		0.05	0.04	0.08									0.08		nee	nee	
dichlobenil	0.01	0.02	0.02	0.07	0.01	0.01	0.02	0.08	0.02	0.02	0.02	0.05	0.08	3.7	nee	nee	
dichloorvos													0.14	0.0007	ja	ja	
dinoterb					0.10				0.07				0.10	0.03	ja	ja	
diuron	0.36	0.38	0.75	0.48		0.36	0.49	0.13	0.98	0.86	0.48	0.32	0.98	0.43	ja	ja	
DNOC	0.03				0.07	0.03	0.04		0.05	0.04			0.07	21	nee	nee	
ETU						0.21							0.21	0.005	ja	ja	
gamma-HCH	0.01				0.01	0.01			0.01		0.01		0.01	0.92	nee	nee	
glyfosaat	0.11	0.09	0.11	0.18				0.16	0.17	0.17	0.13	0.14	0.18	23	ja	nee	
isoproturon	0.11	0.07	0.06	0.16			0.09	0.04	0.30	0.26		0.32	0.32	0.32	ja	ja	
linuron		0.04	0.05	0.11		0.08	0.13		0.01		0.07	0.07	0.13	0.25	ja	nee	
MCPA		0.05		0.30		0.13	0.51	0.70	0.14	0.10			0.70	2	ja	nee	
mecoprop		0.09	0.17	0.20	0.20	0.18	0.65	0.45					0.65	4	ja	nee	
methabenzthiazuron		0.05	0.04	0.10		0.08	0.06		0.02		0.10	0.04	0.10	1.8	ja	nee	
methiocarb						0.06							0.06	0.016	nee	ja	
methomyl						0.13							0.13	0.08	ja	ja	
metobromuron		0.07		0.04		0.29	0.04		0.02		0.05		0.29	10	ja	nee	
metolachloor		0.10	0.05	0.04		0.08						0.15	0.15	0.2	ja	nee	
metoxuron							0.56		0.02				0.56	0.6	ja	nee	
monuron									0.01			0.11	0.11	0.9	ja	nee	
parathion-ethyl		0.04		0.08			0.25	0.09					0.25	0.002	ja	ja	
parathion-methyl							0.13						0.13	0.011	ja	ja	
pentachloornitrobenzeen					0.01								0.01		nee	nee	
pirimicarb		0.05						0.09					0.09	0.09	nee	ja	
simazin	0.09	0.15	0.08	0.08	0.39	0.14	0.13	0.03	0.11	0.15	0.09	0.12	0.39	0.14	ja	ja	
terbutylazin				0.06				0.06					0.06	0.19	nee	nee	
tolyfluanide				0.04									0.04	0.5	nee	nee	

# Atrazin

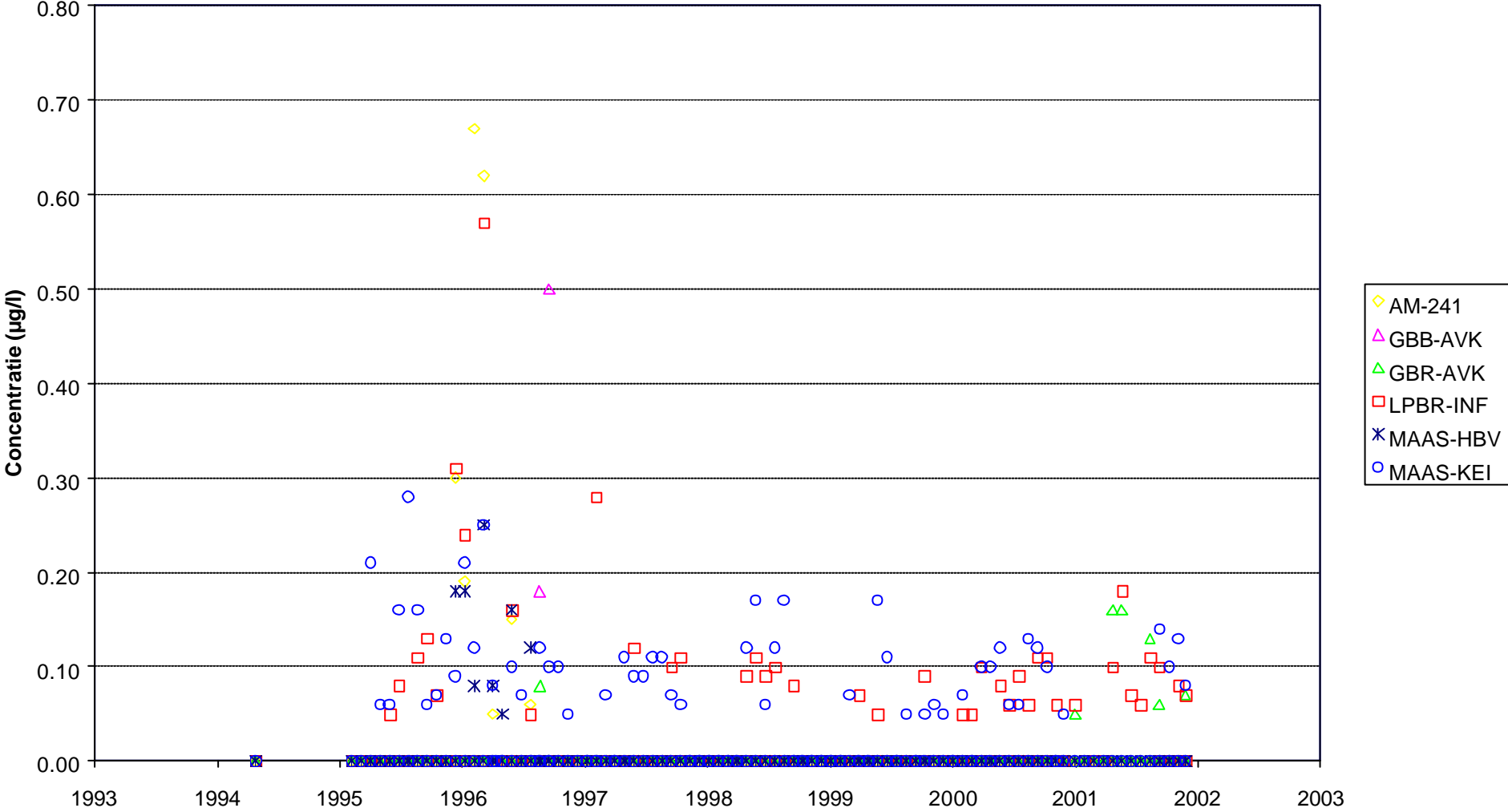




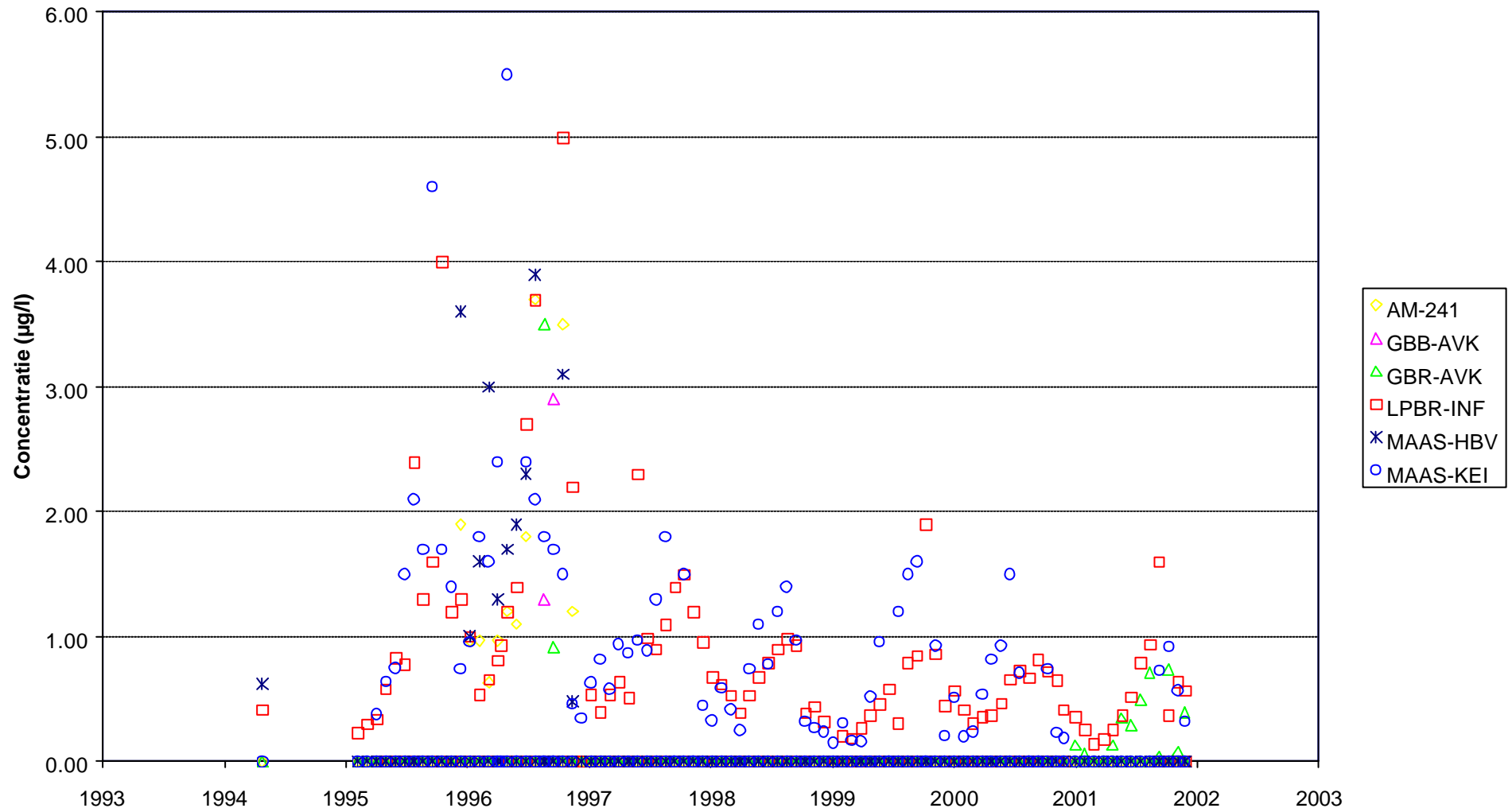
# Diuron



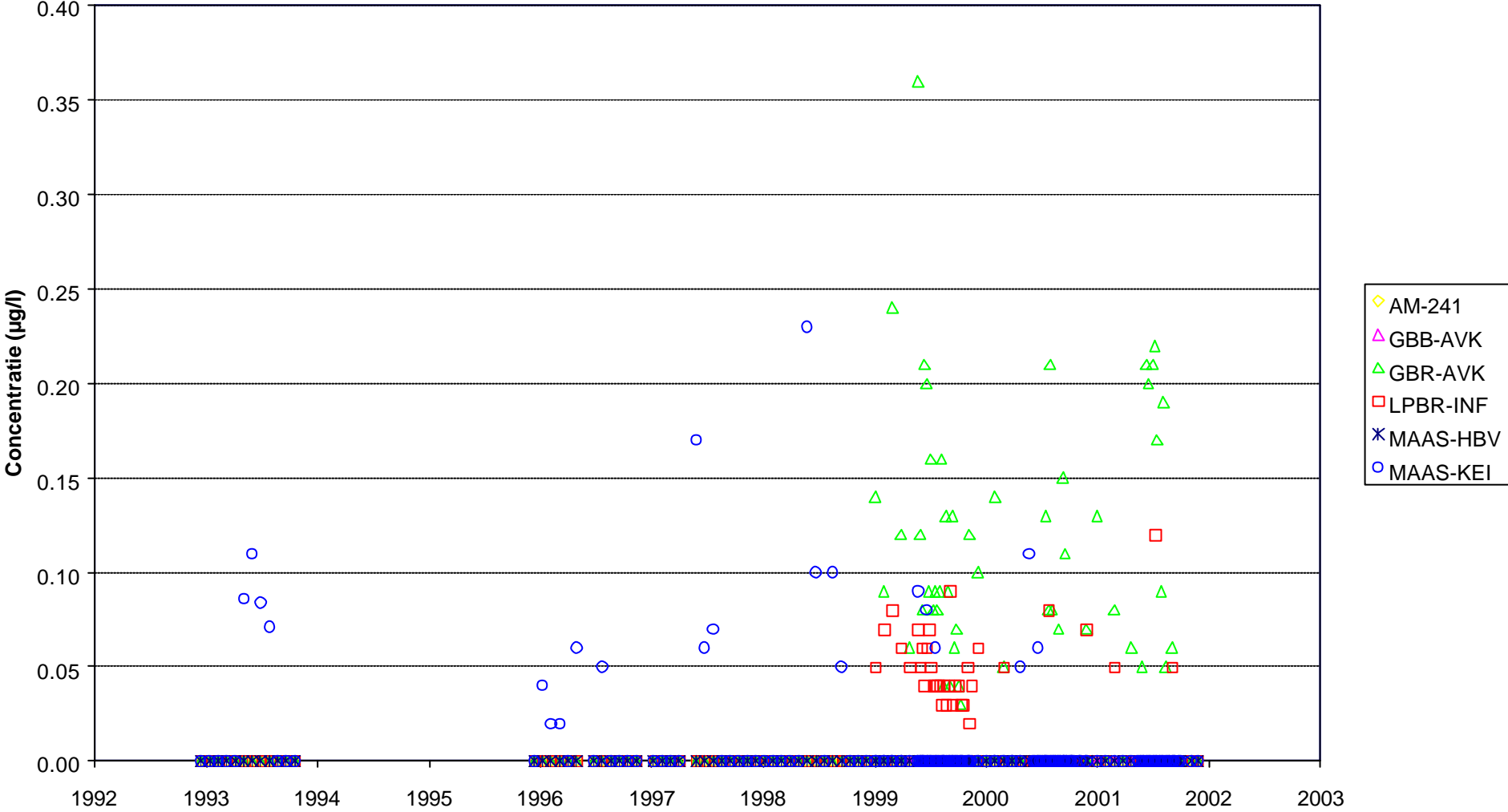
# Glyfosaat



# AMPA



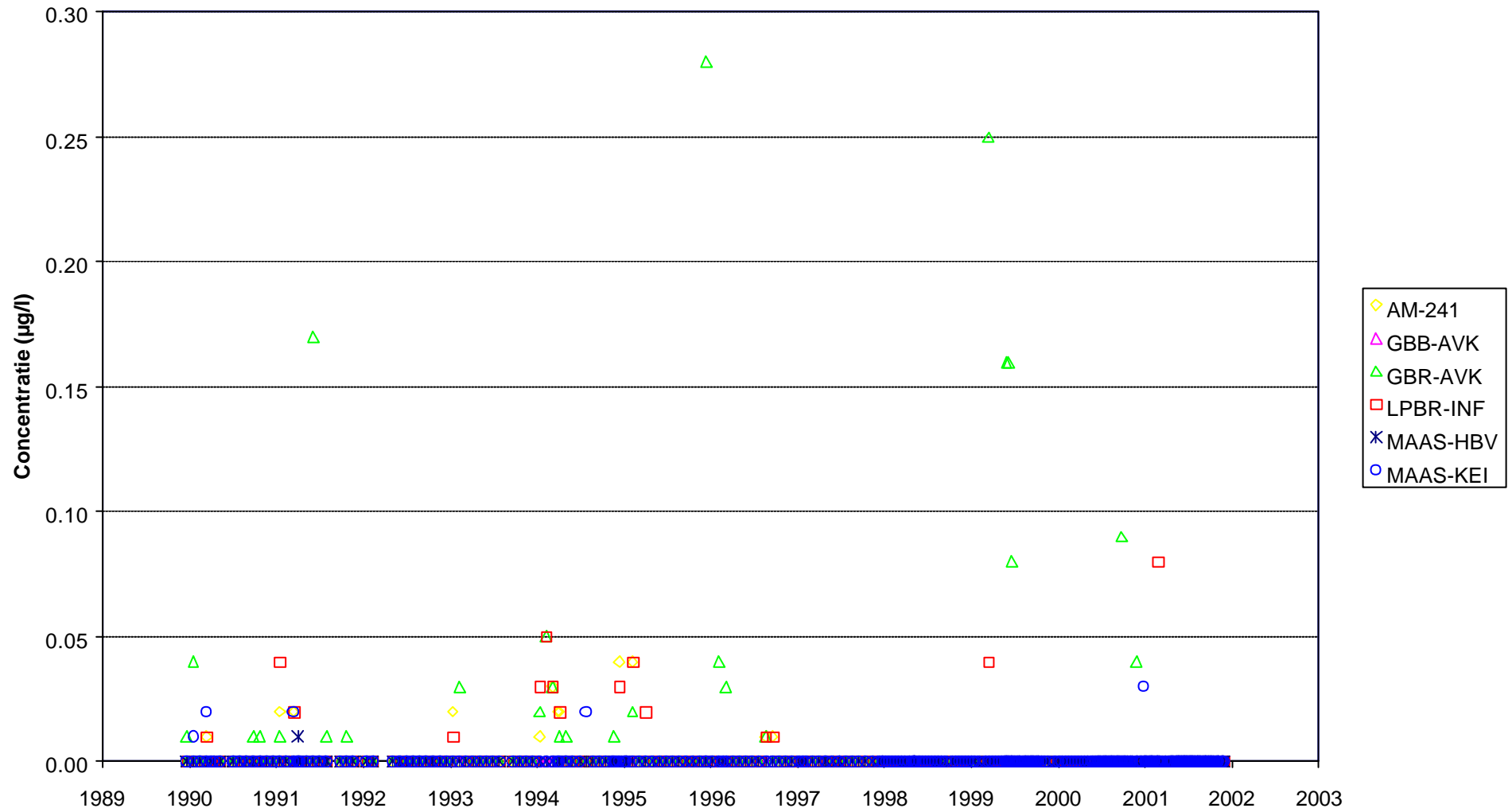
# Bentazon







# Parathion-ethyl



# Carbofuran

