

TNO-rapport
TNO-MEP – R 96/328

TNO Milieu, Energie en
Procesinnovatie

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn
Telefoon 055 - 549 34 93
Fax 055 - 541 98 37

De relatie tussen emissie en immissie van bestrijdingsmiddelen in Zuid-Holland

Auteurs

Drs. D.J. Bakker
Drs. J. Baas

Met medewerking van
Ir. S.D. Teeuwisse

Datum
september 1996

Projectnummer
53316

Trefwoorden

—
—

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

Bestemd voor
Provincie Zuid-Holland

Het kwaliteitssysteem van TNO, Milieu, Energie en
Procesinnovatie voldoet aan ISO 9001.

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie is een
nationaal en internationaal erkend kennis- en
contractresearch instituut voor bedrijfsleven en
overheid op het gebied van duurzame ontwikkeling en



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO
zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de

Dankwoord

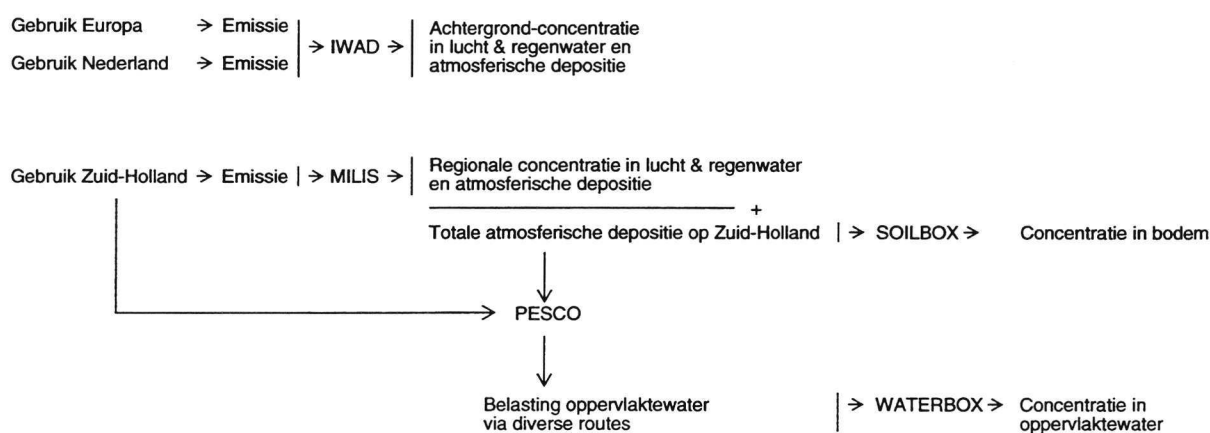
Dank is verschuldigd aan de heer G. Verstappen (RIZA) voor het uitvoeren van de PESCO-berekeningen en aan de begeleidingscommissie, bestaande uit:

Mw. A.G.A. Beek (Landbouwschap)
Dhr. J. van Esch (IKC)
Dhr. R. Gerritsen (Hoogheemraadschap Rijnland)
Dhr R. Mes (Provincie Zuid-Holland)
Mw. A. Wijbenga (Provincie Zuid-Holland)
Dhr. J. van Zalinge (Provincie Zuid-Holland)

voor het begeleiden van het project en voor het becommentariëren van het concept-eindrapport.

Samenvatting

Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effectiviteit van de verschillende provinciale beleidsmaatregelen met betrekking tot de belasting van het Zuid-Hollandse milieu met bestrijdingsmiddelen, is in deze studie een methodiek uitgewerkt waarmee informatie wordt gegenereerd met betrekking tot de relatie tussen emissie en immissie van bestrijdingsmiddelen in de provincie Zuid-Holland. De methodiek is vervolgens toegepast voor twee insecticiden (dichloorvos en mevinfos) en twee fungiciden (procymidon en vinchlozolin). De methodiek bestond in grote lijnen uit het bepalen van de atmosferische depositie op bodem en oppervlaktewater in Zuid-Holland, het bepalen van de belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland via andere routes dan de luchtroute en het berekenen van te verwachten concentraties van het middel in water en bodem. Bij het berekenen van de atmosferische depositie werd onderscheid gemaakt naar depositie veroorzaakt door emissies in Zuid-Holland en depositie als gevolg van emissies in de rest van Nederland en in andere Europese landen. In figuur I is de methodiek met de daarin gebruikte modellen schematisch weergegeven.



Figuur I Schema van de gekozen methodiek om de relatie te leggen tussen emissie en immissie van bestrijdingsmiddelen in Zuid-Holland.

Uit toepassing van de methodiek op de vier beschouwde middelen blijkt dat het aandeel van de verschillende routes van belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland per stof en per regio verschilt, zodat de effectiviteit van emissie-beperkende maatregelen ook per stof en regio zal verschillen. Dit is in beeld gebracht in tabellen I en II.

Tabel I Geschatte atmosferische depositie (regionaal en achtergrond) en belasting via overige routes (inclusief drift) van het oppervlaktewater met de vier beschouwde middelen in de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.

Middel	Rijnland (kg/jaar)			Delfland (kg/jaar)			Schieland (kg/jaar)		
	reg-atm.	ag-atm.	overig	reg-atm.	ag-atm.	overig	reg-atm.	ag-atm.	overig
Dichloorvos	2,9	0,81	20,9	2,9	0,27	154	3,1	0,12	44,8
Mevinfos	0,069	0,023	0,056	0,017	0,008	0,011	0,045	0,003	0,045
Procymidon	2,7	1,0	13,2	0,12	0,34	5,1	0,21	0,15	1,7
Vinchlozolin	0,74	0,12	22,5	0,17	0,038	24,0	0,27	0,017	9,1

Tabel II Geschatte procentuele bijdrage van atmosferische depositie, drift en niet-atmosferische routes aan de belasting van het oppervlaktewater met de vier beschouwde middelen in de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.

Middel	Rijnland			Delfland			Schieland		
	atm.-dep.	drift	niet-atm.	atm.-dep.	drift	niet-atm.	atm.-dep.	drift	niet-atm.
Dichloorvos	15	0	85	2	0	98	7	0	93
Mevinfos	62	34	4	69	28	3	52	44	4
Procymidon	22	67	11	8	0	92	17	7	76
Vinchlozolin	4	74	22	9	2	89	3	21	76

Uit de in tabellen I en II gepresenteerde kentallen voor de belasting van het Zuid-Hollandse milieu met de vier beschouwde middelen, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Voor dichloorvos, dat alleen in de glastuinbouw wordt gebruikt, is 85 tot 98% van de belasting van het oppervlaktewater het gevolg van niet-atmosferische routes, waarvan emissie via het condenswater 90% voor zijn rekening neemt. Alleen maatregelen die deze emissie beperken, zoals bijvoorbeeld reeds voorgesteld in het kader van de WVO, zullen dan ook een relevante bijdrage kunnen leveren aan verbetering van de waterkwaliteit.
- Voor mevinfos, dat alleen in de vollegronds groenteteelt wordt gebruikt, varieert de bijdrage van atmosferische depositie aan de belasting van het oppervlaktewater van 52 tot 69% en varieert de bijdrage van lokale drift van 28 tot 44%. Aangezien de atmosferische depositie van mevinfos voor een groot deel (68 tot 94%) afkomstig is van Zuid-Hollandse emissies lijkt reductie van emissies naar de lucht een doelmatig middel om de belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland te verkleinen. Ook reductie van drift kan hieraan bijdragen.

- Voor procymidon, dat vooral in de bollenteelt maar ook in de glastuinbouw wordt gebruikt, varieert de bijdrage van de verschillende routes aan de belasting van het oppervlaktewater sterk per regio. In het Rijnland, waar het middel vooral in de bollenteelt wordt gebruikt, is lokale drift de belangrijkste route met 67%. Atmosferische depositie, waarvan 75% van Zuid-Hollandse oorsprong is, draagt 22% bij. In Delfland en Schieland daarentegen, waar het middel vooral in de glastuinbouw wordt gebruikt, zijn niet-atmosferische routes het belangrijkste (76 tot 92%) waarvan emissie via het condenswater 90% voor zijn rekening neemt. In het Rijnland hebben dus vooral drift-beperkende maatregelen zin om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren en in Delfland en Schieland zou de aanpak van de emissie via het condenswater daarvoor een belangrijke rol kunnen spelen.
- Voor vinchlozolin, dat vooral in de bollenteelt en vollegronds groenteteelt maar in mindere mate ook in de glastuinbouw wordt gebruikt, varieert de bijdrage van de verschillende routes aan de belasting van het oppervlaktewater op een vergelijkbare manier als in het geval van procymidon. In het Rijnland is lokale drift met 74% het belangrijkste, in Delfland en Schieland hebben niet-atmosferische routes met 76 tot 89% het grootste aandeel. Hiervan is 90% het gevolg van emissies via condenswater. Atmosferische depositie draagt in alle gevallen slechts 3 tot 9% bij. Verbetering van de waterkwaliteit moet dus vooral worden gezocht in drift-beperking (bollenteelt, Rijnland) en in vermindering van de emissie via condenswater (glastuinbouw, Delfland, Schieland).

Uit de studie blijkt verder dat de belasting van het oppervlaktewater in de provincie Zuid-Holland met dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin in ieder geval voor dichloorvos leidt tot grootschalige overschrijding (jaargemiddeld en gemiddeld over gehele PAWN-districten) van de MILBOWA-grenswaarde van 2 ng/l. Voor mevinfos lijkt overschrijding van de grenswaarde van 5 ng/l beperkt tot lokale en subregionale situaties. Voor procymidon en vinchlozolin zijn in Nederland en voor zover bekend ook in andere landen geen normen of milieukwaliteitsdoelstellingen afgeleid, zodat voor deze middelen geen uitspraken kunnen worden gedaan met betrekking tot het al dan niet waarschijnlijk zijn van het overschrijden van normen. Uit chemische analyse van het oppervlaktewater in Zuid-Holland blijkt echter dat er op lokale en subregionale schaal vaak hoge concentraties van bestrijdingsmiddelen voorkomen. Dat deze hoge gemeten concentraties niet direct bevestigd worden door de in deze studie uitgevoerde waterkwaliteitsberekeningen is het gevolg van het feit dat de emissies in de berekeningen worden 'uitgesmeerd' over de gehele PAWN-districten terwijl ze in werkelijkheid veelal in kleinere subregio's terecht komen.

Verder blijkt dat atmosferische depositie op bodems in zogenaamde 'non-target areas', waar het de enige vorm van belasting is, tot relatief lage concentraties leidt. Er zijn echter in Nederland geen normen waarmee de berekende concentraties kunnen worden vergeleken waardoor het moeilijk te beoordelen is of de verwachte concentraties tot schadelijke milieueffecten zullen leiden.

Tot slot komt uit de studie naar voren dat het ontbreken van experimenteel bepaalde (droge) depositiesnelheden, de schaarsheid aan gemeten concentraties in de lucht en regenwater en het ontbreken van experimenteel bepaalde droge en natte depositiefluxen, in veel gevallen leidt tot relatief grote onzekerheden met betrekking tot de beoordeling van het relatieve belang van de luchtroute aan de belasting van het milieu. Het ontbreken van goede gebruikscijfers van bestrijdingsmiddelen in de ons omringende landen draagt bij aan de onzekerheid met betrekking tot de bijdrage van de achtergronddepositie aan de totale depositie op een regio.

Ook het ontbreken van normen of milieukwaliteitsdoelstellingen in lucht, bodem en water maakt een objectieve beoordeling van het al dan niet schadelijk zijn van bepaalde gemeten of berekende concentraties van bestrijdingsmiddelen moeilijk zo niet onmogelijk en bemoeilijkt de ontwikkeling van het beleid op dit terrein.

Naar aanleiding van deze studie zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- Om de onzekerheden in het schatten van droge en natte depositiefluxen van pesticiden te kunnen verkleinen en meer inzicht te verkrijgen in het (relatieve) belang van atmosferische depositie van deze stoffen, verdient het aanbeveling om meer experimenteel onderzoek te verrichten naar in de praktijk voorkomende concentraties in lucht en regenwater, naar effectieve droge depositiesnelheden boven water en bodem en naar droge en natte depositiefluxen.
- Om effectief beleid te kunnen ontwikkelen op het gebied van het vóórkomen van pesticiden in lucht, water en bodem, verdient het aanbeveling om op korte termijn normen voor meer van deze stoffen in de genoemde milieucompartimenten te formuleren dan nu het geval is.

Inhoudsopgave

	Dankwoord	2
	Samenvatting	3
1.	Inleiding	8
2.	Regionale atmosferische emissies, concentraties en depositiefluxen.....	11
2.1	Algemeen	11
2.2	Gebruik en emissie	11
2.3	Concentratie-berekeningen	13
2.3.1	Invoergegevens en uitgangspunten.....	13
2.3.2	Berekende concentraties	15
2.4	Depositiefluxen	22
3.	Atmosferische achtergrond-concentraties en depositiefluxen	29
3.1	Algemeen	29
3.2	Gebruik en emissie	29
3.3	Concentraties.....	32
3.4	Depositie	35
4.	Belasting van de bodem in Zuid-Holland.....	37
4.1	Algemeen	37
4.2	Concentraties in de bodem.....	37
5.	Belasting van het oppervlaktewater.....	39
5.1	Algemeen	39
5.2	Belasting via de verschillende routes.....	39
5.3	Concentraties in het oppervlaktewater	43
6.	Conclusies en aanbevelingen.....	46
7.	Literatuur	49
8.	Verantwoording	51

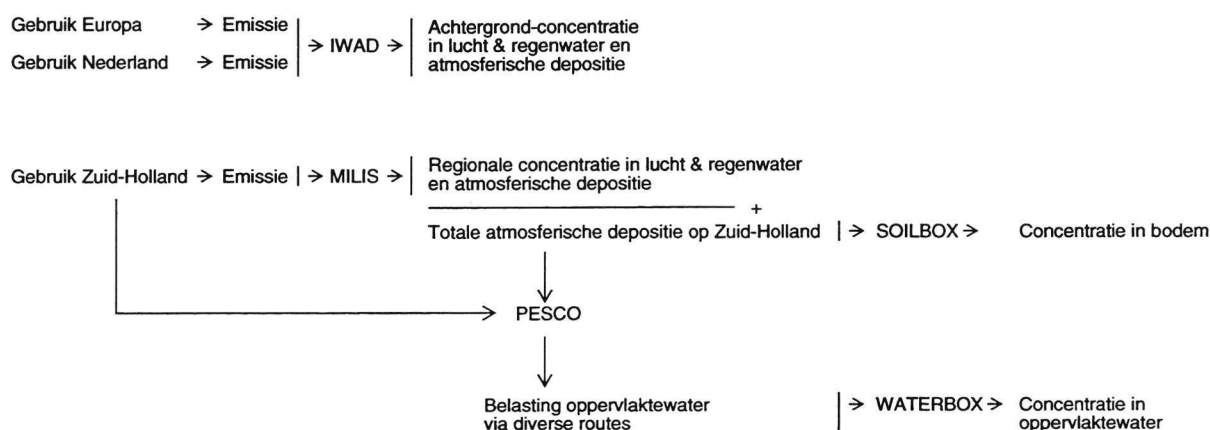
1. Inleiding

Verspreiding van bestrijdingsmiddelen via de lucht wordt steeds vaker onderkend als een potentieel belangrijk transportmechanisme waardoor deze middelen onbedoeld in gevoelige ecosystemen terecht kunnen komen. Soms, zoals in het geval van de bodem en geïsoleerde oppervlaktewateren in natuurgebieden, is atmosferische depositie de enige vorm van belasting met bestrijdingsmiddelen, in andere gevallen vormt atmosferische depositie slechts een deel van de totale belasting (Bakker en Van den Hout, 1993). Het effect van regionale emissie-reducerende maatregelen is daarom sterk afhankelijk van de relatieve bijdrage van de betreffende emissie aan de totale belasting van dat gebied. Voor een gebied dat ten opzichte van de schaal van atmosferisch transport relatief klein is, is het daarnaast ook van belang te weten hoe groot de atmosferische depositie ten gevolge van regionale emissies is, vergeleken met atmosferische depositie ten gevolge van emissies in verder gelegen gebieden. Het belang van de luchtroute voor de belasting van het milieu met bestrijdingsmiddelen wordt bevestigd door de resultaten van het onderzoek van de Provincie Zuid-Holland naar het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in regenwater: Van veel bestrijdingsmiddelen worden hoge concentraties aangetroffen in het Zuid-Hollandse regenwater (Provincie Zuid-Holland, 1994). Uit factoranalyse van deze meetgegevens blijkt daarnaast dat de herkomst van een aantal bestrijdingsmiddelen gekoppeld kan worden aan lokale/regionale activiteiten zoals de glastuinbouw en de bollenteelt (Van Pruissen, 1995). Om meer inzicht te krijgen in de mogelijke effectiviteit van verschillende provinciale beleidsmaatregelen met betrekking tot de belasting van het Zuid-Hollandse milieu met bestrijdingsmiddelen, heeft het provinciaal beleid behoefte aan meer inzicht in de absolute en relatieve omvang van de verschillende emissievormen en de daarbij behorende transportroutes via welke het milieu in Zuid-Holland met bestrijdingsmiddelen wordt belast.

Doel van deze studie is daarom het uitwerken van een methodiek waarmee informatie wordt gegenereerd met betrekking tot de relatie tussen emissie en immissie van bestrijdingsmiddelen in de provincie Zuid-Holland en met betrekking tot de effectiviteit van maatregelen op provinciaal niveau. De methodiek wordt in deze studie toegepast voor 4 bestrijdingsmiddelen, namelijk de fungiciden vinchlozolin en procymidon en de insecticiden dichloorvos en mevinfos. Uit factoranalyse van de gemeten concentraties in Zuid-Hollands regenwater (Van Pruissen, 1995) blijkt de herkomst van vinchlozolin en procymidon in regenwater namelijk (mede) terug te voeren te zijn op bollenteelt en de herkomst van dichloorvos op glastuinbouw. Aangezien zowel bollenteelt als glastuinbouw op ruime schaal voorkomen in Zuid-Holland, bestaat de verwachting dat deze stoffen in ieder geval een duidelijke lokale/regionale bijdrage leveren aan de totale belasting van het milieu in Zuid-Holland. Van mevinfos, dat onder andere in de vollegronds groenteteelt wordt gebruikt, zijn hoge concentraties gemeten in het Zuid-Hollandse regenwater.

De in deze studie gekozen methodiek bestaat in grote lijnen uit het per bestrijdingsmiddel bepalen van de atmosferische depositie op bodem en oppervlaktewater in Zuid-Holland, het bepalen van de belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland met het middel via andere routes dan de luchtroute en het berekenen van te verwachten concentraties van het middel in water en bodem. Bij de berekening van de atmosferische concentratie en depositie wordt onderscheid gemaakt naar de bijdrage van emissies in Zuid-Holland en van emissies in de rest van Nederland en Europa. Omdat echter het uitvoeren van atmosferische verspreidings- en depositieberekeningen op een Europese schaal buiten het kader van deze studie valt, is besloten om voor dit deel van de methodiek gebruik te maken van het werk dat reeds is uitgevoerd in het kader van IWAD (Interdepartementale Werkgroep Atmosferische Depositie) (Baart et al., 1995).

Voor het schatten van de belasting van het Zuid-Hollandse milieu als gevolg van regionale emissies wordt in de methodiek gebruik gemaakt van het TNO-rekensysteem MILIS en het RIZA-model PESCO. Met het TNO-rekensysteem MILIS worden de regionale emissies naar de lucht vertaald naar regionale atmosferische concentraties en depositiefluxen. Met het RIZA-model PESCO wordt de belasting van het oppervlaktewater via de verschillende routes berekend. Tenslotte wordt met enige eenvoudige modelberekeningen de belasting van de bodem in zogenaamde 'non-target areas' en van het oppervlaktewater vertaald naar de te verwachten concentraties in deze compartimenten. Hiervoor worden de TNO-modellen SOILBOX en WATERBOX gebruikt. In figuur 1 is de gehele methodiek schematisch weergegeven.



Figuur 1.1 Schema van de gekozen methodiek om de relatie te leggen tussen emissie en immissie van bestrijdingsmiddelen in Zuid-Holland.

In hoofdstuk 2 worden de regionale atmosferische berekeningen met het rekensysteem MILIS beschreven en in hoofdstuk 3 worden de grootschalige atmosferische achtergrond-concentraties en -depositiefluxen besproken. In hoofdstuk 4 komt de

belasting van de bodem in Zuid-Holland aan de orde en in hoofdstuk 5 de belasting van het oppervlaktewater. In hoofdstuk 6 wordt de rapportage afgesloten met enkele conclusies en aanbevelingen.

2. Regionale atmosferische emissies, concentraties en depositiefluxen

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk is beschreven hoe de atmosferische concentraties en depositiefluxen van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin boven Zuid-Holland ten gevolge van regionale emissies zijn berekend.

2.2 Gebruik en emissie

Het gebruik van de vier beschouwde middelen in de provincie Zuid-Holland is gebaseerd op het totale gebruik van de middelen in Nederland. Hiertoe is het totale gebruik uitgesplitst naar gebruik in de glastuinbouw, de bollenteelt en de vollegrondsgroenteteelt. Vervolgens is met behulp van de fractie die deze teeltsoorten in Zuid-Holland bijdragen aan het totale areaal in Nederland het gebruik in de provincie berekend. In tabel 2.1 zijn de voor deze berekening gebruikte parameters weergegeven.

Tabel 2.1 Parameters gebruikt voor de berekening van het gebruik van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin in Zuid-Holland.

Middel	Gebruik in Nederland	Toepassing in Nederland			Toepassing in Zuid-Holland		
	(kg/jaar)	kassen (%)	bollen (%)	groente (%)	kassen ¹⁾ (kg/jaar)	bollen ²⁾ (kg/jaar)	groente ³⁾ (kg/jaar)
Dichloorvos	38000 ⁴⁾	100	0	0	23408	0	0
Mevinfos	1260 ⁵⁾	0	0	100	0	0	98
Procymidon	12600 ⁶⁾	10	90	0	776	2960	0
Vinchlozolin	38100 ⁶⁾	15	40	45	3520	3978	4475

1) fractie kassen in Zuid-Holland t.o.v. Nederland: 0,62.

2) fractie bollenteelt in Zuid-Holland t.o.v. Nederland: 0,26.

3) fractie groenteteelt in Zuid-Holland t.o.v. Nederland: 0,08.

4) Nefyto, 1992.

5) MJP-G, 1990.

6) LEI-DLO, 1996.

Omdat het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen meestal niet gelijkmatig over een jaar is verdeeld en er dus sprake kan zijn van pieken in de emissie en daarmee van pieken in de atmosferische concentratie en depositie, is er tevens getracht een verdeling van het gebruik per seizoen te geven. In tabel 2.2 is een geschatte procentuele verdeling weergegeven die is samengesteld op basis van gesprekken met verschillende experts. In tabel 2.3 is de door combinatie van de informatie uit tabellen 2.1 en 2.2 verkregen verdeling van het gebruik in Zuid-Holland weergegeven.

Tabel 2.2 *Geschatte procentuele verdeling van het gebruik van insecticiden en fungiciden in de verschillende beschouwde teelsoorten over het jaar.*

Middel	Verdeling van het gebruik per kwartaal (%)			
	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e
Dichloorvos	0	10	0	90
Mevinfos	15	70	15	0
Fungicide in open teelt (procymidon, vinchlozolin)	5	45	45	5
Fungicide in bedekte teelt (procymidon, vinchlozolin)	25	25	25	25

Tabel 2.3 *Verdeling van het gebruik van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin in Zuid-Holland over de seizoenen.*

Middel	Gebruik per kwartaal in Zuid-Holland (kg)			
	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e
Dichloorvos	0	2341	0	21067
Mevinfos	15	69	15	0
Procymidon	342	1526	1526	342
Vinchlozolin	1303	4684	4684	1303

Van de gebruikte hoeveelheid van een middel kan een meer of minder groot percentage naar de lucht emitteren en beschikbaar komen voor atmosferische verspreiding. Dit percentage (ook wel uitgedrukt als fractie) wordt de emissiefactor genoemd en met behulp van deze emissiefactor kunnen gebruikscijfers worden omgerekend naar emissies naar de lucht. Emissiefactoren zijn afhankelijk van onder andere stoffeïenschappen zoals de dampspanning en van de toedieningstechniek en plaats van toediening (in een kas of in open veld).

De voor de vier beschouwde middelen geschatte emissiefactoren zijn weergegeven in tabel 2.4. Deze emissiefactoren zijn gebaseerd op eerder door TNO uitgevoerd experimenteel en literatuuronderzoek (Baas, 1992; MJP-G, 1996) en op expert-judgement. De cijfers hebben betrekking op de percentages die door *vervluchting* uit de kas of vanaf het gewas en/of de bodem van een behandeld perceel naar de lucht ontwijken en laten druppeldrift tijdens de bespuiting buiten beschouwing. Combinatie van de emissiefactoren uit tabel 2.3 met de gebruikscijfers uit tabel 2.4 geeft de geschatte emissies van de vier beschouwde middelen in Zuid-Holland naar de lucht. Deze emissies zijn weergegeven in tabel 2.5.

Tabel 2.4 *Geschatte emissiefactoren voor de emissie naar de lucht van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin voor gebruik in verschillende teelttypen.*

Middel	Emissiefactor (%)	
	Bedekte teelt	Open teelt
Dichloorvos	40	100
Mevinfos	30	90
Procymidon	40	98
Vinchlozolin	4	6

Tabel 2.5 *Geschatte verdeling van de emissies van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin in Zuid-Holland over de seizoenen.*

Middel	Geschatte emissie per kwartaal in Zuid-Holland (kg)				Totale emissie (kg/jaar)
	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	
Dichloorvos	0	936	0	8427	9363
Mevinfos	14	63	14	0	90
Procymidon	223	1383	1383	223	3211
Vinchlozolin	69	339	339	69	817

2.3 Concentratie-berekeningen

Concentraties van de vier beschouwde middelen in de lucht boven Zuid-Holland als gevolg van emissies in Zuid-Holland zijn berekend met het TNO-rekensysteem MILIS.

2.3.1 Invoergegevens en uitgangspunten

Voor de berekening van jaargemiddelde concentraties met dit rekensysteem zijn de volgende invoergegevens gebruikt:

- De emissie-sterkte per kaartvak van 1x1 km of per gemeente binnen Zuid-Holland.
- Meteorologie kenmerkend voor de provincie Zuid-Holland.
- Stofeigenschappen die het gedrag van de stof in de lucht bepalen.

De emissie-sterkte per kaartvak van 1x1 km is voor twee van de drie verschillende teelten (bloembollenteelt en glastuinbouw) afzonderlijk bepaald. De berekening van de emissie-sterkte in een kaartvak is gebaseerd op het areaal van de betreffende teeltsoort in dit kaartvak en het gemiddelde gebruik van de beschouwde stof per oppervlakte-eenheid van deze teeltsoort. Aangezien de arealen van de beschouwde teeltsoorten niet in de standaard MILIS-bestanden zijn opgenomen, is voor de toedeling van de emissies aan 1x1 km vakken de volgende procedure gevolgd:

Voor de bloembollenteelt:

- Uit de CBS landbouwtellingen (CBS, 1995) zijn de arealen bloembollenteelt per gemeente in Zuid-Holland betrokken.
- Met behulp van de standaard-MILIS bestanden is per Zuid-Hollandse gemeente vastgesteld welke 1x1 km kaartvakken deel uitmaken van de betreffende gemeente.
- Met behulp van de topografische kaart 1:50.000 van Zuid-Holland is de lijst van 1x1 km vakken per gemeente gecorrigeerd voor kaartvakken waarbinnen de bloembollenteelt niet mogelijk is (bijvoorbeeld omdat het kaartvak oppervlaktewater betreft of natuurgebied) of waarvan de gemeente slechts een zeer klein deel beslaat. In het geval dat in een 1x1 km vak meerdere gemeenten voorkomen met bloembollenteelt, dan wordt het vak toegeedeeld aan de gemeente met het grootste aandeel in het vak.
- Het uit de CBS landbouwtellingen betrokken areaal bloembollenteelt binnen een gemeente wordt vervolgens verondersteld gelijkmatig verdeeld te zijn over de kaartvakken die zijn overgebleven na de correctie.

Voor de glastuinbouw:

- Idem als voor de bloembollenteelt, alleen is bij de correctie van kaartvakken waarbinnen glastuinbouw vooral gebruik gemaakt van de in de topografische kaart 1:50.000 ingetekende kassen.

Voor de vollegronds groenteteelt is een iets minder bewerkelijke methode toegepast enerzijds omdat de emissies van mevinfos en vinchlozolin uit de vollegronds groenteteelt in Zuid-Holland relatief klein zijn en anderzijds omdat de vollegronds groenteteelt in Zuid-Holland veel minder geconcentreerd voorkomt dan glastuinbouw of bloembollenteelt. Het werd daarom weinig zinvol geacht om onevenredig veel inspanning te stoppen in het toe kennen van emissie aan 1x1 km vakken. In plaats daarvan zijn de emissies per gemeente bepaald (berekend uit het areaal groenteteelt in de gemeente en het gemiddelde gebruik per oppervlakte-eenheid groenteteelt) en zijn ze gelijkmatig verdeeld over alle 1x1 km vakken die volgens de standaard MILIS bestanden bij een gemeente horen. Hiermee is dus in principe een (relatief kleine) fout gemaakt omdat ook 1x1 km vakken worden meegenomen waarin geen groenteteelt mogelijk is.

Voor alle drie teeltsoorten is de gemiddelde emissie-sterkte per oppervlakte-eenheid van de vier stoffen berekend uit het totale gebruik in de betreffende teelt in Zuid-Holland (zie tabel 2.1) en het totale areaal van deze teelt in Zuid-Holland volgens de CBS landbouwtellingen (CBS, 1995).

De voor deze studie in de MILIS-berekeningen gebruikte meteorologie betreft het 10-jarig gemiddelde (1977-1987) voor Zuid-Holland (RIVM, 1994).

De in de MILIS berekeningen gebruikte waarden voor de benodigde stoffeigenschappen zijn weergegeven in tabel 2.6. De droge depositiesnelheid V_d is berekend met het TNO-model CHEMTRIS, waarin een bodemmodel is gekoppeld aan een depositie-module. Bij de met dit model te berekenen depositiesnelheid spelen bodemeigenschappen een belangrijke rol in verband met de evenwichtsinstelling tussen lucht en bodem en wordt rekening gehouden met reëmissie. De scavenging-ratio W , die de grootte van de natte depositie bepaald, is voor dichloorvos en mevinfos overgenomen uit Baart et al. (1995) en voor procymidon en vinchlozolin berekend als de reciproke van de Henry-coëfficiënt. De omzettingssnelheid k_{deg} is voor dichloorvos en mevinfos overgenomen uit Baart et al. (1995) en is voor procymidon en vinchlozolin, bij gebrek aan betere informatie, op een relatief arbitraire waarde van 0,5%/uur gesteld.

Tabel 2.6 Waarden voor de droge depositiesnelheid V_d , de scavenging ratio W en de atmosferische omzettingssnelheid k_{deg} zoals gebruikt in de MILIS berekeningen.

Parameter	Dichloorvos	Mevinfos	Procymidon	Vinchlozolin
V_d (cm/s)	0,016	0,063	0,006	0,040
W (dim.loos)	$3,2 \cdot 10^4$	$7,2 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^6$
k_{deg} (%/uur)	0,66	0,45	0,5	0,5

2.3.2 Berekende concentraties

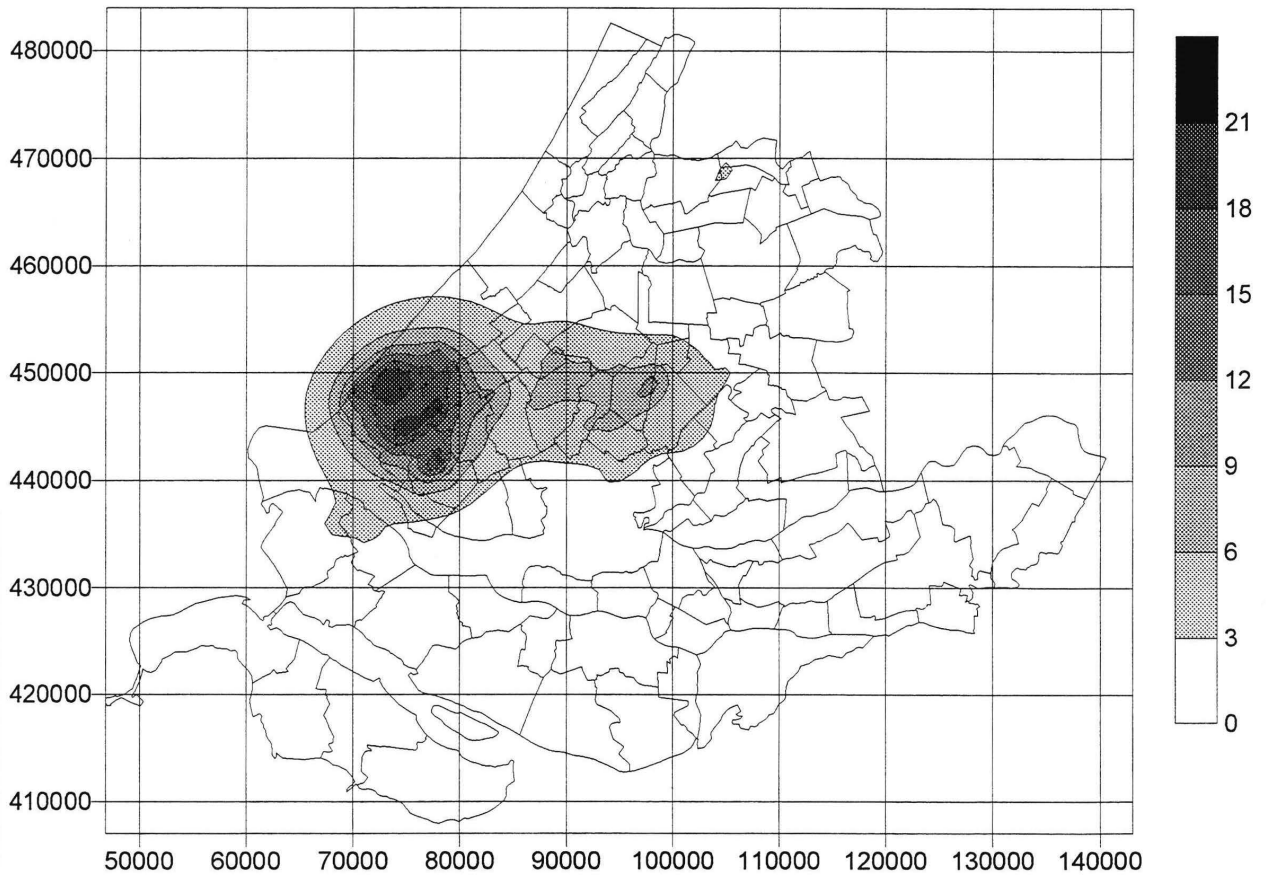
De met MILIS berekende jaargemiddelde concentraties als gevolg van het gebruik van de middelen in Zuid-Holland zijn weergegeven in figuren 2.1 t/m 2.4. In figuur 2.1 is de berekende concentratie van dichloorvos, dat alleen in de glastuinbouw wordt gebruikt, weergegeven. Duidelijk zichtbaar is dat de concentratie in grote delen van Zuid-Holland lager is dan 3 ng/m^3 maar dat de berekende concentratie boven het Westland, waar sprake is van sterk geconcentreerde glastuinbouw, oploopt tot ongeveer 20 ng/m^3 . Uit figuur 2.2 blijkt dat het beeld voor de berekende concentraties van mevinfos, dat alleen in de groenteteelt wordt gebruikt, veel meer spreiding vertoont omdat de vollegronds groenteteelt veel minder geconcentreerd voorkomt. Ook zijn de berekende concentraties veel lager (tot ongeveer $0,1 \text{ ng/m}^3$) omdat het gebruik en de emissies veel kleiner zijn dan die van dichloorvos. In figuur 2.3 zijn de berekende totale procymidon concentraties weergegeven. Aan de verhoogde concentraties boven de bollenstreek is af te leiden dat het middel vooral in de bollenteelt wordt gebruikt. In het Westland zijn de berekende maximale jaargemiddelde concentraties ongeveer $0,65 \text{ ng/m}^3$, in de bollenstreek ongeveer 14 ng/m^3 . In figuur 2.3a is de bijdrage van de glastuinbouw afzonderlijk weergegeven omdat deze in figuur 2.3 wegvalt tegen die van de bollenteelt. In figuur 2.4 is de berekende totale concentratie van vinchlozolin, dat zowel in de glastuinbouw, de bollenteelt als in de vollegronds groenteteelt wordt gebruikt, weergegeven. In de bollenstreek is de hoogste berekende concentratie ongeveer $1,0 \text{ ng/m}^3$, in het Westland ongeveer

0,35ng/m³. In grote delen van Zuid-Holland ligt de concentratie tussen 0,1 en 0,2 ng/m³.

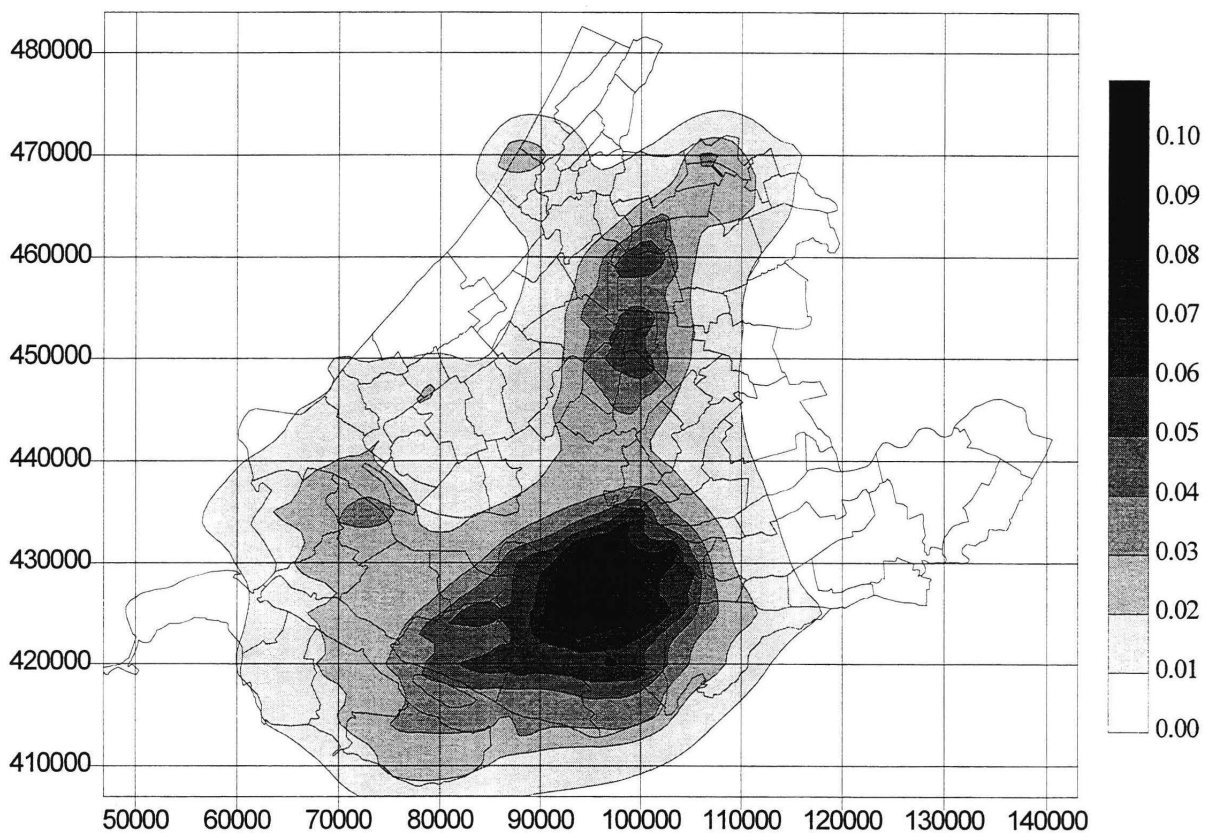
Bovenstaande cijfers zijn samengevat in tabel 2.7.

Tabel 2.7 Berekende maxima en ranges in atmosferische concentraties van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin boven Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen Zuid-Holland.

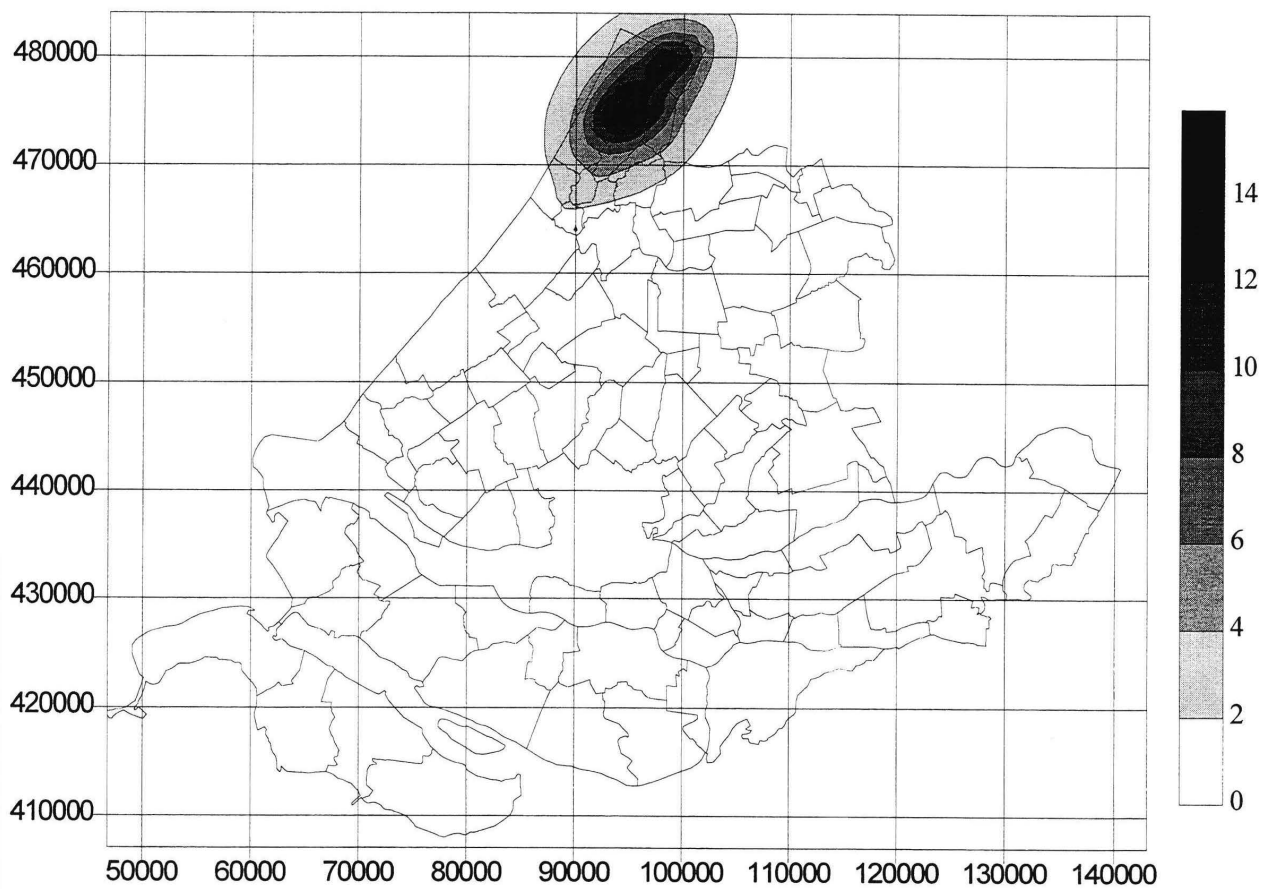
Middel	Maximum concentratie (ng.m⁻³)	Locatie van maximum	Concentraties in overige gebieden (ng.m⁻³)
Dichloorvos	20	Westland	0,0 - 3
Mevinfos	0,1	Nieuwerkerk	0,0 - 0,04
Procymidon	14	Bollenstreek	0,0 - 0,65
Vinchlozolin	1,0	Bollenstreek	0,1 - 0,35



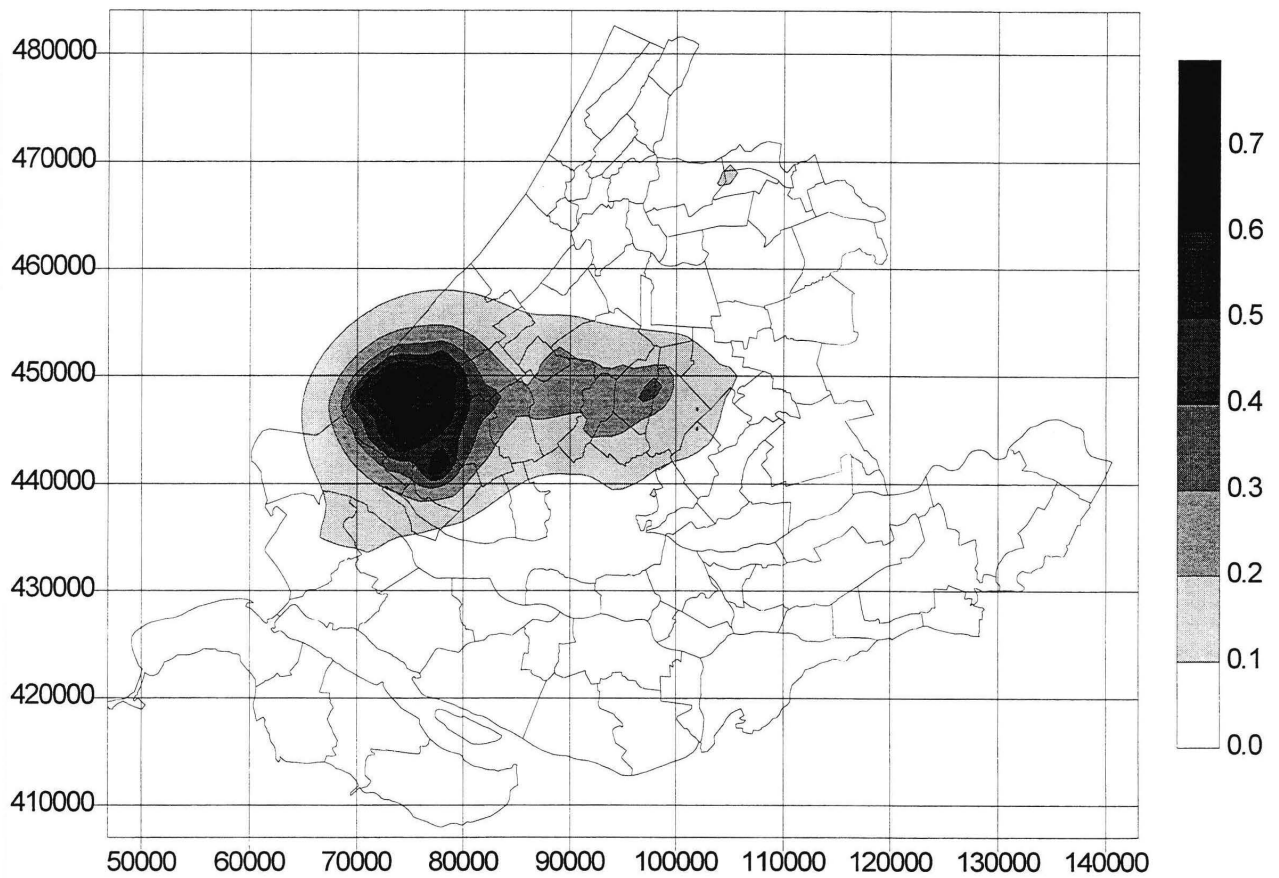
Figuur 2.1 Berekende jaargemiddelde concentratie (ng/m³) van dichloorvos in de lucht boven Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen de provincie.



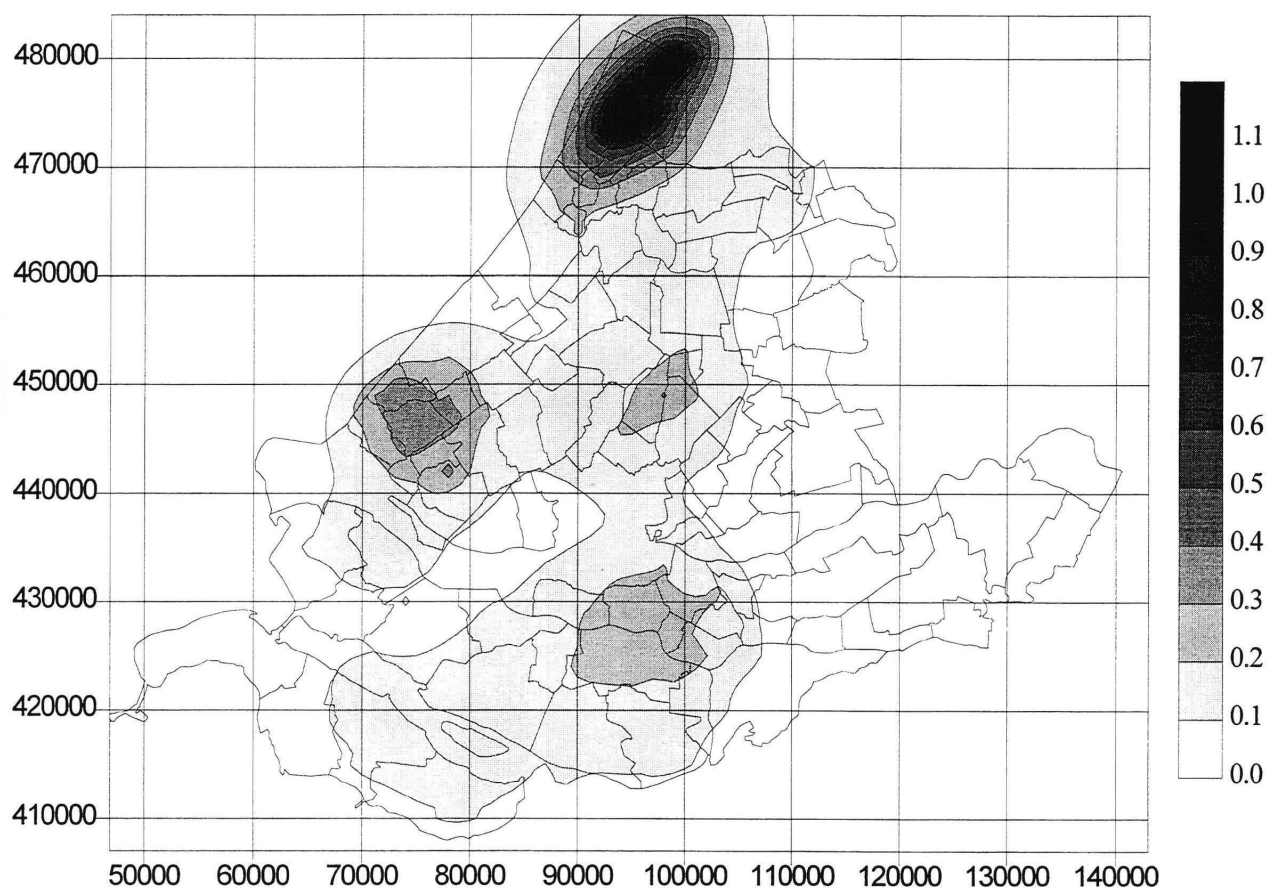
Figuur 2.2 Berekende jaargemiddelde concentratie (ng/m³) van mevinfos in de lucht boven Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen de provincie.



Figuur 2.3 Berekende jaargemiddelde concentratie (ng/m^3) van procymidon in de lucht boven Zuid-Holland als gevolg van de totale emissies binnen de provincie.



Figuur 2.3a Berekende jaargemiddelde concentratie (ng/m^3) van procymidon in de lucht boven Zuid-Holland als gevolg van de emissies uit de glastuinbouw binnen de provincie.



Figuur 2.4 Berekende jaargemiddelde concentratie (ng/m^3) van vinclozolin in de lucht boven Zuid-Holland als gevolg van de totale emissies binnen de provincie.

Omdat er voor de beschouwde stoffen geen normen zijn afgeleid met betrekking tot maximaal aanvaardbare concentraties in de lucht, kunnen de berekende concentraties hier niet worden beoordeeld op hun mogelijke effecten op mens of ecosysteem. In feite zijn de berekende atmosferische concentraties in deze studie slechts een tussenresultaat op de weg naar de berekening van de belasting van bodem en oppervlaktewater via atmosferische depositie. De aldus berekende depositiefluxen zijn beschreven in de volgende paragraaf.

2.4 Depositiefluxen

De met MILIS berekende depositiefluxen die het gevolg zijn van emissies in Zuid-Holland, zijn weergegeven in figuur 2.5 t/m 2.8. Deze depositiefluxen zijn het gevolg van emissies binnen de provincie Zuid-Holland en bevatten dus geen bijdrage uit de rest van Nederland of Europa. Deze bijdrage van niet-regionaal gebruik van de beschouwde middelen staat beschreven in hoofdstuk 3.

In figuur 2.5 is af te lezen dat de totale atmosferische depositie van dichloorvos als gevolg van regionale emissies een maximum bereikt boven het Westland van ongeveer $1,8 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$. Hiervan is ruwweg de helft droge depositie en de helft natte depositie. In figuur 2.6 is de berekende totale atmosferische depositie als gevolg van regionale emissies van mevinfos weergegeven. Omdat vollegrondsgroenteteelt relatief verspreid voorkomt, is ook het depositiepatroon van mevinfos niet erg geconcentreerd. In grote delen van Zuid-Holland ligt de berekende depositieflux tussen 0 en $0,02 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$. In de buurt van Nieuwerkerk stijgt deze depositieflux tot ongeveer $0,04 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$. De verhouding nat:droog is in het geval van mevinfos ook ongeveer 50:50.

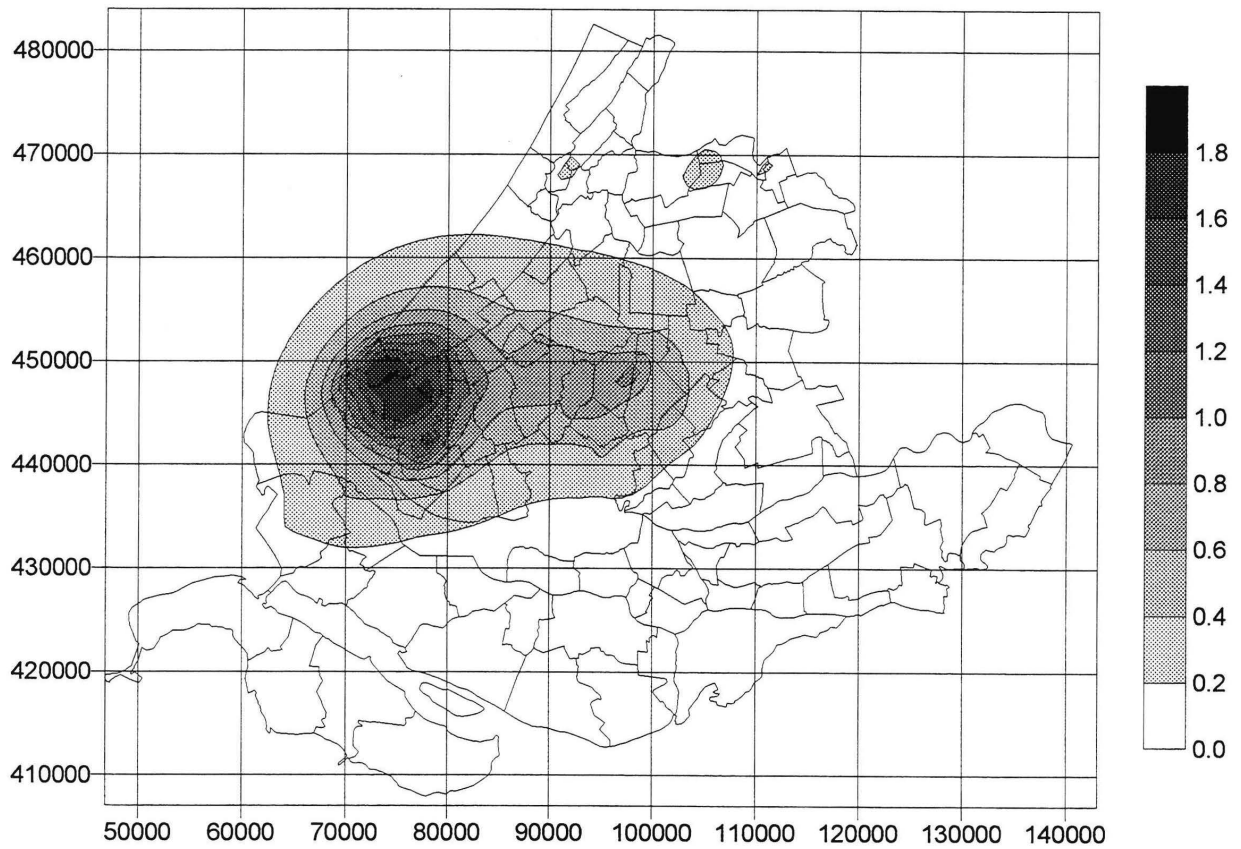
De berekende atmosferische depositie van procymidon als gevolg van regionale emissies is weergegeven in figuur 2.7. Het is duidelijk te zien dat de depositieflux boven de bollenstreek het hoogst is (tot ongeveer $0,3 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$). Boven het Westland is de depositieflux maximaal $0,02 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ (zie figuur 2.7a). De verhouding nat:droog is in het geval van procymidon ongeveer 20:80.

In figuur 2.8 is de berekende jaarlijkse atmosferische depositieflux van vinchlozolin als gevolg van regionale emissies op Zuid-Holland weergegeven. Deze depositieflux varieert van 0 tot $0,12 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ boven grote delen van Zuid-Holland tot $0,3 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$ boven de bollenstreek. De verhouding nat:droog is hier ongeveer 65:35.

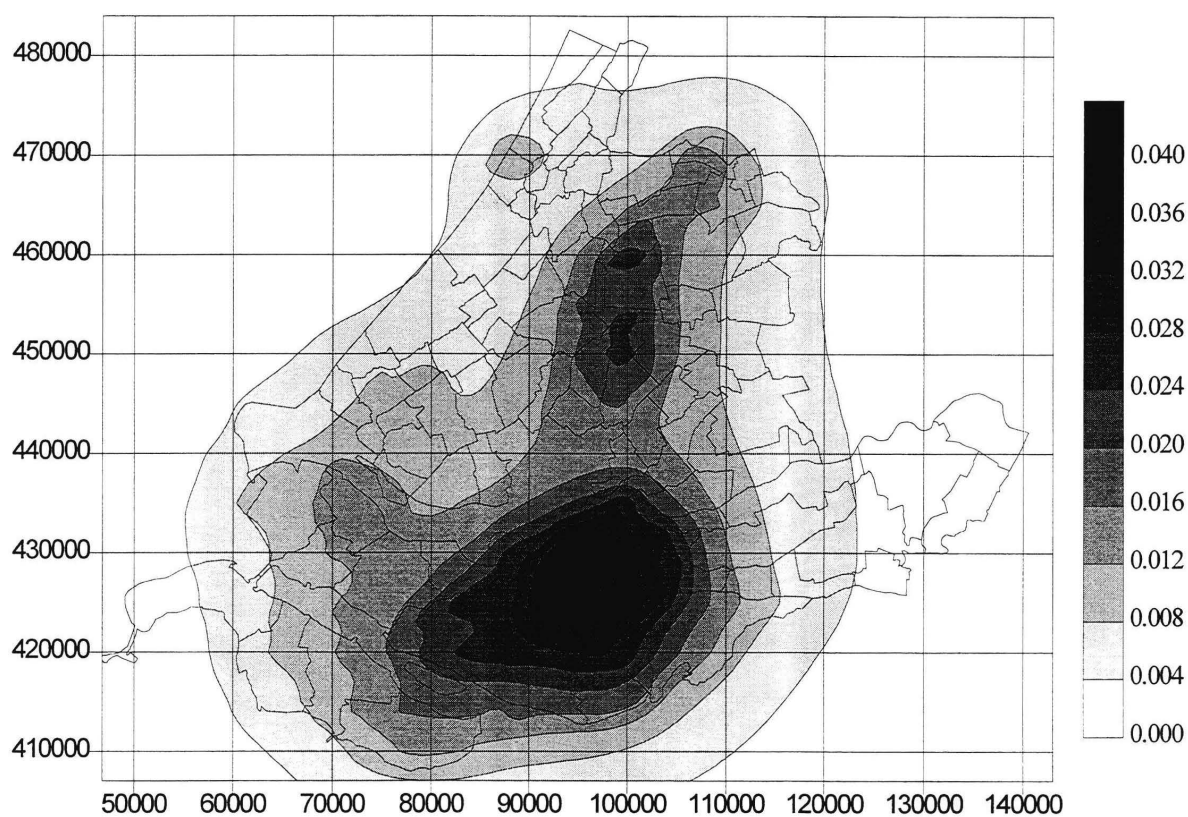
Bovenstaande cijfers zijn samengevat in tabel 2.8.

Tabel 2.8 Berekende maxima en ranges in depositiefluxen van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin boven Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen Zuid-Holland.

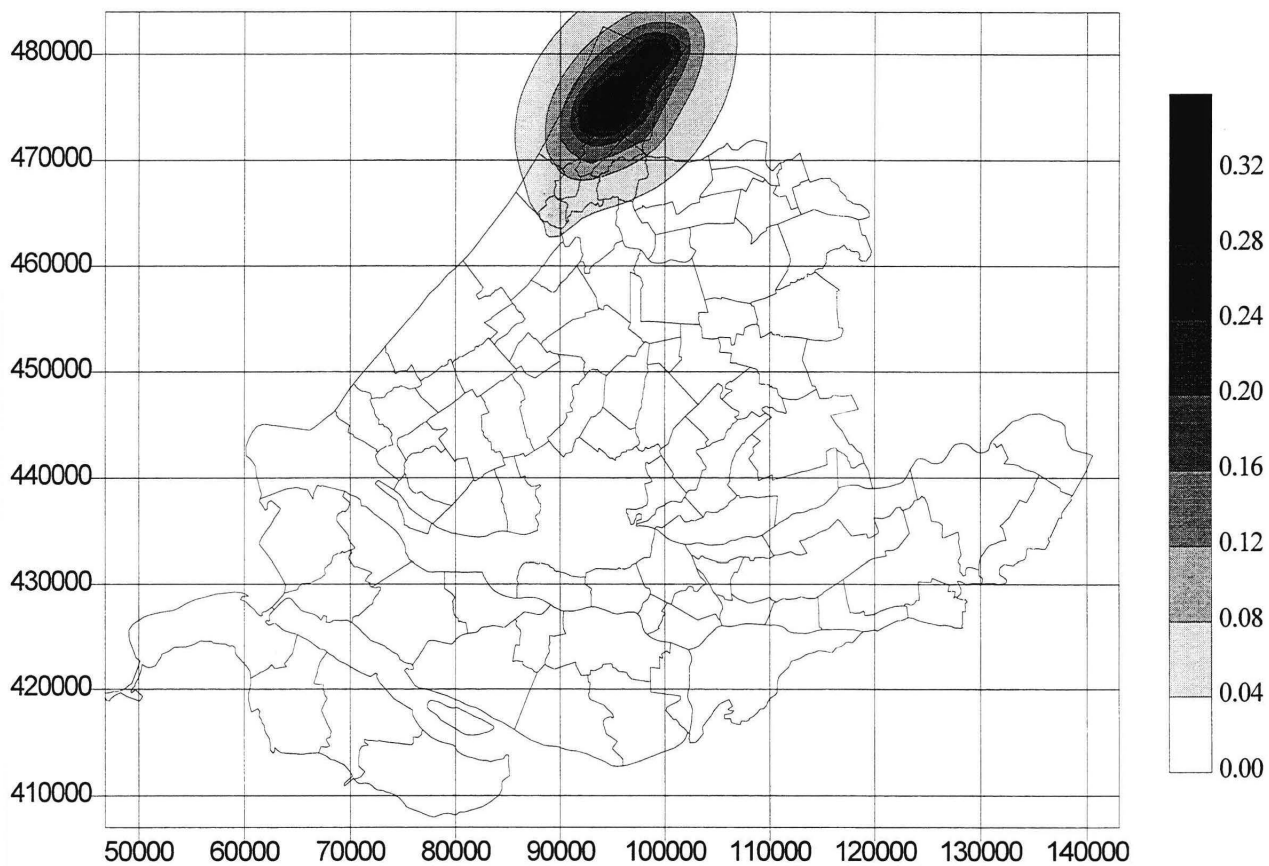
Middel	Maximum depositieflux ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$)	Locatie van maximum	Depositieflux in overige gebieden ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$)	Verhouding nat:droog (% : %)
Dichloorvos	1,8	Westland	0,0 - 0,8	50 : 50
Mevinfos	0,04	Nieuwerkerk	0,0 - 0,02	50 : 50
Procymidon	0,3	Bollenstreek	0,0 - 0,02	20 : 80
Vinchlozolin	0,3	Bollenstreek	0,0 - 0,12	65 : 35



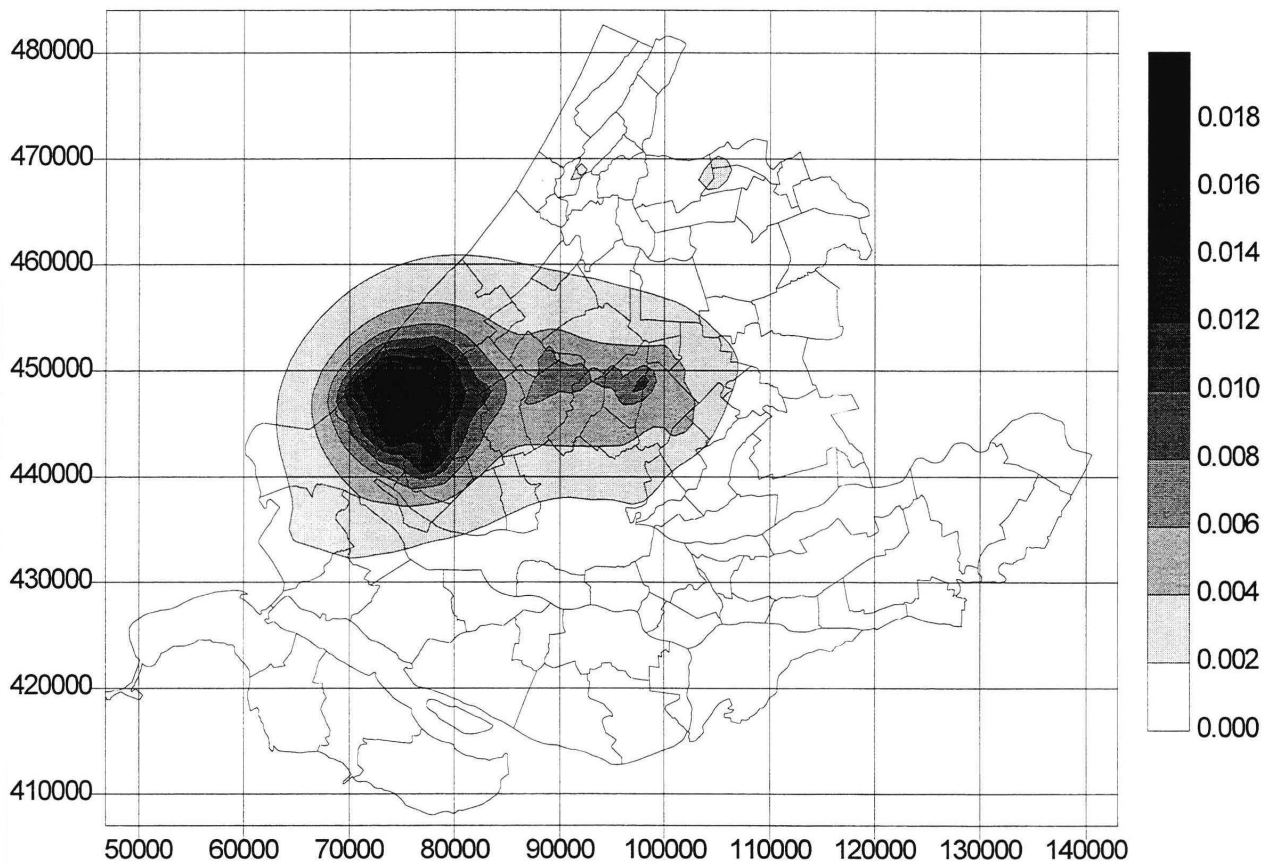
Figuur 2.5 Berekende jaarlijkse atmosferische depositie ($\text{g.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$) van dichloorvos op Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen de provincie.



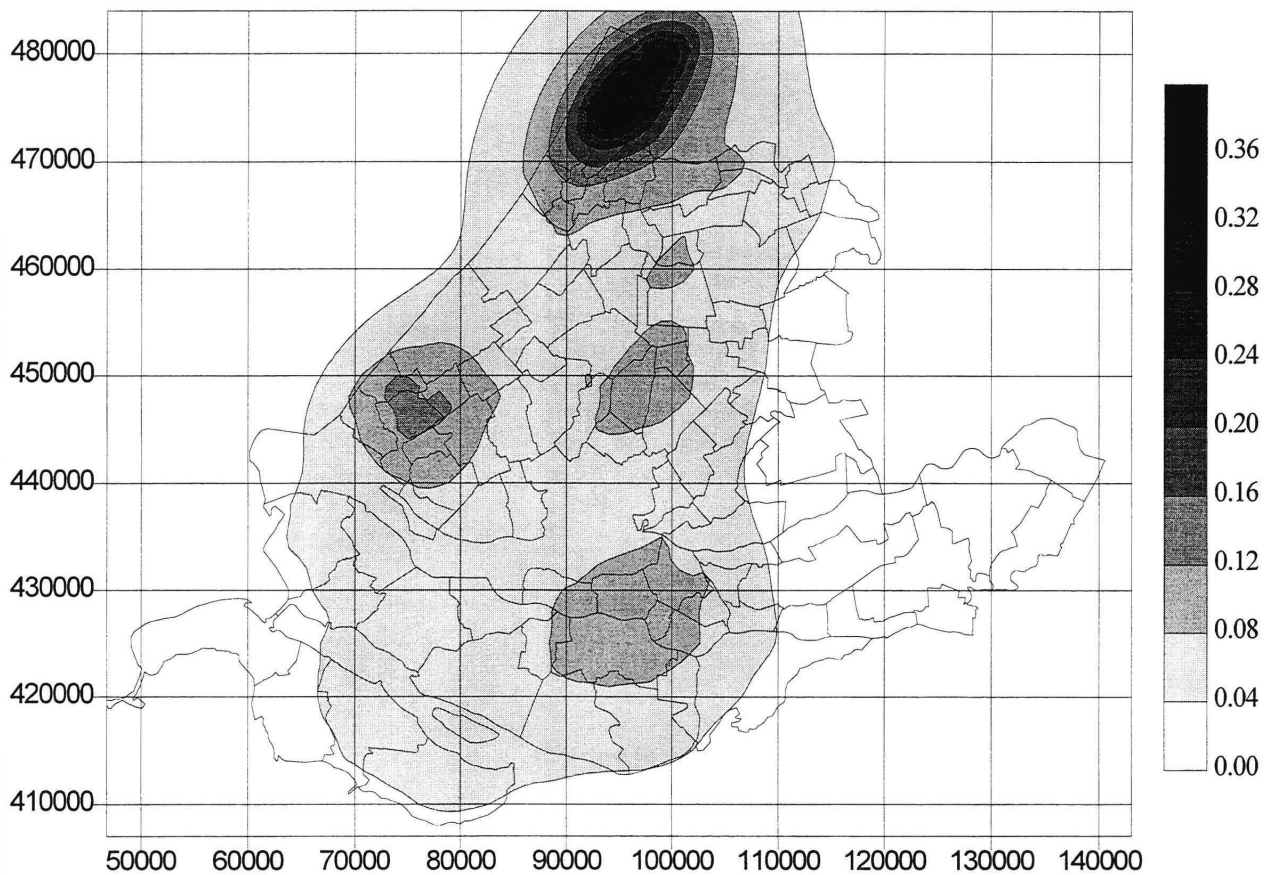
Figuur 2.6 Berekende jaarlijkse atmosferische depositie ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) van mevinfos op Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen de provincie.



Figuur 2.7 Berekende jaarlijkse atmosferische depositie ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) van procymidon op Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen de provincie.



Figuur 2.7a Berekende jaarlijkse atmosferische depositie ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$) van procymidon op Zuid-Holland als gevolg van emissies uit de glastuinbouw binnen de provincie.



Figuur 2.8 Berekende jaarlijkse atmosferische depositie ($\text{g.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$) van vinclozolin op Zuid-Holland als gevolg van emissies binnen de provincie.

Omdat er geen normen zijn afgeleid voor concentraties van de vier beschouwde stoffen in regenwater kunnen de uit de natte depositieflux af te leiden concentraties in het regenwater niet worden beoordeeld op hun eventuele schadelijkheid voor mens of milieu. Wel kunnen de berekende natte depositiefluxen worden vergeleken met de door Provincie Zuid-Holland (1994) gemeten natte depositiefluxen. In tabel 2.9 zijn deze cijfers naast elkaar gezet. Hierbij moet worden aangetekend dat in de berekende natte depositiefluxen geen bijdrage van emissies buiten de provincie Zuid-Holland zit. Voor deze bijdrage wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

Tabel 2.9 Vergelijking van gemeten en berekende natte depositiefluxen ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{jr}^{-1}$). Gemeten fluxen zijn afkomstig uit Provincie Zuid-Holland (1994), berekende fluxen uit de in deze studie uitgevoerde MILIS-berekeningen.

Locatie	Dichloorvos		Mevinfos		Procymidon		Vinchlozolin	
	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.
Westland (Naaldwijk)	0,97	0,75	0,026	0,006	0,027	0,005	0,25	0,09
Bollenstreek (Hillegom)	0,043	< 0,1	< d ¹⁾	0,004	0,27	0,050	0,20	0,19
Nieuwerkerk	0,26	< 0,1	0,053	0,020	0,19	< 0,005	0,15	0,07
Korendijk	0,10	< 0,1	< d ¹⁾	0,010	0,029	< 0,005	0,036	0,05

¹⁾ Alle metingen beneden de detectielimiet.

Uit deze tabel blijkt dat de orde van grootte van de berekende natte depositiefluxen in ieder geval overeenkomt met de die van de gemeten fluxen maar dat de berekende fluxen in het algemeen iets kleiner zijn dan de gemeten fluxen. Voor een deel kan dat het gevolg zijn van de grootschalige achtergronddepositie maar uit tabel 3.9 in het volgende hoofdstuk blijkt dat deze bijdrage niet groot genoeg is om de verschillen te verklaren. Andere mogelijke oorzaken voor de verschillen zijn afwijkingen in het werkelijke gebruik ten opzichte van het geschatte gebruik (mede door verschillen in de basisjaren van de emissieschattingen ('90, '92 en '96) en die van de metingen), onzekerheden in stoffeigenschappen etc.

3. Atmosferische achtergrond-concentraties en depositiefluxen

3.1 Algemeen

Zoals reeds uitgelegd in de inleiding is besloten om voor dit deel van de methodiek gebruik te maken van het werk dat reeds is uitgevoerd in het kader van IWAD (Interdepartementale Werkgroep Atmosferische Depositie) (Baart et al., 1995). In deze studie zijn voor een groot aantal stoffen, waaronder dichloorvos en mevinfos, emissieschattingen voor een groot deel van Europa gedaan en zijn atmosferische concentraties en deposities boven Nederland en de Noordzee berekend. Voor dichloorvos en mevinfos zijn de grootschalige achtergrond-concentraties en deposities op Zuid-Holland dus bekend. Voor procymidon en vinchlozolin is dat echter niet het geval. Voor deze stoffen is de bijdrage van Europese atmosferische emissies aan de belasting van het Zuid-Hollandse milieu geschat aan de hand van geschatte gebruikscijfers in de Europese landen en door het trekken van analogieën op basis van stoffeïenschappen tussen procymidon en vinchlozolin enerzijds en de in de IWAD-studie geselecteerde stoffen anderzijds.

3.2 Gebruik en emissie

De methode die in de genoemde IWAD-studie is gebruikt om het gebruik van dichloorvos en mevinfos (en andere pesticiden) in de verschillende Europese landen te schatten is in deze studie ook toegepast voor procymidon en vinchlozolin. De procedure komt in het kort op het volgende neer:

- Waar mogelijk worden gebruikscijfers per individueel middel per land geïnventariseerd.

Voor de middelen en landen waarvoor deze informatie niet beschikbaar is:

- Op basis van totale insecticiden/herbiciden/fungiciden gebruikscijfers van de OECD (1993) worden drie groepen van landen onderscheiden; Een groep met een hoog relatief bestrijdingsmiddelengebruik, een groep met een gemiddeld relatief gebruik en een groep met een laag relatief gebruik.

- Van iedere groep landen wordt van minstens één land het verbruik van een van de individuele middelen uit toegankelijke literatuur gehaald of via medewerkers van de nationale overheden verkregen. Dit gebruikscijfer dient vervolgens als startpunt voor de berekening van het gebruik in de andere landen in de groep. Er wordt daarbij verondersteld, dat het relatieve bestrijdingsmiddelen-gebruik (bijvoorbeeld het aandeel van het betreffende herbicide aan het totale herbiciden-gebruik) voor alle landen binnen één groep gelijk is. Wanneer voor slechts één van de drie groepen landen het relatieve verbruik bekend is, wordt deze fractie ook voor de landen in de andere twee groepen gebruikt.
- Voor landen waar onvoldoende gegevens zijn wordt het gebruik berekend op basis van produktiestatistieken van land- en tuinbouwprodukten in vergelijking met buurlanden met bekend bestrijdingsmiddelengebruik en eveneens bekende produktie.

In tabel 3.1 zijn de aldus verkregen gebruikscijfers voor dichloorvos, mevinfos (Baart et al. (1995) en procymidon en vinchlozolin gepresenteerd. De schattingen voor procymidon en vinchlozolin in de landen anders dan Nederland zijn gebaseerd op het aandeel dat het Nederlandse gebruik van deze stoffen (LEI-DLO, 1996) heeft in het totale fungicidengebruik in Nederland (OECD, 1993) en op de totale fungiciden-gebruiken in deze landen (OECD, 1993). Hierbij dient te worden bedacht dat de verschillende cijfers veelal betrekking hebben op verschillende basisjaren. Zo hebben de LEI-DLO cijfers voor procymidon en vinchlozolin betrekking op boekjaar '93-'94 en hebben de OECD cijfers betrekking op jaren variërend van '83-'91.

Omrekening van de gebruikscijfers uit tabel 3.1 naar emissies naar de lucht met de in de IWAD-studie gebruikte emissiefactoren voor dichloorvos (50%) en mevinfos (60%) en de voor procymidon (90%) en vinchlozolin (6%) geschatte emissiefactoren geeft de emissies per land zoals ze in tabel 3.2 zijn gepresenteerd. Bij vergelijking van deze emissiefactoren met de eerder in tabel 2.4 gepresenteerde en voor de regionale emissies gebruikte emissiefactoren blijkt dat hier enig verschil in zit. De redenen hiervoor zijn het feit dat inzichten in dit soort gegevens met de tijd kunnen wijzigen en het feit dat de Europese emissieschattingen door gebrekiger informatie veel ruwer zijn dan die voor Zuid-Holland.

Tabel 3.1 Gebruikscijfers van de 4 bestrijdingsmiddelen in Europese landen. Door de gebruikte schattingmethodiek zijn de cijfers niet aan 1 basisjaar toe te kennen.

Land	Dichloorvos (ton/jaar)	Mevinfos (ton/jaar)	Procymidon (ton/jaar)	Vinchlozolin (ton/jaar)
Albanië	8,0	0,4	-	-
België/Luxemburg	0,9	3,5	8,2	24,7
Bulgarije	55	2,8	-	-
Denemarken	4,0	0,4	0,5	1,2
Duitsland	42	4,2	34,2	103
Finland	2	0,2	0,5	1,4
Frankrijk	0,3	19,4	173	522
Griekenland	80	7,8	6,0	18,1
Groot Brittannië	1,0	0	-	-
Italië	200	29,4	178	537
Hongarije	75	7,7	32,5	48,3
Ierland	0,1	0,4	1,7	5,0
Joegoslavië	100	5,0	-	-
Oostenrijk	14	1,4	7,5	22,8
Nederland	35	1,3	12,6	38,1
Noorwegen	0,8	0,1	0,5	1,4
Polen	30	2,9	22,4	67,8
Portugal	74	0,1	40,0	121
Roemenië	150	7,5	-	-
Spanje	1000	140	90,2	273
Tsjechoslowakije	70	3,5	4,5	13,6
Turkije	280	28,5	17,4	52,7
USSR	36	3,6	-	-
IJsland	0	0	0,01	0,02
Zweden	0,8	0,1	2,3	6,8
Zwitserland	4	0,4	3,5	10,5

Tabel 3.2 Emissies van de 4 bestrijdingsmiddelen in Europese landen.

Land	Dichloorvos (ton/jaar)	Mevinfos (ton/jaar)	Procymidon (ton/jaar)	Vinchlozolin (ton/jaar)
Albanië	4,0	0,2	-	-
België/Luxemburg	0,5	0,2	7,4	1,5
Bulgarije	28	1,7	-	-
Denemarken	2,0	0,2	0,4	0,07
Duitsland	21	2,5	30,7	6,2
Finland	1,0	0,1	0,4	0,08
Frankrijk	0,2	11,6	156	31,4
Griekenland	40	4,7	5,4	1,1
Groot Brittannië	0,5	0	-	-
Italië	100	17,6	160	32,2
Hongarije	38	4,6	29,3	5,9
Ierland	0,05	0,2	1,5	0,3
Joegoslavië	50	3,0	-	-
Oostenrijk	7,0	0,8	6,8	1,4
Nederland	17,5	0,8	11,3	2,3
Noorwegen	0,4	0,1	0,4	0,09
Polen	15	1,7	20,2	4,1
Portugal	37	0,1	36,0	7,3
Roemenië	75	4,5	-	-
Spanje	500	84	81,2	16,4
Tsjechoslowakije	35	2,1	4,0	0,8
Turkije	140	17,1	15,7	3,2
USSR	18,0	2,2	-	-
IJsland	0	0	0,01	< 0,01
Zweden	0,4	0,1	2,0	0,4
Zwitserland	2,0	0,2	3,1	0,6

3.3 Concentraties

Op basis van de emissie-schattingen gepresenteerd in tabel 3.2, zijn in de IWAD-studie van Baart et al. (1995) de concentraties van dichloorvos en mevinfos berekend boven een groot deel van Europa waaronder Nederland en de Noordzee. Bestudering van de uitvoer-files van deze atmosferische verspreidingsberekeningen levert de in tabel 3.3 gepresenteerde informatie over de jaargemiddelde concentratie boven de provincie Zuid-Holland op. De in de tabel gepresenteerde range is het gevolg van het feit dat Zuid-Holland deel uit maakt van twee gridcellen. De afmetingen van deze receptor gridcellen bedragen 0,5 lengtegraad x 0,25 breedtegraad (ongeveer 25 x 25 km).

Tabel 3.3 Berekende concentraties (range en gemiddelde) in lucht en regenwater van dichloorvos en mevinfos boven de provincie Zuid-Holland als gevolg van Europese emissies.O

Concentratie	Dichloorvos		Mevinfos	
	Range	Gemiddeld	Range	Gemiddeld
Lucht (ng/m ³)	0,20 - 0,45	0,3	0,55 - 1,32	1,0
Regenwater (ng/l)	8,9 - 12,4	10	36 - 86	60

Omdat in deze berekeningen de bijdrage van emissie in Nederland (en dus Zuid-Holland) reeds is verdisconteerd, kunnen de concentraties uit tabel 3.3 niet direct als achtergrondconcentraties worden beschouwd maar eerder als totale concentraties. Omdat echter in de IWAD-studie ook de relatieve bijdrage van de verschillende landen aan de depositie op Nederland is berekend, kan hieruit de Nederlandse bijdrage worden gefilterd en daarmee de Zuid-Hollandse bijdrage. In tabel 3.4 staan de genoemde relatieve bijdragen vermeld. Uit het aandeel dat het gebruik van dichloorvos en mevinfos in Zuid-Holland heeft aan het totale Nederlandse gebruik (respectievelijk 62% en 8%, zie §2.2) kan vervolgens de bijdrage van Nederland in tabel 3.4 nog nader worden gespecificeerd. De 51% dichloorvos die Nederland bijdraagt aan de depositie op Nederland kan dan namelijk worden gesplitst in een Zuid-Hollandse bijdrage van 31% en een bijdrage van de rest van Nederland van 20%. Voor mevinfos is de Zuid-Hollandse bijdrage 8% en die van de rest van Nederland 91%. Hierbij moet worden bedacht dat het hier de bijdrage aan de depositie op heel Nederland betreft en niet die op de provincie Zuid-Holland. Als deze inconsistentie, bij gebrek aan beter, genegeerd wordt, dan komt men tot de conclusie dat de berekende gemiddelde concentratie van dichloorvos uit tabel 3.3 in Zuid-Holland voor $100-31=69\%$ afkomstig is uit gebieden buiten de provincie. Voor mevinfos is dat $100-8=92\%$ van de in tabel 3.3 gepresenteerde gemiddeld concentratie. De hiermee te berekenen achtergrondconcentraties zijn weergegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.4 *Relatieve bijdragen van verschillende Europese landen aan de atmosferische depositie op Nederland (Baart et al., 1995).*

Land	Dichloorvos (%)	Mevinfos (%)
België/Luxemburg	5,7	0,3
Denemarken	0,9	0,0
Duitsland	21,4	0,4
Frankrijk	1,0	0,5
Groot Britannië	1,0	0,0
Ierland	0,0	0,0
Nederland	51,0	98,7
waarvan: Zuid-Holland	31	8
Overige delen	20	91
Noorwegen	0,0	0,0
Spanje	8,1	0,0
Zweden	0,0	0,0
Andere landen	10,9	0,0

Tabel 3.5 *Geschatte achtergrondconcentraties in lucht en regenwater van dichloorvos en mevinfos boven de provincie Zuid-Holland als gevolg van emissies buiten de provincie.*

Concentratie	Dichloorvos	Mevinfos
Lucht (ng/m ³)	0,2	0,9
Regenwater (ng/l)	7	55

Om voor de middelen procymidon en vinchlozolin de achtergrondconcentratie in provincie Zuid-Holland te schatten zonder grootschalige atmosferische verspreidingsberekeningen te hoeven uitvoeren, kan men proberen om analogieën te trekken met stoffen waarvoor deze verspreidingsberekeningen wel zijn uitgevoerd. Hiervoor dient men vergelijkingen te maken tussen de stoffeïenschappen van de bekende en onbekende stoffen en tussen de emissies van deze stoffen.

De belangrijkste stoffeïenschappen die het verspreidingsgedrag van gasvormige stoffen zoals dichloorvos en mevinfos in de lucht bepalen, zijn de droge depositiesnelheid V_d , de Henry-coëfficiënt K_h die de natte depositie bepaald en de omzettingssnelheid k_{deg} in de lucht. In tabel 3.6 staan de waarden van deze parameters voor dichloorvos en mevinfos zoals ze in de IWAD-studie gebruikt zijn en de voor deze studie geschatte waarden voor procymidon en vinchlozolin. De in deze tabel opgenomen waarden voor de droge depositiesnelheden wijken af van die in tabel 2.6 omdat die van dichloorvos en mevinfos in de IWAD-studie iets anders zijn afgeleid dan in hoofdstuk 2 van deze studie. Om consistentie te bewaren zijn de depositiesnelheden van procymidon en vinchlozolin in tabel 3.6 ook op de IWAD-wijze afgeleid.

Uit vergelijking van de stoffeïenschappen in tabel 3.6 kan worden afgeleid dat procymidon meer op dichloorvos lijkt (lage V_d en hoge K_h) en vinchlozolin meer op mevinfos (hoge V_d en lage K_h).

Tabel 3.6 Waarden voor de droge depositiesnelheid V_d , de Henry-coëfficiënt K_h en de atmosferische omzettingssnelheid k_{deg} zoals gebruikt voor dichloorvos en mevinfos in de IWAD-studie van Baart et al. (1995).

Parameter	Dichloorvos	Mevinfos	Procymidon	Vinchlozolin
V_d (cm/s)	0,03	0,42	0,01	0,22
K_h (dim.loos)	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$6,25 \cdot 10^{-11}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-7}$
k_{deg} (%/uur)	0,66	0,45	0,5	0,5

De achtergrondconcentratie van procymidon in Zuid-Holland is dan ook geschat op basis van de verhouding tussen de geschatte emissies van dichloorvos en procymidon in de landen die bijdragen aan de depositie op Nederland en die van vinchlozolin op basis van de verhouding tussen de geschatte emissies van mevinfos en vinchlozolin. De bijdrage van Nederlandse emissies is daarbij gecorrigeerd voor de Zuid-Hollandse bijdrage daaraan. Voor procymidon is deze bijdrage slechts 1,2% en voor vinchlozolin 48%.

Het resultaat van deze vergelijking geeft als schatting voor de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van procymidon in de lucht boven Zuid-Holland een waarde van $2,8 \text{ ng/m}^3$ en voor vinchlozolin van $1,5 \text{ ng/m}^3$. Hierbij moet worden bedacht dat dit slechts zeer ruwe schattingen zijn die door gebrek aan meer gedetailleerde informatie nauwelijks te verbeteren zijn. In tabel 3.7 staan de geschatte achtergrondconcentraties nog eens samengevat.

Tabel 3.7 Geschatte achtergrondconcentraties in lucht en regenwater van dichloorvos en mevinfos boven de provincie Zuid-Holland als gevolg van emissies buiten de provincie.

Concentratie	Procymidon	Vinchlozolin
Lucht (ng/m^3)	2,8	1,5
Regenwater ($\mu\text{g/l}$)	0,01	2,7

3.4 Depositie

De atmosferische depositie als gevolg van achtergrondconcentraties kan voor dichloorvos en mevinfos worden afgeleid uit de IWAD-studie van Baart et al. (1995). De hierin boven Zuid-Holland berekende depositieflux moet daartoe worden gecorrigeerd voor de Zuid-Hollandse bijdrage. In tabel 3.8 zijn de procentuele bijdragen van emissies binnen en buiten Zuid-Holland aan de depositie op Zuid-Holland gepresenteerd.

In tabel 3.9 zijn de aldus geschatte achtergronddepositie-fluxen van de 4 beschouwde middelen weergegeven.

Tabel 3.8 Geschatte relatieve bijdragen van emissies binnen en buiten Zuid-Holland van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin aan de depositie op de provincie Zuid-Holland.

Middel	Bijdrage Zuid-Holland (%)	Bijdrage rest van Nederland (%)	Bijdrage rest van Europa (%)
Dichloorvos	31,4	19,6	49
Mevinfos	7,7	91,0	1,3
Procymidon	1,2	2,3	96,5
Vinchlozolin	48,3	50,0	1,7

Tabel 3.9 Geschatte achtergronddepositie-fluxen van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin op de provincie Zuid-Holland.

Middel	Droge depositie (mg.ha⁻¹.jr⁻¹)	Natte depositie (mg.ha⁻¹.jr⁻¹)	Totale depositie (mg.ha⁻¹.jr⁻¹)
Dichloorvos	20	48	68
Mevinfos	1,5	0,4	1,9
Procymidon	87,6	0,1	87,7
Vinchlozolin	0,7	9,7	10,4

4. Belasting van de bodem in Zuid-Holland

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt de mogelijke invloed van de in de voorgaande hoofdstukken berekende atmosferische depositie op de bodemkwaliteit in Zuid-Holland nader beschouwd. Omdat het weinig zin heeft om de invloed van atmosferische depositie van bestrijdingsmiddelen te beschouwen in bodems waar deze of andere milieuvreemde stoffen bewust worden toegepast, zullen in dit hoofdstuk alleen bodems in relatief onbelaste gebieden (natuurgebieden) aan de orde komen. In tabel 4.1 staan de berekende atmosferische depositiefluxen nog eens kort samengevat. In de kolom 'regionale bijdrage' is een onder- en bovengrens aangegeven omdat de regionale bijdrage aan de depositie uiteraard sterk afhankelijk is van lokale emissie-centra zoals het Westland en de bollenstreek.

Tabel 4.1 *Geschatte totale depositie-fluxen van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin op de provincie Zuid-Holland.*

Middel	Regionale bijdrage (g.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Achtergrond bijdrage (g.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)	Totale depositie (g.ha ⁻¹ .jr ⁻¹)
Dichloorvos	0 - 1,8	0,07	0,07 - 1,9
Mevinfos	0 - 0,04	0,002	0,002 - 0,04
Procymidon	0 - 0,3	0,09	0,1 - 0,4
Vinchlozolin	0 - 0,3	0,01	0,01 - 0,3

4.2 Concentraties in de bodem

De concentraties in de bodem ten gevolge van atmosferische depositie zijn berekend met het TNO-bodemmodel SOILBOX. Dit model is een relatief eenvoudig steady-state massa-balans model waarin rekening wordt gehouden met adsorptie, omzetting en uitspoeling.

Om een idee te krijgen van de bandbreedte van de invloed van de atmosferische depositie op verschillende bodemtypen, zijn er berekeningen uitgevoerd voor twee sterk verschillende bodemtypen. De eerste betreft een humusarme zandgrond zoals die in de duinen voorkomt, de tweede een veenbodem zoals die in een veenweidegebied voorkomt.

De met SOILBOX berekende steady-state concentraties zijn weergegeven in tabel 4.2. De berekeningen zijn uitgevoerd met de bovengrens van de in tabel 4.1 weergegeven totale depositiefluxen en geven dus een indruk van de te verwachten concentraties in de sterkst met atmosferische depositie belaste delen van Zuid-Holland. Zoals aan de getallen in tabel 4.2 te zien is, zijn de te verwachten concentraties in de bodem laag (ruwweg enkele tientallen ng/kg tot minder dan een halve µg/kg.

Voor de vier beschouwde stoffen zijn er in Nederland geen streef- of grenswaarden voor de bodemkwaliteit afgeleid, dus zijn de berekende concentraties moeilijk te beoordelen op eventuele schadelijke effecten.

Tabel 4.2 Met SOILBOX berekende steady-state concentraties van dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin in twee bodemtypes in de provincie Zuid-Holland.

Middel	Humusarme zandgrond ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	Veengrond ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)
Dichloorvos	0,008	0,032
Mevinfos	0,0001	0,0004
Procymidon	0,091	0,347
Vinchlozolin	0,014	0,058

Ook vergelijking met in de Zuid-Hollandse bodem gemeten concentraties is praktisch onmogelijk omdat er zo goed als geen meetdata zijn. Van de vier beschouwde stoffen zijn alleen van vinchlozolin concentraties gemeten die echter beneden de detectiegrens van $100 \mu\text{g.kg}^{-1}$ liggen (Provincie Zuid-Holland, 1993).

5. Belasting van het oppervlaktewater

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt het relatieve aandeel van atmosferische depositie aan de totale belasting van het oppervlaktewater in de Provincie Zuid-Holland bekeken. Dit wordt gedaan voor de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland aan de hand van berekeningen met het RIZA emissiemodel PESCO. Daarnaast worden de resultaten van de berekeningen met het waterkwaliteitsmodel WATERBOX gepresenteerd. Het betreft hier jaargemiddelde concentraties voor de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.

5.2 Belasting via de verschillende routes

Met het RIZA emissie-model PESCO kunnen de verschillende routes van bestrijdingsmiddelen worden gekwantificeerd via welke de belasting van het oppervlaktewater plaats vindt (RWS/RIZA, 1995).

Voorafgaand aan de berekeningen met PESCO zijn uit de gebruikscijfers van de vier beschouwde stoffen voor de gehele provincie Zuid-Holland (zie tabel 2.1) de gebruikscijfers per PAWN-district afgeleid op basis van het procentuele aandeel van de verschillende teelten in de PAWN-districten ten opzichte van het totale areaal in Zuid-Holland. Dit procentuele aandeel is afgeleid uit de som van de gemeentelijke arealen (CBS, 1995) die deel uitmaken van de betreffende PAWN-districten. In tabel 5.1 zijn de aldus afgeleide gebruikscijfers per PAWN-district weergegeven.

Tabel 5.1 *Geschat gebruik van de vier beschouwde middelen in de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.*

Middel	Hoogheemraadschap	Bollenteelt (kg/jaar)	Groenteteelt (kg/jaar)	Glastuinbouw (kg/jaar)	Totaal (kg/jaar)
Dichloorvos	Rijnland	0	0	2060	2060
	Delfland	0	0	15168	15168
	Schieland	0	0	4424	4424
Mevinfos	Rijnland	0	11,6	0	11,6
	Delfland	0	2,8	0	2,8
	Schieland	0	10,8	0	10,8
Procymidon	Rijnland	2637	0	68,3	2705
	Delfland	5,9	0	503	509
	Schieland	29,6	0	147	177
Vinchlozolin	Rijnland	3544	528	310	4382
	Delfland	8,0	130	2281	2419
	Schieland	39,8	492	665	1197

De emissies naar het oppervlaktewater berekend met PESCO volgens de methode van de emissie-evaluatie MJP-G (MJP-G, 1996) zijn weergegeven in tabel 5.2. Uit de berekeningen met PESCO blijkt dat de emissies vanuit kassen naar het oppervlaktewater hoofdzakelijk worden veroorzaakt door emissies via het condenswater (>95%). Het reinigen van apparatuur draagt slechts 1 á 2% bij, terwijl laterale uitspoeling verwaarloosbaar is. Emissies naar het oppervlaktewater in de bollenteelt en de vollegronds groenteteelt zijn voor 90% het gevolg van druppeldrift. De overige 10% worden veroorzaakt door het reinigen van de spuitapparatuur. Ook hier is laterale uitspoeling verwaarloosbaar.

Tabel 5.2 *Met PESCO berekende emissie van de vier beschouwde middelen naar het oppervlaktewater gebruik in de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.*

Middel	Hoogheemraadschap	Bollenteelt (kg/jaar)	Groenteteelt (kg/jaar)	Glastuinbouw (kg/jaar)	Totaal (kg/jaar)
Dichloorvos	Rijnland	0	0	20,9	20,9
	Delfland	0	0	153,6	153,6
	Schieland	0	0	44,8	44,8
Mevinfos	Rijnland	0	0,056	0	0,056
	Delfland	0	0,011	0	0,011
	Schieland	0	0,045	0	0,045
Procymidon	Rijnland	12,5	0	0,7	13,2
	Delfland	0	0	5,1	5,1
	Schieland	0,15	0	1,5	1,65
Vinchlozolin	Rijnland	16,7	2,6	3,2	22,5
	Delfland	0	0,5	23,5	24,0
	Schieland	0,15	2,0	6,9	9,05

Uit de verspreidings- en depositieberekeningen met MILIS zijn ook de totale depositiefluxen op de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland afgeleid, door sommatie van de depositiefluxen op de tot deze districten behorende gemeenten. In tabel 5.3 zijn deze totale fluxen, die het gevolg zijn van emissies in Zuid-Holland, weergegeven.

Tabel 5.3 *Op basis van de MILIS verspreidings- en depositieberekeningen afgeleide totale depositiefluxen van de vier beschouwde middelen op de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland als gevolg van emissies in Zuid-Holland.*

Middel	Rijnland (kg/jaar)	Delfland (kg/jaar)	Schieland (kg/jaar)
Dichloorvos	7,7	19,8	7,1
Mevinfos	0,43	0,20	0,26
Procymidon	2,10	0,30	0,14
Vinchlozolin	4,24	2,03	1,29

Aangezien de in tabel 5.3 gepresenteerde cijfers betrekking hebben op de totale depositie op zowel land als oppervlaktewater binnen de districten, moeten de cijfers nog worden bewerkt om tot emissie naar het oppervlaktewater te komen. Daarvoor dient onderscheid te worden gemaakt naar atmosferische depositie direct op het water en atmosferische depositie die via afspoeling van verharde en onverharde oppervlakken in het water terecht komt.

De directe atmosferische depositie is evenredig met het aandeel dat het oppervlaktewater heeft in de totale oppervlakte van de PAWN-districten. Uit Ruygh en Hopstaken (1990) is afgeleid dat dit er voor de drie PAWN-districten als volgt uitziet:

Rijnland : 6,4% oppervlaktewater

Delfland : 1,8%

Schieland : 7,4%

Het percentage van de totale atmosferische depositie dat van verharde en onverharde oppervlakken (al dan niet via het riool) afspoelt naar het oppervlaktewater is geschat op basis van het Nederlands gemiddelde en bedraagt ruwweg 5% (Van Campen et al., 1991).

De uit bovenstaande percentages berekende directe en indirecte belasting van het oppervlaktewater van de drie PAWN-districten is weergegeven in tabel 5.4. De droge depositiefluxen op de provincie (en dus op de PAWN-districten) zijn echter berekend met droge depositiesnelheden V_d die geldig zijn voor droge depositie op de bodem (zie tabel 2.6) omdat het grootste deel van de provincie nu eenmaal uit land bestaat. De droge depositiesnelheid op water is normaal gesproken echter hoger dan boven bodem. Zo kan met het zogenaamde Liss-Slater model (Liss et al., 1974) worden berekend dat de droge depositiesnelheid V_d van sommige bestrijdingsmiddelen boven schoon water ongeveer 0,6 tot 0,8 cm/s kan bedragen (Baas, 1996), waarmee ze ruwweg een factor 10 tot 100 hoger zijn dan die gebruikt zijn in de MILIS-berekeningen. Omdat er in water, net als in bodem, echter een remming van de droge depositie optreedt door reeds aanwezige concentraties en de natte depositieflux wel gelijk is aan die boven bodem, zullen de werkelijke directe depositiefluxen op water niet zo extreem afwijken van die in tabel 5.4 als de factor 10 tot 100 suggereert. Wanneer er van een gemiddelde droge depositiesnelheid van 0,15 cm/s boven water wordt uitgegaan (zoals kan worden berekend met het TNO waterkwaliteitsmodel WATERBOX) en er rekening wordt gehouden met de in hoofdstuk 2 genoemde verhouding tussen natte en droge depositie, dan kan de directe depositieflux in tabel 5.4 worden gecorrigeerd tot waarschijnlijk meer reële getallen. Deze getallen worden in tabel 5.4 tussen haakjes genoemd.

Tabel 5.4 Geschatte directe en indirecte belasting van het oppervlaktewater met atmosferische depositie van de vier beschouwde middelen van de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland als gevolg van emissies in Zuid-Holland.

Middel	Rijnland (kg/jaar)		Delfland (kg/jaar)		Schieland (kg/jaar)	
	direct	indirect	direct	indirect	direct	indirect
Dichloorvos	0,49 (2,54)	0,39	0,36 (1,87)	0,99	0,53 (2,75)	0,36
Mevinfos	0,028 (0,047)	0,022	0,004 (0,007)	0,010	0,019 (0,032)	0,013
Procymidon	0,13 (2,63)	0,11	0,005 (0,10)	0,015	0,010 (0,20)	0,007
Vinchlozolin	0,27 (0,53)	0,21	0,037 (0,073)	0,10	0,10 (0,20)	0,065

In tabel 5.5 zijn de geschatte belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland door atmosferische depositie en andere routes (inclusief lokale drift) nog eens naast elkaar gezet. Bij de atmosferische depositie is onderscheid gemaakt naar de bijdrage van regionale (Zuid-Hollandse) emissies (reg-atm.) en van de grootschalige achtergronddepositie (ag-atm.).

Tabel 5.5 Geschatte atmosferische depositie (regionaal en achtergrond) en belasting via overige routes (inclusief drift) van het oppervlaktewater met de vier beschouwde middelen in de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.

Middel	Rijnland (kg/jaar)			Delfland (kg/jaar)			Schieland (kg/jaar)		
	reg-atm.	ag-atm.	overig	reg-atm.	ag-atm.	overig	reg-atm.	ag-atm.	overig
Dichloorvos	2,9	0,81	20,9	2,9	0,27	154	3,1	0,12	44,8
Mevinfos	0,069	0,023	0,056	0,017	0,008	0,011	0,045	0,003	0,045
Procymidon	2,7	1,0	13,2	0,12	0,34	5,1	0,21	0,15	1,7
Vinchlozolin	0,74	0,12	22,5	0,17	0,038	24,0	0,27	0,017	9,1

Uit tabel 5.5 en de resultaten van de PESCO-berekeningen is de procentuele bijdrage van atmosferische depositie, van drift en van overige routes aan de totale belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland af te leiden. Deze percentages zijn weergegeven in tabel 5.6.

Tabel 5.6 *Geschatte procentuele bijdrage van atmosferische depositie, drift en niet-atmosferische routes aan de belasting van het oppervlaktewater met de vier beschouwde middelen in de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.*

Middel	Rijnland			Delfland			Schieland		
	atm.-dep.	drift	niet-atm.	atm.-dep.	drift	niet-atm.	atm.-dep.	drift	niet-atm.
Dichloorvos	15	0	85	2	0	98	7	0	93
Mevinfos	62	34	4	69	28	3	52	44	4
Procymidon	22	67	11	8	0	92	17	7	76
Vinchlozolin	4	74	22	9	2	89	3	21	76

5.3 Concentraties in het oppervlaktewater

Om een idee te krijgen van de concentraties van de vier beschouwde middelen in het oppervlaktewater van Zuid-Holland, zijn enkele berekeningen uitgevoerd met het TNO-waterkwaliteitsmodel WATERBOX. Als invoer zijn de totale belastingen, zoals af te leiden uit tabel 5.5, genomen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland. De hiervoor benodigde karakteristieken van deze districten zijn overgenomen uit Ruygh en Hopstaken (1990). WATERBOX is een eenvoudig steady-state waterkwaliteitsmodel waarin processen als laterale in- en uitstroom, atmosferische en niet-atmosferische belasting, sedimentatie en resuspensie, adsorptie aan zwevende deeltjes en aan sediment en omzetting van de verontreiniging zijn opgenomen.

Het resultaat van de berekeningen betreft de steady-state concentratie in water en sediment van het betreffende oppervlaktewater. In tabel 5.7 zijn de resultaten weergegeven. Bij de interpretatie van deze resultaten moet worden bedacht dat de berekeningen zijn uitgevoerd voor de PAWN-districten als geheel, waardoor de totale belasting is 'uitgesmeerd' over het gehele PAWN-district. Als gevolg hiervan zullen de berekende concentraties (soms veel) lager zijn dan in werkelijkheid op lokale of subregionale schaal het geval zal zijn. Op lokale schaal kan bijvoorbeeld de drift die op een naastliggende sloot terecht komt tot zeer hoge concentraties leiden. Op subregionale schaal (zoals het Westland of de bollenstreek) kunnen de werkelijke concentraties door de relatief grote dichtheid van emissiepunten en een relatief klein ontvangend wateroppervlak ook aanzienlijk hoger zijn dan de hier berekende concentraties. Omdat meer gedetailleerde informatie over waterdiepten, verblijftijden etc. van deze subregio's ontbrak en het doel van de berekeningen vooral bestaat uit het genereren van informatie met betrekking tot stofstromen op provinciaal niveau, is besloten om meer gedetailleerde berekeningen achterwege te laten.

Voor dichloorvos en mevinfos zijn de berekeningen in tweevoud uitgevoerd, te weten met een hoge en een lage omzettingssnelheid in het aquatische systeem.

Tabel 5.7 Met WATERBOX berekende steady-state concentraties van de vier beschouwde middelen in het water en sediment van de PAWN-districten Rijnland, Delfland en Schieland.

Middel	Omzettingssnelheid	Rijnland		Delfland		Schieland	
		water (ng/l)	sediment (ng/kg)	water (ng/l)	sediment (ng/kg)	water (ng/l)	sediment (ng/kg)
Dichloorvos	laag	2,6	0,11	70,4	3,0	41,4	1,8
	hoog	0,54	0,005	15,0	0,3	8,7	0,74
Mevinfos	laag	0,14	0,05	0,63	0,23	0,11	0,04
	hoog	0,01	0,0002	0,01	0,0002	0,05	0,001
Procymidon	n.v.t.	28,9	85,6	26,1	77,1	23,0	68,1
Vinchlozolin	n.v.t.	20,0	9,9	69,4	34,5	58,7	29,2

Van de vier onderzochte stoffen zijn er in Nederland alleen voor dichloorvos en mevinfos normen voor oppervlaktewaterkwaliteit afgeleid. Het betreft zogenaamde MILBOWA-grenswaarden die voor dichloorvos 2 ng/l en voor mevinfos 5 ng/l bedragen. Voor de andere twee stoffen zijn geen normen voor waterkwaliteit afgeleid en voor geen van de vier stoffen is er een norm voor sedimentkwaliteit. Ook in de normenstelsels van andere landen zijn voor de ontbrekende normen geen voorbeelden gevonden (BKH, 1995).

Uit tabel 5.7 kan worden afgelezen dat de berekende concentratie van dichloorvos in alle beschouwde PAWN-districten maar vooral in Delfland en Schieland de grenswaarde overschrijdt. De grenswaarde voor mevinfos wordt volgens de berekeningen in geen van de drie PAWN-districten overschreden. Hierbij moet nogmaals de kanttekening worden gemaakt dat de concentraties op lokale of subregionale schaal (aanzienlijk) hoger kunnen zijn.

Vergelijking van de berekende concentraties met gemeten concentraties kan een indicatie geven van de juistheid van de berekeningen hoewel daarbij moet worden bedacht dat metingen in het algemeen slechts een indruk geven van de concentratie op een specifiek punt in de ruimte en tijd, terwijl de in tabel 5.7 gepresenteerde berekeningsresultaten gemiddelden voor gehele PAWN-district onder niet-veranderende (steady-state) omstandigheden geven. Desalniettemin kan men uit vergelijking enig gevoel geven van de orde van grootte van de onzekerheid in de uitkomsten van de berekeningen.

In Delfland zijn in 1992 metingen verricht naar het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in twee oppervlaktewateren, waarvan er één (MPT 285) niet in verbinding stond met ander water en dus alleen via regenwater wordt gevoed (Provincie Zuid-Holland, 1994). Ook in het kader van het Project Integratie Milieu Metingen (PIMM) zijn gemeten concentraties bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater gerapporteerd. In tabel 5.8 zijn de bandbreedten van de gemeten concentraties weergegeven. Uit vergelijking van de cijfers in tabellen 5.7 en 5.8 (Delfland MPT 111 en PIMM Tussengebied) kan de voorzichtige conclusie worden getrokken dat de orde van grootte van de berekende concentraties in ieder geval binnen de het traject van geme-

ten concentraties vallen. Daarbij dient de kanttekening te worden gemaakt dat de zeer hoge dichloorvos-concentratie in het PIMM Tussengebied (240 µg/l) waarschijnlijk sterk lokaal bepaald is.

Tabel 5.8 In Zuid-Hollands oppervlaktewater gemeten concentraties van de vier beschouwde middelen (ng/l).

Middel	Delfland MPT 111	Delfland MPT 285	PIMM Tussengebied
Dichloorvos	< 10 - 430	< 10	< 10 - 240000
Mevinfos	< 10 - 30	< 10	< 10 - 20
Procymidon	-	-	-
Vinchlozolin	< 1 - 88	< 1 - 13	< 1 - 290

6. Conclusies en aanbevelingen

Uit de in de voorgaande hoofdstukken gepresenteerde resultaten van de verschillende onderdelen van deze studie kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het aandeel van de verschillende routes van belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland verschilt per stof en per regio, zodat de effectiviteit van emissiebeperkende maatregelen ook per stof en regio zal verschillen.
 - Voor dichloorvos, dat alleen in de glastuinbouw wordt gebruikt, is 85 tot 98% van de belasting van het oppervlaktewater het gevolg van niet-atmosferische routes, waarvan emissie via het condenswater 90% voor zijn rekening neemt. Alleen maatregelen die deze emissie beperken, zoals bijvoorbeeld reeds voorgesteld in het kader van de WVO, zullen dan ook een relevante bijdrage kunnen leveren aan verbetering van de waterkwaliteit.
 - Voor mevinfos, dat alleen in de vollegronds groenteteelt wordt gebruikt, varieert de bijdrage van atmosferische depositie aan de belasting van het oppervlaktewater van 52 tot 69% en varieert de bijdrage van lokale drift van 28 tot 44%. Aangezien de atmosferische depositie van mevinfos voor een groot deel (68 tot 94%) afkomstig is van Zuid-Hollandse emissies lijkt reductie van emissies naar de lucht een doelmatig middel om de belasting van het oppervlaktewater in Zuid-Holland te verkleinen. Ook reductie van drift kan hieraan bijdragen.
 - Voor procymidon, dat vooral in de bollenteelt maar ook in de glastuinbouw wordt gebruikt, varieert de bijdrage van de verschillende routes aan de belasting van het oppervlaktewater sterk per regio. In het Rijnland, waar het middel vooral in de bollenteelt wordt gebruikt, is lokale drift de belangrijkste route met 67%. Atmosferische depositie, waarvan 75% van Zuid-Hollandse oorsprong is, draagt 22% bij. In Delfland en Schieland daarentegen, waar het middel vooral in de glastuinbouw wordt gebruikt, zijn niet-atmosferische routes het belangrijkste (76 tot 92%) waarvan emissie via het condenswater 90% voor zijn rekening neemt. In het Rijnland hebben dus vooral driftbeperkende maatregelen zin om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren en in Delfland en Schieland zou de aanpak van de emissie via het condenswater daarvoor een belangrijke rol kunnen spelen.

- Voor vinchlozolin, dat vooral in de bollenteelt en vollegronds groenteteelt maar in mindere mate ook in de glastuinbouw wordt gebruikt, varieert de bijdrage van de verschillende routes aan de belasting van het oppervlaktewater op een vergelijkbare manier als in het geval van procymidon. In het Rijnland is lokale drift met 74% het belangrijkste, in Delfland en Schieland hebben niet-atmosferische routes met 76 tot 89% het grootste aandeel. Hiervan is 90% het gevolg van emissies via condenswater. Atmosferische depositie draagt in alle gevallen slechts 3 tot 9% bij. Verbetering van de waterkwaliteit moet dus vooral worden gezocht in drift-beperking (bollenteelt, Rijnland) en in vermindering van de emissie via condenswater (glastuinbouw, Delfland, Schieland).
- De belasting van het oppervlaktewater in de provincie Zuid-Holland met dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin leidt in ieder geval voor dichloorvos tot grootschalige overschrijding (jaargemiddeld en gemiddeld over gehele PAWN-districten) van de MILBOWA-grenswaarde van 2 ng/l. Voor mevinfos lijkt overschrijding van de grenswaarde van 5 ng/l beperkt tot lokale en subregionale situaties. Voor procymidon en vinchlozolin zijn in Nederland en voor zover bekend ook in andere landen geen normen of milieukwaliteitsdoelstellingen afgeleid, zodat voor deze middelen geen uitspraken kunnen worden gedaan met betrekking tot het al dan niet waarschijnlijk zijn van het overschrijden van normen. Uit chemische analyse van het oppervlaktewater in Zuid-Holland blijkt echter dat er op lokale en subregionale schaal vaak hoge concentraties van bestrijdingsmiddelen voorkomen. Dat deze hoge gemeten concentraties niet direct bevestigd worden door de in deze studie uitgevoerde waterkwaliteitsberekeningen is het gevolg van het feit dat de emissies in de berekeningen worden ‘uitgesmeerd’ over de gehele PAWN-districten terwijl ze in werkelijkheid veelal in kleinere subregio’s terechtkomen.
- De belasting van de bodem in zogenaamde ‘non-target areas’, waar atmosferische depositie de enige aanvoerroute is, met dichloorvos, mevinfos, procymidon en vinchlozolin leidt in de provincie Zuid-Holland tot relatief lage concentraties in de bodem. Er zijn echter in Nederland geen normen waarmee de berekende concentraties kunnen worden vergeleken waardoor het moeilijk te beoordelen is of de verwachte concentraties tot schadelijke milieueffecten zullen leiden.
- Vooral het ontbreken van experimenteel bepaalde (droge) depositiesnelheden, de schaarsheid aan gemeten concentraties in de lucht en regenwater en het ontbreken van experimenteel bepaalde droge en natte depositiefluxen, leidt in veel gevallen tot relatief grote onzekerheden met betrekking tot de beoordeling van het relatieve belang van de luchtroute aan de belasting van het milieu. Het ontbreken van goede gebruikscijfers van bestrijdingsmiddelen in de ons omringende landen draagt bij aan de onzekerheid met betrekking tot de bijdrage van de achtergronddepositie aan de totale depositie op een regio.

- Het ontbreken van normen of milieukwaliteitsdoelstellingen in lucht, bodem en water maakt een objectieve beoordeling van het al dan niet schadelijk zijn van bepaalde gemeten of berekende concentraties van bestrijdingsmiddelen moeilijk zo niet onmogelijk en bemoeilijkt de ontwikkeling van het beleid op dit terrein.

Uit de bovenstaande conclusies zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- Om de onzekerheden in het schatten van droge en natte depositiefluxen van pesticiden te kunnen verkleinen en meer inzicht te verkrijgen in het (relatieve) belang van atmosferische depositie van deze stoffen, verdient het aanbeveling om meer experimenteel onderzoek te verrichten naar in de praktijk voorkomende concentraties in lucht en regenwater, naar effectieve droge depositiesnelheden boven water en bodem en naar droge en natte depositiefluxen.
- Om effectief beleid te kunnen ontwikkelen op het gebied van het vóórkomen van pesticiden in lucht, water en bodem, verdient het aanbeveling om op korte termijn normen voor meer van deze stoffen in de genoemde milieuc compartimenten te formuleren dan nu het geval is.

7. Literatuur

Baart, A.C., J.J.M. Berdowski en J.A. van Jaarsveld, 1995.

Calculation of the atmospheric deposition of contaminants on the North Sea.
MW-TNO rapport R 95/138.

Baas, J., 1992.

Emissie van gewasbeschermingsmiddelen uit kassen naar de buitenlucht.
IMW-TNO rapport R92/304.

Bakker, D.J. en K.D. van den Hout, 1993.

De invloed van atmosferische depositie op de kwaliteit van bodem en oppervlaktewater in Nederland. Beschrijving rekenmethode en berekeningsresultaten. IMW-TNO rapport R 93/200.

BKH, 1995.

Criteria setting: Compilation of procedures and effect-based criteria used in various countries. Rapport geschreven in opdracht van VROM, Directie Stoffen, Veiligheid en Straling.

Campen, A.L.B.M. van, C.H.A. Quarles van Ufford, R.P.M. Berbee, L.A.M. Luiten en M.J.C. Schwartz, 1991.

Samenwerkingsproject effectieve emissiereductie diffuse bronnen.
Rijkswaterstaat/RIZA, VROM-DGM en RIVM.

CBS, 1995.

Gemeentelijke Uitkomsten Landbouwtelling, editie 1995. Datadiskette van het Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen.

LEI-DLO, 1996.

Gegevens over de verdeling van het gebruik van procymidon en vinchlozolin over glastuinbouw, bloembollen en overige teelten zoals berekend uit het 'Bedrijven Informatie-net' van LEI-DLO. Boekjaar 1993/1994.

Liss, P.S. en P.G. Slater, 1974.

Flux of gases across the air-sea interface. Nature, vol. 247, 1974.

MJP-G, 1990.

Meerjarenplan Gewasbescherming. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677 nrs 3 en 4.

MJP-G, 1996.

Einddocument MJP-G Emissie-evaluatie 1995.

Nefyto, 1992.

Landbouw en chemische gewasbeschermingsmiddelen in cijfers. Nefyto, juli 1992.

OECD, 1993.

OECD Environmental Data. Compendium 1993.

Provincie Zuid-Holland, 1993.

Project Integratie Milieumetingen 1991. Het tussengebied. Rapport van Provincie Zuid-Holland, Dienst Water en Milieu.

Provincie Zuid-Holland, 1994.

Bestrijdingsmiddelen in neerslag in Zuid-Holland. Rapport van Provincie Zuid-Holland, Dienst Water en Milieu.

Pruissen, O.P. van, 1995.

Herkomst van pesticiden in regenwater in Zuid-Holland. MW-TNO rapport R95/103.

RIVM, 1994.

RIVM-floppy disk met 10-jarig gemiddelde meteo data voor Zuid-Holland.

RWS/RIZA, 1995.

SamenwerkingsProject Effectieve Emissiereductie Diffuse bronnen. SPEED document Gewasbeschermingsmiddelen. RWS/RIZA nota nr. 95.020.

Ruygh, E.F.W. en C.F.A.M. Hopstaken, 1990.

Instrumentarium beleidsanalyse waterhuishouding PAWN. De districtswatermodule DIWAMO. WL-rapport T-568.

8. Verantwoording

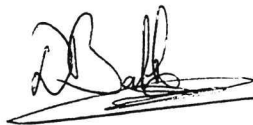
Naam en adres van de opdrachtgever
Provincie Zuid-Holland

Namen en functies van de projectmedewerkers
Drs. D.J. Bakker
Drs. J. Baas

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
LEI - DLO

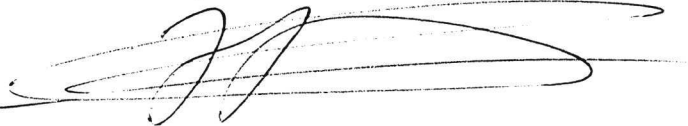
Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
1 augustus 1995 - 31 augustus 1996

Ondertekening



Drs. D.J. Bakker
onderzoekleider

Goedgekeurd door



J. Baas
afdelingshoofd