

22 juni 1995

**Overwaaien van bestrijdingsmiddelen naar waterlopen bij
bespuiting in de bloembollenteelt**

**A.E. van de Peppel-Groen
R.A. Smidt
M. Leistra**

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Rapport 367

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1995

22 JUNI 1995



REFERAAT

A.E. van de Peppel-Groen, R.A. Smidt, M. Leistra, 1995. *Overwaaien van bestrijdingsmiddelen naar waterlopen bij bespuiting in de bloembollenteelt*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 367; 38 blz.; 4 fig.; 6 tab.; 5 ref.

Het overwaaien van bestrijdingsmiddelen bij bespuitingen in de bloembollenteelt, als mogelijke bron van verontreiniging van waterlopen, is onderzocht. De methoden voor het meten van de depositie van de voorbeeldstoffen esfenvaleraat, chloridazon en Brilliant Sulfoflavine op verschillende collectoren zijn getoetst. In de drie veldproeven nam de areïeke depositie buiten het gewas af tot respectievelijk 0,6%, 0,9% en 2,1% van de dosering op de benedenwindse slootrand (op 3 à 4 m afstand). De areïeke depositie op het wateroppervlak (op ongeveer 5 m afstand) lag rond 0,5% van de dosering. Een spuitvrije zone van 4 à 5 m breedte levert een grote bijdrage aan het verminderen van overwaaien van spuitvloeistof naar de waterlopen.

Trefwoorden: depositie, spuitdrift, spuitvrije zone, waterkwaliteit

ISSN 0927-4499

©1995 DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO) Postbus 125, 6700 AC Wageningen.
Tel.: 08370-74200; telefax: 08370-24812.

DLO-Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu (IOB), de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw 'De Dorschkamp' (LB), en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

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

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

Inhoud

	blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
2 Werkwijzen	13
2.1 Veldproef Wassenaar I	13
2.1.1 Toediening van esfenvaleraat	13
2.1.2 Depositie-metingen en slootwaterbemonstering	15
2.1.3 Extractie en analyse	16
2.2 Veldproef Wassenaar II	17
2.2.1 Toediening van chloridazon	17
2.2.2 Depositie-metingen en slootwaterbemonstering	18
2.2.3 Extractie en analyse	19
2.3 Veldproef St. Maartensbrug	21
2.3.1 Toediening Brilliant Sulfoflavine	21
2.3.2 Depositie-metingen	22
2.3.3 Extractie en analyse	23
3 Resultaten	25
3.1 Wassenaar I	25
3.1.1 Dosering en controle-metingen	25
3.1.2 Depositie op en naast het perceel	25
3.1.3 Depositie op het wateroppervlak	27
3.1.4 Concentratie in slootwater	27
3.1.5 Spuitdrift op grotere hoogte	27
3.2 Wassenaar II	28
3.2.1 Dosering en controle-metingen	28
3.2.2 Depositie op en naast het perceel	28
3.2.3 Depositie op het wateroppervlak	30
3.2.4 Concentratie in slootwater	30
3.3 St. Maartensbrug	31
3.3.1 Dosering en controle-metingen	31
3.3.2 Depositie op en naast het perceel	31
3.3.3 Depositie op het wateroppervlak	33
4 Algemene bespreking en conclusies	35
Literatuur	37
Niet-gepubliceerde bronnen	37

Tabellen

1 Depositie van esfenvaleraat op drie stroken depositie-materiaal per meettraject opgesteld op gewashoogte in het veld in proef Wassenaar I	26
2 Depositie van esfenvaleraat gemeten op drie stroken aluminiumfolie per meettraject geplaatst op de slootrand in proef Wassenaar I	26
3 Depositie van esfenvaleraat op drie stroken depositie-materiaal per meettraject, drijvend op het wateroppervlak in proef Wassenaar I. Afstanden vanaf talud aan de kant van het lelieveld: 1/4 en 3/4 van de slootbreedte	26
4 Concentratie van esfenvaleraat in de waterlopen gemeten op twee tijdstippen na de bespuiting van het lelieperceel in proef Wassenaar I	27
5 Depositie van chloridazon gemeten op het perceel, op de onverharde rijstrook en op de sloot in proef Wassenaar II. Praktijk-perceel jonge tulpen. Perceel éénmaal bespoten. Elk meettraject bevatte drie depositie-stroken	29
6 Depositie van Brilliant Sulfoflavine gemeten op het perceel, op de onverharde rijstrook en op de waterloop in St. Maartensbrug. Voor een toereikende belading op de depositie-folies werd viermaal gespoten	32

Figuren

1 Ligging van het lelieveld te Wassenaar, met westzijdesloot en noordoostzijdesloot met rijstroken langs de sloot	14
2 Plattegrond van proefbedrijf 'de Noord' te St. Maartensbrug met perceel tulpen, randstrook en waterloop waar de depositieproef is verricht	20
3 Depositie van chloridazon op de bodem naast het veld en op het oppervlaktewater op verschillende afstanden tot de buitenste spuitdop in proef Wassenaar II	30
4 Depositie van Brilliant Sulfoflavine op de bodem naast het veld en op het oppervlaktewater op verschillende afstanden tot de buitenste spuitdop in de proef te St. Maartensbrug	33

Woord vooraf

In drie veldexperimenten werd het overwaaien van spuitvloeistof naar waterlopen bij de toediening van bestrijdingsmiddelen in de bloembollenteelt bestudeerd. Het onderzoek werd opgezet naar aanleiding van het regelmatig meten van aanzienlijke concentraties van bestrijdingsmiddelen in waterlopen in bloembollenteelt-gebieden. De uitvoering vond plaats in de jaren 1992-1994. Enerzijds maakt dit onderzoek deel uit van het SC-DLO project 7246, getiteld 'Chemisch onderzoek bij de verbetering van toedieningstechnieken voor bestrijdingsmiddelen' in het kader van het Onderzoekplan Meerjarenplan Gewasbescherming. De opdrachtgever van dit project was de toenmalige Directie Wetenschap en Technologie van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

Anderzijds vond het onderzoek plaats voor het SC-DLO project 7254 getiteld 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten bij de bloembollenteelt'. In dit veelomvattende project werkten enkele afdelingen van SC-DLO samen met het Hoogheemraadschap van Rijnland te Leiden en het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse. Het onderzoek werd gecoördineerd in het Landelijk Projectoverleg Emissies Bloembollenteelt en in de Werkgroepen Wassenaar en St. Maartensbrug. De commissie 'Emissies in de Bloembollenteelt' heeft het project begeleid. Dit rapport betreft het deel-onderzoek naar de bijdrage van overwaaien van spuitvloeistof aan de verontreiniging van waterlopen.

De opdrachtgevers voor het laatstgenoemde project waren:

- het Hoogheemraadschap van Rijnland, mede namens de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA);
- de toenmalige Directie Wetenschap en Technologie, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij;
- het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Ministerie van Verkeer en Waterstaat;
- het Directoraat-generaal Milieubeheer, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer;
- de Provincie Noord-Holland;
- de Provincie Zuid-Holland;
- het Produktschap voor Siergewassen, mede namens het Milieuplatform voor de Bloembollenteelt.

Dank is tevens verschuldigd aan de Gebr. Hoogeveen te Wassenaar en aan de medewerkers van het Proefbedrijf voor de Bloembollenteelt 'De Noord' te St. Maartensbrug voor hun medewerking bij de veldexperimenten.

Samenvatting

In gebieden met bloembollenteelt meten de waterbeheerders regelmatig bestrijdingsmiddel-residuen in de waterlopen. Het overwaaien van spuitvloeistof naar de waterlopen tijdens de toepassing op de percelen zou een belangrijke bron kunnen zijn. In dit onderzoeksproject werd gekeken naar de depositie van spuitvloeistoffen op de waterlopen onder praktijkomstandigheden. Dit als controle c.q. aanvulling op de eerdere MJP-G schattingen. In drie veldproeven in de bloembollenteelt, bij bespuitingen met twee bestrijdingsmiddelen en één kleurstof, werd de depositie in de directe omgeving van de velden en op de nabijgelegen waterloop onderzocht.

Het bleek moeilijk om de proeven uit te voeren onder de meest gewenste omstandigheden. Het gevolg is dat de praktijk-bespuitingen deels bij vrij harde wind moesten worden uitgevoerd. De meest representatieve depositie-meting is verricht met een kleurstof; hierbij is geen vergelijking gemaakt tussen de berekende depositie en de concentratie gemeten in slootwater.

In de proef Wassenaar I werd het insecticide esfenvaleraat toegediend met een veldspuit in een gewas lelies, bij een gemiddelde windsnelheid van 4 m/s. De toepasser vond de windsnelheid eigenlijk te hoog voor bespuiting. De depositie per oppervlak op de benedenwindse slootrand (op 4 meter afstand) was gemiddeld 0,6% van de dosering en die op het wateroppervlak was gemiddeld minder dan 0,3%. De concentraties in het water waren meestal niet aantoonbaar ($< 0,05 \mu\text{g/l}$). Het grotendeels niet bespuiten van de 4,5 meter brede rijstrook langs de waterloop is een belangrijke oorzaak van deze relatief lage depositie in de sloot.

Metingen voor esfenvaleraat op roestvrij-stalen gaascilinders, opgehangen op 2,5 meter hoogte achter de waterloop, geven aan dat er een duidelijk transport via de lucht over grotere afstanden plaatsvindt. Het is nog niet mogelijk om deze hoeveelheid te kwantificeren.

In de proef Wassenaar II werd het herbicide chloridazon toegepast met een veldspuit op een perceel tulpen. De windsnelheid van gemiddeld 7 m/s was veel hoger dan het traject van windsnelheden dat gunstig is voor bespuitingen. De depositie van chloridazon nam in de eerste 1,5 meter naast het gewas relatief sterk af; daarbuiten was de afname meer geleidelijk. Op de slootrand (afstand 4 meter) was de depositie per oppervlak 0,9% en op het wateroppervlak omstreeks 0,5% van de dosering. De te harde wind heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan deze depositie. Kort na de bespuiting lag de concentratie gemeten in het water ($13,5 \mu\text{g/l}$) duidelijk hoger dan de concentratie ($2,2 \mu\text{g/l}$) berekend op basis van de depositie. Op 1 dag na de toepassing lag de gemeten concentratie ($1,4 \mu\text{g/l}$) wat lager dan de berekende.

In de proef te St. Maartensbrug werd de kleurstof Brilliant Sulfoflavine verspoten met een veldspuit op een strook tulpen. Er was een geleidelijke afname van de depositie bij toename van de afstand vanaf de buitenste spuitdop. Op de slootrand op 3 meter

afstand was de depositie per oppervlak 2,1% van de dosering en op het wateroppervlak op omstreeks 5 meter afstand was de depositie 0,7%.

Een bijzonderheid bij deze veldproeven is dat er een vrij brede rijstrook ligt tussen het bespoten perceel en de waterloop. Hierdoor kan de toepasser met de bespuiting op duidelijke afstand van de waterloop blijven. In de bloembollenteelt komen echter ook situaties voor waarbij de gewassen vlak naast de waterlopen staan. Verwacht mag worden dat in dergelijke situaties duidelijk meer overwaaiing plaatsvindt. Het huidige onderzoek geeft aan dat een onbespoten strook land van 4 à 5 meter naast de waterlopen effectief is in het beperkt houden van het overwaaien van spuitvloeistof. Voor de depositie per eenheid wateroppervlak wordt dan echter de streefwaarde van 0,2% van de dosering op het perceel nog overschreden.

Om de streefwaarde van maximaal 0,2% depositie te halen zullen ook wijzigingen in de spuittechniek nodig zijn, zoals het gebruik van driftarme doppen en luchtondersteuning.

1 Inleiding

In gebieden met intensieve bloembollenteelt worden regelmatig bestrijdingsmiddel-residuen in de waterlopen gemeten, zo nu en dan in vrij hoge concentraties. Vragen hierbij zijn welke de belangrijke routes van verontreiniging zijn en welke maatregelen kunnen worden genomen om de verontreinigingen tegen te gaan. In het onderzoek-project getiteld 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt' werden diverse emissie-routes onderzocht. De deelnemers aan dit project zijn: het Hoogheemraadschap van Rijnland te Leiden, het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek te Lisse en DLO-Staring Centrum. Het onderzoek naar de bovengrondse emissie-routes van bestrijdingsmiddelen werd grotendeels uitgevoerd door laatstgenoemd instituut.

Eén van de mogelijke routes van verontreiniging van waterlopen is overwaaien van spuitvloeistof bij de toediening. In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G; Ministerie LNV, 1991) wordt er vanuit gegaan dat overwaaien één van de belangrijkste routes is. Tevens worden schattingen gegeven van de mate waarin overwaaien optreedt in verschillende toepassingssituaties. Deze schattingen zijn echter gebaseerd op zeer weinig metingen. Tevens wordt in het MJP-G aangegeven dat de emissies, vooral die naar waterlopen, drastisch moeten worden teruggedrongen.

Meer gegevens zijn nodig over de mate waarin overwaaien van druppeltjes spuitvloeistof naar waterlopen plaatsvindt. Ook is het van belang een indruk te krijgen over het verloop van de depositie met de afstand tot het bespoten oppervlak afhankelijk van de toepassingswijze en de omstandigheden. De drie praktijktoepassingen in de bloembollenteelt moeten meetseries opleveren voor het schatten van de concentratie bestrijdingsmiddelen in watergangen als gevolg van benedenwindse depositie bij praktijkbespuitingen.

De eerste praktijktoepassing in Wassenaar (proef I; Hoofdstuk 2.1) was een bespuiting van een jong gewas lelies met het insecticide esfenvaleraat. Dit is een synthetisch pyrethroïde dat in de bloembollenteelt wordt gebruikt ter bestrijding van bladluizen die non-persistente virussen overbrengen (Mandersloot, 1993). De chemische naam is (S)- α -cyaan-3-fenoxybenzyl(S)-2-(4-chloorfenyl)-3-methyl butyraat. De dampdruk is 0,02-0,03 mPa bij 20°C (weinig vluchtig) en de oplosbaarheid in water is 0,016 mg/l bij 25°C (zeer slecht oplosbaar) (RIVM, 1991). Het middel is zeer giftig voor kreeftachtigen en vissen.

De tweede praktijktoepassing in Wassenaar (proef II; Hoofdstuk 2.2) was een voorjaars-bespuiting van een gewas tulpen met chloridazon. Dit is een pyridazon-verbinding die in de bloembollenteelt wordt gebruikt ter bestrijding van onkruiden (Mandersloot, 1993). De chemische naam is 5-amino-4-chloor-2-fenyl-3-pyridazinon. De dampdruk is < 0,01 mPa bij 20°C (weinig vluchtig) en de oplosbaarheid in water is 400 mg/l bij 25°C (matig oplosbaar) (Worthing en Hance, 1991). Chloridazon is weinig giftig voor algen, kreeftachtigen en vissen (RIVM, 1990).

De derde toepassing in St. Maartensbrug (Hoofdstuk 2.3) betreft een bespuiting met de kleurstof Brilliant Sulfoflavine als tracer. De chemische naam is het natrium-zout

van 4-amino-N-p-tolylnaftaline-1,8-di-carbonzuurimide-3-sulfonzuur. De oplosbaarheid is volgens de fabrikant 50 g/l; volgens testen op het laboratorium van SC-DIO is deze echter kleiner dan 10 g/L.

De depositie werd gemeten: a) op het perceel; b) op verschillende afstanden op de grondstrook tussen het perceel en de sloot en c) op de sloot naast het perceel. Bij de beide proeven te Wassenaar werd na afloop van de bespuitingen enkele malen het slootwater bemonsterd. Bij de proef Wassenaar I werd ook spuitdrift op enkele meters boven het bodemoppervlak gemeten. De resultaten van de veldexperimenten en de bespreking ervan zijn opgenomen in Hoofdstuk 3. Tenslotte volgen in Hoofdstuk 4 de algemene bespreking van de resultaten en de conclusies.

2 Werkwijzen

2.1 Veldproef Wassenaar I

2.1.1 Toediening van esfenvaleraat

Op 17 september 1992 werd een overwaai- en depositie-proef uitgevoerd op een perceel lelies op het bedrijf van Gebr. Hoogeveen te Wassenaar. Het gewas werd bespoten met esfenvaleraat (Sumicidin Super).

Een overzicht van het lelieperceel en de omgeving is gegeven in Figuur 1. Aan de westzijde en de noordoostzijde van het perceel bevinden zich vrij brede watergangen. Tussen het perceel en de watergangen bevinden zich onverharde rijstroken. De rijstroken hebben aan de westzijde een breedte van gemiddeld 4,5 m en aan de noordoostzijde een breedte van gemiddeld 3,7 m.

De sloot aan de westzijde was gemiddeld 3,5 m breed. De taluds waren steil en met gras begroeid. Het niveau van het wateroppervlak in de sloot was 0,8 m beneden maaiveld. De waterdiepte nam toe van noord (0,02 m) naar zuid (0,2 m); de gemiddelde diepte was 0,1 m. De bovenzijde van de slootbodem bestond uit een ijle sliblaag. Aan de overzijde van de sloot begint het duingebied, dat is omgeven door een hoog gaashek.

De sloot aan de noordoostzijde van het perceel is achter de dam gemiddeld 3,0 m breed. Ook hier waren de taluds steil en met gras begroeid. De diepte van het wateroppervlak ten opzichte van het maaiveld was ruim 0,7 m. De diepte van het water in deze sloot was gemiddeld ca. 0,2 m en deze was vrij gelijkmatig over het meettraject. Aan de overzijde van deze sloot lag ook een bloembollenveld.

De wind kwam uit het zuid-oosten, zodat de westzijde-sloot het meest geschikt was voor benedenwindse depositie-metingen. De windsnelheid is gemeten op 2 m hoogte boven het westelijk deel van het lelie-perceel. Gebruikt werd een draagbare anemometer met digitale signaal-weergave. De gemiddelde windsnelheid was 4,0 m/s. De variatie in de windsnelheid was aanzienlijk: de standaardafwijking voor bijna 100 meetperiodes van 10 s bedroeg 0,9 m/s. Bij vlagen waren er windsnelheden van omstreeks 5 m/s. De toepasser vond de windsnelheid eigenlijk te hoog voor bespuiting speciaal omdat er met een fijne druppel gespoten werd ('geneveld'). Hij geeft er de voorkeur aan bij deze windsnelheid de bespuiting uit te stellen tot de wind is afgenomen. Het was die dag zonnig, sterk drogend weer met een relatieve vochtigheid tussen 30 en 50%.

De bespuiting vond plaats met een Munckhof veldspuit (SKL goedgekeurd in 1991) die gemonteerd was op de hefinrichting achteraan de tractor. De spuitbreedte was 15 m met een onderlinge afstand tussen de spuitdoppen (revolver-dophouders) van 0,5 m. De doppen die buiten het gewas kwamen konden daardoor dicht worden gedraaid. De hoogte van het gewas was enkele decimeters. De spuitdoppen bevonden zich op ongeveer 1 m boven het bodemoppervlak. Omdat de slootrand sterk gerend was werden de

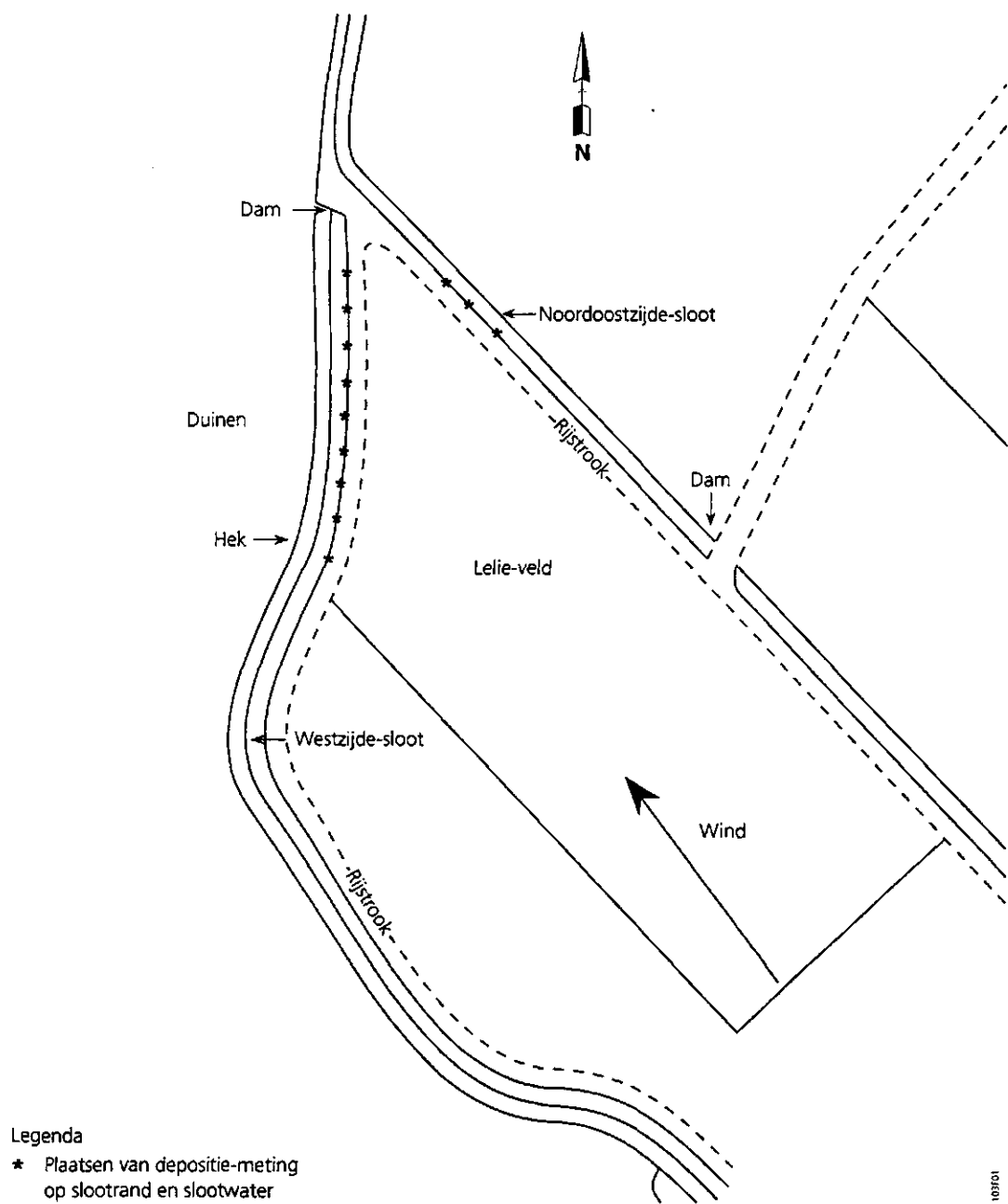


Fig. 1 Ligging van het lelieveld te Wassenaar, met westzijdesloot en noordoostzijdesloot met rijstroken langs de sloot

verschillende secties van de spuitdoppen achtereenvolgens opengedraaid. Hierdoor was de afstand van het bespoten oppervlak tot de sloot(rand) sterk variabel. Sumicidin Super werd gespoten in de toegelaten dosering van 0,4 l/ha. Bij de concentratie esfenvaleraat in het produkt van 25 g/l is dit 10 g esfenvaleraat per ha. Sumicidin Super werd gespoten in combinatie met 2,5 kg Maneb 80 per ha. De hoeveelheid spuitvloeistof was 350 l/ha. De bespuiting per strook werd steeds gestart aan de westzijde van het perceel, zodat tegen de wind in werd gespoten (minimale blootstelling toepasser). De bespuiting werd gestart om 17 uur en was gereed om 17 uur 45.

Nadat één strook van het perceel was bespoten werd een monster van 100 ml genomen uit de spuittank. Hiervan werd in duplo 100 µl in 50 ml ethylacetaat geïnjecteerd voor latere analyse ter bepaling van de concentratie esfenvaleraat in de spuitvloeistof.

2.1.2 Depositie-metingen en slootwaterbemonstering

Ter controle van de berekende dosering werden depositie-metingen op het bespoten perceel uitgevoerd. Daartoe werden op het perceel op 30 à 40 m afstand van de westzijde sloot op 12 posities zowel een strook aluminiumfolie als een strook filtreerpapier opgesteld op gewashoogte. De stroken (270 cm²) waren met spelden bevestigd op polystyreen-platen. Na de bespuiting werden de gelijksoortige stroken per drie aangrenzende posities samengevoegd in een afsluitbare glazen pot. Bij de relatief hoge belading van de aluminiumfolies op het veld was ruime droogtijd nodig om het aflopen van de spuitvloeistof te voorkomen.

De depositie op de slootrand werd bepaald door langs de slootrand naast de westzijdesloot (Fig. 1) een meetraai uit te zetten. Negen posities werden gelijkmatig verdeeld over deze raai. Hier werden stroken aluminiumfolie neergelegd, bevestigd op hardboard-platen. Ook op drie posities op de rand naast de noordoostzijde sloot werden stroken aluminiumfolie neergelegd, in het traject van 40 tot 60 m vanaf de noordwest-hoek van het lelie-perceel.

Het verzamelen van de depositie-stroken werd gestart op 15 min na het einde van de bespuiting en was op 1 uur 15 min na einde bespuiting gereed.

De depositie op het wateroppervlak werd gemeten op negen posities in de westzijde sloot en op drie posities in de noordoostzijde sloot (Fig. 1) evenwijdig aan de meetraai op de slootrand. Deze posities lagen direct naast de meetposities op de slootrand. Per positie werd op één vierde van de slootbreedte vanaf het talud aan de perceelszijde zowel een strook aluminiumfolie als een strook filtreerpapier geplaatst. Dezelfde combinatie werd geplaatst op een afstand van drie vierde slootbreedte vanaf het talud. Elk van de stroken was bevestigd op een polystyreen-plaat, die op het water dreef en glijdend was bevestigd aan een staaf die vertikaal in de slootbodem was gestoken. Het verzamelen van de stroken op het wateroppervlak werd gestart op 15 min na het einde van de bespuiting van het perceel en was op 1 uur na einde bespuiting gereed.

De bemonstering van het slootwater werd uitgevoerd op de dag van toepassen (vanaf 1 uur 15 min na einde bespuiting) en op de volgende dag (op 17 uur na einde toepassing). Het water werd opgezogen via een dunne roestvrij-stalen buis, bevestigd aan een glazen fles (2 l). In de fles werd onderdruk aangebracht via een handpomp. Elk van de monsters werd verzameld op ongeveer halve waterdiepte over een slootlengte van circa 30 m. Per tijdstip werden drie watermonsters genomen van de westzijde sloot en één watermonster van de noordoostzijde sloot. Er was nauwelijks waterstroming in deze doodlopende sloten. Op het laboratorium werden de watermonsters gezeefd (staal; maaswijdte 0,1 mm).

Voor het meten van de spuitdruppeltjes die over de westzijde sloot waaiden, werden negen roestvrij-stalen gaas-cilinders opgehangen aan het hek aan de overkant van deze sloot, op de grens van het duingebied (Fig. 1). Het projectie-oppervlak van de cilinders loodrecht op de windrichting was 60 cm^2 . De cilinders bevonden zich op een hoogte van circa 2,5 m boven het perceelsniveau.

Voor de controle op de afname door o.a. vervluchtiging of fotochemische omzetting van esfenvaleraat vanaf de depositie stroken, werden 12 stroken aluminiumfolie en 12 stroken filterpapier bevestigd op polystyreen-platen. Elke strook werd met een injectie spuit beladen met 100 μl tankoplossing door verspreid opbrengen. Deze stroken waren bovenwinds van het bespoten perceel op het bodemoppervlak geplaatst. Op 0,2 uur, 0,5 uur, 1 uur en 3 uur na het opbrengen van de tankoplossing werden drie stroken aluminiumfolie in één glazen pot (750 ml) verzameld; drie stroken filterpapier werden verzameld in een andere pot.

2.1.3 Extractie en analyse

De drie depositie-stroken per glazen pot werden op het laboratorium geëxtraheerd met 100 ml ethylacetaat. Elk van de roestvrij-stalen gaascilinders werd geëxtraheerd met 30 ml ethylacetaat, waarna de extracten van drie cilinders werden samengevoegd. De concentraties van esfenvaleraat in deze extracten werden gemeten door TNO-Voeding te Zeist. De watermonsters werden naar TNO-Voeding gebracht, waar ze eerst werden geëxtraheerd met ethylacetaat. Esfenvaleraat werd geanalyseerd via gaschromatografie met electron-capture detectie. De concentraties van de R- en S-enantiomeren van esfenvaleraat werden gesommeerd; eventuele fotochemische isomerisatie had dus geen invloed op de resultaten. De metingen vonden plaats met twee capillaire kolommen. Het verschil tussen de analyses met deze twee kolommen was steeds minder dan 10% van de concentratie.

2.2 Veldproef Wassenaar II

2.2.1 Toediening van chloridazon

Op 30 maart 1994 is een overwaai- en depositie-proef uitgevoerd bij een perceel tulpen op het bedrijf van Gebr. Hoogeveen te Wassenaar. Het perceel werd bespoten met chloridazon (Alicep) voor de onkruid-bestrijding. Er is gebruik gemaakt van hetzelfde perceel als bij de proef Wassenaar I waar nu tulpenbollen waren geplant. De situatie ter plaatse is reeds geschetst in Figuur 1 en toegelicht in hoofdstuk 2.1.1.

De wind kwam uit het zuid-westen en stond vrijwel haaks op de noordoost-sloot. Het sloot-gedeelte ten zuidoosten van de dam werd gekozen voor de benedenwindse depositie-metingen. Deze sloot is 2,0 m breed. De taluds waren steil en met gras begroeid. Het niveau van het wateroppervlak in de sloot was ruim 0,7 m beneden maaiveld. De diepte van het water in de sloot was gemiddeld 0,25 m. Aan de overzijde van de sloot lag ook een bloembollenveld.

De windsnelheid werd gemeten op 2 m hoogte boven het tulpen-perceel waar de bespuiting plaats vond. Gebruikt werd een draagbare windmeter met roterende cupjes verbonden met een digitale meter (Schott Geräte). De gemiddelde windsnelheid was 7,2 m/s. De standaard afwijking in de windsnelheid over 12 meetperiodes van 10 s bedroeg 1,7 m/s. De wind was zeer variabel, bij vlagen waren er windsnelheden van 14 m/s. De toepasser vond de windsnelheid te hoog voor bespuiting. Hij geeft er de voorkeur aan bij deze hoge windsnelheid de bespuiting uit te stellen tot de wind is afgenomen. Het was die dag half bewolkt met wat zon bij een temperatuur van 12°C en een relatieve luchtvochtigheid van 50% .

De bespuiting vond plaats met een Munckhof veldspuit die gemonteerd was op de hefinrichting achteraan de tractor. De spuit was 15 m breed en de spuitdoppen zaten op een onderlinge afstand van 0,5 m. Er werd gespoten met TeeJet verstelbare doppen, type blauw XR 11003 VS. De hoeveelheid spuitvloeistof werd ingesteld op 700 l/ha. De hoogte van het gewas was 0,1 m. De spuitdoppen bevonden zich ongeveer 0,5 m boven het gewas. Alicep werd gespoten in een dosering van 5 kg/ha. Bij een massa-percentage van 20% chloridazon in het produkt zou de dosering 1 kg chloridazon per hectare zijn. Chloridazon werd gespoten in combinatie met 1 kg chloorprofam per hectare. De afgelezen spuitdruk op de machine was 300 kPa (3 bar) en de rijsnelheid was 4 km/uur. De bespuiting vond plaats in twee spuitgangen, vanaf de zuidoost-zijde van het perceel langs de rijstrook naar de noordwest-zijde en vervolgens terug. De laatste spuitdop bevond zich met de bespuiting op 4 m van de slootrand. De bespuiting werd gestart om 12 uur en was gereed om 12 uur 10.

Voor aanvang van de bespuiting, werd een monster van ongeveer 100 ml genomen uit de spuittank. Hiervan werd in viervoud 500 µl in 50 ml aceton geïnjecteerd. Van een dopmonster werd in duplo 100 µl in 50 ml aceton geïnjecteerd. Deze metingen zijn uitgevoerd ter bepaling van de concentratie chloridazon in de spuitvloeistof als controle op de berekende concentratie en dosering.

2.2.2 Depositie-metingen en slootwaterbemonstering

Voor de meting van de depositie op het perceel werd diagonaal over het te bespuiten oppervlak een bemonsteringsraai uitgezet. Op 12 posities in deze raai werd een strook filtreerpapier opgesteld op gewashoogte. De stroken (270 cm^2) waren met spelden bevestigd op polystyreen-platen. Na de bespuiting werden drie op elkaar volgende stroken samengevoegd in een afsluitbare glazen pot. Het verzamelen werd 45 min na de bespuiting gestart en was 55 min na de bespuiting gereed.

Op 12 plaatsen tussen tulpenperceel en noordoostzijde-sloot werd, langs het sloot-ge-deelte ten zuidoosten van de dam, een depositie-meetraai uitgezet met een onderlinge afstand van 8 m. De depositie in de meetraai werd gemeten op zes afstanden van de buitenste tulpen-rij. De eerste strook filtreerpapier werd langs het bed van de buitenste tulpenrij opgesteld; het hart van de strook is op 0,0 m gesteld. De overige stroken filtreerpapier bevonden zich op afstanden van 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m, 2,5 m en 4,0 m (is slootrand). De stroken werden bevestigd op polystyreen-platen en ze lagen met de lengte van de strook evenwijdig aan de slootrand (is rijrichting spuitmachine).

Na de bespuiting werden drie aangrenzende folies op dezelfde afstand samengevoegd in een afsluitbare glazen pot. Door de hoge windsnelheid is een klein aantal stroken weggewaaid. Hierdoor konden niet overal drie stroken per pot verzameld worden. Het verzamelen werd 35 min na de bespuiting gestart en was op 1 uur na de bespuiting gereed.

De depositie op het wateroppervlak werd gemeten op 12 plaatsen in de noordoost-zijde sloot. Deze plaatsen lagen in het verlengde van de raaien op de rijstrook naast het perceel. Op één derde en op twee derde van de slootbreedte werd een strook filtreerpapier geplaatst met de lengte-richting dwars op de slootrand. Elk van de stroken was bevestigd op een polystyreen-plaat, die op het water dreef en glijdend was bevestigd aan een staaf die vertikaal in de slootbodem was gestoken. Het verzamelen van de stroken op het wateroppervlak werd gestart op 15 min na het einde van de bespuiting van het perceel en was op 30 min na einde bespuiting gereed.

De bemonstering van het slootwater werd uitgevoerd op de dag van toepassen (vanaf 1 uur 20 min na einde bespuiting) en op de volgende dag (op 24 uur na einde toepassing). Het water werd opgezogen via een dunne roestvrij-stalen buis, bevestigd aan een glazen fles (2 l). In de fles werd onderdruk aangebracht via een luchtpomp gevoed door een batterij. De monsters werden verzameld op ongeveer halve waterdiepte over een slootlengte van circa 30 m. Er was nauwelijks waterstroming in deze doodlopende sloot.

Voor de controle op de afname van chloridazon op de depositie-stroken, werden 15 stroken filtreerpapier bevestigd op polystyreen-platen. Elke strook werd met een injectie-spuut beladen met 100 μl tankoplossing via verspreid opbrengen. Deze stroken werden bovenwinds van het bespoten perceel op het bodemoppervlak geplaatst. Op 0,5 uur, 0,6 uur en 1 uur na het opbrengen van de tankoplossing werden drie stroken in één afsluitbare glazen pot verzameld. Op 0,45 uur en 1 uur werden tevens drie stroken filtreerpapier in één glazen pot met 100 ml aceton verzameld.

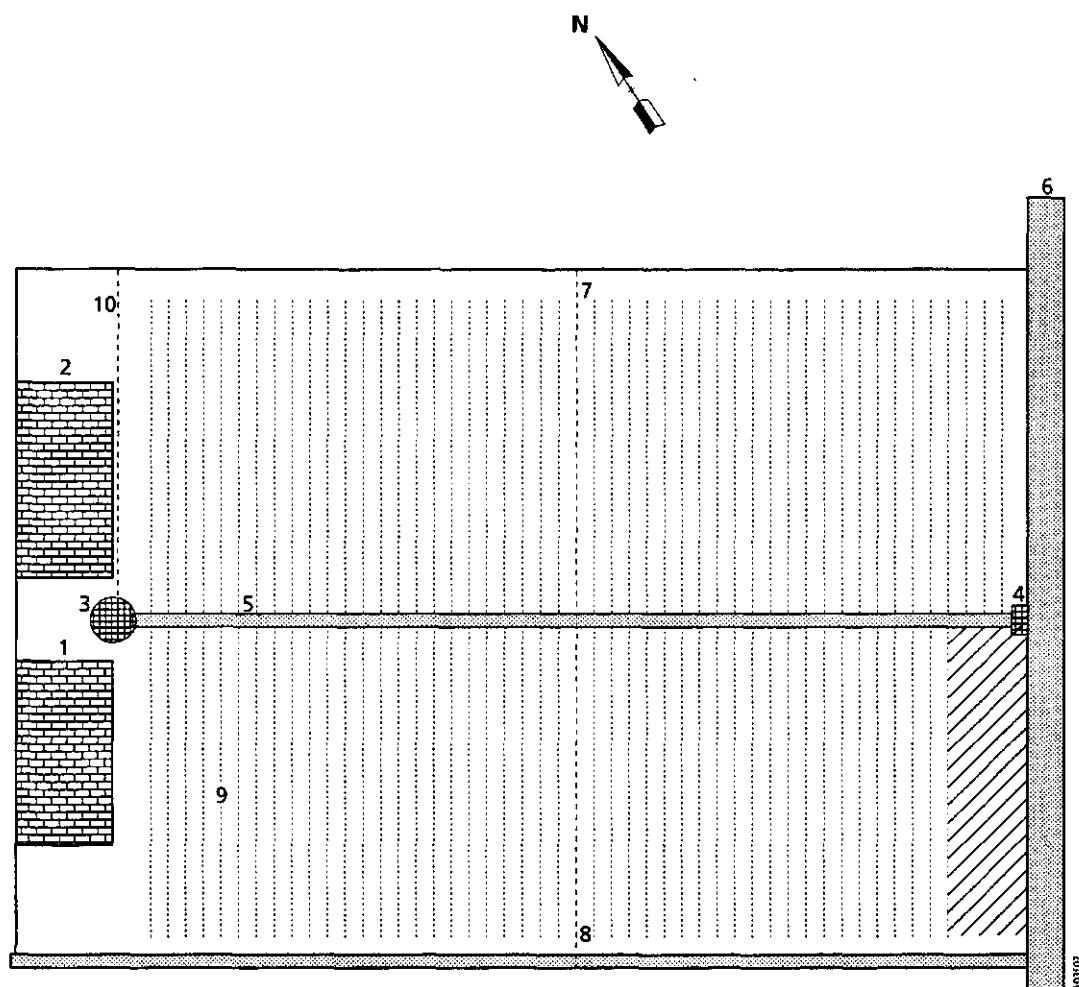
2.2.3 Extractie en analyse

Voor de analyse van chloridazon werden op het laboratorium de drie depositie-stroken per glazen pot geëxtraheerd met 100 ml aceton. Na het toevoegen van de aceton werden de potten een aantal malen handmatig geschud en geplaatst bij 4°C. Na vijf dagen werden de potten weer handmatig geschud en bij kamertemperatuur gezet. De aceton-extracten werden overgebracht in 80 ml buizen met geslepen stop en tot de analyse opgeslagen in een diepvries.

Voor het opwerken van de aceton-extracten tot oplossingen in water, geschikt voor vloeistofchromatografie, werd 4 ml aceton monster overgebracht in een reageerbuis. Deze werd geplaatst in een waterbad bij 40°C en onder doorvoer van stikstof ingedampt tot net droog. De droogrest werd opgelost in 4 ml loopvloeistof en overgebracht in een HPLC-vaatje.

Voor de analyse van chloridazon werd een HPLC-systeem met UV-detectie gebruikt. De vaatjes met oplossing werden geplaatst in een monsterwisselaar (Perkin Elmer ISS-100) en hiervan werd 100 µl per keer geïnjecteerd. De analytische kolom (lengte 125 mm, interne diameter 4 mm) was gevuld met Lichrospher 100 RP 18 (Merck), deeltjesgrootte 5 µm. De temperatuur van de kolom-oven (Waters) werd ingesteld op 40°C. De analytische pomp (Waters Model 510) pompte de loopvloeistof water/acetonitril (75/25; v/v) met een debiet van 1,0 ml/min door de kolom. In de UV-detector (Perkin Elmer LC 90 UV) werd de licht-absorptie door chloridazon gemeten bij 229 nm. In de meetreeksen werden standaardoplossingen geïnjecteerd van 0,05, 0,1, 0,5, 1,0 en 5,0 mg/l voor het berekenen van de ijkcurve. Het meetsignaal werd verwerkt met het data-verwerkingssysteem Multichrom (VG-DATA Systems) op het computer netwerk.

De concentraties van chloridazon in de watermonsters werden door TNO-Voeding te Zeist gemeten. Na extractie werd het middel geanalyseerd via gaschromatografie.



- | | | |
|---|------------------|----------------------|
| 1: bedrijfsgebouwen proefbedrijf 'de Noord' | 4: inlaatsluisje | 7,8: gedempte sloten |
| 2: bedrijfsgebouwen buurman C. Vis | 5: drainsloot | 9: drainagebuizen |
| 3: VOPO-pomp (waterafvoer) | 6: buitensloot | 10: afvoerleiding |

Fig. 2 Plattegrond van proefbedrijf 'de Noord' te St. Maartensbrug met perceel tulpen, randstrook en waterloop waar de depositieproeven zijn verricht

2.3 Veldproef St. Maartensbrug

2.3.1 Toediening Brilliant Sulfoflavine

Op 19 mei 1994 werd een overwaai- en depositie-proef uitgevoerd op een perceel (deels tulpen, deels braak) op het proefbedrijf 'De Noord' te St. Maartensbrug. Er werd gespoten met de kleurstof Brilliant Sulfoflavine. Er is overgegaan op een tracer i.p.v. bestrijdingsmiddel omdat het bijna onmogelijk is te meten onder goede condities (weer, windrichting, soort toepassing). Tevens is bij bestrijdingsmiddelen maar één spuitherhaling mogelijk terwijl bij kleurstofbespuiting meerdere herhalingen mogelijk zijn waardoor windvariaties kunnen worden uitgemiddeld.

Een overzicht van het tulpen-perceel en de omgeving is gegeven in Figuur 2. Het perceel ligt ingesloten tussen drie watergangen. De watergangen die aan de noordoostzijde en aan de zuidwestzijde van het perceel lopen zijn drainsloten. De tulpenbedden lagen hier loodrecht op. De sloot aan de zuidoostzijde van het perceel is een brede watergang. Tussen het perceel en deze watergang bevond zich een onbeteelde strook met een breedte van gemiddeld 5,7 m.

De watergang is ongeveer 7 m breed en de taluds waren schuin aflopend en met gras begroeid. De slootkanten zijn beschermd en mogen niet worden bespoten met gewasbeschermingsmiddelen. De waterdiepte was op 0,4 m uit de slootkant gemiddeld 0,15 m en op 1,5 m uit de slootkant gemiddeld 0,4 m. Het plaatselijk hogere gras werd tijdelijk omlaag gebogen om de depositie op het water te niet te belemmeren. Aan de overzijde van deze sloot lag grasland.

De wind kwam uit het noordwesten, zodat de zuidoost-sloot het meest geschikt was voor benedenwindse depositie-metingen. De windsnelheid werd gemeten op 2 m hoogte boven het perceel waar de bespuiting plaats vond. Gebruikt werd een draagbare anemometer met digitale signaal-verwerking. De gemiddelde windsnelheid was 4 m/s, met soms periodes van 2 à 3 m/s en 5 à 6 m/s. Gemeten werd in 7 periodes van een halve minuut. Het was die dag geheel bewolkt met af en toe een bleke zon. De temperatuur was 15-16°C en de relatieve luchtvochtigheid was 75-80%.

De bespuiting vond plaats met een Sieger veldspuit (SKL goedgekeurd in 1993) die achter op de tractor was gemonteerd. De spuit was 16 m breed en de spuitdoppen zaten op een onderlinge afstand van 0,5 m. Er werd gespoten met een halve boombreedte. De 13 doppen aan de slootzijde bevonden zich boven het gewas. Er werd gespoten met Albuz doppen, doptype blauw met een tophoek van 110°. De hoeveelheid spuitvloei-stof werd ingesteld op 400 l/ha. De spuitdruk was 240 kPa (2,4 bar) en de rijsnelheid 7 km/uur. Op 1,7 m vanaf de buitenrand van de tulpenbedden werd een rood/wit lint gespannen over een lengte van 50 m ter markering van de positie van de buitenste open spuitdop. De buitenste 4 open doppen bevonden zich dus boven onbegroeide grond op 3,5 m vanaf de slootrand. Het gewas was 0,2 m hoog en de boomhoogte was 0,45 m boven het gewas en 0,65 m boven de grond voor de buitenste vier open doppen. Brilliant Sulfoflavine werd samen met 0,1% uitloeier Agral LN gespoten in een dosering van 1,25 kg/ha. Om een voldoende hoge belading op de verderaf gelegen depositie-folies te krijgen en een uitmiddeling van de windeffecten werd er vier maal gespoten; de totale

dosering van de kleurstof was dus 5 kg/ha. De bespuiting werd steeds gestart aan de zuidwest-zijde van het perceel. De bespuiting werd gestart om 14 uur en was gereed om 14 uur 15.

Voordat het perceel werd bespoten, werd na ongeveer 1 min doorspuiten een dopmonster genomen uit de laatste spuitdop en een dopmonster uit de 4-na laatste spuitdop. Van beide dopmonsters werd in duplo 500 µl in 50 ml water geïnjecteerd voor latere analyse ter bepaling van de concentratie in de spuitvloeistof.

2.3.2 Depositie-metingen

Ter controle van de berekende dosering werd de dosering op het perceel gemeten. Verdeeld over drie bedden, werden zes stroken filtreerpapier opgesteld op gewashoogte. De stroken waren met spelden bevestigd op polystyreen-platen. Na de bespuiting werden de stroken (270 cm²) afzonderlijk in een afsluitbare glazen pot verzameld. Het verzamelen werd 30 min na de bespuiting gestart en was op 35 min na bespuiting gereed.

Vanaf 15 m uit de noordoost-hoek van het perceel werden loodrecht op het rood/wit lint zes depositie-raaien uitgezet op een onderlinge afstand van 6 m. De depositie in deze raaien werd gemeten op zes afstanden vanaf het lint. De eerste stroken filtreerpapier werden langs het rood/wit lint opgesteld; het hart van deze stroken bevond zich op 0,0 m. De andere stroken filtreerpapier werden op afstanden van 0,5 m, 1,0 m en 1,5 m vanaf het lint opgesteld. Op de afstanden 2,0 m en 3,0 m bevonden zich stroken overhead-sheets (312 cm²). Alle stroken werden bevestigd op polystyreen-platen en ze werden met de lengterichting evenwijdig aan de sloot opgesteld. Na de bespuiting werden de folies afzonderlijk in een glazen pot verzameld. Het verzamelen werd op 10 min na de laatste bespuiting gestart en was op 20 min na deze bespuiting gereed.

De depositie op het wateroppervlak werd gemeten in het verlengde van de 6 raaien op de grond. Op 4,5 m en op 5,5 m vanaf het rood-wit lint werd per raai een strook overhead-sheet geplaatst met de lengte-richting dwars op de slootrand. Elk van de stroken was bevestigd op een polystyreen-plaat, die op het water dreef en glijdend was bevestigd aan twee staven die vertikaal in de slootbodem waren gestoken. Het verzamelen van de stroken op het wateroppervlak werd gestart op 20 min na de laatste bespuiting en was op 30 min na het einde van deze bespuiting gereed.

Voor de controle op de afname van Brilliant Sulfoflavine vanaf de depositie-stroken werden vijf stroken filtreerpapier en vijf stroken overhead-sheets bevestigd op een polystyreen-plaat. Elke strook werd beladen met 100 µl dopmonster via het verspreid opbrengen met een injectie-spuit. Deze stroken waren bovenwinds van het bespoten perceel op het bodemoppervlak geplaatst. Op vier tijdstippen werden de stroken filtreerpapier en overhead-sheets verzameld in afzonderlijke glazen potten. Op 0,25 uur, 0,45 uur en 0,55 uur werd één folie per soort verzameld en op 0,75 uur twee folies per soort.

2.3.3 Extractie en analyse

Voor de extractie van het beladen filtreerpapier werden de stroken boven de glazen pot verknijpt. Aan de snippers werd 50 ml gedestilleerd water toegevoegd zodat alle snippers ondergedompeld waren in water. De potten werden enige malen voorzichtig omgezwinkt en in het donker bij 4 °C geplaatst. De volgende dag zijn de potten weer voorzichtig omgezwinkt. De Brilliant Sulfoflavine-extracten werden overgebracht in 80 ml buizen en tot de meting bij 4 °C in het donker bewaard. Voor de extractie van de overhead-sheets werd in lage plastic bakjes 25 ml gedestilleerd water gepipetteerd. De sheets werden in dit water gelegd en met een pincet voorzichtig enige malen heen en weer bewogen. Door de stroken een aantal malen om te keren werd de kleurstof afgespoeld. De Brilliant Sulfoflavine-extracten werden overgebracht in 25 ml buizen en in het donker bij 4 °C bewaard.

Voor de analyse van Brilliant Sulfoflavine werd een filter fluorimeter (Perkin Elmer LS-2B) gebruikt met een automatische monsterwisselaar (Gilson Sample Changer Model 232). Gedurende 20 s werd ongeveer 5 ml monster doorgezogen en 5 s de fluorescentie gemeten. De excitatie-golflengte was 375 nm en de emissie-golflengte was 515 nm. Het lineaire meetbereik voor Brilliant Sulfoflavine onder deze condities was 0,05 mg/l tot 5 mg/l. De concentraties werden berekend door vermenigvuldiging van de gemeten fluorescentie met de responsfactor verkregen uit calibratie met standaard-oplossingen.

3 Resultaten

3.1 Wassenaar I

3.1.1 Dosering en controle-metingen

De streefconcentratie in de spuitvloeistof kan worden berekend uit de opgaven van de toepasser. De streefdosering was 0,4 l Sumicidin Super per ha, te verspuiten in 350 l spuitvloeistof per ha. Het gehalte van esfenvaleraat in het produkt is 25 g/l. Dit betekent een streefconcentratie van 28,6 mg esfenvaleraat per liter spuitvloeistof en een streefdosering van 10 g esfenvaleraat per ha. De concentraties van esfenvaleraat gemeten in de spuitvloeistof waren resp. 25,3 en 24,7 mg/l. Bij aanname dat er 350 l spuitvloeistof verspoten is komt dit overeen met een berekende dosering van 8,74 g/ha.

Om mogelijke verliezen op folies na de depositie te controleren zijn een aantal folies handmatig belast met tankvloeistof. Op basis van het volume tankvloeistof (100 µl) aangebracht per strook en het gemiddelde van de gemeten concentraties van esfenvaleraat in deze vloeistof (25 mg/l) wordt berekend dat op drie depositie-stroken 7,5 µg esfenvaleraat werd aangebracht. Het gemiddelde van de gemeten massa's esfenvaleraat op de twee materialen is 8,59 µg. Dit is 114% ($V_c=18,3\%$, $n=8$) van de berekende massa. De massa's gemeten voor de twee materialen lagen op hetzelfde niveau en ze vertoonden globaal hetzelfde verloop. Deze metingen wijzen niet op een duidelijke afname van esfenvaleraat in drie uur tijd. Aangenomen wordt dat er in de periode van ruim een uur waarin de depositie-stroken bij het hoofd-experiment werden verzameld geen duidelijke afname van esfenvaleraat heeft plaatsgevonden.

3.1.2 Depositie op en naast het perceel

De depositie van esfenvaleraat op de depositie-stroken van beide materialen opgesteld op gewashoogte op het lelieperceel is weergegeven in Tabel 1. Het gemiddelde van de deposities gemeten op de 12 stroken aluminiumfolie komt overeen met 75,2% ($V_c=26,0\%$) van de berekende dosering. Het gemiddelde van de deposities op de 12 stroken filtreerpapier komt overeen met 70,3% ($V_c=16,4\%$). In meettraject IV komt de depositie overeen met slechts ongeveer de helft van de dosering. Dit duidt erop dat de dosering op dit gedeelte van het perceel relatief laag is.

Tabel 1 Depositie van esfenvaleraat op drie stroken depositie-materiaal per meettraject opgesteld op gewashoogte in het veld in proef Wassenaar I

Materiaal	Depositie (% van dosering)				Variatie coëfficiënt (%)	
	meettraject				gemiddelde	
	I	II	III	IV		
Aluminiumfolie	86,1	91,3	75,8	47,5	75,2	26,0
Filtreerpapier	68,4	82,3	78,1	52,2	70,3	19,0

De depositie van esfenvaleraat op de aluminiumfolies neergelegd op de slootranden is weergegeven in Tabel 2. Het gemiddelde van de deposities op de stroken langs de westzijde sloot (benedenwinds) komt overeen met 0,60% ($V_c=27,8\%$) van de berekende dosering op het veld. Per oppervlak is dit 0,8% van de depositie gemeten op de aluminiumfolies in het veld. De depositie gemeten op de rand van de noordoostzijde sloot (niet benedenwinds) was niet meetbaar vanwege de zeer lage dosering (10 g/ha).

Tabel 2 Depositie van esfenvaleraat gemeten op drie stroken aluminiumfolie per meettraject geplaatst op de slootrand in proef Wassenaar I

Langs waterloop	Depositie (% van dosering)				Variatie coëfficiënt (%)
	meettraject			gemiddelde	
	I	II	III		
Westzijde	0,41	0,71	0,69	0,60	27,8
Noordoostzijde	<0,3				

Tabel 3 Depositie van esfenvaleraat op drie stroken depositie-materiaal per meettraject, drijvend op het wateroppervlak in proef Wassenaar I. Afstanden vanaf talud aan de kant van het lelieveld: 1/4 en 3/4 van de slootbreedte

Waterloop	Materiaal	Afstand vanaf talud	Depositie (% van dosering)		
			meettraject		
			I	II	III
Westzijde	Aluminium- folie	1/4	0,3	<0,3	<0,3
		3/4	<0,3	0,3	<0,3
	Filtreer- papier	1/4	<0,3	<0,3	<0,3
		3/4	<0,3	<0,3	<0,3
Noordoost zijde	Aluminium- folie	1/4	<0,3		
		3/4	<0,3		
	Filtreer- papier	1/4	<0,3		
		3/4	<0,3		

3.1.3 Depositie op het wateroppervlak

De resultaten van de depositie-metingen voor de stroken op het wateroppervlak zijn weergegeven in Tabel 3. In twee gevallen lag de hoeveelheid esfenvaleraat rond de detectiegrens van de analyse procedure; in de andere gevallen lag de depositie beneden de detectiegrens. De twee te meten deposities waren beide voor de westzijde sloot die benedenwinds van het behandelde lelieveld lag. De bepalingsgrens komt overeen met een depositie van 0,025 g esfenvaleraat per ha. Dit komt overeen met 0,3% van de gemeten dosering op het veld.

3.1.4 Concentratie in slootwater

De concentraties esfenvaleraat gemeten in de waterlopen aan de westzijde en de noordoostzijde van het lelieperceel zijn weergegeven in Tabel 4. Kort na toepassen werd de verbinding niet in het water gemeten ($< 0,05 \mu\text{g/l}$). Op 17 uur na toepassen werd in één monster een meetbare concentratie ($0,1 \mu\text{g/l}$) gevonden. Mogelijk was er voor het mengen van esfenvaleraat door het water enige tijd nodig.

De combinatie van de bepalingsgrens van 0,025 g/ha voor de depositie en een gemiddelde waterdiepte van 0,1 m (westzijdesloot) komt overeen met een concentratie esfenvaleraat in water van $0,025 \mu\text{g/l}$. De zeer lage of niet meetbare concentraties in het water stemmen dus overeen met de lage ($< 0,3\%$) depositie op het wateroppervlak.

Tabel 4 Concentratie van esfenvaleraat in de waterlopen gemeten op twee tijdstippen na de bespuiting van het lelieperceel in proef Wassenaar I

Tijd na bespuiting (uren)	Waterloop	Concentratie ($\mu\text{g/l}$)		
		meettraject		
		I	II	III
1,25	Westzijde	$<0,05$	$<0,05$	$<0,05$
	Noordoostzijde	$<0,05$		
17	Westzijde	0,1	$<0,05$	$<0,05$
	Noordoostzijde	$<0,05$		

3.1.5 Spuitdrift op grotere hoogte

De spuitvloeistof die in de vorm van fijnere druppeltjes werd ingevangen door de gaascilinders, benedenwinds opgehangen op 2,5 m hoogte, leverde meetbare concentraties in de extracten. Het invangen is uitgedrukt in massa per projectie-oppervlak van de cilinders loodrecht op de windrichting. De gemiddelde massa esfenvaleraat op de cilinders was $15,8 \mu\text{g/m}^2$ ($V_c=41,8\%$). De dosering op het veld was $875 \mu\text{g/m}^2$. De depositie op 2,5 m hoogte komt overeen met 1,8% van de berekende dosering op het veld.

3.2 Wassenaar II

3.2.1 Dosering en controle-metingen

Chloridazon werd verspoten in een streefdosering van 1 kg per hectare. Het geschatte spuitvolume bedroeg 700 l/ha. Dit betekent een streefconcentratie van 1,43 g per liter spuitvloeistof. De concentratie chloridazon gemeten in de tankmonsters is 1,45 g/l ($V_c=11,2\%$, $n=6$). Bij 700 l spuitvloeistof komt dit overeen met een berekende dosering van 1,02 kg/ha.

Om mogelijke verliezen op folies na de depositie te controleren zijn een aantal folies handmatig belast met tankvloeistof. Op basis van het volume tankvloeistof (100 μ l) aangebracht per controle-strook en het gemiddelde van de gemeten concentraties van chloridazon in deze vloeistof (1,45 g/l) wordt berekend dat er per strook 145 μ g werd aangebracht. Het gemiddelde van de gemeten massa's chloridazon op de depositie-stroken is 116 μ g. Dit is 79,9% ($V_c=2,6\%$, $n=5$) van de berekende massa. Vermoedelijk heeft dit lagere percentage van chloridazon te maken met de efficiëntie van de extractie van chloridazon vanaf filtreerpapier m.b.v. aceton. De metingen in de tijd geven aan dat, in de periode van een uur waarin de depositie-stroken bij het hoofdexperiment werden verzameld, geen duidelijke afname ($rec_{30 \text{ min}} = 78,9\%$, $rec_{60 \text{ min}} = 78,6\%$) van chloridazon heeft plaats gevonden.

3.2.2 Depositie op en naast het perceel

De depositie van chloridazon op de depositie-stroken opgesteld op gewashoogte op het tulpenveld is weergegeven in Tabel 5. Het gemiddelde van de depositie op de 12 stroken filtreerpapier komt overeen met 101,9% ($V_c=33,3\%$) van de dosering. De waarden zijn gecorrigeerd voor de recovery (80%) van chloridazon vanaf filtreerpapier. Verwacht mag worden dat de redelijk grote spreiding voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door verschillen in depositie van de spuitkegels door zeer sterke windvariaties.

Tabel 5 Depositie van chloridazon gemeten op het perceel, op de onverharde rijstrook en op de sloot in proef Wassenaar II. Praktijk-perceel jonge tulpen. Perceel éénmaal bespoten. Elk meettraject bevatte drie depositie-stroken

Plaats	Afstand vanaf gewasrand (m)	Depositie (% van dosering)					Variatie coëfficiënt (%)
		meettraject				gemiddelde	
		I	II	III	IV		
Perceel		87,0	131,8	127,7	61,0	101,9	33,3
Rijstrook	0,0	102,4	125,1	130,4	110,3	117,1	11,1
	0,5	71,5	59,8	50,7	14,9	49,2	49,6
	1,0	5,9	6,9	14,0	3,8	7,7	57,9
	1,5	1,0	2,8	5,3	3,3	3,1	57,0
	2,5	2,0	2,4	2,8	1,5	2,1	25,6
	4,0	0,8	1,0	0,8	1,0	0,9	12,8
Sloot	5,0	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	22,2
	5,7	0,6	0,3	0,6	1,0	0,6	46,0

De depositie van chloridazon (in percentage van de dosering) op de rijstrook tussen het perceel en de slootrand wordt eveneens weergegeven Tabel 5. Uit de getallen blijkt dat de depositie direkt onder de buitenste spuitdop het hoogst is. Binnen één meter nam de depositie sterk af van 117,1% naar 7,7%. Vanaf één meter is er bij het groter worden van de afstand tot het perceel (= buitenste spuitdop) sprake van een meer geleidelijke afname van de depositie. De variatiecoëfficiënten variëren van 11% tot 58%; de spreiding is dus groot. Dit wordt veroorzaakt door de sterke variatie in windsnelheid tijdens de bespuiting.

De gemiddelde deposities vanaf één meter van het perceel en de spreiding daarin worden ook weergegeven in Figuur 3. Bij een spuitvrije zone van 1 m komt er onder deze omstandigheden per oppervlak tussen 4 en 14% van de dosering op de sloot terecht. Bij een spuitvrije zone van 4 m kan nog bijna 1% van de dosering op de sloot terecht komen.

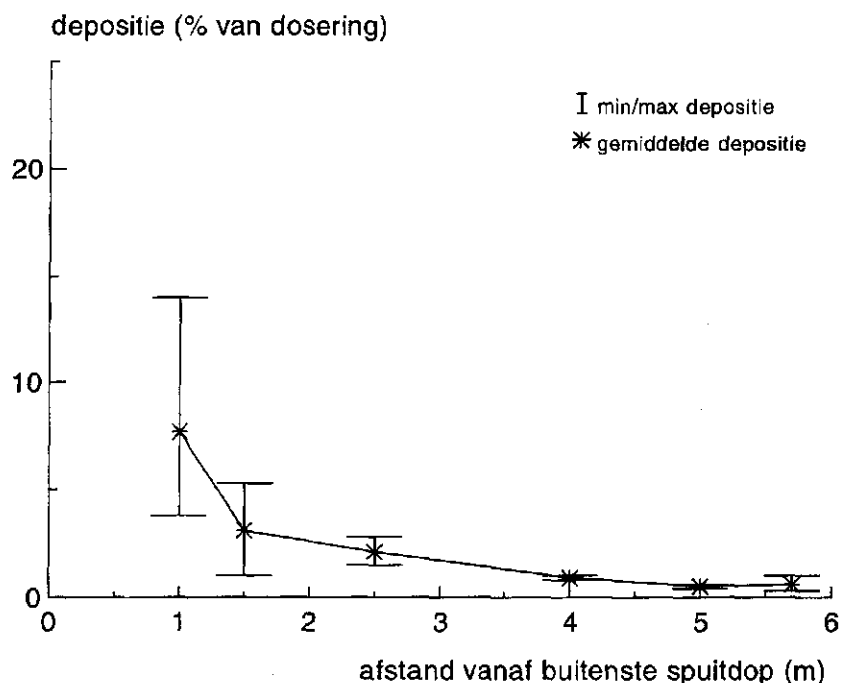


Fig. 3 Depositie van chloridazon op de bodem naast het veld en op het oppervlaktewater op verschillende afstanden tot de buitenste spuitdop in proef Wassenaar II

3.2.3 Depositie op het wateroppervlak

De resultaten van de depositie-metingen voor de stroken drijvend op het oppervlaktewater zijn ook weergegeven in Tabel 5. De depositie van chloridazon op het wateroppervlak is lager dan die op de slootrand. De depositie op 1/3 van de slootbreedte (5,0 m vanaf het perceel) komt lager uit dan die op een afstand van 2/3 van de slootbreedte. Waarschijnlijk als gevolg van het schaduw effect van het steile talud bij de harde wind.

3.2.4 Concentratie in slootwater

De concentratie chloridazon gemeten in de waterloop op 1 uur en 20 min na het einde van de bespuiting is 13,5 µg/l ($V_c=42,4\%$, $n=3$). Op 24 uur na de bespuiting werd 1,4 µg/l ($V_c=47,4\%$, $n=3$) in het slootwater gemeten.

Voor het berekenen van de gemiddelde depositie op het water kan bij deze smalle sloot en bij de geringe afname van de depositie over de laatste 2 m het gemiddelde worden genomen van de twee meetplaatsen op de sloot. De gemiddelde depositie op de sloot was 0,54%. Bij een gemiddelde slootdiepte van 0,25 m en een dosering van 1,02 kg/ha geeft dat bij volledige menging een concentratie van 2,2 µg/l. De concentratie gemeten vlak na de bespuiting is aanzienlijk hoger dan de berekende 2,2 µg/l. Zo kort na de

bespuiting is de menging mogelijk nog niet volledig. Op 24 uur na de bespuiting lag de gemeten concentratie wel op het niveau van de berekende concentratie.

3.3 St. Maartensbrug

3.3.1 Dosering en controle-metingen

De streefdosering Brilliant Sulfoflavine was 1,25 kg/ha te verspuiten in 400 l spuitvloeistof per hectare. Dit betekent een streefconcentratie van 3,13 g/l. De concentratie gemeten in de spuitvloeistof is 2,68 g/l ($V_c=5,2\%$, $n=4$). Het volume water in de spuittank was slecht af te lezen op de machine en daardoor is het aantal verspoten l/ha onzeker. Hierdoor is het mogelijk dat bij het bereiden van de spuitoplossing meer water is gebruikt waardoor de berekende concentratie in de spuitvloeistof lager uitkomt. Het volume van 400 l spuitvloeistof per hectare met de gemeten concentratie komt overeen met een berekende dosering van 1,07 kg/ha. Voor een toereikende belading op de depositie-stroken en een uitmiddeling van windeffecten werd er viermaal gespoten. Dit geeft een berekende dosering van 4,29 kg/ha.

Om mogelijke verliezen op folies na de depositie te controleren zijn een aantal folies handmatig belast met spuitvloeistof. Op basis van het volume spuitvloeistof (100 μ l) aangebracht per strook bij de controle metingen en het gemiddelde van de gemeten concentraties van Brilliant Sulfoflavine in deze vloeistof (2,68 g/l) wordt berekend dat per strook 268 μ g werd aangebracht. Het gemiddelde van de massa gemeten per strook filtreerpapier is 244 μ g. Dit is 90,8% ($V_c=7,7\%$, $n=5$) van de berekende dosering. Uit onderzoek blijkt dat Brilliant Sulfoflavine op filtreerpapier onder invloed van licht geleidelijk afbreekt (Smidt en Smelt, 1994). Deze afbraak is afhankelijk van de intensiteit van de zonnestraling tijdens en na de bespuiting en de tijd van blootstelling, waardoor correctie moeilijk is. Het gemiddelde van de massa gemeten op de sheets is 273 μ g. Dit is 102% ($V_c=0,8\%$, $n=5$) van de berekende dosering. Op de sheets is geen sprake van afname van Brilliant Sulfoflavine met de blootstellingstijd aan zonlicht (Smidt en Smelt, 1994).

3.3.2 Depositie op en naast het perceel

De depositie van Brilliant Sulfoflavine op de depositie-stroken opgesteld op gewashoogte op de tulpenbedden is weergegeven in Tabel 6. Het gemiddelde van de depositie op de zes stroken filtreerpapier komt overeen met 80,9% ($V_c=6,7$) van de berekende dosering. De waarden zijn niet gecorrigeerd voor de afbraak van Brilliant Sulfoflavine onder invloed van licht. Bij correctie (90% rec.) zouden de gemeten en berekende doseringen slechts 10% verschillen.

Tabel 6 Depositie van Brilliant Sulfoflavine gemeten op het perceel, op de onverharde rijstrook en op de waterloop in St. Maartensbrug. Voor een toereikende belading op de depositie-folies werd viermaal gespoten

Plaats	Afstand vanaf buitenste dop (m)	Depositie (% van dosering)								Variatie coëfficiënt (%)
		Meetraai						Gemiddelde		
		I	II	III	IV	V	VI			
Perceel		87,9	74,8	81,7	83,4	83,6	74,2	80,9	6,7	
Rijstrook	0,0	63,4	60,8	63,9	60,6	51,8	47,4	58,0	11,7	
	0,5	33,7	23,4	32,8	31,0	22,5	21,6	27,5	20,3	
	1,0	16,7	14,1	21,2	16,2	14,2	8,9	15,2	26,5	
	1,5	8,4	7,5	7,7	11,3	8,9	4,4	8,0	27,9	
	2,0	5,4	3,7	5,3	7,3	4,3	3,1	4,9	30,9	
	3,0	2,4	2,1	1,8	2,7	2,4	1,1	2,1	27,4	
Waterloop	4,5	0,9	0,6	0,9	0,6	0,7	0,6	0,7	20,5	
	5,5	0,8	0,5	1,0	0,5	0,7	0,5	0,7	31,0	

Het verloop van de depositie van Brilliant Sulfoflavine (in percentage van de berekende dosering) vanaf de buitenste spuitdop tot de slootrand is eveneens weergegeven in Tabel 6. De depositie op de eerste folies (0 m) was 58,0% ($V_c=11,7$). Dit is 23% lager dan de depositie gemeten op gewashoogte. Dit is het gevolg van onvolledige overlapping van het spuitpatroon van de op één na buitenste dop t.o.v. de buitenste spuitdop op 0 m. Bij het groter worden van de afstand vanaf de buitenste spuitdop nam de depositie geleidelijk af van 58,0% op 0 m tot 2,1% op 3,0 m. De variatiecoëfficiënten variëren van 11,7% tot 31,0%. Dit wordt mogelijk voor een groot deel veroorzaakt door variatie in de windsnelheid tijdens de bespuiting (ondanks het uitmiddelen door vier herhalingen) en door schommelingen van de boomhoogte.

De gemiddelde deposities vanaf 1 m van de buitenste spuitdop worden ook weergegeven in Figuur 4. Bij een spuitvrije zone van 1 m zou er op de eerste meter van het wateroppervlak 5 tot 15% depositie terechtkomen. Bij een spuitvrije zone van 3 m zou er op de eerste meter van het water nog 1 à 2% depositie terechtkomen.

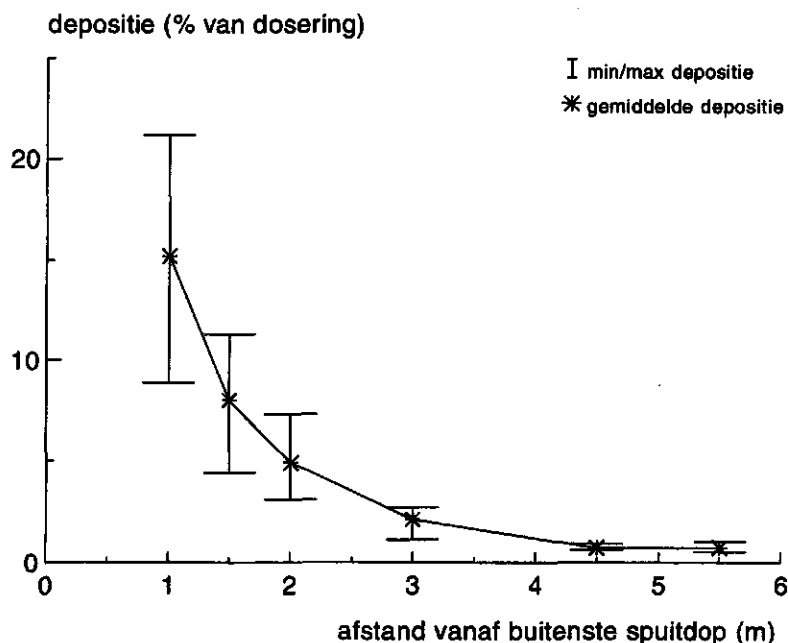


Fig. 4 Depositie van Brilliant Sulfoflavine op de bodem naast het veld en op het oppervlaktewater op verschillende afstanden tot de buitenste spuitdop in de proef te St. Maartensbrug

3.3.3 Depositie op het wateroppervlak

De resultaten van de depositie-metingen op het oppervlaktewater zijn weergegeven in Tabel 6. De depositie op 4,5 m en 5,5 m vanaf de buitenste spuitdop (is resp 1,5 m en 2,5 m vanaf de slootkant) komt op 0,7% van de berekende depositie op het perceel. Met een spuitvrije zone van 5,5 m kon hier niet worden voldaan aan de MJP-G doelstelling dat maximaal 0,2% van de dosering (op het veld) op de sloot terecht mag komen.

4 Algemene bespreking en conclusies

Bij het uitvoeren van de overwaai-proeven in het veld bleek het moeilijk om de gewenste optimale combinatie van veld- en weersomstandigheden te bereiken. Voorwaarden als a) beschikbaarheid van de toepasser, b) een grote kans op een droge periode van ca. 4 uur, c) een geschikte windrichting gezien de ligging van de waterlopen en d) windsnelheden in het gunstige traject komen zelden voor. De windsnelheid bij de proef Wassenaar I was volgens de toepasser en andere deskundigen eigenlijk te hoog (gemiddeld omstreeks 4 m/s) voor het spuiten met zeer fijne druppel. De windsnelheid was bij de proef Wassenaar II duidelijk te hoog (omstreeks 7 m/s) voor bespuitingen. Wassenaar I en II zijn hierdoor geen representatieve metingen voor zorgvuldige praktijktoepassing. Bij de bespuiting te St. Maartensbrug was de windsnelheid gemiddeld geschikt (omstreeks 4 m/s) voor het spuiten met grovere druppels. Binnen de toepassingsperiode van een fractie van een uur varieerde de windsnelheid echter aanzienlijk, met vrij hoge uitschieters. Aanbevolen wordt rekening te houden met deze uitschieters door een relatief lage gemiddelde windsnelheid als grenswaarde voor het geschikte spuittraject te nemen.

In de proef Wassenaar I was de depositie van esfenvaleraat op de benedenwindse slootrand gemiddeld 0,6% van de dosering en die op het wateroppervlak niet goed meetbaar (kleiner dan 0,3%). De concentraties in het water waren meestal niet aantoonbaar ($< 0,05 \mu\text{g/l}$). Het grotendeels niet bespuiten van de 4,5 meter brede rijstrook langs de waterloop en de geringe boomhoogte bij aanvang zijn belangrijke oorzaken van deze relatief lage depositie. Verder kan het hogere duingebied achter de waterloop hebben geleid tot een enigszins opwaarts gerichte luchtstroming met verminderde depositie.

De metingen voor esfenvaleraat op de roestvrij-stalen gaascilinders, opgehangen op 2,5 m hoogte achter de waterloop, geven aan dat er onder deze omstandigheden van fijn druppelspectrum, lage luchtvochtigheid en harde wind een duidelijk transport via de lucht over grotere afstanden plaatsvindt. Het is nog niet mogelijk om deze hoeveelheid te kwantificeren. Wel geeft het aan dat tot op afstanden van meer dan 10 m er nog steeds enige uitzakking, dus depositie, kan plaatsvinden.

In de proef Wassenaar II nam de depositie van chloridazon in de eerste 1,5 m naast het gewas relatief sterk af; daarbuiten was de afname meer geleidelijk. Op de slootrand (afstand 4 m) was de depositie 0,9% en op het wateroppervlak omstreeks 0,5% van de dosering. De te harde wind heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan deze depositie. Kort na de bespuiting lag de concentratie gemeten in het water ($13,5 \mu\text{g/l}$) duidelijk hoger dan de concentratie ($2,2 \mu\text{g/l}$) berekend op basis van de depositie. Op 1 dag na de toepassing lag de gemeten concentratie ($1,4 \mu\text{g/l}$) op het niveau van de berekende.

In de proef te St. Maartensbrug was er een geleidelijke afname van de depositie bij toename van de afstand vanaf de buitenste spuitdop. Op de slootrand op 3 m afstand was de depositie per oppervlak 2,1% van de dosering en op het wateroppervlak op 4,5 en 5,5 m afstand was de depositie 0,7%.

Een bijzonderheid in zowel Wassenaar I en II als in St. Maartensbrug is dat er sprake is van vrij brede rijstroken tussen het bespoten perceel en de waterloop. Hierdoor kan de toepasser met de bespuiting op duidelijke afstand van de waterlopen blijven. In de bloembollenteelt komen echter ook situaties voor waarbij de gewassen vlak naast de waterlopen staan. Verwacht mag worden dat in dergelijke situaties duidelijk meer overwaaiing plaatsvindt. Het huidige onderzoek geeft aan dat een onbespoten strook land van 4 à 5 m breedte naast de waterlopen effectief is bij het beperkt houden van het overwaaien van spuitvloeistof. Voor de depositie per eenheid wateroppervlak wordt dan echter de streefwaarde van 0,2% van de dosering op het perceel nog overschreden. Om verdere reductie van de overwaaiing te bereiken dienen ook de toedieningstechnieken te worden verbeterd.

Literatuur

Mandersloot, H.J. (Red.), 1993. *Gewasbeschermingsgids*. Ede/Wageningen, Informatie en Kennis Centrum Akker- en Tuinbouw/Plantenziektenkundige Dienst.

Ministerie van LNV, 1991. *Meerjarenplan Gewasbescherming*. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21 677, nrs 3-4, 's-Gravenhage, Sdu Uitgeverij.

RIVM (1990), *Milieufiche chloridazon*. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

RIVM (1991), *Milieufiche (es)fenvalleraat*. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Worthing, C.R. en R.J. Hance, 1991. *The pesticide manual*. Farnham, Surrey, U.K., The British Crop Protection Council.

Niet-gepubliceerde bronnen

Smidt, R.A. en J.H. Smelt, 1994. 'Stabiliteit van de tracer-kleurstoffen Brilliant Black en Brilliant Sulfoflavine op depositie-collectoren in zonlicht.' *Interne mededeling nr 311*, 23 pag., Wageningen, DLO-Staring Centrum.