

Drift naar sloten bij spuittechnieken in de sierteelten in de regio Boskoop

32/umb (5-10) 20 1/2

DLO-STARING
CENTRUM

Drift naar sloten bij spuittechnieken in de sierteelten in de regio Boskoop

**R.A. Smidt
J.H. Smelt
B.H.M. Looman
A.P.C. van den Boom
R.P.J. Langedijk**

Rapport 550

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1998

19 MAART 1998
Lsn gugobz x

REFERAAT

Smidt, R.A., J.H. Smelt, B.H.M. Looman, A.P.C. van den Boom en R.P.J. Langedijk, 1998. *Drift naar sloten bij spuittechnieken in de sierteelten in de regio Boskoop*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 550. 58 blz.; 11 fig.; 14 tab.; 8 ref.

De driftemissie van spuitvloeistof werd met behulp van een tracerkleurstof gemeten bij drie spuittechnieken om schattingen van deze percentages in het Meerjarenplan Gewasbescherming en voor het toelatingsbeleid te onderbouwen. De driftpercentages bleken een zeer breed traject van waarden te omvatten, afhankelijk van de vele combinaties van driftbepalende factoren. In het algemeen bleken bij de traditionele spuittechniek met het hogedrukspuitgeweer hogere driftpercentages op te treden dan bij bespuitingen met een gedragen spuitboom met spuitdoppen. Een windscherm van 50% open kunststofdoek langs de sloot bleek de drift naar het slootoppervlak bij beide spuittechnieken met 60-68% te kunnen reduceren. Spuitdoppen met een zeer grof druppelspectrum gaven in combinatie met een schermdoek minder dan 1% drift.

Trefwoorden: bestrijdingsmiddelen, boomteelt, drift, emissie, oppervlaktewater

ISSN 0927-4499

©1998 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 Proef met een aangepaste veldspuit	13
2.1 Doelstelling en opzet	13
2.2 Proef 1993	13
2.2.1 Proefopzet (BP 4300-4)	13
2.2.2 Smitapparaat en instellingen	14
2.2.3 Bereiding spuitvloeistof en controle	15
2.2.4 Depositieingen	15
2.2.5 Extractie, analyse en berekening van de depositie	17
2.2.6 Weersomstandigheden	18
2.2.7 Resultaten en discussie	18
2.3 Proef 1994	20
2.3.1 Proefopzet (BP 4300-5)	20
2.3.2 Smitapparaat en instellingen	21
2.3.3 Bereiding spuitvloeistof en controle	23
2.3.4 Depositieingen	23
2.3.5 Weersomstandigheden	24
2.3.6 Resultaten en discussie	24
3 Proef met een spuitgeweer en gedragen spuitboom	29
3.1 Doelstelling en opzet	29
3.2 Proefopzet	29
3.3 Smitapparaat en uitvoering	30
3.3.1 Spuitboom	30
3.3.2 Spuitgeweer	30
3.3.3 Bereiding spuitvloeistof en controle	30
3.3.4 Depositieingen	31
3.3.5 Weersomstandigheden	33
3.4 Resultaten en discussie	33
4 Praktijkbespuiting met een spuitgeweer	39
4.1 Doelstelling en opzet	39
4.2 Werkwijzen	39
4.2.1 Perceel en spuitapparaat	39
4.2.2 Depositieingen	41
4.2.3 Controleingen	42
4.2.4 Weersomstandigheden	42

4.3 Resultaten en discussie	43
4.3.1 Controle op verlies van acefaat	43
4.3.2 Depositie op slootoppervlak	43
4.3.3 Concentraties acefaat in de waterloop	44
5 Praktijkbespuiting met een gedragen spuitboom	47
5.1 Doelstelling en opzet	47
5.2 Werkwijzen	47
5.2.1 Spuitapparatuur en toediening van de tracerkleurstof	47
5.2.2 Depositiemetingen	49
5.2.3 Controlemetingen	50
5.2.4 Weersomstandigheden	50
5.2 Resultaten en discussie	50
6 Algemene discussie en conclusies	53
Literatuur	57

Woord vooraf

In het kader van het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) is in de periode 1991-1995 het DLO-onderzoeksprogramma 'Emissiebeperkende toedieningstechnieken' uitgevoerd in opdracht van de Directie Wetenschap en Technologie van het ministerie van LNV. Hierin waren meerdere projecten van DLO-instituten en proefstations ondergebracht, die alle een relatie hadden met het hoofddoel van het programma om de emissie van bestrijdingsmiddelen te reduceren. Het project SC-7246 'Chemisch onderzoek bij verbetering van toedieningstechnieken' viel onder dit DLO-programma. Dit SC-DLO project had o.a. tot doel om dienstverlenend te zijn aan projecten van andere instellingen die zelf niet over de benodigde kennis en analysemogelijkheden beschikten.

In dit kader heeft het Proefstation voor de Boomkwekerij (thans Boomteelt Praktijkonderzoek, BPO) te Boskoop in samenwerking met DLO-Staring Centrum (SC-DLO) twee experimenten opgezet (proeven BP 4300-4 en BP 4300-5) met als doel de drift naar waterlopen te meten bij verschillende gangbare en nieuwe spuittechnieken. Deze proeven zijn in 1993 en 1994 uitgevoerd, waarbij SC-DLO technische bijstand verleende en de chemische analyses verzorgde.

Daarnaast zijn door SC-DLO in 1993 en 1994 voor de werkgroep 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en meststoffen in de boomteelt' in de Boskoopse regio tijdens twee bespuitingen op praktijkpercelen metingen uitgevoerd voor het kwantificeren van de drift naar waterlopen. De werkgroep bestond uit leden van de Kring Boskoop van de Nederlandse Bond van Boomkwekers, vertegenwoordigers van het Hoogheemraadschap van Rijnland, medewerkers van BPO en SC-DLO.

Samenvattingen van, voor de praktijk en het beleid, belangrijke resultaten van deze meetseries zijn reeds in vakbladen en in de MJP-G-rapportages verschenen. Dit rapport vormt een achtergronddocument waarin de uitvoering en de resultaten van de driftmetingen gedetailleerd zijn beschreven.

De proeven werden uitgevoerd door: SC-DLO, BPO te Boskoop en het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Samenvatting

De tuinen in het Boskoopse sierteeltgebied zijn meest omgeven door (zeer)brede watergangen waarbij de gewassen tot op de rand van de sloten worden geteeld met de planrichting loodrecht op de sloot. Tijdens bespuitingen met bestrijdingsmiddelen is de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater via overwaaien (drift) van spuitvloeistof dan ook relatief groot. Bij het begin van het huidige onderzoek waren geen meetwaarden van driftpercentages beschikbaar. Plannen van het Hoogheemraadschap van Rijnland om met regelgeving de emissies naar het oppervlaktewater terug te dringen maakten het nodig om inzicht te hebben in de driftpercentages bij de gangbare spuittechnieken in de Boskoopse regio. De in het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G) geformuleerde doelstelling om de emissie in het jaar 2000 met tenminste 90% te reduceren vormden eveneens aanleiding om de drift naar het oppervlaktewater bij verschillende spuittechnieken via metingen vast te stellen.

In het kader van het toelatingsbeleid worden driftpercentages gehanteerd die gemeten zijn bij, of omgerekend worden naar een standaardsituatie. In de voorgestelde definitie voor de standaardsituatie ligt het 1 m brede wateroppervlak, waarvoor de belasting met middel wordt berekend tussen 1,75 en 2,75 m afstand vanaf de laatste spuitdop (of gewasrand). De driftpercentages naar dit (referentie)vlak vormen een geschikt criterium om de spuittechnieken te vergelijken.

Driftpercentages worden in % van de areïeke dosering uitgedrukt, waarbij voor dosering in het algemeen de dosering actieve stof in kg/ha wordt genomen omdat de bespuitingsadviezen ook in kg/ha worden gegeven. In de boomteelt zijn bespuitingsadviezen echter nog steeds gebaseerd op de concentratie van het bestrijdingsmiddel in de spuitvloeistof, waarbij geen onderscheid wordt gemaakt tussen spuittechnieken (met verschillende volumes verspoten vloeistof). Voor het berekenen van de belasting van het slootoppervlak met de hoeveelheid (massa) bestrijdingsmiddel is in de boomteelt dus ook de vloeistofdosering en de concentratie middel in de spuitvloeistof van belang. Met het oog op standaardisatie van de weergave van driftpercentages zijn de driftpercentages in het rapport gegeven in % van de areïeke dosering spuitvloeistof, zoals in de akkerbouw en andere vollegrondsteelten gebruikelijk is.

In een tweetal experimenten zijn in 1993 en 1994 metingen verricht bij bespuitingen met een veldspuit voorzien van verschillende spuitdoppen. Bij de eerste serie metingen in 1993 werd alleen een dop met een grof druppelspectrum getest (Albuz APG 60 met een AMT 15020 wervelplaatje). Bij de gegeven omstandigheden en instellingen (spuitdruk 3 bar; vloeistofdosering 1810 l/ha; windsnelheid 3 m/s; windrichting vrijwel loodrecht op de sloot en een spuitboomhoogte van 1,3 m) werd een zeer lage drift op de naastliggende sloot gemeten. De gemiddelde drift naar het referentievlak was 0,14% van de areïeke dosering (is de dosering vloeistof per eenheid van oppervlak) met een maximum waarde van 0,28% op 1,7 m afstand. Bij de meetserie in 1994 werd met dezelfde dop en onder nagenoeg gelijke condities een drift van gemiddeld 1,34% van de areïeke dosering vloeistof naar het referentievlak gemeten. Bespuitingen met een nog grover druppelspectrum (Delavan Raindrop-dop) gaf bij de proef in 1994 een

gemiddeld driftpercentage naar het referentievlak van 0,23%. Vanwege de grote druppels zijn zowel de Albus-dop als de Raindrop-dop minder geschikt voor het toepassen van spuitoplossingen met bestrijdingsmiddelen.

Een meer realistisch beeld van de drift bij 'normale gewasbespuitingen' werd verkregen tijdens de bespuitingen in 1994 met de in de vollegrondsteelten veel gebruikte TeeJet XR 11005 spleetdop. Met deze dop werd een drift van gemiddeld 5,9% naar het referentie vlak berekend bij een druk van 3 bar, een vloeistofdoserings van 700 l/ha, een gemiddelde windsnelheid van 2,4 m/s onder een hoek van 80° op de sloot en een spuitboomhoogte van 1,3 m.

In 1994 werd in een experiment de drift bij spuiten met een handgedragen spuitboom met vier TeeJet 11003 spuitdoppen (2 m werkbreedte, spuitboom evenwijdig aan de sloot) vergeleken met de drift bij spuiten met een spuitgeweer. Bij de spuitboom werd een gemiddelde drift van 1,7% naar het referentievlak berekend bij de volgende condities: spuitdruk 3 bar, vloeistofdoserings 840 l/ha, boomhoogte 0,65 m, windsnelheid 2,4-4,2 m/s, windrichting 50-80° op de sloot. Bij het spuitgeweer bleek de bewegingstechniek van de toepasser een grote invloed te hebben op de drift. Gemiddeld was de drift bij het spuitgeweer 1,3 tot 2,1 maal hoger dan bij de gedragen spuitboom. Deze verschillen moeten echter nog beter onderbouwd worden, daar het aantal bespuitingen onder gelijke omstandigheden te gering was.

Een 50% open windscherm van kunststofdoek (zoals Ostend-net), geplaatst op de rand van het perceel, reduceerde de drift naar het oppervlaktewater bij alle onderzochte spuittechnieken duidelijk. In het algemeen nam het percentage reductie iets af bij toenemende afstand tot de spuitdoppen. Rond de afstand van het referentievlak (op 1,7 tot 2,7 m vanaf de laatste spuitdop) was de gemiddelde reductie bij de spuitboom en het spuitgeweer respectievelijk 60 en 68%. Bij de proef met de veldspuit in 1994 werd bij de TeeJet 11005 doppen zelfs een reductie van gemiddeld 88% gemeten.

Toevoegen van de diep blauwe kleurstof Brilliant Black als tracer voor het meten van drift van spuitvloeistof heeft een zeer demonstratieve waarde. Het sterk met de afstand afnemende depositiepatroon is direct zichtbaar en zeer lage deposities (tot 0,01%) zijn nog zichtbaar op stroken wit papier.

1 Inleiding

Eén van de routes van verontreiniging van oppervlaktewater met bestrijdingsmiddelen is overwaaien van spuitvloeistof bij de toediening (spuitdrift over korte afstand). In het Meerjarenplan Gewasbescherming (MJP-G, Ministerie van LNV, 1991) wordt geschat dat bij de vollegrondsteelten, zoals de boomteelt en sierteelt, 1 tot 19% van de areïeke dosering in de aangrenzende oppervlaktewateren kan waaien. Deze waarden berusten voor de boom- en sierteelt echter op zeer weinig of geen metingen voor de diverse toedieningstechnieken en situaties. Het MJP-G vermeldt tevens dat deze emissie van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater in het jaar 2000 met tenminste 90% moet zijn verminderd. De in het MJP-G voorgestelde 39% reductie van het gebruiksvolume in de boomteelt (MJP-G, Ministerie van LNV, 1991, pag. 203) is dus onvoldoende om deze emissievermindering te halen. Nieuwe, driftarme spuittechnieken zullen eveneens een belangrijke bijdrage moeten leveren. Om vergelijkingen met de gangbare technieken (is referentiewaarde in MJP-G) mogelijk te maken moest de bestaande situatie nog worden gekwantificeerd. Een betere kwantificering van de drift bij verschillende spuitsystemen werd eveneens aanbevolen in het rapport; 'Beschrijving emissieroutes vanuit boomteeltgebieden naar het oppervlaktewater in de regio Boskoop' (V.E.K., 1992).

In de periode 1993-1994 zijn door het Proefstation voor de Boomkwekerij, DLO-Staring Centrum en het Hoogheemraadschap van Rijnland drie experimenten en twee praktijkmetingen uitgevoerd om de gewenste gegevens over de drift van spuitvloeistof naar waterlopen te vergaren. Naast de metingen van de drift bij de gangbare spuittechnieken is ook gekeken naar alternatieve spuitmethoden of maatregelen die de drift bij bespuitingen kunnen beperken en die op korte termijn in de praktijk kunnen worden ingevoerd.

In de regio Boskoop werden bespuitingen van volledige tuinen vaak uitgevoerd door een aangepaste veldspuit voor akkerbouwbedrijven van een plaatselijk loonbedrijf. Deze spuit was reeds voorzien van driftarme doppen om de drift naar de waterlopen bij de noodzakelijke grote spuitboomhoogte te beperken. De drift zou mogelijk nog verder zijn te reduceren door een scherm van kunststofdoek langs de slootkant te plaatsen. Dit soort schermen worden in de regio reeds toegepast als windbreker voor de gewassen en zouden dus een dubbel doel kunnen dienen. Met deze spuitmachine zijn in combinatie met windschermen en meerdere typen spuitdoppen driftmetingen uitgevoerd in 1993 en 1994. De metingen en resultaten van deze experimenten worden beschreven in hoofdstuk 2.

In de Boskoopse regio werd ten tijde van de start van het onderzoek het grootste deel van de bespuitingen door de tuinders zelf in handwerk uitgevoerd met een hoge-drukspuitgeweer (afhankelijk van de uitvoering ook wel spuitpistool of spuitstok genoemd). Gedurende een bespuiting van een praktijkperceel met het middel Orthene in 1993 en bij bespuitingen tijdens een speciaal opgezet experiment in 1994 werden metingen gedaan om een indicatie te krijgen van de drift naar het oppervlaktewater bij deze spuittechniek. Bij het speciale experiment werd ook bekeken of een windscherm van kunststofdoek op de slootkant de drift naar de waterloop kan reduceren.

De spuittechniek met een gedragen spuitboom, voorzien van spuitdoppen, zoals gebruikelijk bij de vollegrondsteelten, zou naar verwachting goed bruikbaar zijn in de Boskoopse situatie en een geringere drift geven dan het spuitgeweer. De keuze van spuitdoppen met een minder driftgevoelig druppelspectrum (gelijkmatiger en grovere druppels) dan die van een spuitgeweer met zijn hoge drukken (tot 40 bar) en de naar beneden gerichte spuitkegels rechtvaardigen de verwachte lagere drift bij de gedragen spuitboom. De metingen en de resultaten met het spuitgeweer in de praktijksituatie zijn beschreven in hoofdstuk 4 en die voor het experiment met het spuitgeweer in vergelijking met een gedragen spuitboom in hoofdstuk 3. De spuittechniek met een gedragen spuitboom is ook getest op een praktijkperceel. De uitvoering van deze bespuiting en de resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 5.

Bij de driftmetingen werd de levensmiddelenkleurstof Brilliant Black als tracer gebruikt, behalve bij de praktijkbespuiting met Orthene. Depositie metingen met Brilliant Black zijn gelijkwaardig met of zelfs nauwkeuriger dan depositie metingen met actieve stoffen (Smidt et al., 1997) en geven een grote besparing op de analysekosten. Deposities van de kleurstof Brilliant Black op collectoren van filtreerpapier of overhead sheet zijn stabiel in zonlicht (Smidt en Smelt, 1994) en vervluchtigen niet, eigenschappen die voor bestrijdingsmiddelen vaak niet gelden.

2 Proef met een aangepaste veldspuit

2.1 Doelstelling en opzet

Voor de bespuiting van een gehele tuin (o.a. voor bestrijding van de taxuskever) wordt in het Boskoopse teeltgebied door telers vaak gebruik gemaakt van een aangepaste veldspuit die in één werkgang de volle breedte van een tuin bespuit. In de regio Boskoop werd een zelfrijdende Delvano-veldspuit van loonwerk- en mechanisatiebedrijf Voets als enige machine voor dit doel gebruikt. De boomhoogte kon extra hoog worden ingesteld om zonder inklappen van de spuitboom over hoge gewassen, beregeningsinstallaties en andere obstakels te kunnen bewegen.

In 1993 en 1994 zijn op de tuin van het Proefstation voor de Boomkwekerij twee series metingen uitgevoerd om het overwaaien van spuitvloeistof naar het slootoppervlak tijdens bespuitingen met deze veldspuit te kwantificeren. Tevens werd onderzoek verricht naar de invloed van twee varianten van een windkerend scherm op de drift naar de sloot. Daartoe werden twee schermen op een perceel opgebouwd. De constructie moest dusdanig zijn dat het voor permanent gebruik geschikt is. Voor degelijke experimenten moet het perceel meerdere malen met een middel of een kleurstof kunnen worden bespoten. Dit is op een praktijkperceel niet te verwezenlijken. Daarom werd besloten om de proeven uit te voeren op een terrein op het Proefstation dat tijdelijk niet werd beteeld en met kort gras was begroeid. Het perceel ligt naast een ruim 10 m brede sloot waarop de depositiemetingen zijn uitgevoerd.

2.2 Proef 1993

2.2.1 Proefopzet (BP 4300-4)

Op een strook van 80 m x 16 m werden op 0,6 m vanaf de slootrand twee typen schermen opgesteld, elk met een lengte van 20 m. De 0,6 m ruimte tussen de schermen en de slootrand werd uit praktische overwegingen gekozen: a) omdat de palen voor het scherm niet in de houten beschoeiing van de slootkant konden worden geplaatst en b) voor de onderzoekers om collectoren voor spuitvloeistof te kunnen plaatsen. De twee typen schermen bestonden uit een grof (50% dicht) en een fijnmazig (70% dicht) kunststof-doek (Ostend-net). De schermen werden aan palen bevestigd tot een hoogte van 1,60 m. Aan de onderzijde bleef een strook van 0,15 m open. Het kort gemaaid gras dichtte deze opening enigszins af.

De strook grond werd onderverdeeld in vier velden van elk 20 m lengte (fig. 1). Veld 1 lag ter hoogte van het fijnmazige scherm en veld 2 ter hoogte van het grofmazige scherm. Naast veld 3 en 4 stond geen scherm. Veld 3 werd niet bespoten om overdracht van drift van het gedeelte zonder scherm naar die met scherm te voorkomen. Op veld 3 werd de meteomast voor de windwaarnemingen opgesteld. Veld 4 werd gebruikt voor de metingen zonder scherm. De bespuitingen begonnen

steeds bij veld 1, waarna richting veld 4 werd gereden. Ter hoogte van veld 3 werd de toevoer van de spuitvloeistof vanuit de cabine onderbroken en ter hoogte van veld 4 weer aangezet.

Elke bespuiting van een combinatie van dop en schermvariant werd viermaal herhaald, waarbij voor elke herhaling drie spuitgangen werden uitgevoerd vóór de depositie-collectoren werden verzameld (tabel 1). Meerdere spuitgangen per herhaling zijn nodig om variaties in windsnelheid enigszins te elimineren.

Tabel 1 Proefopzet met de veldspuit met dootype Albuz in 1993

Schermmvariant herhalingen	Aantal per herhaling	Aantal spuitgangen
schermloos	4	3
50% dicht scherm	4	3
70% dicht scherm	4	3

2.2.2 Spuitapparatuur en instellingen

Het perceel was te smal voor de veldspuit om met volledig uitgeklapte bomen te rijden. Daarom werd met aan weerszijden half uitgeklapte bomen gereden. De spuitbomen waren verdeeld in 3 m brede segmenten met elk 6 spuitdoppen (dopafstand 0,5 m). Er werd gespoten met twee segmenten van de linker spuitboom (12 doppen), 6 m werkbreedte. De drukregeling vond per segment plaats zodat afsluiten of openen van segmenten géén drukvariaties gaf bij de spuitdoppen. De boomhoogte werd ingesteld op 1,3 m boven de grond. Tijdens het rijden schommelde de trekker licht; de boomhoogte varieerde daardoor tussen 1,2 en 1,5 m). De spuitboom kwam tijdens de bespuitingen geen enkele keer boven het scherm uit. Om de veldspuit gelijkmatig langs het scherm te laten rijden was als richtlijn voor de bestuurder op 7,5 m van de beschoeiing een rood-wit lint gespannen. De laatste dop bleef daardoor keurig op 0,5 m afstand van het scherm.

Aan de spuitboom waren Albuz APG 60 (zwart, tophoek 60°) spleetdoppen gemonteerd, waarin een wervelplaatje AMT 15020 was geplaatst om een grof en daardoor weinig driftgevoelig druppelspectrum te verkrijgen. De machine werd zoveel mogelijk ingesteld als gebruikelijk in de praktijk voor taxuskever-bespuitingen. Twee dagen voor de veldproef werd de afgifte van 4 doppen gemeten (3,7 l/min bij 4,0 bar). Op de proefdag werd de druk (per vergissing) ingesteld op 4,5 bar. Uit tabellen van de Albuz APG 60 dop werd afgeleid dat de vloeistofafgifte bij 4,5 bar 3,9 l/min is. De rijnsnelheid van de spuitcombinatie werd steeds opgemeten door de tijd over uitgezette trajecten van 20 m met een stophorloge op te meten. Met de gemiddeld gemeten rijnsnelheid van 2,6 km/uur, een dopafstand van 0,5 m en een dopafgifte van 3,9 l/min werd een vloeistofgift van 1810 l/ha berekend. Nadat alle bespuitingen waren uitgevoerd zat er nog ongeveer 50 l vloeistof in de tank. Met de berekende vloeistofafgifte van 1810 l/ha zou voor de totaal bespoten oppervlakte van 0,432 ha ongeveer 780 l nodig zijn geweest. Deze waarde stemde goed overeen met de totaal aangemaakte hoeveelheid spuitvloeistof (800 l) en de resthoeveelheid.

2.2.3 Bereiding spuitvloeistof en controle

De spuitoplossing werd bereid door 2,5 kg Brilliant Black op te lossen in ongeveer 600 l water. Om de tank te vullen werd de aanzuigkorf van de machine in de watergang geplaatst. De hoeveelheid kleurstof werd geleidelijk toegevoegd onder voortdurend rondpompen van de spuitvloeistof. Om mogelijke effecten van formuleringsproducten te simuleren werd 0,1% uitvloeier (0,5 l Agral LN) toegevoegd. Twee minuten na de bereiding van de spuitvloeistof is een tankmonster genomen. Vervolgens werd direct voor iedere bespuiting een hoeveelheid spuitvloeistof opgevangen uit de verst van de tank verwijderde dop om een mogelijke verandering in de concentratie in de verspoten vloeistof te kunnen bepalen. Vóór de start van de derde herhaling bleek er te weinig vloeistof in de tank te zitten. Hierop werd ongeveer 200 l water uit de sloot opgezogen en werd er tijdens het rondpompen 1 kg Brilliant Black en 0,25 l uitvloeier toegevoegd. Na twee minuten mengen werd er weer een tankmonster genomen. Na het doorspoelen van de spuitleidingen werd kort vóór de herstart van het spuiten een derde dopmonster genomen. Het vierde dopmonster werd aan het begin van de vierde herhaling genomen. De gemeten tankconcentraties waren 4,00 g/l voor de bespuitingen van de eerste twee herhalingen en 4,28 g/l voor de laatste twee herhalingen. De waarden kwamen goed overeen met de berekende tankconcentratie van 4,16 g/l.

2.2.4 Depositietingen

De depositie (drift) werd bepaald op collectoren die waren geplaatst voor en achter het scherm, op het slootoppervlak en aan de overzijde van de sloot. Voor de depositiemeting op het slootoppervlak waren drijvers (0,50 m x 9,00 m) van hout en tempex geconstrueerd. De drijvers lagen dwars over de ruim 10 m brede sloot (fig. 1).

Op het gedeelte van het perceel zonder scherm werd de depositie gemeten op dezelfde posities als op de gedeelten met scherm. Op deze manier kon het beste de invloed van het schermdoek op de depositie naast het perceel worden beoordeeld. Op het perceeloppervlak (langs de slootkant) is per schermvariant (fijn, grof of geen scherm) de depositie op vier plaatsen vóór en achter het scherm gemeten. De collectoren vóór het scherm (bespoten veld) lagen op 0,35 m afstand vanaf de laatste spuitdop. De collectoren achter het scherm bevonden zich op de houten beschoeiing 0,45 m achter het scherm en 0,95 m vanaf de laatste spuitdop. Op het slootoppervlak waren per schermvariant meetraaien uitgezet op de twee drijvers. De collectoren werden op gemarkeerde posities bevestigd: 1,1 - 2,6 - 5,1 - 7,1 - 9,1 m vanaf de oever (d.i. 2,2 - 3,7 - 6,2 - 8,2 - 10,2 m vanaf de buitenste spuitdop). Een meetpositie op 1,7 m vanaf de spuitdop werd bij het gedeelte zonder scherm toegevoegd vanwege de mogelijke toepassing van de meetwaarden van de variant 'zonder scherm' als validatie-set voor het driftmodel IDEFICS (Holterman et al., 1994). Aan de overzijde van de sloot, op 10,6 m afstand, waren op 0,5 m boven de beschoeiing cilindervormige collectoren (\varnothing 0,06 m x 0,10 m) van roestvrijstaalgaas opgehangen (fig. 1B). Deze collectoren geven een indicatie van eventuele drift over grote afstand.

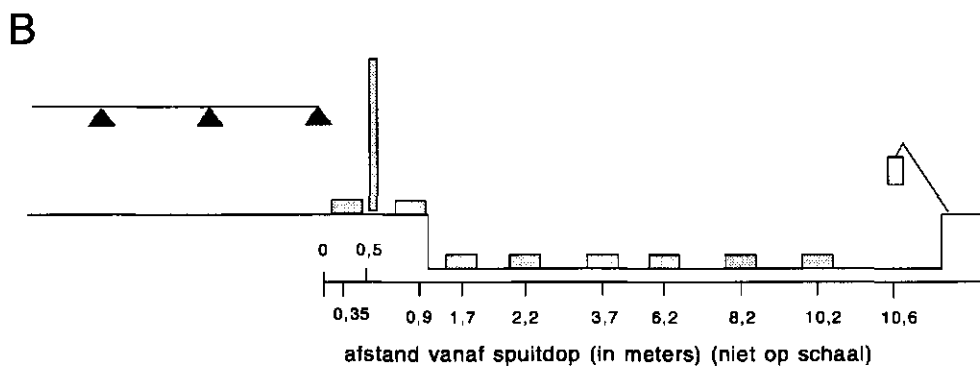
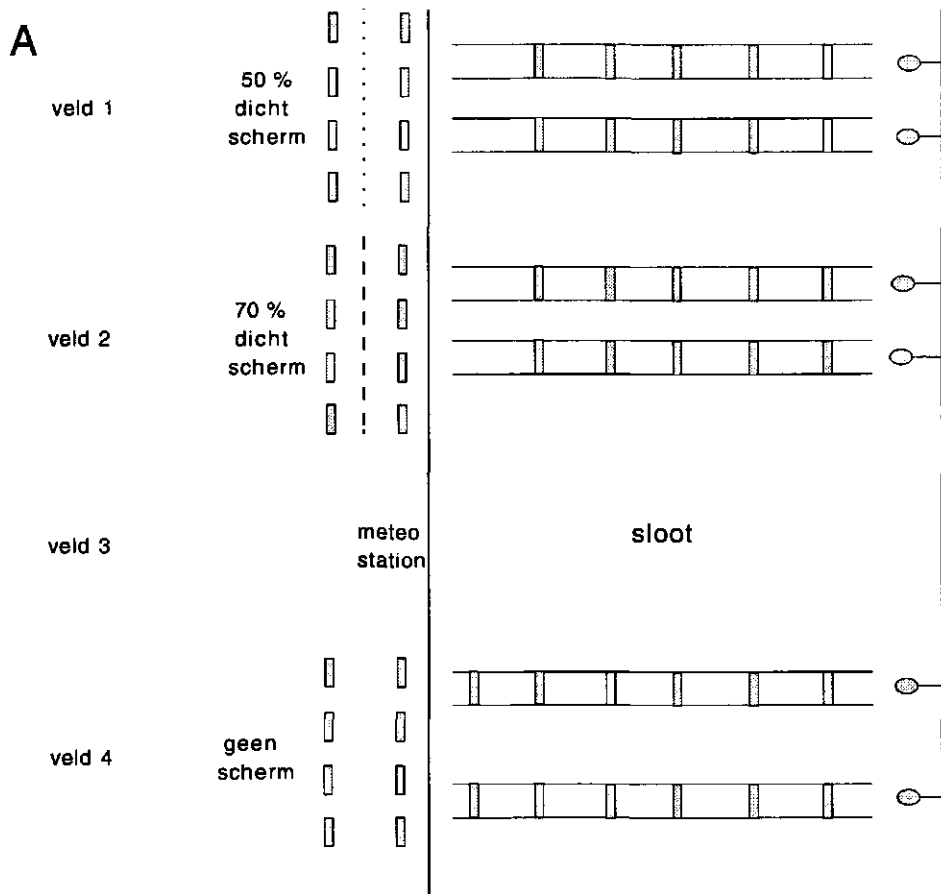


Fig. 1 Schets van de plaats van de depositie-collectoren (□ en ○) tijdens de proef met de veldspuit in 1993. Bovenaanzicht (A) en zijaanzicht (B)

De collectoren voor de depositie van spuitvloeistof bestonden uit stroken filtreerpapier (0,40 m x 0,08 m), die met knospelden op tempexplaten (0,50 m x 0,10 m) waren bevestigd. De rechthoekige collectoren werden parallel aan de rijrichting gelegd. Om wegwaaien te voorkomen werden de 2 cm dikke tempexplaten op het perceel en op de beschoeiing met stalen pennen in de grond verankerd. Op de drijvers werden de tempexplaten met filtreerpapier vastgehouden door elastische koorden, die over de volle lengte op de drijvers waren gespannen. De drijvers werden met touw aan beide oevers verankerd. Na iedere herhaling (met 3 spuitgangen) werden de drijvers naar de oever van het perceel aan de overzijde getrokken. De stroken filtreerpapier en de gaascylinders werden individueel verzameld in glazen potten met schroefdeksel. De stroken filtreerpapier gelegen op het perceel en de beschoeiing werden verzameld in plastic zakken.

2.2.5 Extractie, analyse en berekening van de depositie

In het laboratorium van SC-DLO werden de collectoren geëxtraheerd en geanalyseerd. De stroken filtreerpapier werden per stuk boven een glazen pot (750 ml) in stukken van ongeveer 2 cm x 3 cm verknijpt, waarna 50 of 150 ml gedestilleerd water werd toegevoegd, afhankelijk van de belading met kleurstof. De potten bleven 24 uur in het donker staan en werden enige malen voorzichtig omgezwend. De filtreerpapier-extracten werden gefilterd (Millex HV-13, 0,45 µm, Millipore) vóór de analyse met een spectrofotometer (LKB Ultrospec 4050, Pharmacia Biotech). De absorptie werd gemeten bij 572 nm (lichtweg 1 cm) en de concentratie Brilliant Black werd berekend met een calibratielijn die gemaakt werd met standaardoplossingen bereid uit dezelfde charge Brilliant Black (ref. nr. S044852, Eurocert Brilliant Black, Warner Jenkinson Universal Foods B.V.) als waarmee de spuitoplossingen waren bereid. De vloeistofdepositie op een collector werd berekend uit de concentratie in het extract, het extractie-volume, de oppervlakte van de collector en de concentratie in de spuitoplossing met de formule:

$$D = \frac{C_e \times V_e}{C_i \times O_c} \quad (1)$$

D = gedeponoerd volume spuitvloeistof (depositie) per eenheid collector-oppervlak (µl/cm²)

C_e = concentratie kleurstof of bestrijdingsmiddel in extract van collector (mg/l)

V_e = volume extractiemiddel (l)

C_i = concentratie kleurstof of bestrijdingsmiddel in spuitoplossing (g/l)

O_c = oppervlak collector (cm²)

De driftpercentages werden berekend uit de (procentuele) verhouding van de gemeten depositie op een collector en de berekende vloeistofdoserings, beide per eenheid van oppervlak (areïeke dosering).

2.2.6 Weersomstandigheden

Tijdens de bespuitingen was het zonnig weer met af en toe een wolkje. Er stond een zwakke westelijke wind vrijwel loodrecht op de sloot. De temperatuur schommelde tussen 18 en 20 °C en de relatieve luchtvochtigheid was rond 50%. De windsnelheid en de hoek van de wind op de sloot werden continu geregistreerd door roterende cupanemometers en een elektronische windvaan, die op veld 3 waren geplaatst. De waarnemingen (tabel 2) werden geregistreerd over periodes van 10 seconden en per minuut gemiddeld met een Campbell datalogger. De windsnelheid is op vier hoogten gemeten in verband met de mogelijke toepassing van de depositiewaarden in de validatie van het driftmodel IDEFICS (Holterman et al., 1994).

Tabel 2 Gemiddelde windsnelheid op vier hoogten en gemiddelde windrichting op 2,5 m hoogte tijdens de metingen met de veldspuit in 1993

Herhaling	Tijd (uur)	Gemiddelde windsnelheid (m/s)				Windrichting t.o.v. sloot (°)
		0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	
1	11,28 - 11,42	1,7	2,0	2,3	2,7	79
2	12,34 - 12,46	2,0	2,5	2,8	3,2	83
3	14,03 - 14,16	2,0	2,4	2,7	3,0	83
4	14,50 - 15,04	2,1	2,4	2,7	3,1	89

2.2.7 Resultaten en discussie

Op de collectoren die op het bespoten deel van het perceel waren geplaatst (op 0,35 m afstand vanaf de buitenste dop) werd een gemiddelde depositie van 17,94 µl/cm², (variatiecoëfficiënt, VC = 12%) gemeten. Dit komt overeen met een vloeistofdosering van 1794 l/ha en is aanzienlijk lager dan de berekende 3 x 1810 = 5430 l/ha. Bij een boomhoogte van 1,3 m en spuitdoppen met een tophoek van 60° is theoretisch aan de buitenkant van de bespoten strook ook geen volledige dosering mogelijk door onvolledige overlap van de spuitkegels. De dosering is in theorie ongeveer 1/3 van de volle dosering, wat goed overeenkwam met de gemeten depositie op de collectoren. Voor het berekenen van de benedenwindse depositiepercentages is de berekende (areïeke) dosering van 3 x 1810 l/ha als referentie genomen. De berekende depositiepercentages op de meetposities zijn weergegeven in tabel 3. De waarden op 0,95 m afstand geven het gemiddelde van vier collectoren (VC van 10 tot 53%), de overige waarden zijn de gemiddelden van twee collectoren waarvan de waarden meestal minder dan een factor 2 verschilden maar soms ook wel een factor 5.

De kleuring van de filtreerpapierstroken was in het algemeen gering tot zeer gering, met name op de collectoren op meer dan 3,7 m afstand. Daarom werden eerst alle collectoren van herhaling 1 geanalyseerd om te beoordelen of de kleurstofdepositie wel aantoonbaar was op de verst gelegen collectoren. Vanaf 3,7 m afstand vanaf de buitenste spuitdop bleek de depositie op alle collectoren beneden de detectiegrens (0,03% van de areïeke dosering) te liggen (tabel 3). Daar de wind (belangrijkste variabele factor bij drift) tijdens de andere bespuitingen nauwelijks in kracht was toe- of afgenomen en dus de depositie nauwelijks anders zou kunnen zijn (wat ook

te zien was aan de zeer geringe kleuring), werd besloten om de collectoren van 6,2, 8,2 en 10,2 m van de andere herhalingen niet te analyseren .

Uit de cijfers voor de situatie zonder scherm blijkt dat onder de proefomstandigheden de windafwaartse depositie op het slootoppervlak erg laag was (maximaal 0,28%) en zeer sterk afnam met de afstand. Het plaatsen van een scherm verminderde de depositie op 0,9 m afstand met gemiddeld 60 tot 75%.

Tabel 3 Benedenwindse depositie (in % van areïeke dosering) als functie van de afstand tot laatste spuitdop bij de bespuitingen met een veldspuit in 1993

Herh.	Scherm-variant	Beschoeiing	Slootoppervlak						Overzijde
			0,95 m	1,7 m	2,2 m	3,7 m	6,2 m	8,2 m	
1	schermloos	7,1	0,13	0,074	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,052
	50% dicht	1,9	-- ¹⁾	0,16	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,094
	70% dicht	3,5	-- ¹⁾	0,11	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,18
2	schermloos	6,3	0,28	0,086	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	0,037
	50% dicht	1,8	-- ¹⁾	0,13	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	0,066
	70% dicht	1,5	-- ¹⁾	<0,03	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	0,060
3	schermloos	6,1	0,23	0,058	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	0,038
	50% dicht	2,0	-- ¹⁾	0,15	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	0,047
	70% dicht	1,6	-- ¹⁾	0,065	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	0,055
4	schermloos	5,6	0,23	0,060	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ³⁾
	50% dicht	1,8	-- ¹⁾	0,090	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ³⁾
	70% dicht	1,4	-- ¹⁾	0,034	<0,03	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ²⁾	-- ³⁾

¹⁾ geen waarneming op deze positie

²⁾ niet gemeten, verwachte depositie beneden detectiegrens van 0,03% (zie tekst)

³⁾ geen waarnemingen meer wegens ontoereikend aantal gaascylinders

Dit werd vooral veroorzaakt door het onderbreken van de spuitkegel van de buitenste dop, die op slechts 0,5 m afstand van het scherm bewoog. Een deel van de spuitwolk bleek door de schermen heen te waaien. Dit werd ook zichtbaar gemaakt door tijdens een van de bespuitingen op 0,75 m hoogte een strook filtreerpapier met de hand direct achter het scherm te houden. Beide schermen bleken de drift van de fijnere druppels, die pas op grotere afstand tot depositie komen, niet duidelijk te beïnvloeden gezien de niet eenduidige en geringe verschillen in depositie op 2,2 m afstand en op de cilindervlakken aan de overkant van de sloot. Op de verticale vlakken van de gaascylinders op 0,3 m boven het maaiveld kwam de drift nog overeen met 0,04 tot 0,18% van de dosering, wat duidelijk hoger was dan de depositie (< 0,03%) op het horizontale slootoppervlak op die afstand. Dus nog lang niet alle druppels uit de spuitwolk zijn op die afstand tot depositie gekomen, ondanks de relatief gunstige weerscondities voor spuiten.

De onverwacht zeer lage depositiepercentages hadden tot gevolg dat er een te gering aantal bruikbare meetwaarden beschikbaar kwamen om betrouwbare effecten van de schermvarianten te kunnen vaststellen. In proeven voor 1994 moeten daarom meer meetpunten met duidelijk meetbare deposities beschikbaar komen. Verlaging van de

detectiegrenzen was daarvoor wenselijk. Visueel waren de lage depositiewaarden namelijk nog wel waar te nemen door de intens blauwe kleur van de driftdruppels op het witte filtreerpapier. De reductie van de depositie direct achter het scherm was aan de sterk verminderde kleuring van de collectoren goed te zien, hetgeen bij demonstraties zeer nuttig kan zijn en als een groot voordeel van spuiten met kleurstoffen kan worden gezien.

2.3 Proef 1994

2.3.1 Proefopzet (BP 4300-5)

In vervolg op de proef in 1993 is in de zomer van 1994 op hetzelfde perceel weer een experiment uitgevoerd met de zelfrijdende Delvano-landbouwspruit. Daar uit de proef van 1993 bleek dat de twee schermvarianten niet duidelijk verschilden voor de reductie van de drift, werd in 1994 voor één variant (50% dicht scherm) gekozen. De vrijgekomen onderzoekscapaciteit werd benut om de drift van drie verschillende doptypen te meten, ook in combinatie met een scherm op de rand van het perceel. Naast de in 1993 toegepaste Albuz-dop werden in 1994 een in de akkerbouw veel toegepaste spuitdop (TeeJet XR 11005) en een door de loonwerker gemonteerde 'super' anti-drift-dop (Raindrop van Delavan) toegevoegd. De TeeJet-dop werd in het onderzoek opgenomen omdat deze bij 3 bar een middel tot grove druppel geeft waarmee met relatief weinig water (400-500 l/ha) in de akkerbouw een goede bladbedekking is te verkrijgen. De TeeJet-doppen werden in de proef gecombineerd met een zogenaamde 'kantdop' om depositie op de sloot door rechtstreekse bespuiting te voorkomen. De reden om de Raindrop-dop ook in de proef mee te nemen was dat deze dop op de machine aanwezig was en in 1994 in de Boskoopse teelten ook relatief veel werd toegepast door de loonwerker. Nadere specificaties van de doppen en de gebruikte instelling van de machine staan vermeld in paragraaf 2.3.2.

Tabel 4 Proefopzet met de veldspruit met drie doptypen in 1994

Doptype	Schermbestand	Aantal herhalingen	Aantal spuitgangen per herhaling
Albuz	zonder scherm	2	3
	met scherm (50%)	2	3
TeeJet	zonder scherm	2	3
	met scherm (50%)	2	3
Raindrop	zonder scherm	2	4
	met scherm (50%)	2	4

De indeling van het perceel was gelijk aan die in 1993 (paragraaf 2.2.1). Alleen veld 1 en 4 werden nu bespoten. De spuitgangen begonnen steeds bij veld 4 (geen scherm) in de richting van veld 1 (met 50% dicht scherm). Met de Albuz- en de TeeJet-dop zijn per herhaling drie spuitgangen gemaakt. Vanwege de verwachte lage drift bij de Raindrop-dop, versterkt door de afgenomen wind, werden er met de Raindrop-dop vier spuitgangen per herhaling gemaakt teneinde een meetbare depositie op het

slootoppervlak te krijgen (tabel 4). Er waren drie herhalingen per spuitdop/schermvariant gepland. Door het laat beschikbaar zijn van de spuitmachine en de sterk afnemende wind in de avond, moest de derde herhaling per dop vervallen.

2.3.2 Spuitapparatuur en instellingen

Op de Delvano-veldspuit werd een drukmeter gemonteerd op het gebruikte segment van de spuitboom om de werkelijke spuitdruk bij de doppen te kunnen aflezen. De vloeistofafgifte kon nu met meer zekerheid op basis van afgiftetabellen worden geschat door een grotere nauwkeurigheid van de werkelijke spuitdruk (drukverliezen in het leidingensysteem gecompenseerd). In de cabine werd bij de Albuz-doppen een druk van 4 bar afgelezen en bij de doppen een druk van 3,0 bar. De oorzaak van dit verschil moet worden toegeschreven aan de onnauwkeurigheid van beide meters en de drukval in de leidingen.

Voor de berekeningen van de vloeistofdoseringsen werd steeds de druk gekozen zoals in de spuitleiding werd gemeten. De rijnsnelheden werden weer bepaald door de rijtijd over uitgezette meetstroken met een stophorloge op te meten. Met behulp van afgiftetabellen van de spuitdoppen werden vervolgens de volgende vloeistofdoseringsen berekend bij de gegeven specificaties.

- Albuz APG 60, spleetdop (zwart), met wervelplaatje AMT 15020, werkdruk 3 bar, rijnsnelheid 2,74 km/uur, berekende dosering 1440 l/ha.
- TeeJet XR 11005, spleetdop, werkdruk 3 bar, rijnsnelheid 4 km/uur, berekende dosering 700 l/ha.
- Raindrop van Delavan, een meerkamerdop met een viergatsverdeelplaatje, een 2,2 mm wervelplaatje en daaronder een regenplaatje, werkdruk 3,5 bar, rijnsnelheid 2,7 km/uur, berekende dosering 1000 l/ha.

De eerste spuitgang met de Albuz-dop moest worden onderbroken in verband met storingen aan de twee buitenste doppen. De buitenste dop zat voor een deel verscholen achter de scharnierconstructie van de half uitgeklapte spuitboom en bleek in het geheel niet te werken, de andere dop had een scheef spuitbeeld door een verstopping. Na reiniging van de doppen en doorspoelen van de leidingen werden de bespuitingen zonder verdere problemen uitgevoerd.

Bij de bespuitingen met de TeeJet-dop was op de plaats van de buitenste dop een excentrische spleetdop (TeeJet UB 8504-SS) als 'kantdop' gemonteerd. De tophoek van deze dop is aan één zijde sterk begrensd waardoor de kans op rechtstreeks in de sloot spuiten geringer wordt.

Bij de bespuitingen met de Raindrop-dop raakte de parapluvormige spuitkegel van de dop de scharnierconstructie van de half uitgeklapte spuitboom. De afdruipe en daardoor grotere druppels waren tot op 2,3 m van de spuitdop te herkennen op de collectoren. De invloed hiervan op de mate van depositie is echter onzeker.

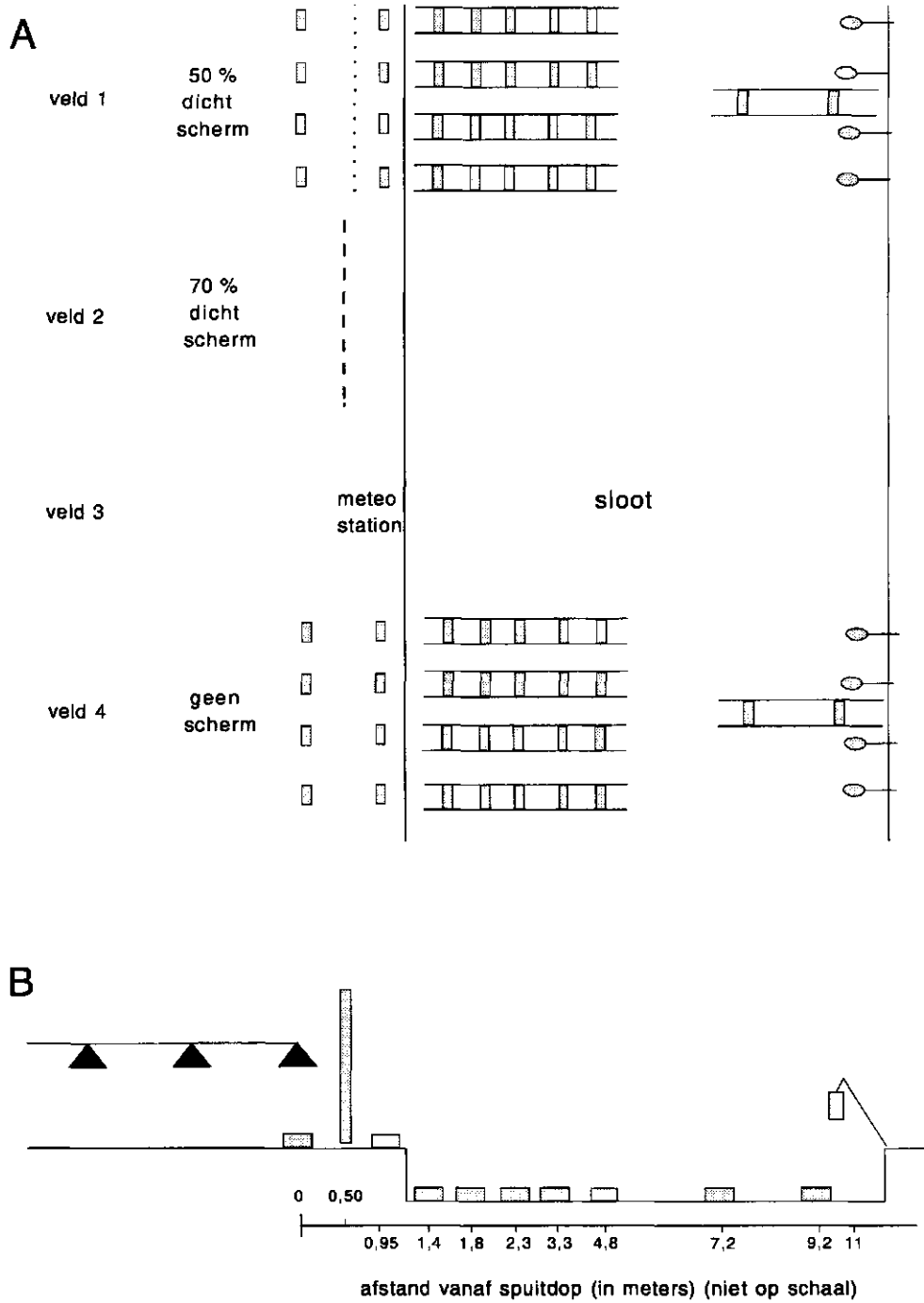


Fig. 2 Posities van de depositie-collectoren (○ en □) tijdens de proef met de veldspuit in 1994. Bovenaanzicht (A) en zijaanzicht (B).

2.3.3 Bereiding spuitvloeistof en controle

Voor de bespuitingen werd één batch spuitvloeistof bereid door 5 kg Brilliant Black op te lossen in ongeveer 650 l slootwater en een klein restvolume spuitvloeistof dat zich nog in de tank bevond. Daar geen interactie van het restant met de kleurstof mocht worden verwacht (Smidt et al, 1998) is het restant niet verwijderd. De poedervormige kleurstof werd toegevoegd tijdens het vullen van de tank met slootwater, onder voortdurend rondpompen in het systeem. De kleurstof loste binnen enkele minuten volledig op. Vervolgens werd als uitvloeier 0,6 l Agral LN toegevoegd (2.2.3) Ter controle van de concentratie Brilliant Black in de spuitvloeistof werd de vloeistof tijdens de eerste bespuiting bemonsterd, zowel in de tank als aan de buitenste spuitdop. Tijdens de vierde bespuiting werd dit herhaald. De gemeten concentratie van 6,13 g/l (VC=0,5%) was lager dan de globaal berekende (7,7 g/l) op basis van het niet nauwkeurig af te lezen volume in de tank. Voor de berekening van de deposities (zie paragraaf 2.2.5) werd de gemeten tankconcentratie gebruikt.

2.3.4 Depositie metingen

Evenals bij de proef in 1993 werd de depositie aan spuitvloeistof gemeten op het perceel, op het slootoppervlak en aan de overzijde van de sloot. Het aantal meetrijen per schermvariant werd verhoogd tot vier (fig.2). Ook het aantal meetposities op korte afstand vanaf de spuitdop werd verhoogd. Op meer dan 5 m afstand zijn daarentegen minder collectoren geplaatst dan in 1993. Slechts op één meetrij per schermvariant werd de depositie op grotere afstand gemeten. De waarnemingen van 7,2 en 9,2 m zijn gemiddeld tot één meetwaarde op een fictieve afstand van 8,2 m door de beide collectoren in één pot te extraheren. De afstanden waarop de depositie werd bepaald waren: 0,95 (rand beschoeiing) - 1,4 - 1,8 - 2,3 - 3,3 - 4,8 en 8,2 m vanaf de laatste spuitdop. Aan de overzijde, op 11 m afstand, werd de drift op 0,5 m boven de beschoeiing weer gemeten met gaascylinders zoals bij de proef in 1993. De depositie op het perceel werd gemeten door collectoren ongeveer midden onder de buitenste spuitdop te plaatsen.

Voor de metingen op grotere afstand werd, in verband met de in 1993 gevonden zeer lage deposities, een collectietechniek gekozen met een lagere detectiegrens. Op het slootoppervlak werden nu collectoren van gehalveerde overhead sheets (0,105 m x 0,30 m) gebruikt. Door het kleinere benodigde extractievolume (50 ml) en de nog lagere achtergrond bij de fotospectrometrische analyse kunnen met dit materiaal zeer lage deposities met een grotere nauwkeurigheid worden gemeten dan met filtreerpapier. Op het perceel en op de beschoeiing kunnen de overhead sheets echter niet als collector worden toegepast vanwege de grote kans op afdruipe van gedeponeerde spuitvloeistof vanaf het gladde oppervlak. De depositie op het perceel en op de beschoeiing werd daarom bepaald met collectoren van filtreerpapier (0,40 m x 0,08 m), evenals bij de proef in 1993. De deposities werden weer berekend met de formule zoals beschreven in paragraaf 2.2.5.

2.3.5 Weersomstandigheden

Op de proefdag was het zonnig weer en er stond een zwakke west-zuidwesten wind onder een hoek van 60 tot 80 ° op de sloot. De temperatuur varieerde van 18,5 tot 19,7 °C en de relatieve luchtvochtigheid daalde van 71 naar 54% gedurende de meetperiode van 14,00 tot 20,00 uur (uurgemiddelden van een Mety-weerstation op aangrenzend perceel). De windsnelheid en de windrichting (tabel 5) werden tijdens de bespuitingen geregistreerd op de wijze zoals beschreven voor de proef in 1993 in paragraaf 2.2.5

Tabel 5 Gemiddelde windsnelheid op twee hoogten en de windrichting op 2,5 m hoogte tijdens de metingen met de veldspuit in 1994

Dop	Herhaling	Tijd	Gemiddelde windsnelheid (m/s)		Windrichting t.o.v. sloot (°)
			0,75 m	1,75 m	
Albuz	1	14.11 - 14.44	2,5	3,1	62
TeeJet	1	15.24 - 15.34	1,7	2,4	83
Albuz	2	16.16 - 16.26	2,1	2,8	72
TeeJet	2	17.10 - 17.18	1,7	2,3	79
Raindrop	1	18.14 - 18.26	1,5	2,1	77
Raindrop	2	19.19 - 19.31	1,1	1,6	78

2.3.6 Resultaten en discussie

Bij de ingestelde boomhoogte van 1,3 m boven grondoppervlak werd verwacht dat de depositie midden onder de buitenste spuitdop redelijk representatief zou zijn voor de ingestelde dosering spuitvloeistof. Bij de meetseries met de Albuz-dop werd een gemiddelde depositie van 12,1 µl/cm² (VC 10%) gemeten wat overeenkomt met een dosering van 1210 l/ha; iets lager dan de berekende dosering van 1440 l/ha. Bij de serie metingen met de TeeJet XR 11005 dop was de gemeten dosering 470 l/ha (VC 19%) wat duidelijk lager was dan de berekende 700 l/ha. De volgens de spuittabellen 20% lagere afgifte van de gemonteerde kantdop (1,58 l/min tegenover 1,97 l/min voor de XR 11005 dop bij 3 bar) verklaart een deel van de lagere gemeten depositie. De rest van het verschil is waarschijnlijk het gevolg van de verdraaide stand van de spuitkegel van de kantdop. Bij de bespuitingen met de Raindrop werd een vloeistofdosering van 610 l/ha gemeten, wat eveneens duidelijk lager was dan de berekende 1000 l/ha. Dit verschil is toe te schrijven aan het verstoorde spuitbeeld van de paraplu-vormige spuitkegel door de boomconstructie (paragraaf 2.3.2) en de onvolledige overlap van de spuitkegels.

Vanwege de niet correcte weergave van de werkelijke vloeistofdoserings door de collectoren op het bespoten veld, zijn de berekende doseringen als basis genomen om de gemeten benedenwindse deposities als een percentage van de (areïeke) dosering weer te geven. Tabel 6 vermeldt de gemiddelde depositiepercentages per meetafstand. De variatiecoëfficiënt voor de gemiddelde waarden van de vier collectoren per meetafstand lag meest tussen 20 tot 60% met enkele waarden van 80 tot 110%. De gemiddelde waarden van de twee herhalingen per spuitdop/schermband-combinatie zijn bovendien weergegeven in figuur 3 om de relatie tussen depositiepercentage en de

afstand tot de buitenste spuitdop en het effect van een scherm duidelijk uit te laten komen. In het algemeen namen de deposities sterk af bij toenemende afstand tot de buitenste spuitdop.

Bij de bespuitingen zonder scherm gaf de TeeJet-dop een relatief hoge depositie op het slootoppervlak. Het fijnere en daardoor driftgevoeliger druppelspectrum leidt in combinatie met de in de Boskoopse situatie noodzakelijke grote boomhoogte tot een hoge drift. De Albuz-dop met spuitplaatje geeft een grof en daardoor veel minder driftgevoelig druppelspectrum. Dit resulteerde dan ook in een duidelijk lagere depositie op het slootoppervlak. De gemeten deposities bij de Albuz-dop waren op vergelijkbare afstanden nu duidelijk hoger (3 tot 5 maal) dan bij de proef in 1993, terwijl de weersomstandigheden (met name de windsnelheden; tabel 2 en tabel 5) ongeveer dezelfde waren in beide proeven. De oorzaak van het verschil tussen de resultaten in beide jaren is dan ook niet aan te geven. De Raindrop-dop geeft, zoals de naam al aangeeft, een zeer grove druppel. Met deze dop werd dan ook de laagste depositie op de sloot gemeten. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de bespuitingen met deze dop tegen de avond plaatsvonden toen de wind geleidelijk afnam waardoor de gemiddelde windsnelheid tijdens de spuitgangen met de Raindrop dop lager was dan bij de andere doppen (tabel 5).

De Albuz-dop met wervelplaatje en met name de Raindrop-dop zijn niet bedoeld voor het toepassen van bestrijdingsmiddelen maar voor het verspuiten van oplossingen van kunstmest. De Raindrop-dop is volgens de normen van de Stichting Kwaliteits-eisen Landbouwtechniek (SKL) zelfs niet geschikt voor bestrijdingsmiddelen. De grove druppel en de hoge volumes water mogen gunstig zijn voor het beperken van drift, ze zijn zeker niet optimaal voor een zo effectief mogelijke toepassing van de meeste bestrijdingsmiddelen.

Het driftreducerende effect van het schermdoek is duidelijk te zien in figuur 3. Voor een nadere kwantificering van dit effect zijn voor elk meetpunt de reductiepercentages (tabel 7) door het scherm berekend met de de formule:

$$\text{Driftreductie} = \frac{D_z - D_M}{D_z} \times 100\% \quad (2)$$

D_M = depositie met scherm

D_z = depositie zonder scherm

Het schermdoek gaf bij alle drie doppen een duidelijke reductie in de benedenwindse depositie. Bij de TeeJet-dop was de reductie het sterkst (gemiddeld 79%), bij de Albuz- en de Raindrop-dop was het effect minder (gemiddeld respectievelijk 47 en 51%). Een mogelijke verklaring voor de grotere reductie door het scherm bij de TeeJet-dop is dat de kleinere druppels van deze dop meer de turbulentie van de de lucht volgen en daardoor een grotere trefkans hebben om door het weefsel van het scherm te worden gevangen. In dit experiment werd een 50% dicht schermdoek gebruikt. Mogelijk kan de reductie nog worden opgevoerd door een dichter of volledig dicht scherm toe te passen.

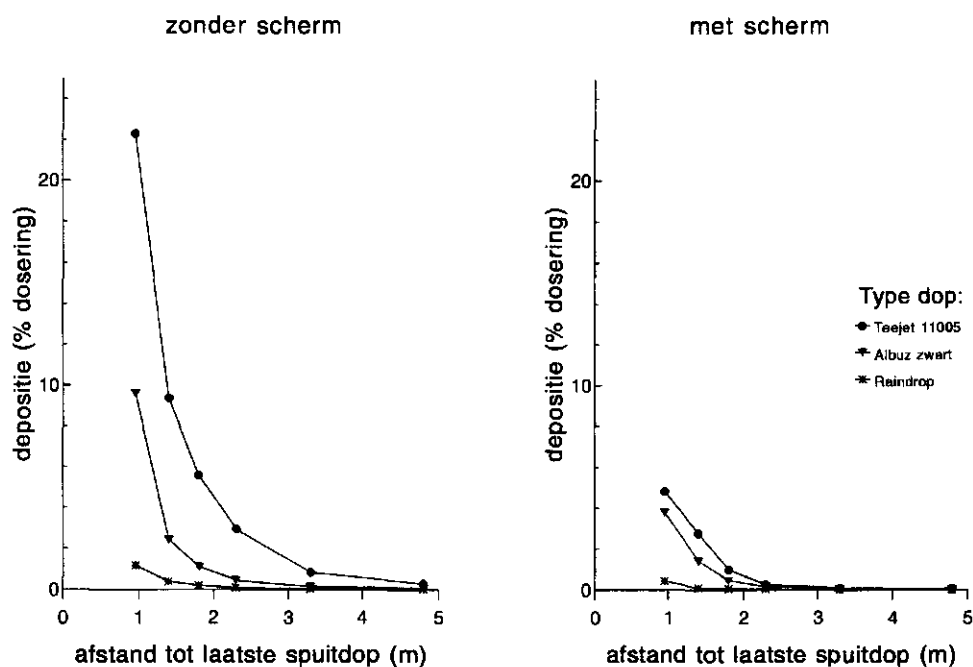


Fig. 3 Effect van een windscherm (50% dicht) op de benedenwindse depositie bij drie doptypen en een boomhoogte van 1,3 m, bij de besputingen met drie doptypen in 1994

Tabel 6 Benedenwindse depositie (in % van areïeke dosering) als functie van de afstand tot laatste spuitdop bij de besputingen met een veldspuit met drie doptypen in 1994

Doptype	Scherm-variant	Herh.	Beschoeiing							Overzijde
			0,95 m	1,40 m	1,80 m	2,30 m	3,30 m	4,80 m	8,20 ¹⁾ m	
Albus	zonder	1	11,8	3,8	1,3	0,42	0,17	0,053	0,006	0,093
		2	7,4	1,1	0,91	0,48	0,12	0,042	0,009	0,090
	met	1	2,8	1,2	0,34	0,078	0,065	0,016	0,012	0,058
		2	4,8	1,6	0,58	0,23	0,076	0,032	0,011	0,054
TeeJet	zonder	1	19,2	8,3	4,6	2,5	0,57	0,16	0,030	0,22
		2	25,4	10,4	6,6	3,4	1,1	0,38	0,024	0,25
	met	1	4,8	2,6	0,58	0,20	0,090	0,037	0,052	0,074
		2	4,9	2,9	1,3	0,32	0,062	0,052	0,024	0,12
Raindrop	zonder	1	1,5	0,46	0,21	0,065	0,033	0,015	0,008	0,037
		2	0,85	0,31	0,19	0,10	0,018	0,013	0,007	0,024
	met	1	0,77	0,13	0,073	0,047	0,023	0,010	0,008	0,013
		2	0,08	0,038	0,025	0,015	0,010	0,008	0,005	0,016

¹⁾ gemiddelde van de depositie op 7,2 en 9,2 m (zie tekst)

²⁾ drift op verticaal opgestelde gaascylinders aan overzijde sloot, 0,5 m boven beschoeiing

Tabel 7 Reductie (in % van depositie zonder scherm) van benedenwindse depositie door een 50% dicht scherm van kunststofdoek als functie van de afstand tot laatste spuitdop bij de bespuitingen met drie doptypen in 1994

Dop	Herh.	Beschoeiing Slootoppervlak						Over- zijde	Gemiddelde van alle afstanden
		0,95 m	1,4 m	1,8 m	2,3 m	3,3 m	4,8 m		
Albuz	1	76	67	74	81	63	70	38	53 (VC=36%) ²⁾
	2	35	-39	36	51	38	21	41	
Teejet	1	77	69	87	92	84	75	66	79 (VC=14%)
	2	81	72	80	91	94	87	52	
Raindrop	1	48	71	65	26	35	38	63	58 (VC=38%)
	2	91	87	87	86	43	50	33	

¹⁾ driftreductie op verticaal opgestelde gaascylinders, 0,5 m boven beschoeiing

²⁾ exclusief negatieve waarde op 1,4 m bij herh. 2

In tegenstelling tot de resultaten van de proef met de Albuz-dop in 1993 had het schermdoek nu wel een duidelijk effect op de drift bij deze dop. Dit onderstreept nog eens het belang van het herhalen van dit soort experimenten bij verschillende omstandigheden.

3 Proef met een spuitgeweer en gedragen spuitboom

3.1 Doelstelling en opzet

In het Boskoopse gebied is het spuitgeweer het meest gebruikte spuitsysteem. Bij deze handgedragen techniek wordt de spuitvloeistof onder hoge druk (10 tot 40 bar) verspoten waardoor relatief veel kleine (driftgevoelige) druppels ontstaan. Met het spuitgeweer wordt meest onder een kleine hoek ten opzichte van horizontaal richting het gewas gespoten waardoor een behoorlijke drift naar het oppervlaktewater mogelijk is, daar loodrecht op de sloot wordt gespoten. De hoek t.o.v. horizontaal waarmee men spuit varieert nogal per toepasser. Met spleetdoppen gemonteerd op een handgedragen spuitboom wordt een beter en gecontroleerd druppelspectrum geproduceerd. Bovendien is de spuitrichting steeds verticaal op het gewas gericht. Deze techniek kan daarom naar verwachting een belangrijke bijdrage leveren tot beperking van de belasting van het oppervlaktewater met bestrijdingsmiddelen in het Boskoopse gebied. In deze proef werd onderzocht of een spuitboom minder drift geeft naar de sloot dan het spuitgeweer. Bovendien is nagegaan in welke mate een windscherm op de slootkant de depositie op het slootoppervlak kan beperken bij deze toedieningstechnieken.

3.2 Proefopzet

Voor deze proef in 1994 waren op de proeftuin 30 bedden van 2 bij 7 m beplant met *Spirea japonica*. De 0,40 tot 0,65 m hoge planten stonden tot op 0,8 m van de rand van de beschoeiing (blad tot op 0,6 m). Over een lengte van 15 bedden was een 1 m hoog kunststofschermdoek (50% dicht) aangebracht op 0,6 m afstand vanaf de rand van de beschoeiing. Het doek reikte tot op ca. 0,2 m vanaf de bodem. Het blad reikte tot aan het schermdoek.

Tabel 8 Proefopzet met gedragen spuitboom en spuitgeweer in 1994

Toedienings- techniek	Schermvariant	Aantal herhalingen	Aantal spuitgangen per herhaling		
			herh. I	herh. II	herh. III
spuitboom	zonder scherm	3	3	3	2
	met scherm				
spuitgeweer	zonder scherm	3	3	3	2
	met scherm				

De behandeling per toedieningstechniek/schermvariant werd driemaal herhaald, waarbij het perceel per herhaling twee- of driemaal werd bespoten (tabel 8). De derde herhaling werd na 20.00 uur gestart. Vanwege de sterk afnemende wind en door te weinig licht werd besloten om bij de laatste herhalingen maar twee spuitgangen uit te voeren. De behandelingen zijn afwisselend met de spuitboom en het spuitgeweer uitgevoerd.

Halverwege de proef werd om organisatorische redenen van toepasser gewisseld. Na de drie of twee bespuitingen per herhaling werden de depositiecollectoren verzameld.

3.3 Spuitapparatuur en uitvoering

3.3.1 Spuitboom

De spuitboom bestond uit een T-vormig aluminium buisframe van 2 m breed dat via een oprolbare slang was verbonden met een Kas-motorvatspuit. Op de spuitboom waren vier TeeJet-XR 11003 spleetdoppen gemonteerd op een onderlinge afstand van 0,5 m. Bij de ingestelde druk van 3 bar op de manometer van de spuitboom werd een vloeistofafgifte van 1,2 l/min per dop gemeten. Bij het spuiten werd de boom op gemiddeld 0,65 m hoogte gehouden, ongeveer 0,3 m boven de gemiddelde hoogte van het merendeel der planten. In ieder pad tussen de bedden werd een gang gemaakt, startend aan de slootkant met de spuitboom op ca. 0,5 m vanaf de rand van de beschoeiing. Achteruitlopend werd aan weerszijden van het pad een half bed bespoten, bij het volgende pad werd de andere helft bespoten. In totaal werden zo per bespuiting 29 bedden bespoten. Bij een gemeten loopsnelheid van 2 km/uur en de gemeten dopafgifte werd een vloeistofdoserings van 840 l/ha berekend.

3.3.2 Spuitgeweer

Het spuitgeweer bestond uit een pistoolgreep met een aan het einde van een 1 m lange buis een regelbare spuitmond. De druk waarmee telers in Boskoop spuiten met het spuitgeweer loopt uiteen van 10 tot ongeveer 40 bar. In deze proef werd gekozen voor 20 bar druk (op de manometer van de motorvatspuit) als compromis voor het uiteenlopende drukbereik en omdat bij deze druk relatief minder kleine druppels mogen worden verwacht dan bij hogere druk. In eerdere metingen was de vloeistofafgifte bepaald bij verschillende drukken. Op het spuitgeweer was een instelling gemarkeerd waarbij de gemeten vloeistofafgifte bij 20 bar druk 5 l/min was.

Tijdens het achteruitlopen werd het spuitgeweer onder een kleine hoek ten opzichte van horizontaal over het gewas heen en weer bewogen, waarbij steeds twee bedden (elk aan weerszijden van het pad) tegelijk werden bespoten. Vervolgens werd een pad overgeslagen en de volgende gang gemaakt. De gemeten loopsnelheid was gemiddeld 0,5 km/uur. De berekende vloeistofdoserings was 1400 l/ha.

3.3.3 Bereiding spuitvloeistof en controle

Beide spuittechnieken hebben een voor bestrijdingsmiddelen relatief hoge vloeistofdoserings per hectare. Tezamen met de 2 of 3-voudige bespuitingen van het perceel per herhaling per spuittechniek betekende dat er een ruime voorraad (minimaal 750 l) spuitvloeistof moest worden aangemaakt. Op het Proefstation was een voorraadbak van ongeveer 500 l inhoud beschikbaar. In totaal bleek het noodzakelijk om driemaal een nieuwe hoeveelheid spuitvloeistof aan te maken. De wijze waarop

de afzonderlijke oplossingen zijn bereid en/of aangevuld staat in de volgende alinea's beschreven. Voor iedere bespuiting werd de tank van de motorvatspuit volledig gevuld (200 l). Per bespuiting werden twee controlemonsters genomen van de spuitvloeistof, resp. één monster uit de tank van de motorvatspuit en één uit de spuitopening (spuitgeweer) of spuitdop (spuitboom).

Oplossing 1

In de voorraadbak zat nog ongeveer 375 l restant spuitvloeistof van 1993. In dat jaar werd al eerder een poging ondernomen om deze serie experimenten uit te voeren. Door een ongeschikte wind op de sloot moesten de metingen toen worden afgebroken. De concentratie kleurstof in het restant was sinds die tijd niet meer dan 5% gedaald en bedroeg 3,6 g/l. De hoeveelheid werd aangevuld tot 500 l en hieraan werd 1,75 kg Brilliant Black toegevoegd. De verwachte concentratie was 6,3 g/l. Uit de in totaal 6 controlemonsters tijdens de eerste drie experimenten bleek de concentratie 5,9 g/l (VC=1%) te zijn. De resterende hoeveelheid uitvloeier die in 1993 was toegevoegd werd niet bepaald. Aan de nieuwe voorraad werd 300 ml Agral LN toegevoegd zodat de concentratie nu minimaal 0,06% en maximaal 0,14% was (richtlijn voor de hoeveelheid uitvloeier in de spuitvloeistof is ongeveer 0,1%).

Oplossing 2

Na drie bespuitingen was de hoeveelheid in de motorvatspuit (ongeveer 100 l) niet meer voldoende voor de tweede bespuiting met het spuitgeweer. Daar gezien het late tijdstip van de dag aanvankelijk niet meer dan nog één herhaling zou worden uitgevoerd, werd het voorraadvat met slechts 100 l water, 0,75 kg Brilliant Black en 0,1 l Agral LN aangevuld. Na menging werd deze hoeveelheid vrijwel geheel overgepompt naar de motorvatspuit. De gemeten concentratie was gemiddeld 6,7 g/l (VC=1%).

Oplossing 3

Pas tegen de avond werd besloten om de oorspronkelijk geplande laatste twee experimenten ook uit te voeren. In verband met het late tijdstip (donker worden) en de afnemende wind werd het perceel nu slechts tweemaal (per herhaling) in zijn geheel bespoten. Om de hierdoor te verwachten lage meetconcentraties kleurstof van de depositie collectoren te compenseren, werd een hogere concentratie kleurstof in de spuitoplossing aangemaakt. Het restant van de oplossing 2 (circa 15 l) werd uit de motorvatspuit teruggepompt in de grote voorraadbak en werd aangevuld met 250 l water, 3,0 kg Brilliant Black en 0,3 l Agral LN. Na menging werd de voorraad in twee keer in de motorvatspuit overgebracht. De gemeten concentratie Brilliant Black was gemiddeld 12,4 g/l (VC=3%).

3.3.4 Depositietingen

Depositietingen werden uitgevoerd op het perceel, de beschoeiing, het wateroppervlak en aan de overzijde van de sloot. Per gedeelte van het perceel met en zonder scherm waren vier meetrijen uitgezet zoals weergegeven in figuur 4. De collectoren boven het gewas werden evenwijdig aan de loopricting tussen de tweede en derde rij planten vanaf de sloot geplaatst. Met metalen pennen werden ze ter hoogte van

de bovenkant van het gewas gehouden. Deze collectoren dienden om de berekende dosering op het perceel te controleren. Op de beschoeiing (0,7 m vanaf de spuitdop = rand van gewas) werden per object 2 extra collectoren tussen de vier meetrijen gelegd (fig. 4). Op de drijvers op de sloot werden de collectoren op gemarkeerde posities bevestigd en wel op 1,1 - 1,5 - 2,0 - 2,7 en 4,0 m vanaf de spuitdop (is tevens rand van het gewas) Deze collectoren lagen ongeveer 0,08 m boven het wateroppervlak in de sloot en ongeveer 0,35 m onder de rand van de beschoeiing.

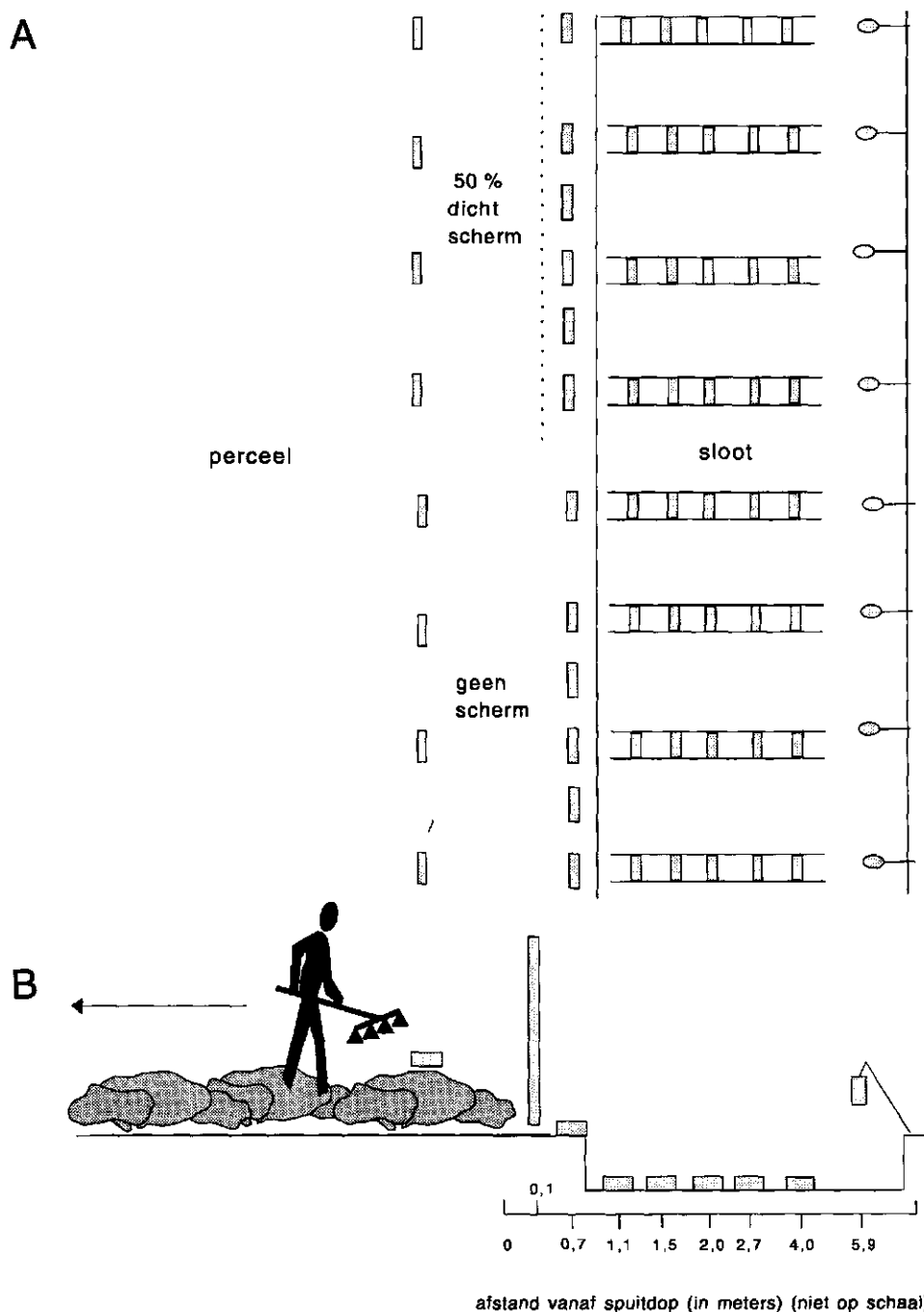


Fig. 4 Posities van de depositiecollectoren (\square en \circ) per schermvariant. Schematische weergave in boven- en zijaanzicht, resp. fig. 4A en fig. 4B)

Boven het gewas, op het perceel en op de beschoeiing werden collectoren van filtreerpapier (0,40 m x 0,08 m) gebruikt. Op de drijvers op de sloot waren dit gehalveerde overhead sheets (0,297 m x 0,105 m). Voor de schatting van de drift op grotere hoogte werden aan de overkant van de sloot (5,9 m vanaf de spuitdop) cilindervormige collectoren van dubbelwandig roestvrijstaalgaas (par. 2.2.3) opgehangen op 0,75 m boven het wateroppervlak (d.i. 0,4 m boven het perceeloppervlak). Na elke herhaling (met 3 bespuitingen) werden de collectoren verzameld. De verwerking, extractie, analyse van de collectoren en de berekening van de depositie was gelijk aan die beschreven bij de proef met de veldspuit in 1993 (par. 2.2.5).

3.3.5 Weersomstandigheden

Op de dag van de bespuitingen (31 mei 1994) was het zonnig weer, de temperatuur varieerde van 22 °C in de middag tot 18 °C in de avond. De relatieve luchtvochtigheid varieerde van 53% tijdens de eerste bespuiting tot 35% tijdens de derde en vierde tot omstreeks 60% tijdens de laatste bespuiting. De windsnelheid werd geregistreerd met cupanemometers en de windrichting ten opzichte van de sloot met een elektronische windvaan. De dataregistratie en verwerkingmethoden zijn reeds beschreven in paragraaf 2.2.5. In de loop van de avond zwakte de wind af en ook de hoek op de sloot veranderde (tabel 9).

Tabel 9 Gemiddelde windsnelheid op twee hoogten en de windrichting op 2,5 m hoogte

Herh.	Toedienings- techniek	Tijd (uur)	Windsnelheid (m/s)		Windrichting (°t.o.v. sloot) 2,5 m
			0,75 m	1,75 m	
1	spuitboom	11.44 - 12.34	2,9	3,9	61
1	spuitgeweer	14.10 - 15.06	* 3,3	4,0	68
2	spuitboom	16.00 - 16.54	3,5	4,2	81
2	spuitgeweer	17.47 - 18.40	3,6	4,0	90
3	spuitboom	20.09 - 20.35	1,9	2,4	52
3	spuitgeweer	21.06 - 21.40	1,3	1,8	32

3.4 Resultaten en discussie

De gemeten dosering op het gewas (via de depositie op de collectoren) bleek in het algemeen 15 tot 30% lager te zijn dan de berekende dosering op basis van gemeten vloeistofafgifte van de doppen, de netto spuittijd en de werkbreedte van de spuittechnieken (tabel 10). Dit verschil had meerdere oorzaken. Het oppervlak van het filtreerpapier lag meestal 5 cm lager dan de hoogste bladeren van de omringende planten waardoor enige schaduwwerking optrad. Een tweede oorzaak was dat de papierstroken al na de eerste spuitgang uitzetten door de bevochtiging. De 'golven' die hierdoor in het papier ontstonden veroorzaakten een schaduwwerking, vooral bij de spuittechniek met het spuitgeweer. Verder lagen niet alle collectoren volkomen horizontaal waardoor het loodrechte projectievlak kleiner is dan berekend. Bij de collectoren op de beschoeiing trad ook enige mate van schaduwwerking op. Door de wind en ook door de extra luchtstroom van het spuitgeweer werden de zijkanten van de papierstroken opgelicht. Door deze opstaande rand ontstond een soms

zichtbaar onregelmatige belading. De blauwkleuring op de 0,10 m brede stroken was vaak duidelijk sterker aan de slootkant. Daar het kunststofscherp niet tot aan de grond reikte (ca. 15 cm vrije ruimte) waaide er duidelijk spuitnevel onder het scherm door. Ook ging spuitnevel rechtstreeks door het scherm. Deze effecten werden tijdens de proef zichtbaar gemaakt door de gradiëntkleuring op verticaal geplaatste collectoren direct achter het scherm (fig. 5).

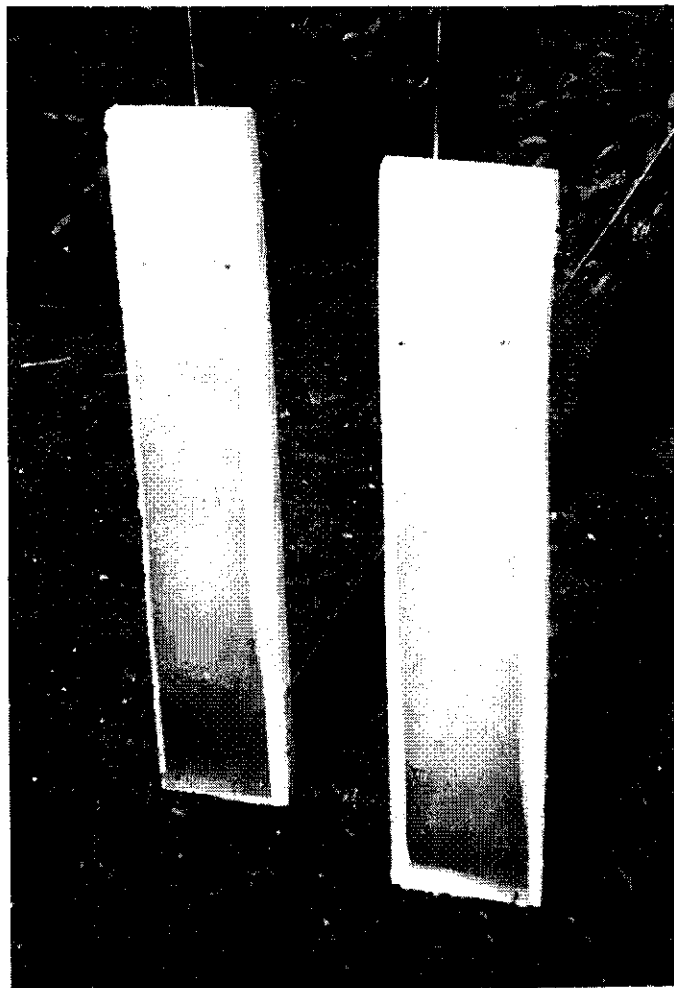


Fig. 5 Beeld van de drift door het scherm en de drift via de vrije ruimte (15 cm) tussen de onderkant van het scherm en het bodemoppervlak

Vanwege bovengenoemde effecten is de berekende dosering als referentie genomen voor het berekenen van de percentages depositie (tabel 11) buiten het perceel. Bij het begin van het spuiten voor de derde herhaling was de windsnelheid al duidelijk lager dan tijdens de bespuitingen van de eerste en tweede herhaling en de wind nam nog sterk af gedurende de bespuitingen van de derde herhaling (tabel 9). Bovendien werd tijdens de proef de persoon die de bespuitingen uitvoerde vervangen door een andere medewerker. Deze tweede persoon (in tabel 11 aangegeven met B) hanteerde een andere spuittechniek voor het spuitgeweer als de eerste persoon (A in tabel 11). Door deze feiten zijn de omstandigheden voor de drie herhalingen niet gelijk en daarom kunnen de resultaten niet worden gemiddeld. Tijdens de herhalingen 1 en 2 waren de windcondities redelijk gelijk en kunnen de resultaten voor de spuitboom

wel worden gemiddeld en deze zijn weergegeven voor de situatie met en zonder scherm in figuur 6. Voor het spuitgeweer kunnen de resultaten niet worden gemiddeld vanwege de verschillende uitvoerders. In figuur 6 zijn de resultaten van de eerste en tweede herhaling daarom afzonderlijk weergegeven.

Tabel 10 Berekende en gemeten vloeistofdosing op perceel bij de proef met spuitgeweer en spuitboom in 1994

Herh.	Toedienings- techniek	Vloeistof- afgifte ¹⁾ (l/min)	Netto spuittijd (min)	Bespoten oppervlak ²⁾ (m ²)	Dosing (l/ha)	
					berekend ³⁾	gemeten
1	spuitboom	4,72	21,6	1218	837	638 (VC=15%)
1	spuitgeweer	4,87	37,0	1260	1429	1219 (VC=18%)
2	spuitboom	4,72	25,2	1218	977	779 (VC=15%)
2	spuitgeweer	4,87	37,5	1260	1452	1021 (VC=23%)
3	spuitboom	4,72	21,6	812	860	694 (VC=18%)
3	spuitgeweer	4,87	37,0	840	1405	980 (VC=23%)

¹⁾ gemeten direct voor de bespuitingen

²⁾ gesommeerd over de 2 of 3 spuitgangen

³⁾ berekend met totale spuittijd, afgifte en bespoten oppervlak

Tabel 11 Gemiddelde depositie (in % van areïeke dosering) naast perceel als functie van de afstand vanaf de laatste spuitdop, bij de proef met spuitboom en spuitgeweer in 1994

Toedienings- techniek	Herh.	Toe- passer	Scherm- variant	Beschoeiing Slootoppervlak						Overzijde
				0,7 ¹⁾ m	1,1 m	1,5 m	2,0 m	2,7 m	4,0 m	
spuitboom	1	A	zonder met	9,4 2,6	3,1 1,4	2,7 1,65	1,7 0,89	1,0 0,55	0,47 0,30	2,1 1,53
	2	A	zonder met	9,4 0,65	3,7 1,42	3,6 1,14	2,4 0,88	1,3 0,47	0,52 0,32	2,3 0,91
	3	B	zonder met	10,2 0,45	2,0 0,41	1,6 0,34	0,87 0,21	0,37 0,14	0,12 0,08	0,44 0,34
spuitgeweer	1	A	zonder met	5,4 1,2	3,2 1,8	3,4 1,2	2,4 0,85	1,25 0,39	0,32 0,15	1,13 0,54
	2	B	zonder met	11,7 3,3	6,4 4,4	8,2 3,6	6,1 2,2	3,1 0,98	1,3 0,37	3,7 0,97
	3	B	zonder met	9,6 0,84	6,4 2,1	5,1 1,0	2,7 0,58	0,98 0,31	0,27 0,13	0,62 0,35

¹⁾ 0,45 m boven het slootoppervlak

²⁾ drift op verticaal opgestelde gaascylinders aan overzijde sloot, 0,5 m boven beschoeiing

Zowel bij de spuitboom als bij het spuitgeweer namen de deposities sterk af met de afstand tot de spuitdop(en). Op de eerste meter van het slootoppervlak varieerde de depositie bij de spuitboom zonder windscherm van 0,87 tot 3,7% van de dosering, met de laagste waarden bij de laagste windsnelheid van gemiddeld 2,4 m/s voor herhaling 3. De drift op grotere afstanden (3,95 en 5,85 m) was bij de lagere windsnelheden tijdens herhaling 3 ongeveer een factor 5 lager dan bij een gemiddelde

windsnelheid van ongeveer 4 m/s tijdens het spuiten van de herhalingen 1 en 2 (tabel 11). Tijdens de eerste herhaling was de depositie bij de spuitboom duidelijk lager dan die bij een spuitgeweer bediend door persoon B (6,1 tot 8,2% depositie op eerste meter van het slootoppervlak). Bij toepassingen met een spuitgeweer bleek de drift sterk van de persoon af te hangen. Persoon B spoot met een geringe hoek ten opzichte van horizontaal over het gewas, terwijl persoon A meer neerwaarts gericht op het gewas spoot. In figuur 6 is de invloed hiervan duidelijk te zien. De meer volgens de praktijk spuitende persoon B veroorzaakte grotere percentages drift dan toepasser A, die in herhaling 1 de drift met zijn spuitwijze wist te beperken tot het lagere niveau van de spuitboom. Bij de gedragen spuitboom wordt de spuitrichting hoofdzakelijk door de constructie bepaald waardoor de drift bij de spuitboom meer onafhankelijk is van de toepasser, althans bij gelijkblijvende boomhoogte.

Bij het spuitgeweer is de relatief lage depositie op 1,05 m afstand opvallend (fig. 6). Dit meetpunt op de drijvers lag ongeveer 0,2 m achter de 0,35 m hogere beschoeiing en lag daardoor waarschijnlijk in de 'schaduw' van de vrij horizontaal gerichte spuitkegel van toepasser B. Bij de meer naar beneden gerichte spuitkegel bij toepasser A is dit effect minder sterk.

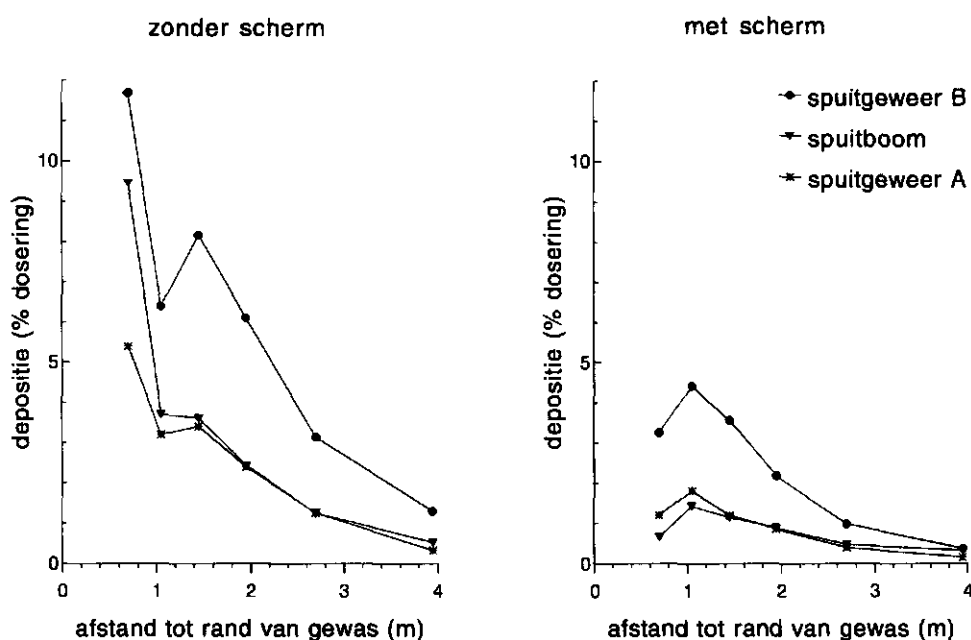


Fig. 6 Effect van een windscherm op de benedenwindse depositie bij een spuitboom en een spuitgeweer bij twee toepassers (A en B)

De reducties van de drift door een windscherm zijn berekend volgens formule (2) in paragraaf 2.3.6. De berekende reductiepercentages per meetpunt zijn weergegeven in tabel 12. De verschillen in windsnelheid bij de herhalingen 1 en 2 ten opzichte

van herhaling 3 hebben geen duidelijke invloed gehad op de reductiepercentages van de deposities. Bij de spuitboom is er een tendens van afnemende reductiepercentages bij het toenemen van de afstand tot de doppen. Bij het spuitgeweer is deze tendens niet duidelijk door de grotere spreiding in de getallen, wat mede veroorzaakt kan zijn door het verschil in spuittechniek. Gerekend over de gehele slootbreedte van 4 m was bij het spuitgeweer de gemiddelde reductie van de drie herhalingen (62%) iets hoger dan bij de spuitboom (56%). Bij het spuitgeweer lijkt het scherm voor de drift op grotere afstand wat meer reductie te hebben geven dan bij de spuitboom. Dit is mogelijk veroorzaakt door een groter aantal kleine druppels bij het spuitgeweer die door de spuittechniek in horizontale richting werden 'geblazen'.

Op korte afstand van de spuitdoppen (op de rand van de beschoeiing; (0,7 m) was de reductie door directe interceptie van de grovere druppels uit de spuitkegels hoog (72 tot 95%). De schaduwwerking van de beschoeiing is waarschijnlijk de oorzaak van de relatief lage reductiepercentages op het eerste meetpunt op het wateroppervlak (1,1 m) bij het spuitgeweer.

Tabel 12 Reductie (in % van depositie zonder scherm) van benedenwindse depositie door een windscherm op verschillende afstanden tot de spuitdop

Toedienings- techniek	Herh.	Toe- passer	Beschoeiing	Slootoppervlak					Overzijde
			0,7 ¹⁾ m	1,1 m	1,5 m	2,0 m	2,7 m	4,0 m	5,9 ²⁾ m
spuitboom	1	A	72	53	39	46	47	36	27
	2	A	93	62	68	64	62	38	60
	3	B	95	65	79	76	62	33	23
		gemiddeld	87	65	62	62	57	36	37
spuitgeweer	1	A	78	45	63	65	67	53	52
	2	B	72	31	56	64	69	72	74
	3	B	91	68	80	68	68	52	44
		gemiddeld	80	48	66	69	68	59	57

¹⁾ 0,45 m boven het slootoppervlak

²⁾ driftreductie 0,9 m boven perceeloppervlak

4 Praktijkbespuiting met een spuitgeweer

4.1 Doelstelling en opzet

Een betere kwantificering van de emissieroute-drift bij verschillende spuitsystemen werd aanbevolen in het rapport 'Beschrijving emissieroutes vanuit boomteeltgebieden naar het oppervlaktewater in de regio Boskoop (V.E.K., 1992). In het kader van het onderzoekprogramma 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en meststoffen bij de boomteelt' waren in 1993 en 1994 door het Hoogheemradschap van Rijnland een aantal driftmetingen gepland bij bespuitingen in de praktijk. SC-DLO werd gevraagd om een deel van het meetprogramma uit te voeren, met name het meten van de depositie en de technische waarnemingen. Daarbij is ook de concentratie van het middel in de waterloop gemeten en in relatie gebracht met de gemeten driftbelasting. In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van een driftmeting bij een bespuiting van een perceel azalea's en rhododendrons met het bestrijdingsmiddel Orthene.

4.2 Werkwijzen

4.2.1 Perceel en spuitapparatuur

De situatie op het perceel was typisch voor de regio Boskoop. Een brede sloot aan één zijde en aan de andere zijde een verharde rijstrook, die op veel percelen in het midden van de tuin ligt. De breedte van de sloot was 11 m. De aanplant op het te bespuiten gedeelte bestond uit een gedeelte met 50 tot 70 cm hoge rhododendrons, een gedeelte met 10 tot 15 cm hoge azalea's en een gedeelte met 40 tot 50 cm hoge rhododendrons (fig. 7). De netto bespoten oppervlakte bedroeg 1728 m². De planrichting was loodrecht op de sloot. De afstand tussen de rand van het gewas en de waterlijn aan de slootkant bedroeg gemiddeld 1 m. Het talud was licht glooiend en was begroeid met kort gras (fig. 8).

De toediening van het middel werd uitgevoerd met een hogedruk spuitgeweer (door de tuinder spuitpistool genoemd). Het geweer was middels een automatisch oprollende slang verbonden met de motorspuit die op het pad stond. Door middel van een haak aan de gordel van de toepasser werd de toevoerleiding boven het gewas gehouden. De spuitdruk varieerde tussen 35 en 45 bar.

Eerst bespoot de toepasser het gewas aan zijn linkerzijde lopende vanaf de verharde rijstrook tussen twee bedden richting de sloot (fig. 7). Achteruitlopend tussen dezelfde bedden bespoot hij vervolgens het gewas aan zijn rechterzijde. Door de sterke zijwind reikte de 'spuitwolk' aan de rechterzijde minder ver, waardoor volgens de toepasser meer spuitvloeistof werd vereist. Bij minder wind zou voor dit perceel volgens de toepasser circa 300 l spuitvloeistof voldoende zijn; nu was 350 l nodig. De bespuiting werd gestart op 30 juni 1993 om 14.15 uur. Nadat 200 l was verspoten, werd om 14.45 uur een kwartier gestopt om 150 l nieuwe spuitvloeistof aan te maken. Daarna werd gespoten tot de tank leeg was. Om 15.25 uur was de bespuiting gereed. Omgerekend bedroeg de verspoten hoeveelheid water 2025 l/ha.

De dosering acefaat (de werkzame stof in het product Orthene) á 1,62 kg/ha werd berekend uit het verspoten volume (350 l), de concentratie acefaat in de spuitvloeistof (0,8 g/l) en de oppervlakte van het perceel (1728 m²). Het product Orthene (80% acefaat) werd gespoten in combinatie met het product Folidol E-605 (123 g/l parathion-ethyl en 129 g/l parathion-methyl).

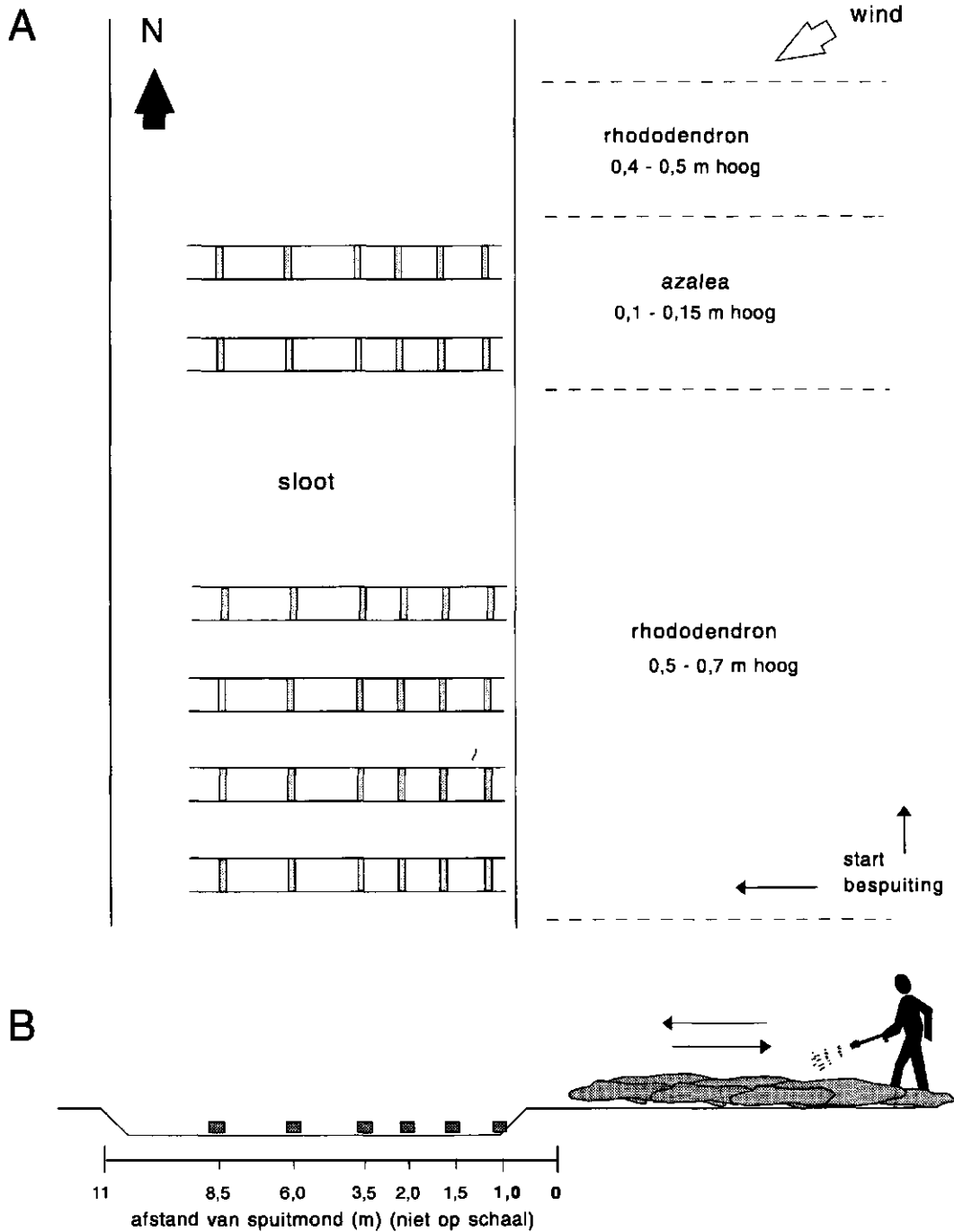


Fig. 7 Posities van de depositiecollectoren (□) op de sloot naast het perceel azalea's en rhododendrons. Schematische weergave in bovenaanzicht (A) en zijaanzicht (B)



Fig. 8 Bespuiting van het gewas in de nabijheid van de waterloop en ligging van de drijvers met collectoren op het slootoppervlak

4.2.2 Depositie metingen

Voor het meten van de depositie op de sloot werden 36 opvangstrookjes van filtreerpapier (0,40 m x 0,08 m) verdeeld over zes meetbanen loodrecht op het perceel (fig. 7). Hiervoor werden dezelfde drijvers gebruikt als tijdens de driftmetingen bij de experimenten op het proefstation. Vier meetbanen werden uitgezet ter hoogte van het gedeelte van het perceel met de 0,5 tot 0,7 m hoge rhododendrons en twee meetbanen ter hoogte van het gedeelte met de 0,1 tot 0,15 m hoge azalea's. Deze verdeling werd gekozen om de invloed van de gewashoogte op de drift naar de sloot te kunnen meten.

De depositie werd gemeten op zes afstanden vanaf de oever. De eerste strook filtreerpapier werd tegen de oeverrand gestoken (fig. 8). Het hart van de strook bevond zich op 1,0 meter afstand vanaf de spuitdop (= gewasrand). De overige stroken filtreerpapier bevonden zich op 1,5, 2,0, 3,5, 6,0 en 8,5 m afstand van de gewasrand. De collectoren op de drijvers lagen ongeveer 8 cm boven het wateroppervlak.

Het verzamelen van de opvangstroken werd 25 min na de bespuiting gestart en was 55 min na de bespuiting gereed. Daar de gehele bespuiting circa 1 uur en 10 min in beslag nam en het verzamelen van de opvangstroken tot een half uur duurde, was

de tijdsduur tussen de depositie en het verzamelen van de monsters per meetbaan verschillend (55 tot 100 min). Alle stroken filtreerpapier werden apart verzameld in donkerbruine glazen potten met schroefdeksel, gasdicht afgesloten door een extra polyetheen dop.

De extracties en analyses van acefaat en methamidofos (omzettingsproduct van acefaat) werden uitgevoerd door TNO-Voeding te Zeist. De resultaten werden door DLO-Staring Centrum uitgewerkt.

4.2.3 Controlemetingen

Om te kunnen corrigeren voor eventuele verliezen van acefaat, bijv. door vervluchtiging of (fotochemische) omzetting, werden controlemetingen uitgevoerd. Zes stroken filtreerpapier werden beladen met 1 ml spuitvloeistof. Met een injectiespuit werd de vloeistof verspreid opgebracht (de belading op het filtreerpapier was 50 maal hoger als op het perceel). Deze stroken werden buiten het perceel op het bodemoppervlak in de volle zon geplaatst. Na 46, 93 en 120 minuten werden telkens twee van deze stroken in afzonderlijke potten gedaan. Ter controle van de dosering is in duplo 2 mL spuitoplossing rechtstreeks in een pot gebracht. De controlemonsters werden eveneens door TNO-Voeding geanalyseerd.

De waterloop naast het perceel werd kort vóór en 1 dag na de toepassing bemonsterd. Op diverse plaatsen langs het bespoten gedeelte werd op ongeveer een meter uit de kant water verzameld door een monsterfles onder te dompelen. De monsters werden door TNO-Voeding te Zeist geanalyseerd op acefaat en het omzettingsproduct methamidofos.

4.2.4 Weersomstandigheden

De wind kwam tijdens het bespuiten uit het noordoosten en stond onder een hoek van 30° tot 45° op de sloot (fig. 7). De windsnelheid werd gemeten op 2 m hoogte met behulp van een draagbare cupanemometer met analoge aflezing. De windsnelheid varieerde veelal tussen 3 en 5 m/s. Bij vlagen werden er windsnelheden tot 8 m/s gemeten. De toepasser vond de windsnelheid eigenlijk te hoog voor bespuiting. Vanwege de achterstand op het spuitschema van de teler en de tijdrovende voorbereidingen voor de uit te voeren driftmeting werd besloten om toch te spuiten.

De luchttemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden ter plaatse gemeten met een thermohygrograaf. De luchttemperatuur liep op van 26 °C aan het begin van de bespuiting tot 29 °C bij het einde van de bespuiting en bleef vrij constant op 29 °C tijdens het verzamelen van de collectoren. De relatieve luchtvochtigheid was constant 50%.

4.3 Resultaten en discussie

4.3.1 Controle op verlies van acefaat

Verlies door vervluchtiging of omzetting van acefaat na depositie op de stukken filtreerpapier bleek minimaal te zijn. Na 46 en 93 min werd respectievelijk nog 100 en 98% van de gedoseerde hoeveelheid teruggevonden. Na een wachttijd van 2 uur was gemiddeld nog 82% aanwezig. Daar alle collectoren binnen 100 min na de bespuiting zijn verzameld, is een correctie van de meetwaarden voor verliezen na depositie niet nodig. De omzetting van acefaat in methamidofos op de opvangstroken was gering; veelal minder dan 1%. Hetzelfde percentage methamidofos werd gemeten in de tank- en controlemonsters. De (zeer) geringe omzetting heeft dus niet plaatsgevonden tijdens de bespuiting en het 'verblijf' op de collectoren. Details van deze metingen zijn vermeld door Smidt et al. (1994).

4.3.2 Depositie op slootoppervlak

De gemeten massa's acefaat per collector zijn omgerekend naar de overeenkomstige depositie in mg/m^2 en uitgedrukt als percentage van de gemiddelde dosering acefaat op het perceel (162 mg/m^2). In alle zes meetbanen waren de deposities (tabel 13 en fig. 9) op de plaatsen direct naast de oever van het bespoten perceel het hoogst. De depositie nam sterk af bij het groter worden van de afstand vanaf het bespoten perceel. Bij de banen 2 en 5 vertoonde de depositie op resp. 1,0, 1,5 en 2 m afstand van de rand van het gewas een minder sterke afname. Het valt op dat de deposities in de meetbanen 1 t/m 4, gelegen naast het gedeelte met de 0,5 tot 0,7 m hoge rhododendrons, duidelijk hoger waren dan die in de meetbanen 5 en 6 gelegen naast de 0,10 tot 0,15 m hoge azalea's (fig. 7). Door het verschil in gewashoogte en het daarmee samengaande verschil in hoogte van de spuitmond ten opzichte van het grond- en waterniveau, is de kans op drift groter. De geringere hoek t.o.v. het horizontale vlak, waaronder het spuitgeweer bij het hogere gewas moet worden gehanteerd, speelt ook een rol. Het geringe aantal meetbanen (twee) bij de azalea's maakt de conclusie over het verschil echter niet erg hard. Uit de literatuur (Miller, 1988; Pompe et al., 1992) is bekend dat de hoogte van de spuitdop(mond) t.o.z van het gewas grote invloed heeft op de benedenwindse depositie, met name op korte afstand; bij grotere hoogte is de depositie duidelijk groter.

De gemiddelde depositiewaarden voor respectievelijk de meetbanen 1-4 en 5-6 zijn afzonderlijk weergegeven in figuur 9. Het reeds geconstateerde verschil in spuitdrift naar de sloot bij de twee gewassen met verschillende hoogte komt hier duidelijk tot uiting. Bespuiting met een spuitgeweer van een hoog gewas gaf duidelijk meer depositie op de eerste meters wateroppervlak dan bespuiting van een laag gewas.

De depositiepercentages liggen in het traject van 1 tot 19% zoals in het MJP-G (Ministerie van LNV, 1991) is geschat voor vollegrondsteelten. Ondanks de vrij harde wind tijdens de bespuiting (3-5 m/s, soms tot 8 m/s), valt met name de depositie naast het lage gewas azalea's toch nog onderin dit traject.

Tabel 13 Depositie (in % van areïeke dosering) op het slootoppervlak als functie van de afstand tot de rand van het gewas na een praktijkbespuiting van twee gewassen met een spuitgeweer

Gewas	Meetbaan	1,0 m	1,5 m	2,0 m	3,5 m	6,0 m	8,5 m
rhododendron (0,5-0,7 m hoog)	1	6,0	4,1	2,3	1,0	0,4	0,2
	2	5,8	5,4	5,2	1,1	0,4	0,3
	3	8,5	6,4	4,7	1,1	0,6	0,2
	4	6,6	4,1	1,9	0,6	0,1	0,2
	gemiddeld	6,7	5,0	3,5	0,95	0,37	0,2
azalea (0,1-0,2 m hoog)	5	1,9	2,1	1,7	1,1	0,3	0,1
	6	1,9	1,4	0,5	0,3	0,2	0,1
	gemiddeld	1,9	1,75	1,1	0,7	0,25	0,1

De invloed van de handelwijzen van de persoon die de bespuiting uitvoert is bij deze handmatige methode vrij groot (zie ook hoofdstuk 3). Deze bespuitingen zijn vermoedelijk minder reproduceerbaar dan die met mechanische systemen, zoals getrokken of zelfrijdende veldspuiten. Een groter aantal metingen bij verschillende toepassers onder uiteenlopende omstandigheden is dan ook nodig om een vollediger beeld te krijgen van de spuitdrift naar oppervlaktewater bij bespuitingen met een hoge-druk spuitpistool of spuitgeweer. Ook dient de invloed van verbeterde handelwijzen op de spuitdrift te worden onderzocht.

4.3.3 Concentraties acefaat in de waterloop

Direct vóór de toepassing werd een concentratie acefaat van 0,46 tot 1,0 µg/l in het slootwater gemeten. Eén dag na toepassing was de concentratie acefaat 4,2 tot 4,5 µg/l. De verhoging in de concentratie is een direct gevolg van het spuiten (in de tussenliggende nacht was er geen neerslag).

Voor methamidofos werd geen concentratieverhogend effect van de bespuiting geconstateerd (concentraties in de monsters vóór en na de bespuiting 0,06 tot 0,14 µg/l). Dit is in overeenstemming met het zeer lage gehalte methamidofos in de spuitvloeistof en de niet gebleken omzetting op de depositiecollectoren.

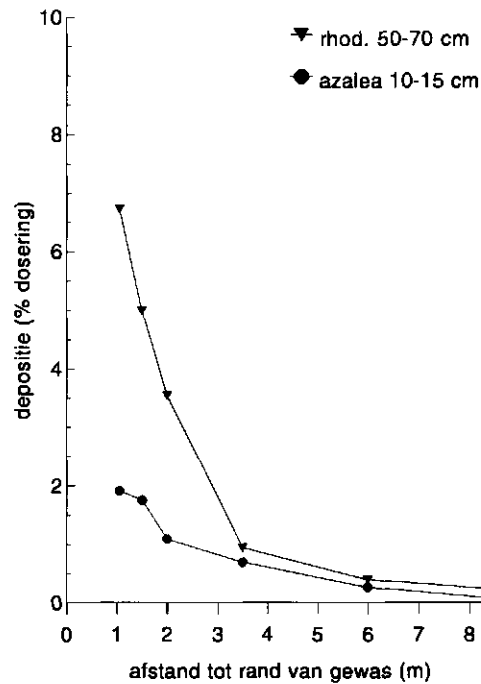


Fig. 9 Depositie van acefaat op het wateroppervlak, als functie van de afstand tot de rand van het gewas bij de praktijkbespuiting van rhododendrons (50 tot 70 cm hoog) en azalea's (10 tot 15 cm hoog) met een spuitgeweer.

Driftpercentages worden o.a. gebruikt om de concentratie van verspoten bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater te berekenen. Voor de zeer brede waterlopen in het Boskoopse gebied is het weergeven van 'de depositie' in één cijfer niet zonder meer mogelijk vanwege de sterke daling van de depositie bij toename van de afstand tot het bespoten perceel. De depositie op de sloot is opgevangen op 8 bij 40 cm strookjes filtreerpapier, met de korte zijde loodrecht op de slootrichting. Het betreft dus bij benadering puntmetingen op de 10 m brede sloot. De onderlinge afstanden tussen de meetplaatsen zijn niet gelijk. Voor het berekenen van de 'gemiddelde' depositie op het water moet dus een weegfactor aan de puntwaarden worden toegekend. De gemiddelde depositie over de volle slootbreedte kan benaderd worden met behulp van de trapeziumregel. Het gemiddelde van de meetwaarden van twee opeenvolgende meetplaatsen wordt vermenigvuldigd met de afstand (m) tussen deze plaatsen. De producten voor alle tussenstukken worden gesommeerd en de som wordt gedeeld door de totale slootbreedte in m. Op deze wijze is voor de meetbanen naast de hogere rhododendrons een gemiddelde areieke depositie van 1,1% van de dosering berekend en voor de twee banen naast de azalea's een depositie van 0,48%. Bij een geschatte slootdiepte van 0,75 m geeft dat bij volledige menging concentraties van respectievelijk:

$$0,011 \times 162 \text{ mg/m}^2 / 0,75 \text{ m} = 2,4 \text{ mg/m}^3 \text{ (}\mu\text{g/l)} \text{ en}$$

$$0,0048 \times 162 \text{ mg/m}^2 / 0,75 \text{ m} = 1,0 \text{ mg/m}^3$$

Voor het beoordelen van toxicologische effecten aan de oeverzijde naast de bespoten gedeelten kan een soortgelijke berekening over een geringere slootbreedte worden gemaakt.

De gemeten waarden zijn hoger dan de schatting gemaakt op basis van de gemiddelde areïeke depositie. Bij de schatting is uitgegaan van een 10 m brede sloot. Tevens werd aangegeven dat bij een smallere sloot de concentraties navenant hoger zullen zijn. De watermonsters werden tot ongeveer 1 m uit de kant genomen. Blijkbaar was de menging over de gehele sloot na 24 uur nog niet volledig.

5 Praktijkbespuiting met een gedragen spuitboom

5.1 Doelstelling en opzet

Vanwege praktische problemen met de uitvoerbaarheid van driftmetingen met bestrijdingsmiddelen bij praktijktoepassingen (ongeschikte weersomstandigheden, beschikbaarheid van personeel op het moment dat de tuinder wil spuiten en hoge analysekosten) was in het laatste jaar van het project 'Emissies van bestrijdingsmiddelen en meststoffen bij de boomteelt' van het Hoogheemraadschap van Rijnland nog slechts één meting uitgevoerd. In het kader van dat project wilde men ook aangegeven zien wat de mogelijkheden zijn van alternatieve toepassingstechnieken met mogelijk minder drift. Een gedragen spuitboompje met normale spuitdoppen is zo'n alternatief en dat wilde men graag in een praktijktoepassing gedemonstreerd zien. Daarom werd een 'praktijktoepassing' met een gedragen spuitboom gesimuleerd door en kleurstof te spuiten. De toepassing werd uitgevoerd met materiaal en personeel van het Proefstation voor de Boomkwekerij, DLO-Staring Centrum verzorgde de depositiemetingen en de uitwerking van de resultaten, de chemische analyses werden door TNO-Voeding verricht.

5.2 Werkwijzen

5.2.1 Spuitapparatuur en toediening van de tracerkleurstof

De driftmeting werd in september 1994 uitgevoerd op hetzelfde praktijkbedrijf als de driftmeting bij de toediening van Orthene met het spuitgeweer (hoofdstuk 4). In verband met de windrichting werd deze keer een perceel aan de andere zijde van de sloot bespoten. De aanplant bestond uit een gedeelte met 0,5 m hoge rhododendrons en een gedeelte met 0,2 m hoge azalea's (fig. 10). De plantrichting was loodrecht op de sloot. De bedden met azalea's waren half open door uitdunning. De afstand tussen de rand van het gewas en de waterlijn aan de slootkant bedroeg gemiddeld 0,85 meter. Het talud was licht glooiend en was begroeid met kort gras (fig. 11). Er werd in totaal een oppervlak van 186 m² bespoten (15 ½ bed van 6 m lang en 2 m breed).

Met een standaard AZO propaan proefveldspuit van het Proefstation uitgerust met vier TeeJet XR 11005 spleetdoppen (met 0,4 m tussenruimte) werden de azalea's en de rhododendrons driemaal bespoten met een oplossing van de kleurstof Brilliant Black. Voor deze bespuiting was het spuitboompje provisorisch aangesloten op een hogedrukmotorvatspuit met een drukregelaar die niet geschikt was voor het instellen van lage drukken (< 5 bar). De afgelezen druk op de motorvatspuit bedroeg ongeveer 3 bar; dus aan het begin van de lange oprolbare spuitslang. Door de verbogen naald van de manometer op de spuitboom was de druk bij de spuitdoppen niet nauwkeurig af te lezen. De druk bij de spuitdop werd vermoedelijk extra verlaagd door een constructiefout, die later ontdekt werd. De werkelijke druk bij de spuitdoppen (en daarmee het afgegeven druppelspectrum) is daardoor erg onzeker. Vermoedelijk was de druk aanzienlijk lager dan 3 bar en bevatte het druppelspectrum een relatief grote hoeveelheid grove druppels.

Er waren drie bespuitingen gepland vóór het verzamelen van de collectoren om: a) de depositie bij een meer gemiddelde windsnelheid te kunnen meten en b) een lagere detectiegrens te krijgen door een hogere belading kleurstof op de collectoren. De bespuiting per bed werd steeds aan de slootkant gestart en achteruitlopend voortgezet. De boomhoogte ten opzichte van het gewas was voor beide gewassen 0,3 m (0,7 m boven de grond bij de 0,4 m hoge rhododendrons en 0,5 m boven de grond bij de 0,2 m hoge azalea's).

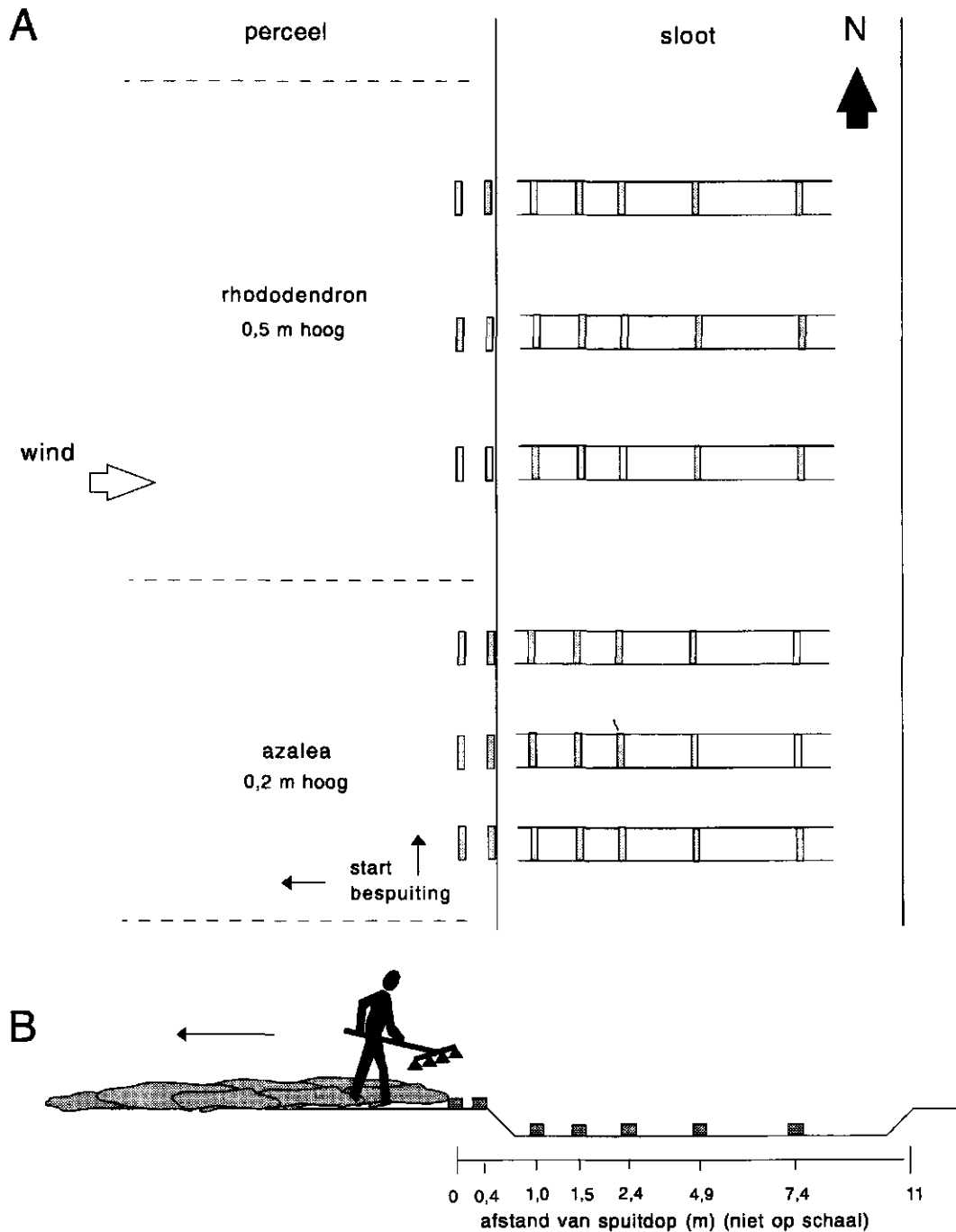


Fig. 10 Posities van de depositiecollectoren (□) naast het perceel azalea's en rhododendrons bij de praktijkbespuiting met een gedragen spuitboom in 1994. Schematische weergave in bovenaanzicht (A) en zijaanzicht (B)

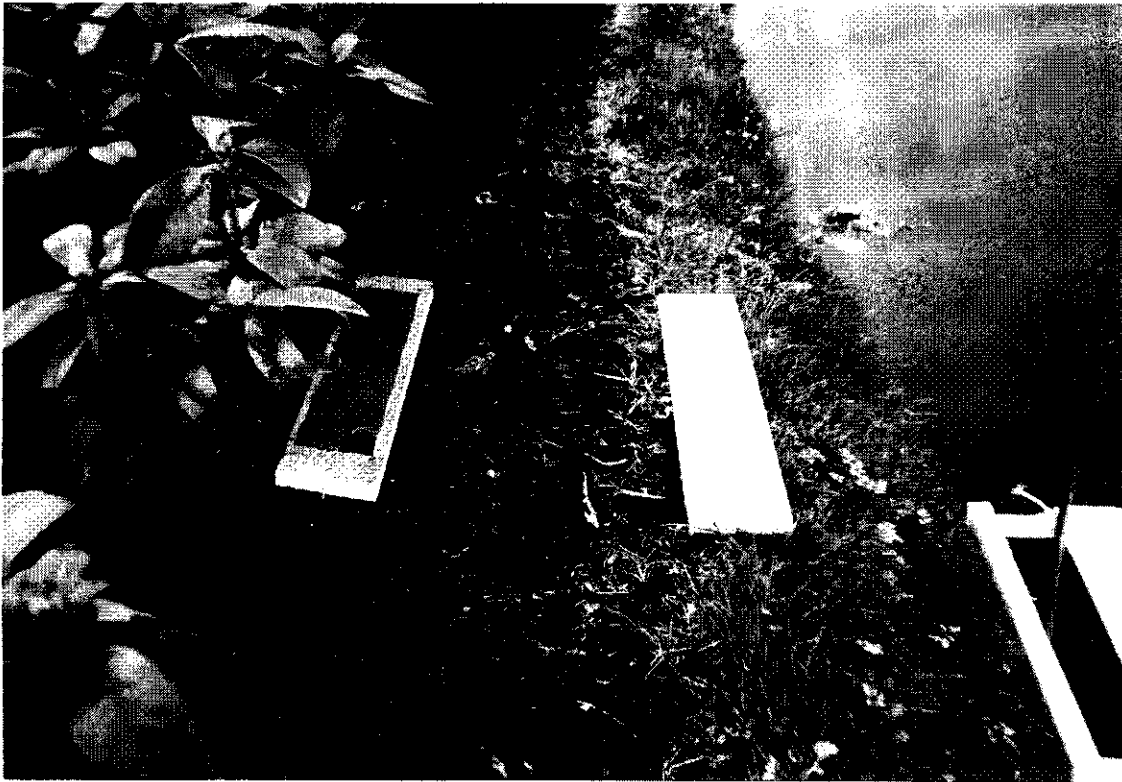


Fig. 11 Detail van de slootkant met collectoren bij de praktijkbespuiting met een spuitboom in 1994

Voor de bespuitingen werden twee oplossingen in de tank aangemaakt. Begonnen werd met ongeveer 36 l water waaraan 0,75 kg Brilliant Black en 0,04 l Agral LN uitvloeier werd toegevoegd (tankoplossing 1). Nadat het proefvak tweemaal was bespoten bleek de hoeveelheid niet voldoende voor de derde keer. Hierna werd 12 l water en ongeveer 0,3 kg kleurstof toegevoegd (tankoplossing 2) om de bespuiting te kunnen vervolgen. De hoeveelheid vloeistof bleek echter net niet voldoende om de laatste twee bedden (24 m²) te bespuiten, deze zijn dus slechts tweemaal bespoten. De vloeistofdosering op het perceel was (netto) 46 l op een totaal bespoten oppervlak van 534 m². Dit komt overeen met een dosering van 860 l/ha.

5.2.2 Depositietingen

Evenals bij de driftmeting bij de praktijkbespuiting met het spuitgeweer in 1993 werden op het aangrenzende slootoppervlak zes meetbanen uitgezet (fig. 10). Per gewas(hoogte) waren drie drijvers uitgelegd waarop de depositie met collectoren werd gemeten op 1,0 - 1,5 - 2,4 - 4,9 - 7,4 m afstand vanaf de spuitdoppen (is gelijk de gewasrand). Op de rand van het gewas, waar steeds werd gestart met spuiten, werd per meetbaan één collector loodrecht onder de spuitdoppen geplaatst om de depositie op het gewas te meten (fig. 10; detail in fig. 11). Nog een collector werd 40 centimeter verder op de bovenkant van het talud geplaatst. Alle stroken filtreerpapier werden apart verzameld in donkerbruine glazen potten met schroefdeksel. De

extracties en analyses van de kleurstof Brilliant Black werden uitgevoerd door TNO-Voeding te Zeist.

5.2.3 Controlemetingen

De spuitvloeistof is tweemaal bemonsterd aan de spuitdoppen. Uit deze monsters is een submonster genomen ter bepaling van de concentratie kleurstof. In de tankoplossingen 1 en 2 werd een concentratie kleurstof van respectievelijk 20 en 28 g/l gemeten. Voor de berekeningen van deposities volgens de methode zoals beschreven in paragraaf 2.2.5. werd een gewogen gemiddelde van 22,4 g/l genomen.

Vijf collectoren werden handmatig met een bekende hoeveelheid (100 µl) spuitvloeistof beladen ter controle van het rendement van de extractie van de kleurstof door de TNO procedure. Gemiddeld werd 94% (VC=7%) van de gedoseerde hoeveelheid terug-gevonden. Correctie van de gemeten deposities op de collectoren voor het extractierendement is vanwege deze hoge recovery niet nodig.

Voor een eventuele achtergrondcorrectie bij deze metingen zijn twee blanco collectoren aan de monsters toegevoegd. Controles voor fotochemische afbraak waren niet nodig. Vastgesteld is dat Brilliant Black op depositiecollectoren in zonlicht zeer stabiel is binnen het tijdbestek van de driftmetingen (Smidt en Smelt, 1994).

5.2.4 Weersomstandigheden

De bespuitingen konden in verband met een draaiende wind pas tegen de avond tussen 16.50 en 17.30 uur worden uitgevoerd. De omstandigheden waren ideaal om een geringe drift te verkrijgen. De wind was zwak en stond onder een hoek van 80° tot 90° op de sloot (fig. 10). De windsnelheid varieerde tussen 1,8 en 2,8 m/s (gemeten op 1,5 m hoogte met een vleugelrad anemometer). Tijdens de bespuiting was er een dunne laag bewolking, tijdens het verzamelen van de collectoren was de bewolking opgelost en scheen de zon weer. De temperatuur was 12 °C en de relatieve luchtvochtigheid bedroeg 45%.

5.2 Resultaten en discussie

Voor het berekenen van de percentages depositie op de collectoren (tabel 14) is de berekende dosering van 860 l/ha op 100% gesteld. Op de rand van het gewas bleek de variatie in depositie groot; 14-227% van de berekende dosering. Door het niet gelijktijdig starten van spuiten en lopen wordt de depositie aan het begin van iedere spuitgang zeer onregelmatig. Op het moment van inschakelen van de vloeistofstroom hing de spuitboom soms net vóór of voorbij de rand van het gewas. Daardoor werd soms een fractie van een seconde voorbij het gewas gespoten met een vergrote kans op drift. Het spuiten aan de slootkant kan veel regelmatiger en op gelijke afstand van de sloot worden uitgevoerd wanneer de bedden evenwijdig aan de sloot zouden lopen. Dit beperkt de kans op drift (vooral in combinatie met een kantdop) en leidt

tot een regelmatigere dosering middel op de rand van het gewas. De gemiddeld wat hogere depositie op de bodem naast de azalea's (op 0,4 m) is waarschijnlijk veroorzaakt door een mindere schaduwwerking van de azalea's ten opzichte van de hogere rhododendrons, waarbij de collectoren meer werden afgedekt door de bladeren.

De deposities op het slootoppervlak waren erg laag. Zelfs dicht naast het bespoten gewas op 1 m afstand was de gemiddelde depositie maar 0,64% van de dosering en op 2,5 m afstand al minder dan 0,2%. Deze deposities zijn duidelijk lager dan die gemeten bij het object gedragen spuitboom zoals beschreven voor de proef in 1994 (hoofdstuk 3). Het grovere druppelspectrum van de bij deze praktijkbespuiting gebruikte doppen (TeeJet XR11005) t.o.v. de doppen bij de proef in 1994 (TeeJet XR 11003), versterkt door de waarschijnlijk lagere spuitdruk, is een van de oorzaken van de lage deposities evenals de relatief lage windsnelheid van 1,8 tot 2,8 m/s. Het geringe verschil in gewashoogte had geen duidelijk effect op de depositie op de sloot. De gelijke vrije ruimte tussen gewas en boom in combinatie met de geringe windsnelheid waren factoren die mogelijke verschillen klein maakten en waardoor ze niet met de meetwaarden zijn aan te tonen. Bij de gegeven set aan gunstige condities bleek het mogelijk om met een gedragen spuitboom bepuitingen uit te voeren met zeer lage belastingen van het oppervlaktewater.

Tabel 14 Depositie (in % van areïeke dosering) als functie van de afstand tot de spuitdop na een bespuiting van twee gewassen met een gedragen spuitboom; praktijkbespuiting 1994

Gewas	Meet- baan	Veld		Slootoppervlak				
		0 m	0,4 m	1,0 m	1,5 m	2,4 m	4,9 m	7,4
azalea	1	194	1,78	0,63	0,42	0,11	<0,1	<0,1
	2	53	0,89	0,49	0,39	0,16	<0,1	<0,1
	3	227	5,02	0,89	0,62	0,19	<0,1	<0,1
	gem.	158	2,56	0,67	0,48	0,23	<0,1	<0,1
rhododendron	4	14	14,9	1,22	0,65	0,42	<0,1	<0,1
	5	138	7,62	0,37	0,24	0,11	<0,1	<0,1
	6	147	2,59	0,24	0,15	0,13	<0,1	<0,1
	gem.	100	8,37	0,61	0,35	0,22	<0,1	<0,1

6 Algemene discussie en conclusies

Bij alle uitgevoerde bespuitingen nam de benedenwindse drift naar de bodem en het oppervlaktewater sterk af met het toenemen van de afstand tot de (laatste) spuitdop of rand van het bespoten gewas. Dit wordt veroorzaakt door het uitzakgedrag van de met de wind meegevoerde spuitdruppels. Deze druppels hebben een verschillende grootte en de zwaarste druppels met de grootste massa bestrijdingsmiddel bereiken het eerst de bodem. Bij de meetseries in dit rapport is de drift naar de bodem en het wateroppervlak maar over een beperkte afstand gemeten en is voor de drift op grotere afstanden dan 10 m slechts een indicatie verkregen. Voor vergelijkingen van driftpercentages kan dus niet de *totale* drift buiten het perceel worden gekarakteriseerd. Er moet een keuze worden gemaakt voor welk vlak men de driftpercentages wil vergelijken.

De keuze van het wateroppervlak waarvoor men de drift wil berekenen hangt af van de doelstelling waarvoor men de cijfers wil gebruiken. Een waterbeheerder als het Hoogheemraadschap van Rijnland zal het meest geïnteresseerd zijn in de totale belasting van de watergangen door spuittechnieken. Het toelatingsbeleid voor bestrijdingsmiddelen is daarentegen meer geïnteresseerd in het 'driftemissiepercentage' van een toepassingstechniek onder 'standaardcondities'. Een voorstel voor de definitie van zo'n standaardsituatie is gedaan door Huijsmans et al. (1997) en dit voorstel is in december 1996 door het CTB geaccordeerd en gebruikt als uitgangspunt om nieuwe tabellen met driftemissiepercentages op te stellen. In de voorgestelde standaardsituatie heeft de watergang een taludbreedte van 1,5 m waardoor het veronderstelde 1 m brede wateroppervlak in de watergang op 1,5 tot 2,5 m vanaf de insteek ligt. Bij een teeltvrije zone van 0,5 m (is de afstand van het hart/midden van een planrij tot de insteek) zullen de bespoten gewasdelen meestal binnen de strook tot de slootinsteek blijven en daarmee ook de laatste spuitdop. Bij alle gemeten situaties die in dit rapport zijn beschreven was een teeltvrije zone van minimaal 0,5 m aanwezig. De depositie op het wateroppervlak gelegen tussen 1,7 m tot 2,7 m vanaf de rand van het gewas of de laatste spuitdop (spuitdop steekt meestal iets voorbij het hart van de laatste plantenrij) lijkt daarom een goed criterium om de drift bij de verschillende spuittechnieken mee te karakteriseren.

Bij de bespuitingen bij de proef in 1993 met de aangepaste veldspuit voorzien van Albus APG 60 doppen met wervelplaatje was de gemiddelde drift naar het beschreven referentie vlak 0,14% (gem. waarden van 1,7 en 2,2 m afstand uit tabel 3) en 1,34% bij de proef in 1994 (gem. waarden van 1,4, 1,8 en 2,3 m afstand uit tabel 6). Bij beide proeven varieerde de gemiddelde windsnelheid van 2,7 tot 3,1 m/s. Met de Delavan Raindrop-dop kon bij de proef in 1994 het gemiddelde driftpercentage zelfs tot 0,23% worden beperkt. Zowel de Albus-dop als de Raindrop-dop zijn echter niet echt geschikt voor bespuitingen met bestrijdingsmiddelen vanwege het grove druppelspectrum.

Een meer realistisch beeld van de drift bij 'normale gewasbespuitingen' werd verkregen tijdens de bespuitingen met de in de vollegrondsteelten veel gebruikte

dooptypen zoals de TeeJet XR 11005 spleetdop, die in de proef met de veldspuit van 1994 werd toegepast. Met deze dop werd een drift van gemiddeld 5,9% naar het referentie vlak berekend bij een druk van 3 bar, een gemiddelde windsnelheid van 2,4 m/s en een boomhoogte van 1,3 m (grasoppervlak was ongeveer gelijk bodemoppervlak). Deze waarde komt goed overeen met de gemiddelde waarde van 5,2% die voor de standaard situatie is afgeleid uit een groot aantal veldmetingen tijdens bespuitingen van aardappelen bij een gemiddelde windsnelheid van 3 m/s en met soortgelijke spuitdoppen (Huijsmans et al., 1997).

De vrije ruimte tussen gewas en spuitdoppen en de totale boomhoogte boven het maaiveld heeft een groot effect op de drift (Van de Zande et al., 1995); hoe lager de boom met spuitdoppen hoe geringer het percentage drift. Met een gedragen spuitboom, voorzien van spuitdoppen met een tophoek van 110°, kan de boom tot op 0,3 m afstand boven het gewas worden gehouden. Omdat een veldspuit in de Boskoopse situatie een hogere boomhoogte vereist, kan de drift met dezelfde spuitdoppen aan een gedragen spuitboomje aanzienlijk worden beperkt. Bij de proef met de spuitboom in 1994 (hoofdstuk 3) was de drift naar het referentievlak gemiddeld 1,7% (gem. waarden van de drie herhalingen op 1,5; 2,0 en 2,7 m afstand van tabel 11). De spuitboomhoogte was hier 0,65 m (0,3 m boven gewas) en de windsnelheid varieerde van 2,4-4,2 m/s. De gemonteerde spuitdoppen (TeeJet XR 11003) van de spuitboom hebben een fijner druppelspectrum dan de TeeJet XR 11005 van de veldspuit maar gaven dankzij de geringere boomhoogte toch een aanzienlijk lagere drift bij ongeveer gelijke windsnelheden. Bij de praktijkbespuiting van lage gewassen (hoofdstuk 5) bleek onder ideale spuitomstandigheden en een zwakke wind (1,8 tot 2,8 m/s) met een gedragen spuitboom en TeeJet 11005 spleetdoppen de drift naar het referentievlak duidelijk onder 0,5% te kunnen blijven.

De drift bij een bespuiting met een hogedrukspuitgeweer of pistool blijkt naast de normale factoren die de drift beïnvloeden (zoals gewashoogte, windsnelheid, spuitdruk en dopkarakteristieken) ook de handelwijze van de toepasser een duidelijke invloed te hebben. Er is dan ook een breed traject van driftpercentages mogelijk zoals bij de proef in 1994 (hoofdstuk 3, tabel 11) en uit de praktijkbespuiting met Orthene (hoofdstuk 4, tabel 13) blijkt. Bij de proef in 1994 varieerde de drift naar het referentievlak van 2,9 tot 5,8% (gem. waarden van de deposities op 1,5; 2,0 en 2,7 m afstand uit tabel 11). Bij de praktijkbespuiting met Orthene van de 0,5-0,7 m hoge rhododendrons was de gemiddelde drift op 1,5 en 2,0 m afstand respectievelijk 5,0 en 3,5%. Deze waarden komen redelijk overeen met die van het spuitgeweer bij de proef in 1994, waar het gewas ongeveer dezelfde hoogte had maar de windsnelheid iets lager was. Bij het spuitpistool is de hoek van de spuitkegel t.o.v. de slootrichting en de hoek t.o.v. het gewas van belang. Een plant en spuitrichting parallel aan de slootrichting zou gunstiger zijn voor het verkrijgen van lage driftpercentages omdat dan niet loodrecht op de sloot hoeft te worden gericht.

In de proef in 1994 werd een indicatie verkregen dat de drift bij een gedragen spuitboom lager is dan bij een spuitgeweer. Op basis van de technieken kan men met expertjudgement ook niet anders verwachten. Onder min of meer vergelijkbare omstandigheden (windsnelheid en wijze van spuiten door persoon met spuitgeweer) was de gemiddelde drift naar het referentievlak bij het spuitpistool 1,3; 1,38 en 2,1

maal hoger dan bij de spuitboom. Er zijn meer metingen onder gelijke omstandigheden nodig om het verschil in drift voor beide methoden concreter en meer betrouwbaar vast te stellen.

Een 50% open windscherm van kunststofdoek (zoals Ostend-net), geplaatst op de rand van het perceel, reduceerde de drift naar het oppervlaktewater bij alle onderzochte spuittechnieken duidelijk. In het algemeen nam het percentage reductie iets af bij toenemende afstand tot de spuitdoppen. Rond de afstand van het referentievlak (op 1,7 tot 2,7 m vanaf de laatste spuitdop) was de gemiddelde reductie bij de spuitboom en het spuitgeweer respectievelijk 60 en 68% (gemiddelde waarden voor de afstanden 1,5; 2,0 en 2,7 m uit tabel 12). Bij de proef met de veldspuit in 1994 werd bij de TeeJet 11005 doppen een reductie van gemiddeld 88% gemeten (gemiddelde waarden van 1,8; 2,3 en 3,3 m uit tabel 7). Voor de grovere druppelspectra van de Albuz en de Raindrop spuitdoppen met de veldspuit was de reductie door het schermdoek met 57% iets lager.

Toepassen van de diep blauwe kleurstof **Briljant Black** als tracer voor het meten van drift van spuitvloeistof heeft een zeer demonstratieve waarde. De sterk met de afstand afnemende depositie is direct zichtbaar en zeer lage deposities (tot 0,01%) zijn nog zichtbaar op stroken wit papier.

Literatuur

Holterman, H.J., H.A.J. Porskamp en J.F.M. Huijsmans, 1994. *Modelling spray drift from boom sprayers*. Proceedings AgEng Conference, Milaan 1994. p. 717-718. Paper 94-D-148.

Huijsmans, J.F.M., H.A.J. Porskamp en J.C. van de Zande, 1997. *Drift(beperking) bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Evaluatie van de drift van spuitvloeistof bij bespuitingen in de fruitteelt, de volveldsteelten en de boomteelt (stand van zaken december 1996)*. Rapport 97-04, IMAG-DLO, Wageningen, 41 pp.

Ministerie van LNV, 1991. *Meerjarenplan Gewasbescherming*. Regeringsbeslissing. Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs 3-4.'s-Gravenhage, Sdu Uitgeverij.

Miller, P.C.H. 1988. Engineering aspects of spray drift control. *Aspects of Applied Biology* 17:377-384.

Pompe, J.C.A.M., H.J. Holterman en B.C.P.M. van Straelen, 1992. *Technical aspects of pesticide application; A literature review*. Rapport 92-11, IMAG-DLO, Wageningen. 84 pp.

V.E.K., 1992. *Beschrijving emissieroutes vanuit boomteeltbedrijven naar het oppervlaktewater in de regio Boskoop*. Raadgevend advies- en ingenieursbureau V.E.K., 's-Gravensande. *

Smidt, R.A., J.H. Smelt, J.M.G.P. Michielsen en H.A.J. Porskamp, 1998. *Meting van bodemdepositie en spuitdrift met verschillende collectoren bij verspuiten van kleurstoffen en bestrijdingsmiddelen*. Rapport 570, SC-DLO, Wageningen, 1998, 51 pp.

Zande J.C. van de, H.J. Holterman en J.F.M. Huijsmans, 1995. *Driftbeperking bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen; Evaluatie van de technische mogelijkheden met een driftmodel*. Rapport 95-15, IMAG-DLO, Wageningen, 44 pp.

Niet-gepubliceerde bronnen

Smidt, R.A., J.H. Smelt en R.P.J. Langedijk, 1994. *Meting van spuitdrift bij toepassing met spuitpistool: Tussenrapportage project emissie-onderzoek boomteelt*. Interne mededeling 298, SC-DLO, Wageningen, 12 pp.

Smidt, R.A. en J.H. Smelt, 1994. *Stabiliteit van de tracer kleurstoffen Brilliant Black en Brilliant Sulfo Flavine op depositiecollectoren in zonlicht; Een aanvullend*

onderzoek voor de spuitproeven van PAGV, IMAG-DLO en DLO-Staring Centrum in het kader van het MJP-G project 'Emissiebeperkende toedieningstechnieken' (1991-1994). Interne mededeling 311, SC-DLO, Wageningen, 12 pp.