



Driftblootstelling binnen 50 m van de perceelsgrens bij bespuitingen van een boomteelt perceel

J.C. van de Zande & H. Stallinga

© 2009 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 – 48 60 01
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
2.1 Veldmetingen drift	5
3. Resultaten	7
3.1 Veldmetingen drift	7
4. Drift en blootstelling	12
5. Discussie	18
6. Conclusie	20
Samenvatting	22
Literatuur	24
Bijlage I. Dermale blootstelling	26
Bijlage II. Inhalatoire blootstelling	2

Voorwoord

Momenteel vindt een discussie plaats over de veiligheidszones rond boomteeltbedrijven als gevolg van bespuitingen. In deze rapportage wordt een inschatting gegeven van de hoogte van de drift bij op- en zijwaarts gerichte spuittechnieken die gebruikt worden in de boomteelt om tot een inschatting van de benodigde veiligheidszones te komen. Naast de optredende drift vanuit het boomteeltperceel tijdens de bespuitingen is ook de toxiciteit van de middelen en de blootstelling van personen belangrijk. Dank aan Dr. H.E. Falke van het Ctgb voor de discussies over de werkwijze en bespreking van de resultaten op dit gebied. Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de gemeente Overbetuwe.

Wageningen, februari 2009

1. Inleiding

Binnen veel gemeenten doet zich een discussie voor over het bebouwen van een strook grond naast een boomkwekerij. Nieuw te bouwen woningen worden vaak binnen 50 m vanaf de perceelsgrens van boomteeltpercelen gepland. Naar aanleiding van een uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State wordt er voor boomteeltbedrijven in overeenstemming met wat voor boomgaarden geldt veiligheidshalve van uitgegaan dat de minimale afstand tussen een boomgaard en tuinen 50 m moet zijn. Hierbij wordt er geen onderscheid gemaakt tussen professioneel en hobbymatig gebruik van een boomgaard. Van deze norm van 50 m kan afgeweken worden als door een onderzoeksrapport onderbouwd wordt dat een kleinere zone volstaat. De vraag is gerezen op welke afstand woningbouw en bijbehorende erven en tuinen nog verantwoord zijn in verband met plaatselijke bespuitingen met gewasbeschermingsmiddelen. Onduidelijk is of de standaard driftbeperkende maatregelen volgens het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (LOTV; VW *et al.*, 2000, 2007) de drift dusdanig reduceert dat een aanvaardbaar risico ontstaat voor verblijf binnen de huidige veiligheidsafstand van 50 m vanaf een perceelsrand. Bij de teelt van laanbomen wordt aangenomen dat de problematiek van blootstelling rondom bespuiting van laanbomenpercelen vergelijkbaar zal zijn als bij bespuitingen van boomgaarden. Echter uit onderzoek (Porskamp *et al.*, 1999) is gebleken dat de drift rondom laanboompercelen (spillen en opzetters) aanzienlijk lager is dan die van boomgaardbespuitingen. Recente metingen bevestigen dit nog eens voor bespuitingen van hoge (6 m) laanbomen (Stallinga *et al.*, 2009). Bovendien werd het driftreducerend effect van een 5 m spuitvrije zone in de laanbomenteelt gequantificeerd. Uit deze driftmetingen kan de driftdepositie op de grond (tot 50 m van de laatste bomenrij) en naar de lucht ingeschat worden. De berekende waarden zijn getoetst aan de criteria die in beleid opgesteld zijn (CTGB, 2008). Tevens is een inventarisatie gemaakt van recent beschikbaar gekomen kennis over de blootstellingsrisico's (acceptabele kortdurende systemische blootstelling dermaal, inhalatoir en secundair dermaal contact) bij op- en zijwaarts gerichte bespuitingen om de nu gehanteerde waarden te verifiëren dan wel te herijken. Op grond van deze informatie kan bepaald worden wat de mogelijkheden zijn om de breedte van de beschermzone tussen laanboomteeltpercelen en bebouwing te bepalen.

2. Materiaal en methoden

Beschikbare resultaten van optredende drift bij standaard spuittechnieken zoals gebruikt in de boomteelt, zijn geïnventariseerd (Porskamp et al., 1999; Stallinga et al., 2009). Op basis van de driftmetingen met een axiaalspuit uitgerust met standaard werveldoppen wordt aangegeven wat de driftdepositie is op 5, 10 en 15 m vanaf de laatste bomenrij is en de drift naar de lucht op 7,5 m afstand van de laatste bomenrij in de boomkwekerij. Wanneer volgens het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (LOTV; VW et al., 2007) een watervoerende sloot op de perceelsgrens aanwezig is moet een verplichte teeltvrije zone van 5 m inacht genomen worden. Eventueel mogen op deze teeltvrije zone niet te bespuiten bomen geplant worden (spuitvrije zone van 5 m).

Op grond van driftmetingen uitgevoerd om de driftbelasting van enkelrij bespuitingen te kwantificeren (Michielsen et al., 2007) kan voor de standaard spuittechniek berekend worden wat de drift is op 20, 30, 40 en 50 m vanaf de perceelsgrens. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen driftdepositie op de grond en drift naar de lucht.

Aan de hand van criteria opgesteld voor de bepaling van de 50 m grens tot bebouwing, zoals nu in de regelgeving genoemd wordt, is bepaald waar deze grens ligt op grond van overschrijding van blootstellingrisico's voor personen en enkele veelgebruikte middelen in de laanboomteelt bij genoemde standaard spuittechniek.

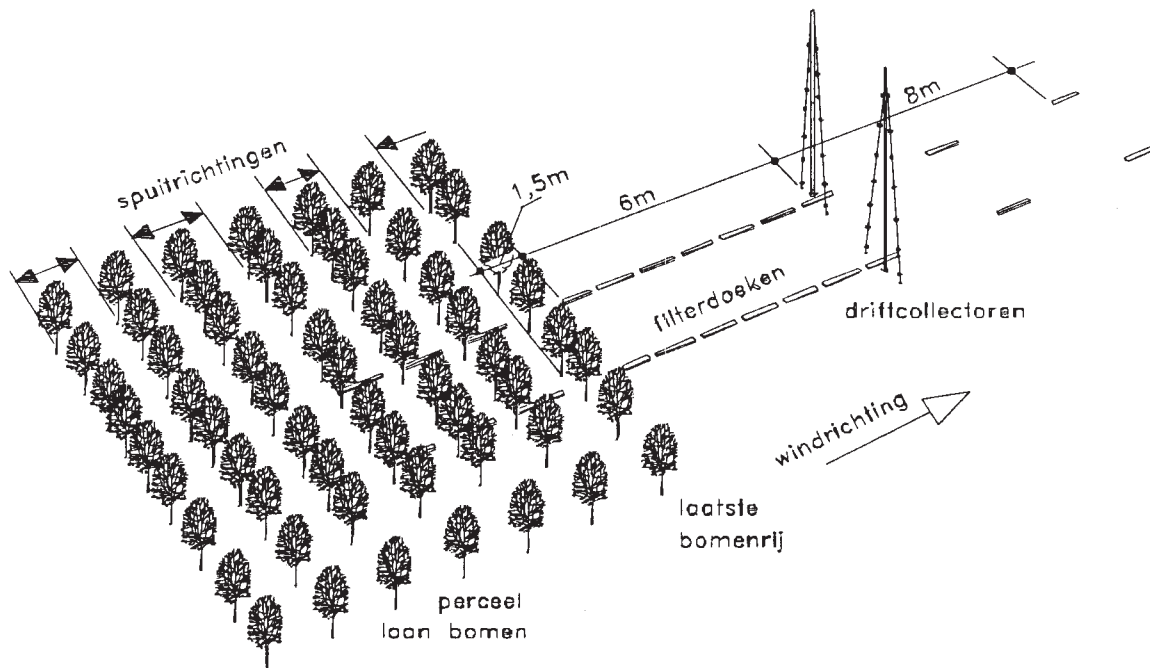
2.1 Veldmetingen drift

Bij driftveldmetingen werd in overeenstemming met een meetprotocol (CIW, 2003) ter certificering van driftarme spuittechnieken (TCT-CIW, 2008) een boomteeltperceel over een strook van 20 m breed en een lengte van minimaal 50 m bespoten. In Figuur 1 is schematisch de indeling van een proefveld weergegeven. De metingen vonden plaats aan de benedenwindse zijde van de bespoten strook laanbomen op een strook kale grond. De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan de fluorescerende tracer Brilliant Sulfo Flavine (BSF, 3 g/l) en een niet-ionische uitvloeier (Agral[®], 1 ml/l) was toegevoegd.

De drift naar de grond naast het perceel werd bepaald door naast het perceel 2 rijen collectoren (=1 meetopstelling) met een onderlinge afstand van 2 m haaks op de rijrichting te leggen. De collectoren bestonden uit houten latten of plastic platen waarop met klittenband filterdoek (Camfil CM360 of Technofil TF-290; 50x10 cm en 100x10 cm) was bevestigd. De collectoren werden op verschillende plekken tussen de 3 en 15 m vanaf de laatste bomenrij gelegd (in enkele metingen ook om de 5 m tot 25 m). Voor de metingen van de drift naar de lucht werd op 7,5 m van de laatste gewasrij een driftmast opgesteld met aan twee lijnen driftcollectoren op 0, 1, 2, 3, 4, 5 en 6 m of tot 10 m hoogte. Deze driftcollectoren waren bolvormige sponsjes met een diameter van 7,5 cm (Siebauer Abtrifftkollektoren art. nr. 00140).

Na een bespuiting werden de collectoren verzameld en gecodeerd voor verdere analyse op de hoeveelheid opgevangen BSF. Elke meetdag werd bemonsterd aan de dop (tankmonsters) om de BSF-concentratie van de spuitvloeistof te meten. Ter vergelijking werden ook onbehandelde (blanco) collectoren geanalyseerd. In het laboratorium werden de collectoren met water gespoeld, zodanig dat de BSF in oplossing kwam. Van deze oplossing werd de concentratie aan BSF gemeten met behulp van een fluorimeter (Perkin Elmer LS 45). Op dezelfde wijze werden de blanco collectoren geanalyseerd. Ook de concentratie BSF in de tankmonsters werd fluorimetrisch bepaald.

De concentratie werd omgerekend naar volume spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid. Het percentage drift is berekend door de driftdepositie per oppervlakte-eenheid uit te drukken in procenten van de in het perceel verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid.



Figuur 1. Schematische weergave meetopstelling veldmeting drift in de laanboomteelt; links het perceel laanbomen waarvan minimaal de buitenste 20 m bespoten wordt, rechts de benedenwindse meetstrook; wind waait van links naar rechts (naar Porskamp et al., 1999).

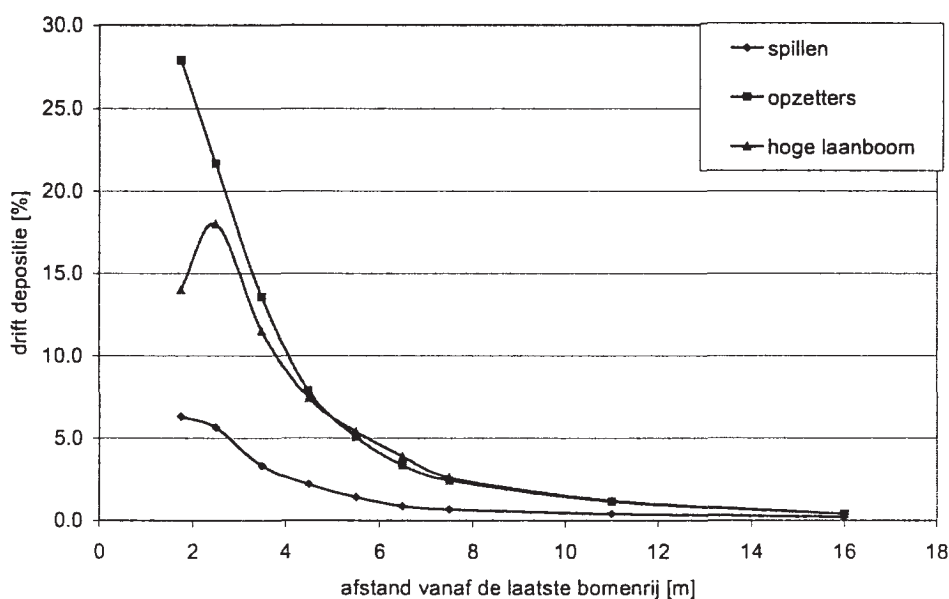
3. Resultaten

3.1 Veldmetingen drift

Voor zij- en opwaarts gerichte spuittechnieken zoals gebruikt in de boomteelt kunnen nog weinig driftbeperkende maatregelen geïmplementeerd worden. Uitgaande van wat uit de fruitteelt bekend is kan de drift aanzienlijk gereduceerd worden. In Tabel 1 is aangegeven wat de driftreductie op verschillende afstanden vanaf de rand van het gewas kan zijn wanneer gebruik gemaakt wordt van verschillende driftbeperkende technieken (TCT-CIW, 2008). De volgende technieken zijn opgenomen:

- dwarsstroomspuit met reflectiescherm (Huijsmans *et al.*, 1997)
- dwarsstroomspuit met venturi spuitdoppen en enkelzijdig spuiten van de buitenste bomenrij (Wenneker *et al.*, 2004)
- Wanner dwarsstroomspuit met reflectie scherm en venturi spuitdoppen (Wenneker *et al.*, 2006)
- tunnelspuit (Porskamp *et al.*, 1994a,b)
- windhaag (Porskamp *et al.*, 1994c).

De driftreductie is hierbij uitgedrukt ten opzichte van de depositie op verschillende afstanden van een standaard boomgaardspuit uitgerust met Albuz lila werveldoppen en een spuitdruk van 7 bar. Voor de boomteelt zijn bij de verschillende boomvormen driftmetingen uitgevoerd met de standaard spuittechniek. Voor spillen en opzetter (Porskamp *et al.*, 1999) en hoge laanbomen (Stallinga *et al.*, 2009) is de driftcurve voor de standaard spuittechniek weergegeven (Figuur 2).



Figuur 2. Driftdepositie (% van de dosering) naast het perceel voor een standaard boomteeltspuit in de laanbomenteelt onderscheiden naar de boomvormen spil, opzetter en hoge laanboom

Met toenemende afstand vanaf de rand van het gewas neemt de driftdepositie op grondoppervlak af. Voor de standaard spuittechniek zal in de volblad situatie de driftdepositie op 5 m afstand van de rand van het gewas voor de opzetters en hoge laanbomen ongeveer 6% zijn van de spuitvloeistofdoserings in het perceel. Op 15 m en 30 m afstand zal de driftdepositie ongeveer 0,4 % en 0,2 % zijn.

In analogie met de fruitteelt kan afhankelijk van de keuze van driftreducerende techniek de driftdepositie op bijvoorbeeld 15 m van de gewasrand tot meer dan 90% lager zijn dan voor de standaard gebruikte spuittechniek. In de laanbomenteelt zijn de mogelijkheden van deze driftreducerende maatregelen echter nog niet geïmplementeerd. Wel wordt door het LOTV aangegeven dat een teeltvrije zone van 5 m aangehouden moet worden. Op deze 5 m brede teeltvrije zone mogen bomen gekweekt worden die echter niet bespoten mogen worden, een spuitvrije zone van 5 m. De reductie van deze 5 m spuitvrije zone is op wateroppervlak (bij 2 m teeltvrij 3,5-4,5 m) ongeveer 90% (Stallinga et al., 2009).

Tabel 1. *Driftreductie (% t.o.v. standaard boomgaardspuit met Albus lila spuitdop) voor zij- en opwaarts gerichte spuittechnieken op verschillende afstanden vanaf de laatste bomenrij in de volblad en de kale boom situatie van een fruit boomgaard (naar: Porskamp et al., 1994a, 1994b, 1994c; Wenneker et al., 2004, 2006, 2008).*

	Afstand (m)	Spuittechniek				
		dwars + reflectie	venturi + eenzijdig	tunnel	Wanner reflectie + venturi	windhaag + standaard
Volblad	5	55	88	85	95	94
	10	55	93	85	95	88
	15	55	94	85	95	88
Kaal	5	55	86	85	95	68
	10	55	93	85	95	79
	15	55	95	85	95	79

Uitgaande van de driftcurve voor de standaard techniek (Figuur 2) en het effect van de 5 m spuitvrije zone kan de driftdepositie op afstanden tot 60 m vanaf de gewasrand berekend worden (Tabel 2).

Tabel 2. *Driftdepositie (% van dosering) voor op- en zijwaarts gerichte spuittechnieken op verschillende afstanden vanaf de laatste bomenrij in de volblad situatie van laanbomen (naar: Porskamp et al., 1999 en Stallinga et al., 2009)*

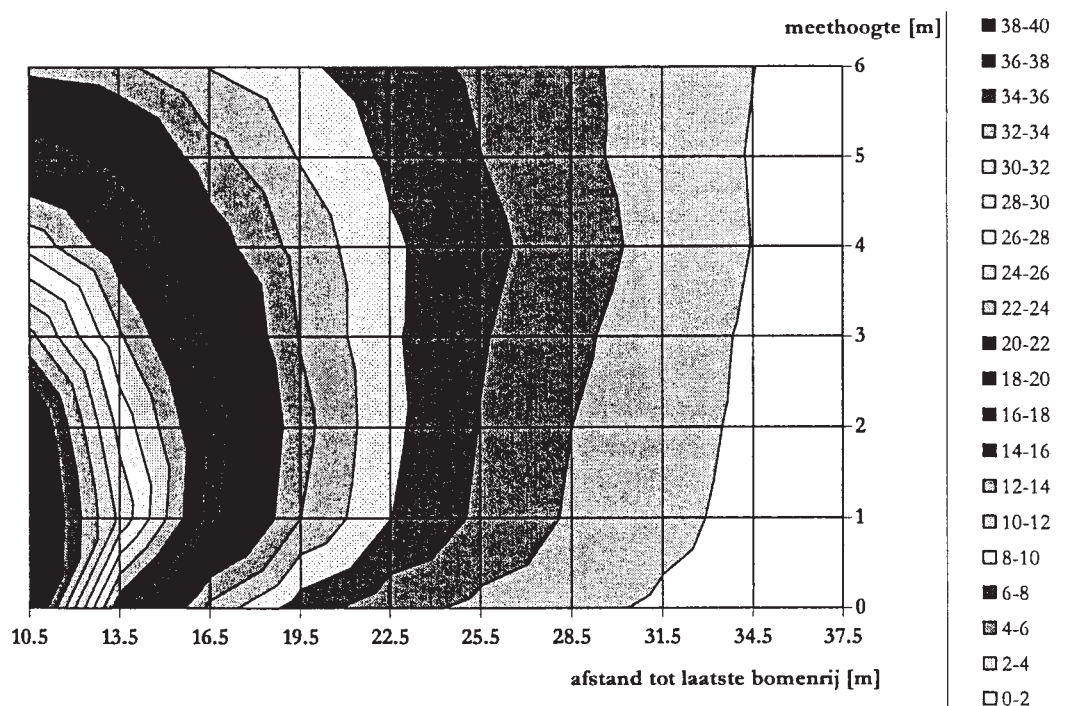
Afstand (m)	Spuittechniek	
	standaard axiaal	axiaal + 5 m spuitvrij
5	6,3	0,65
10	1.11	0.22
20	0.22	0.10
30	0.13	0.054
40	0.073	0.037
50	0.046	0.028
60	0.032	0.022

Door het gebruik van een standaard spuit in de laanbomenteelt is de driftdepositie in de volblad situatie op 20 m van de rand van het gewas ongeveer 0,2 % en op 50 m van de gewasrand 0.05 %.

Voor de beoordeling van gewasbeschermingsmiddelen naar de effecten op waterorganismen wordt voor veldspuiten standaard de driftdepositie op wateroppervlak beoordeeld met een driftdepositie waarde van 1% (CTGB, 2008). Op grond van de veldmetingen wordt voor de boomteelt aan dit criterium voldaan binnen de 15 m vanaf de perceelsgrens voor de standaard spuittechniek en binnen 5 m voor de standaard techniek in combinatie met een spuitvrije zone van 5 m.

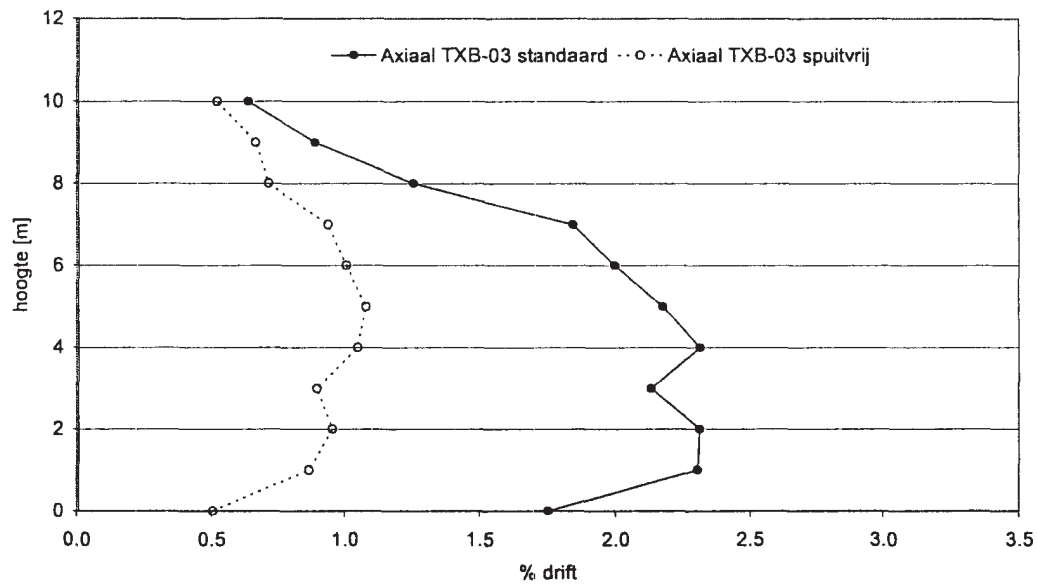
In de driftmetingen is niet alleen gekeken naar de driftdepositie op de grond naast het perceel maar ook naar de hoeveelheid drift die in de lucht passeert op 7,5 m afstand van de laatste bomenrij. Gemiddeld over de gemeten hoogte (6 m of 10 m) was voor de standaard techniek in de volblad situatie de drift op de mast op 7,5 m afstand van de laatste bomenrij ongeveer 1,8% van de dosering per oppervlakte-eenheid in de boomgaard (Porskamp et al., 199; Stallinga *et al.*, 2009). Gemiddeld was de driftreductie naar de lucht door een spuitvrije zone van 5 m ongeveer 50%.

De drift naar de lucht is niet homogeen verdeeld over de hoogte maar heeft hogere waarden net boven boomhoogte doordat de driftwolk over de top van de bomen naar buiten het perceel waait, voor metingen zoals gedaan in de fruitteelt is dit aangegeven in Figuur 3 (naar Michielsen et al., 2007). Van de gemeten afname in drijfdepositie in de lucht is voor de boomteelt gebruik gemaakt om de verdeling van de drift naar de lucht met de afstand in te schatten. Hierbij is gebruik gemaakt van de verdeling in de kale boom situatie.



Figuur 4. Drift naar de lucht (% van de dosering) naast het perceel voor een standaard dwarsstroom boomgaardspuit in de kale boom situatie.

Als uitgangssituatie is hiervoor de gemeten driftdepositie in de hoge laanbomenteelt (Stallinga et al., 2009) gebruikt (figuur 5). Duidelijk is te zien dat over de gehele gemeten hoogte (10 m) de reductie door gebruik van de spuitvrije zone optreedt.



Figuur 5. Drift naar de lucht (% van de dosering) naast het perceel voor een standaard boomteeltspuit (axiaal uitgerust met TeeJet TXB 8003 spuitdoppen) en in combinatie met een 5 m spuitvrije zone in de volblad situatie (Stallinga et al., 2008).

4. Drift en blootstelling

Voor een aantal gewasbeschermingsmiddelen die in de laanboomteelt gebruikt worden kan geëvalueerd worden wat de driftdepositie naast het perceel is in relatie met de toxiciteit van dat middel. In de laanboomteelt worden zowel onkruidbestrijdingsmiddelen (herbiciden), schimmelbestrijdingsmiddelen (fungiciden) als insectenbestrijdingsmiddelen (insecticiden, acaraciden) gebruikt. Herbiciden worden niet met een dwarsstroom of axiaal boomteeltspuit uitgebracht maar met een neerwaarts gerichte spuitboom of spuitdop. Fungiciden en insecticiden worden met op- en zijwaarts gerichte spuittechnieken zoals de standaard axiaal boomteeltspuit. Een aantal veel in de laanboomteelt gebruikte fungiciden en insecticiden zijn in Tabel 4 opgesomd.

Tabel 4. Veel gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in de laanboomteelt met hun gehalte werkzame stof, de dosering per oppervlakte-eenheid en de uitgebrachte hoeveelheid werkzame stof (mg/m²).

Soort gewas- beschermings- middel	Naam middel	Werkzame stof	Gehalte werkzame stof	Dosering middel	Toegediende hoeveelheid werkzame stof mg/m ²
fungicide	Kenbyo	kresoxim-methyl	10 g/kg	0.6 l/ha	0.6
fungicide	mancozeb	mancozeb	3 g/kg	1.8 l/ha	0.54
fungicide	captan	captan	800 g/kg	1.2 kg/ha	96
insecticide	Admire	imidacloprid	400 g/kg	0.06 kg/ha	2.4
insecticide	Decis Micro	Deltamethrin	400 g/l	0.05 kg/ha	2
acaracide	dimethoaat	dimethoaat	400 g/l	0.5 l/ha	20

Per oppervlakte eenheid verschilt de toegediende hoeveelheid werkzame stof aanzienlijk. Voor het insecticide deltamethrin is de dosering 2 mg/m², terwijl voor het fungicide captan de dosering 96 mg/m² is. De toxiciteit van de middelen kan echter ook sterk verschillen.

Voor de risicobeoordeling van toevallige passanten, omwonenden of mensen die werkzaamheden verrichten nabij plaatsen waar met gewasbeschermingsmiddelen wordt gewerkt (omstanders of by-standers) zijn er geen vastgestelde dossiervereisten, beoordelingsmethodieken, normen en criteria voor het beoordelen van het gezondheidsrisico van deze mensen. De risicobeoordeling voor de volksgezondheid door blootstelling via de lucht (omwonenden, omstanders) gebeurt op individuele basis en wordt als een lacune beschouwd (pr4.4;CTGB, 2008). Het CTGB stelt dat over het algemeen de afstand tot de plaats waar met gewasbeschermingsmiddelen wordt gewerkt voor omstanders aanmerkelijk groter is dan voor de toepasser. De blootstelling zal voor omstanders derhalve lager zijn dan voor de toepasser. Daarom wordt voor de omstander bij toepassingen in de open lucht geen hoger risico voor de gezondheid ingeschat. Hierbij wordt echter voorbijgegaan aan het feit dat voor omstanders (omwonenden) dit vaak een chronische blootstellingvorm is en er bij de risicobeoordeling voor de toepasser andere uitgangspunten worden gehanteerd. Aangezien er momenteel geen betere blootstellingsbenadering voorhanden is wordt gebruik gemaakt van deze redeneratie (CTGB, 2008).

Om voor de situatie in de laanboomteelt het risico in te schatten is er vanuit gegaan dat de in Tabel 4 genoemde stoffen gebruikt worden met de verschillende toedieningstechnieken, waarvoor de drift buiten het perceel is berekend. De berekende drift geeft aan hoeveel middel er op de verschillende afstanden naast het perceel op de grond terecht kan komen of wat op verschillende hoogtes passeert.

Voor het risico voor opname door voedsel, inademen (inhalatoir) en huidcontact (dermaal) gelden verschillende drempelwaarden (Fytostat, 2008) die veelal verkregen zijn door experimenteel dieronderzoek. Wordt het risico voor interne blootstelling van de mens beoordeeld dan gelden daar voor de in Tabel 4 genoemde stoffen drempelwaarden voor (Tabel 5).

Tabel 5. Referentiewaarden kortdurende blootstelling (Acceptable Exposure Level; AEL-systemisch) de dermale absorptie (%) en de maximaal toelaatbare blootstelling op een persoon (mg/m²) voor een aantal toegepaste werkzame stoffen in de fruitteelt (bron: CTGB, 2008).

Middel	Toepassing	AEL (mg/kg lich. gew./dag)	Dermale absorptie (%)	Max. toelaatbare blootstelling (mg/m ²)
kresoxim-methyl	fungicide	0.90	10	284
mancozeb	fungicide	0.035	10	11
captan	fungicide	0.1	10	31.5
imidacloprid	insecticide	0.08	8	31.5
Deltamethrin	insecticide	0.0075	10	2.4
dimethoaat	acaracide	0.001	2	1.6

Bij de interne blootstelling van deze stoffen, die bepalend is voor het risico voor de mens, is het ook van belang wat de mate is waarin de stof door de huid opgenomen wordt. Dit verschilt voor de individuele stoffen zeer sterk en is aangegeven met de dermale absorptie (Tabel 5). Voor het bepalen van het inhalatie risico wordt met een 100% opname van de in de lucht aanwezige stof gerekend.

Voor omwonenden kan het ook van belang zijn wat de blootstelling is door secundaire blootstelling via contact met oppervlakken waarop de stof is neergeslagen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan kleine kinderen die op het gras in de tuin spelen.

Omdat blootstelling gedurende meerdere dagen per teeltseizoen voorkomt wordt er uitgegaan van de semi-chronische blootstelling (Tabel 5) en niet gewerkt met toxicologische eindpunten met als enig eindpunt dood (LD50).

In de berekening van de dermale en inhalatoire blootstelling is uitgegaan van een volwassen persoon met een gemiddeld gewicht van 63 kg (CTGB, 2008). Hiermee kan uit Tabel 5 de maximaal toegestane hoeveelheid (Acceptable Exposure Level; AEL) bepaald worden waarbij de toepassing kritisch wordt door een te hoge hoeveelheid werkzame stof op de huid. Overeenkomstig de rekenwijze voor blootstelling binnen EUROPOEM II (EUROPOEM, 2002) voor blootstelling voor omstanders wordt er voor omwonenden en omstanders vanuit gegaan dat zij onbedekt rondlopen waarbij hun vangoppervlak 2 m² is (voor + achterzijde, 0,50 m breed + 2 m hoog). Met deze beide aannames kan uitgerekend worden wat de hoeveelheid werkzame stof is die op de persoon terecht komt en in welke mate dit de drempelwaarden voor dermale toxiciteit over- of onderschrijft. Voor de verschillende gewasbeschermingsmiddelen is in Tabel 6 uitgerekend wat de maximale dosering is per persoon (63 kg) voor de verschillende stoffen. In Tabel 7 staat wat bij driftpercentages tussen 0,1% en 25% op deze persoon van 2 m² oppervlak aan druppeldrift terecht komt (mg/m²).

Tabel 6. Depositie aan actieve stof op een onbedekte persoon van 2 m² oppervlak (mg) bij verschillende drift percentages (0,1%-25%).

Middel	Werkzame stof	Depositie (mg) bij verschillende drift percentages							
		0,1%	0,5%	1%	5%	10%	15%	20%	25%
Kenbyo	kresoxim-methyl	0.0006	0.003	0.006	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
mancozeb	mancozeb	0.00054	0.0027	0.0054	0.027	0.054	0.081	0.108	0.135
captan	captan	0.10	0.48	0.96	4.80	9.6	14.4	19.2	24.0
Admire	imidacloprid	0.002	0.01	0.02	0.12	0.2	0.4	0.5	0.6
Decis Micro	Deltamethrin	0.002	0.01	0.02	0.10	0.2	0.3	0.4	0.5
dimethoaat	dimethoaat	0.02	0.10	0.20	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0

Tabel 7. Maximale toelaatbare dosering op een onbedekte persoon van 2 m² oppervlak (mg/m²) en de depositie aan actieve stof (mg/m²) bij verschillende drift percentages (0,1-25).

Middel	Werkzame stof	Max. toelaatbare dermale blootstelling (mg/m ²)	Blootstelling (mg/m ²) bij verschillende drift percentages							
			0,1%	0,5%	1%	5%	10%	15%	20%	25%
Kenbyo	kresoxim-methyl	284	0.0003	0.0015	0.003	0.015	0.03	0.045	0.06	0.075
mancozeb	mancozeb	11	0.00027	0.00135	0.0027	0.0135	0.027	0.0405	0.054	0.0675
captan	captan	31.5	0.048	0.24	0.48	2.4	4.8	7.2	9.6	12
Admire	imidacloprid	31.5	0.0012	0.006	0.012	0.06	0.12	0.18	0.24	0.3
Decis Micro	Deltamethrin	2.4	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
dimethoaat	dimethoaat	1.6	0.01	0.05	0.1	0.5	1	1.5	2	2.5

Huidblootstelling

Door de hoeveelheid werkzame stof die bij de verschillende driftpercentages op de mens terecht komt (Tabel 6, 7) te toetsen aan de maximale hoeveelheid die op grond van de dermale interne blootstelling tot effect leidt (Tabel 5) wordt de overschrijding van deze norm aangegeven (Tabel 8). Uit Tabel 8 volgt dat bij een driftpercentage van 10% de dermale eindwaarde bij dimethoaat overschreden wordt (>100). Voor de overige stoffen is er geen overschrijding van het dermale eindpunt (AEL) tot 25% drift.

Tabel 8. Invulling van AEL dermaal (%) op een onbedekte persoon van 2 m² oppervlak en voor verschillende actieve stoffen bij verschillende drift percentages (0,1%-25%).

Middel	Werkzame stof	Drift %							
		0,1%	0,5%	1%	5%	10%	15%	20%	25%
Kenbyo	kresoxim-methyl	0.0002	0.001	0.002	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
mancozeb	mancozeb	0.005	0.02	0.05	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2
captan	captan	0.3	2	3	15	30	46	61	76
Admire	imidacloprid	0.01	0.04	0.1	0.4	0.8	1.1	2	2
Decis Micro	Deltamethrin	0.08	0.4	0.8	4	8	13	17	21
dimethoaat	dimethoaat	1.3	6	13	63	127	190	254	317

Voor de stof met het hoogste risico, de werkzame stof dimethoaat, is het effect van de verschillende spuittechnieken, afstanden tot de rand van het perceel en de hoogte in de lucht (Tabel 9) nader bekeken voor de druppeldrift naar de lucht. Hierbij wordt verondersteld dat de hoogte 0-3 m representatief is voor blootstelling van personen die zich buiten bevinden en dat de hoogte 3-6 m representatief is voor de blootstelling van de gevel als een persoon in een open raam staat of de hoeveelheid die de woning binnen kan komen door een open (slaapkamer)raam. Voor de overige in Tabel 4 genoemde stoffen staan de resultaten van de berekeningen in Bijlage I.

Tabel 9. Druppeldrift naar de lucht (% van afgifte) en de invulling van het dermale blootstellingseindpunt (AEL) voor de stof dimethoat op twee hoogten op verschillende afstanden van de laatste bomenrij van het perceel laanbomen voor de standaard axiaal spuit en de axiaal spuit in combinatie met een spuitvrije zone van 5 m in het volblad situatie.

	Af-stand [m]	Druppeldrift [%]		Invulling dermale blootstellingseindpunt [%]	
		volblad		volblad	
		axiaal	axiaal+ spuitvrij	axiaal	axiaal+ spuitvrij
Onderste 0-3 m	10	1.94	0.73	24.6	9.2
	20	0.51	0.19	6.5	2.4
	30	0.14	0.05	1.73	0.65
	40	0.036	0.014	0.46	0.17
	50	0.010	0.004	0.12	0.045
	60	0.003	0.001	0.032	0.012
3-6 m hoogte	10	2.30	1.08	29.2	13.7
	20	0.87	0.41	11.1	5.2
	30	0.33	0.16	4.2	2.0
	40	0.13	0.059	1.60	0.75
	50	0.048	0.022	0.61	0.29
	60	0.018	0.009	0.23	0.11

Op 0-3 m hoogte is er voor de standaard spuittechniek in de volblad situatie van laanbomen geen overschrijding van de AEL-dermaal vanaf 10 m. Op 3-6 m hoogte is er door belasting van druppeldrift bij de standaard spuittechniek in de volblad situatie van de laanbomenteelt geen overschrijding van de AEL dermaal (>100) vanaf 10 m vanaf de laatste bomenrij. Door de spuitvrije zone is het risico verder beperkt.

Inhalatie blootstelling

Voor het inhalatierisico wordt in de risicobeoordeling uitgegaan van een bepaalde belasting die ontstaat door een concentratie van de actieve stof in de lucht en een bepaalde inname hiervan door inademen. Doorgaans wordt ervan uitgegaan dat een persoon bij rustige belasting 1.25 m³/uur lucht inademt. Bij bespuitingen passeert de druppeldrift in een relatief korte tijd de persoon, in minder dan 1 minuut tijd. Bij een doorstroomoppervlak van 1 m² en een gemiddelde windsnelheid van 3 m/s zit de totale driftdepositie dan in 180 m³ lucht waarvan slechts 1/60 deel ingeademd kan worden (1 minuut van 1.25 m³ per uur). De belasting van de persoon kan op deze wijze uitgerekend worden en getoetst aan de AEL-systemisch met een 100% absorptie (Tabel 11).

Tabel 11. Druppeldrift naar de lucht (% van afgifte) en de invulling van het inhalatoire blootstellingseindpunt (AEL) voor de stof dimethoaat op de hoogte 0-3 m op verschillende afstanden van de laatste bomenrij van het perceel laanbomen voor de standaard axiaal spuit en de axiaal spuit in combinatie met een 5 m spuitvrije zone in de volblad situatie van de laanbomen.

	Af-stand [m]	Druppeldrift [%]		Invulling inhalatoire blootstellingseindpunt [%]	
		volblad		volblad	
		axiaal	axiaal+ spuitvrij	axiaal	axiaal+ spuitvrij
Onderste 0-3 m	10	1.94	0.73	0.071	0.027
	20	0.51	0.19	0.019	0.007
	30	0.14	0.05	0.0050	0.0019
	40	0.036	0.014	0.0013	0.00050
	50	0.010	0.004	0.00035	0.00013
	60	0.018	0.009	0.000093	0.000035

Voor dimethoaat is er op grond van de aannames geen blootstellingsrisico voor inademing bij de standaard spuittechniek in de laanbomenteelt. Op grond van dit voorbeeld voor dimethoaat en de berekeningen gedaan voor de andere stoffen (zie Bijlage II) is er voor de genoemde stoffen en technieken in de teelt van laanbomen geen risico voor normoverschrijding door inademing op 10 m afstand van het behandelde perceel.

Indirect contact

Indirect contact met depositie van drift kan optreden wanneer bijvoorbeeld een gazon betreden wordt, men op het grasveldje sport, er ligt te zonnen of als er kinderen buiten spelen of baby's rondkruipen. Voor deze situaties is bij Ctgb een model wat het herbetedingsrisico van gazon voor deze situaties berekent (Falke, 2006) wanneer gazon bespoten wordt. Dit model is aangepast om het risico van de driftdepositie op genoemde situaties te bepalen. Voor de meest kritische stof dimethoaat (hoogste invulling met 1,3 % bij 0,1% driftdepositie) werd ook de herbetedingsnorm voor geen van de situaties overschreden (<100%). De resultaten van de modeluitkomsten voor de verschillende stoffen en de meest kritische situatie, rondkruipende baby, staan in Tabel 12 voor de hoogste driftdepositie; de standaard spuittechniek op 10 m afstand van het perceel (1.1% driftdepositie).

Tabel 12. Herbetedingsrisico van een gazon voor een kruipende baby uitgedrukt als invulling van de norm (%) bij een driftdepositie van 1.1%.

Middel	Toepassing	Invulling herbetedingsrisico (%)
kresoxim-methyl	fungicide	3,1
mancozeb	fungicide	21
captan	fungicide	0,8
imidacloprid	insecticide	3,6
Deltamethrin	insecticide	0,2
dimethoaat	acaracide	2,4

Op 10 m afstand van het perceel treden er bij toepassing van de verschillende middelen zoals gebruikt in de teelt van laanbomen geen blootstellingsrisico's op als gevolg van indirect contact bij herbeteding.

Samenvattend kan gesteld worden dat op grond van de dermale blootstelling, de inhalatie blootstelling en het herbetredingsrisico geen van de in deze studie pgenomen stoffen kritisch zijn. Voor de genoemde werkzame stoffen zoals in de laanbomenteelt gebruikt met een standaard spuittechniek kan een veilige afstand van 10 m aangegeven worden voor blootstelling aan druppeldrift.

5. Discussie

Driftreducerende spuittechnieken

In de fruitteelt worden driftreducerende spuittechnieken gebruikt om de emissie naar oppervlaktewater te beperken (CTGB, 2008; TCT-CIW, 2008). Deze technieken zijn ingedeeld in driftreductieclassen op basis van de driftreductie op wateroppervlak in de sloot naast een boomgaard. Op grotere afstanden vanaf de laatste bomenrij hebben deze driftreducerende spuittechnieken andere driftreductiepercentages dan op wateroppervlak afstand. Zo is de combinatie van dwarsstroomspruit met reflectiescherm én venturi spleetdoppen (Wenneker *et al.*, 2006) ingedeeld in de driftreductieclassen 90 en 95 maar is op 10-15 m afstand de driftreductie vergelijkbaar met die van de dwarsstroomspruit met venturidoppen. Er zijn echter maar een beperkt aantal meetresultaten beschikbaar waaruit blijkt wat de driftreductie op grotere afstand is. Op grotere afstanden is dus niet met zekerheid te zeggen hoe de driftreductie voor veel gecertificeerde driftreducerende spuittechnieken zal zijn. Alleen van de dwarsstroomspruit met venturidop is recent tot 25 m afstand van de laatste bomenrij de driftreductie bepaald (Wenneker *et al.*, 2008). De resultaten van de driftbeperkende maatregelen in de fruitteelt geven aan dat de drift in de teelt van laanbomen nog verder beperkt zal kunnen worden.

Kale boom en volblad situatie

Duidelijk is dat de emissie vanuit een boomteeltperceel tijdens bespuitingen in de kale boom situatie hoger is dan tijdens bespuitingen in de volblad situatie. Voor zover bekend worden er in de laanbomenteelt geen middelen tijdens de kale boom situatie gebruikt.

Windhaag op de perceelsgrens

Uit onderzoek van Porskamp *et al.* (1994c) en Wenneker *et al.* (2005) is gebleken dat in de fruitteelt het plaatsen van windhagen op de rand van het perceel de emissie uit de boomgaard aanzienlijk kunnen beperken, 70% reductie in de kale boom situatie en 90% in de volblad situatie. Duidelijk is ook dat de driftreductie door een windhaag afhankelijk is van de boomsoort en de bladontwikkeling gedurende het jaar. Het onderzoek naar driftbeperking door een windhaag richtte zich vooral op de driftbeperking naar oppervlaktewater naast de boomgaard. De metingen zijn dan ook vooral gedaan direct naast het perceel op grondoppervlak. Uit onderzoek van Stallinga *et al.*, 2009 naar het effect van een 5 m spuitvrije zone in de laanbomenteelt komen vergelijkbare resultaten, een 90% reductie in driftdepositie naast het perceel.

Porskamp *et al.* (1994) heeft echter ook de driftbeperking naar de lucht gemeten door zonder windhaag te meten en direct achter de windhaag te meten tot 4 m hoogte. Hieruit bleek dat de driftreductie door een windhaag naar de lucht (gemiddeld 0-4 m hoogte) in de kale boom situatie (windhaag ook kaal) gemiddeld 83% was en in de volblad situatie 97%. Voor de onderste 3 m was de driftreductie naar de lucht ongeveer 85% voor de kale boom situatie en ongeveer 95% voor de volblad situatie. Stallinga *et al.* (2009) vonden voor de spuitvrije zone een lagere drift naar de lucht voor de onderste 3 m van 63% en 53% voor de hoogte 3-6 m dan bij een standaard bespuiting.

Als er geen sloot om de boomgaard ligt zijn er geen beperkingen voor de te gebruiken spuittechnieken in de boomgaard en zijn er geen verplichte teeltvrije zones. Doorgaans ligt in de praktijk de eerste bomenrij op 5 m afstand van de perceelsgrens.

6. Conclusie

Door het bespuiten van een perceel laanbomen met een axiaal boomteeltspuit kan afhankelijk van de weersomstandigheden drift optreden. Deze drift kan beperkt worden door het aanhouden van een teeltvrije zone binnen het perceel (5 m) één van de maatregelen die vereist is volgens het Lozingenbesluit om de drift naar een sloot naast het perceel te beperken. Door deze maatregel of door gebruik te maken van een spuitvrije zone wordt ook de drift op grotere afstand beperkt. In het beleid is een risicozone voor bebouwing bepaald van 50 m vanaf de gewasgrens. Door de driftdepositie op verschillende afstanden tussen de 10 m en 50 m vanaf de laatste bomenrij van een laanbomen perceel te bepalen en te vergelijken met het blootstellingsrisico kon bepaald worden of de benodigde afstand tot bebouwing verkleind kon worden. Op grond van de berekende drift en als gevolg daarvan de huidblootstelling, de inhalatieblootstelling en de secundaire blootstelling door contact met besmette plekken voor diverse veelgebruikte werkzame stoffen in de laanbomenteelt volgde dat geen van de stoffen een beperking oplegde. Voor de gebruikte stoffen is er vanaf 10 m geen overschrijding van de blootstellingsrisico's. De benodigde afstanden van de perceelsgrens tot bebouwing van 50 m is een veilige afstand en zou op grond van de in deze studie genoemde uitkomsten verkleind kunnen worden.

Samenvatting

Binnen gemeenten doet zich vaak een discussie voor over de afstand van woningbouw tot gebieden met agrarische activiteiten, met name het toedienen van gewasbeschermingsmiddelen in boomteeltpercelen. Op dit moment wordt generiek een veiligheidsafstand van 50 m gehanteerd tussen bebouwing en perceelsrand. Om te onderzoeken of het mogelijk is deze afstand te verkleinen is een studie uitgevoerd naar het effect van thans gebruikte toedieningstechnieken op de driftdepositie naast het perceel op de grond en de drift naar de lucht. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens uit veldonderzoek met een standaard axiaal boomteeltspuit uitgerust met standaard werveldoppen. Berekeningen zijn uitgevoerd om de drift naar de lucht op 10, 20, 30, 40 en 50 m afstand van de perceelsrand in de lagen 0-3 m en 3-6 m hoogte te kwantificeren. Deze gegevens zijn gecombineerd met blootstellingscriteria AEL voor dermaal, inhalatoir en secundair dermaal contact van verschillende veel gebruikte gewasbeschermingsmiddelen in de teelt van laanbomen om een inschatting van het risico voor omwonenden en omstanders te kunnen maken. Uit deze berekeningen volgde dat bij zij- en opwaartse bespuitingen in de laanbomenteelt, dat een afstand van 50 m tussen bebouwing en perceelsrand geen overschrijdingen geeft van de AEL-dermaal en inhalatoir. Voor de gebruikte stoffen is er vanaf 10 m geen overschrijding van de blootstellingsrisico's. De benodigde afstanden van de perceelsgrens tot bebouwing van 50 m is een veilige afstand en zou op grond van de in deze studie genoemde uitkomsten verkleind kunnen worden.

Literatuur

- CIW, 2003.
Beoordelingsmethodiek emissiereducerende maatregelen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Commissie Integraal Waterbeheer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Werkgroep 4 Water en Milieu, Den Haag. 82 pp.
- CTGB, 2008.
Handboek Toelating Bestrijdingsmiddelen. <http://www.ctgb.nl/>.
- EUROPOEM, 2002.
European Predictive Operator Exposure Model; The Development, Maintenance and Dissemination of Generic European Databases and Predictive Exposure Models to Plant Protection Products. Report to DG SANCO (FAIR3 CT96-1406), Brussels, Belgium.
- Falke, H.E., 2008.
Persoonlijke mededeling. CTGB, Wageningen.
- Fytostat, 2008.
Internetsite: www.fytostat.nl.
- 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). IMAG-DLO Rapport 97-04, IMAG, Wageningen, 38 pp.
- Michielsen, J.M.G.P., M. Wenneker, J.C. van de Zande, & B. Heijne, 2007.
Contribution of individual row sprayings to airborne drift spraying an apple orchard. In: E. Gil, F. Solanelles, S. Planas, J.R. Rossell & L. Val (eds). 8th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, June 2005, Barcelona, Book of Abstracts, Universitat Politècnica de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Universitat de Lleida, Barcelona, 2007. p. 37-46.
- Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen, & J.F.M. Huijsmans, 1994a.
Emissiebeperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1992). Onderzoek naar de depositie en emissie van gewasbeschermingsmiddelen. IMAG-DLO Rapport 94-19. pp. 45.
- Porskamp, H.A.J., Michielsen, J.M.G.P. en J.F.M. Huijsmans, 1994b.
Emissiebeperkende spuittechnieken voor de fruitteelt (1993). Onderzoek emissie van gewasbeschermingsmiddelen. IMAG-DLO Rapport 94-23. pp. 33.
- Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen & J.F.M. Huijsmans, 1994c.
De invloed van een windhaag op emissies bij fruitteeltspuiten. IMAG-DLO Rapport 94-29. pp. 29.
- Porskamp, H.A.J., J.C. van de Zande, H.J. Holterman & J.F.M. Huijsmans, 1999.
Opzet van een classificatiesysteem voor spuitdoppen op basis van driftgevoeligheid. IMAG-DLO Rapport 99-02, IMAG, Wageningen, 22 pp.
- Stallinga, H., J.C. van de Zande, J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & A.M. van der Lans, 2009. Drift bij een experimentele mastspuit in e laanbomenteelt. WUR-PRI Rapport (in voorbereiding)
- TCT-CIW, 2008.
Lijst beoordeelde technieken volgens Beoordelingsmethodiek emissiebeperkende maatregelen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Internetsite: http://www.helpdeskwater.nl/emissiebeheer/landbouw_en_veeteelt/lotv/technische_commissie/
- VW, VROM, LNV, VWS en SZW, 2000.
Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatsblad 2000 43, 117p.
- VW, VROM, LNV, 2007.
Wijziging van het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij en enige andere besluiten (actualisering lozingenvoorschriften). Staatsblad 2007 143, 35 p.
- VW & LNV, 2001.
Regeling testmethoden driftarme doppen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatscourant 1 maart 2001. nr. 43, p18.

- Wenneker, M., B. Heijne, & J.C. van de Zande, 2004.
Invloed van venturi-spuitsdoppen en luchtondersteuning op de emissie bij bespuitingen in de fruitteelt. PPO-Fruit, WUR-A&F, PPO-Fruit Rapportnummer 2004-03, Randwijk. 2004. 65 p.
- Wenneker, M., B. Heijne, & J.C. van de Zande, 2005.
Effect of natural windbreaks on drift reduction in orchard spraying. *Communications of Applied Biology Science*, Ghent University, 70(2005)4: 961-969.
- Wenneker, M., R. Anbergen, N. Joosten & J.C. van de Zande, 2006.
Emissiereductie bij inzet van een Wannerspuit met reflectieschermen in de fruitteelt. Wapeningen UR, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Sector Fruit. PPO nr. 2006-13, Randwijk. 2006. 47 p.
- Wenneker, M., J.M.G.P. Michielsen, B. Heijne, & J.C. van de Zande, 2007.
Contribution of individual row sprayings to total spray drift deposition next to an apple orchard. In: E. Gil, F. Solanelles, S. Planas, J.R. Rossell & L. Val (eds). *Proceedings of the 8th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing*, June 2005 Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Universitat de Lleida, Barcelona, 2007. p. 57-64.
- Wenneker, M. & J.C. van de Zande, 2008.
Spray drift reducing effects of natural windbreaks in orchard spraying. *International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology* 84(2008): 25-32.
- Wenneker, M., J.C. van de Zande, H. Stallinga & J.M.G.P. Michielsen, 2008.
Vergelijkende driftmetingen tussen een axiaalspuit en een dwarsstroomspuit in de fruitteelt. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving – Sector Fruit*, Rapport nr.??, Wageningen. 2008 (in voorbereiding).
- Zande, J.C. van de, B. Heijne & M. Wenneker, 2001.
Driftreductie bij bespuitingen in de fruitteelt (stand van zaken december 2001). Instituut voor Milieu- en Agri-techniek, IMAG Rapport 2001-19, Wageningen. 36 pp.
- Zande, J.C. van de, H.J. Holterman & M. Wenneker, 2007.
Doppenclassificatie fruitteelt. Vaststellen referentie spuitdoppen klassengrenzen. Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Report 150, Wageningen. 2007. 22 p.
- Zande, J.C. van de, Lans, A.M. van der, Michielsen, J.M.G.P., Stallinga, H., Velde, P. van, & Massink, G., 2007.
Development of a sprayer adapted to high tree crops. In: E. Gil, F. Solanelles, S. Planas, J.R. Rossell & L. Val (eds). *Proceedings of the 8th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing*. June 2005 Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Universitat de Lleida, Barcelona, 2007. p.113-120

Bijlage I.

Dermale blootstelling

Bijlage II.

Inhalatoire blootstelling