Driftreductie door doptype, kantdop en luchtondersteuning tijdens een bespuiting van aardappelen

I. Veldonderzoek 1998, spuitvolume 300 L/HA

J.M.G.P. Michielsen
H. Stallinga
J.C. van de Zande

oktober 1999

Nota P 99 -111

IMAG

WAGENINGEN UR

Driftreductie door doptype, kantdop en luchtondersteuning tijdens een bespuiting van aardappelen

I. Veldonderzoek 1998, spuitvolume 300 L/HA

J.M.G.P. Michielsen
H. Stallinga
J.C. van de Zande

oktober 1999

Nota P 99 -111

© 1999
Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG)
Mansholtlaan 10-12 , Postbus 43, 6700 AA Wageningen
telefoon 0317 - 476300
telefax 0317 – 425670
www.imag.wageningen-ur.nl

Intern mededeling IMAG. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van IMAG of de opdrachtgever. Bronvermelding zonder weergave van de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van: auteursnaam, titel, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, in any form of by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording of otherwise, without the prior written permission of IMAG.

DRIFTREDUCTIE DOOR DOPTYPE, KANTDOP EN LUCHTONDERSTEUNING TIJDENS EEN BESPUITING VAN AARDAPPELEN
I. VELDONDERZOEK 1998, SPUITVOLUME 300 L/HA .

J.M.G.P. Michielsen

H. Stallinga

J.C. van de Zande

IMAG Nota P99-111

Wageningen oktober 1999

VOORWOORD

Voor u ligt de rapportage van veldonderzoek naar het effect van spuitdoppen met verschillende grofheid van de spuitnevel, een kantdop en luchtondersteuning op de drift. De experimenten zijn uitgevoerd tijdens de bespuiting van een aardappelgewas. Alle bespuitingen werden uitgevoerd met een spuitvolume van 300 l/ha. Het onderzoek is in de periode juli – augustus 1998 uitgevoerd op het IMAG proefbedrijf 'Oostwaardhoeve'. In een perceel aardappelen was een proefveld dusdanig ingericht, dat er bij elke voorkomende windrichting gemeten kon worden. Een woord van dank aan de medewerkers van de Oostwaardhoeve is zeker op zijn plaats. Dit onderzoek naar driftredu-cerende spuittechnieken is uitgevoerd binnen het LNV programma 359: Emissies, emissiereducerende methoden en milieurisico's van gewasbeschermingsmiddelen.

Wageningen, oktober 1999

Inhoud

VOORWOORD 2

SAMENVATTING 4

1 INLEIDING 6

2 MATERIAAL EN METHODE 7

2.1 Inleiding 7

2.2 Beschrijving gebruikte driftarme doppen. 8

2.3 Afstelling en beschrijving van de machines 9

2.4 Metingen drift 10

2.5 Weersomstandigheden 11

2.6 Statistische verwerking 11

3 RESULTATEN 12

3.1 Drift naar de grond naast het perceel 12

3.2 Drift naar de lucht 16

3.3 Driftreductie ten opzichte van de standaard bespuiting 16

3.4 Effect luchtondersteuning 19

3.5 Effect kantdop op DG 20

4 DISCUSSIE 22

5 CONCLUSIES 24

LITERATUUR 25

BIJLAGEN 26

SAMENVATTING

In deze rapportage wordt het onderzoek naar het effect van het druppelgrootte spectrum van spuitdoppen, een kantdop en luchtondersteuning op de drift beschreven. De doppen die zijn onderzocht worden ook wel 'drift-arme' doppen genoemd; ze geven bij een gelijkblijvende afgifte een grover druppelspectrum dan de standaard spleetdoppen. De verwachting is dat deze doppen met toenemende grofheid van de spuitnevel een afnemende drift zullen geven. Het toepassen van een kantdop is gericht op het reduceren van de drift op de strook aansluitend aan de rand van het gewas. In dit onderzoek is in alle gevallen ook luchtondersteuning opgenomen. Door luchtondersteuning wordt het transport van de druppels uit de doppen ondersteund door een neergaande luchtbeweging opgewekt door een ventilator op de spuit en een verdeelsysteem aan de spuitboom.

De volgende driftarme doppen zijn onderzocht: spleet-ketsdop Turbo Teejet TT 110.04, spleetdop Drift Guard DG 110.04, kantdop UB 85.04 en de venturi doppen Injection Düse ID 120.04 en Turbo Drop XLTD 04-110.
De driftreductie werd gerelateerd aan het driftpercentage van een 'standaard'spleetdop, de XR 110.04. Deze doppen zaten gemonteerd op twee Hardi Twin machines: één aanbouwspuit (met de standaard dop, de TT, de DG dop en de kantdop) en één getrokken spuit (met de standaard dop, de ID dop en de XLTD dop). Beide machines hadden een werkbreedte van 18 m en waren voorzien van luchtondersteuning. Met alle combinaties werd een spuitvolume van 300 l/ha uitgebracht bij een spuitdruk van 3 bar.

De metingen zijn in juli en augustus 1998 uitgevoerd bij een bespuiting van aardappelen. De wind was haaks op de rijrichting. Het gewas had een hoogte van 50 cm, de spuitboomhoogte was 50 cm boven het gewas. Direct naast het perceel aardappelen lagen de driftcollectoren op vlak land, in twee rijen van 0,5 tot 16 m vanaf de laatste dop. Als spuitvloeistof werd water gebruikt waar de tracer Brilliant Sulfo Flavine en de uitvloeier Agral aan toe was gevoegd. Na de bespuiting werden de collectoren verzameld, gecodeerd en opgeslagen. Later werden deze in het laboratorium met water geëxtraheerd, waarna het water met een fluorimeter werd geanalyseerd op tracer-concentratie. De concentratie werd daarna omgerekend naar volume spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid. Het percentage drift is berekend door de drift per oppervlakte-eenheid uit te drukken in procenten van de door de doppen verspoten hoeveelheid per oppervlakte-eenheid.

Tijdens de proeven bedroeg de windsnelheid gemiddeld 4,0 m/s (0,2-8,1 m/s gemeten op 2 m hoogte), was de temperatuur gemiddeld 19°C (13,9-25,7 °C) en de relatieve luchtvochtigheid was gemiddeld 74 %. In totaal zijn 14 herhalingen uitgevoerd, maar in deze rapportage zijn 4 herhalingen niet opgenomen vanwege een te grote afwijking in de windrichting ten opzichte van de gestelde haakse richting. Bij de overblijvende 10 herhalingen was de gemiddelde windrichting 15° ten opzichte van haaks op de rijrichting.

Voor de vergelijking van de effecten van de driftarme doppen werd op elke machine een set standaard doppen gemonteerd. Het effect van een driftarme dop op de drift is in dit verslag gepresenteerd ten opzichte van de standaard dop op de spuit waar ook de driftarme dop op zat gemonteerd.

Ter vergelijking met rapportage van driftmetingen uit voorgaande jaren is de driftreductie op de strook 2-3 m vanaf de laatste dop geëvalueerd. Alle driftarme doppen gaven een lagere drift dan de standaard spleetdop (XR). De reductie door de Turbo Teejet (TT) is 57%, door de Drift Guard (DG) 76%, door de Injection Düse (ID) 87% en de Turbo Drop (XLTD) 88%.
De toepassing van luchtondersteuning gaf gemiddeld voor alle doptypen een reductie van 81 %.
Door het gebruik van een kantdop (UB, laatste dop dicht en kantdop 20 cm naar buiten geplaatst) in combinatie met de DG doppen, werd de drift op de strook 2-3 m vanaf de laatste dop met 81% gereduceerd. Deze dopcombinatie gaf met gebruik van luchtondersteuning een driftreductie van 96% ten opzichte van de standaardbespuiting.

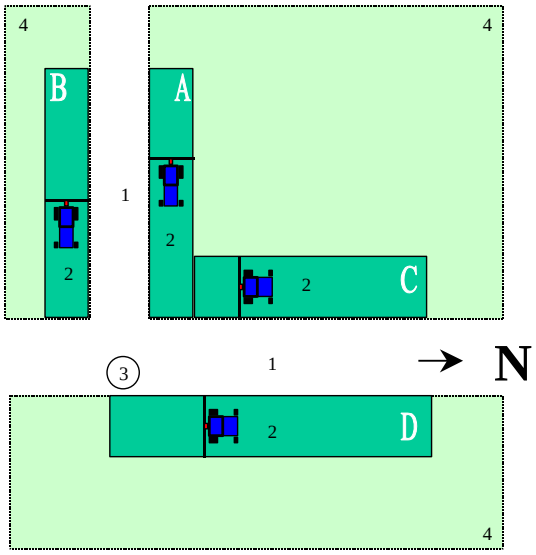
1 INLEIDING

In het MJP-G (1991) zijn gefaseerd de doelstellingen aangegeven voor de reductie van het gebruik van gewasbe-schermingsmiddelen en de beperking van de belasting van oppervlaktewater, bodem en lucht. Voor de besluit-vorming over driftreductie en voor de onderbouwing van driftreducerende maatregelen op individuele agrarische bedrijven zijn gegevens over optredende drift nodig.
In de relatie tot de toelating (Bestrijdingsmiddelenwet) kunnen er met emissiebeperkende technieken (en teeltwijzen) meer gewasbeschermings-middelen voor de sector beschikbaar blijven, d.w.z. een breder middelenpakket. Maar ook zullen er bij gebruik van emissiearme technieken minder toepassingsrestricties, zoals teeltvrije zones, aan de toelating worden verbonden.
De drift bij veldspuiten is afhankelijk van een groot aantal factoren zoals doptype, gewashoogte, spuitboom-hoogte, windsnelheid, rijrichting ten opzichte van een sloot. De laatste jaren hebben veel ontwikkelingen plaats gevonden om de drift te reduceren.
Een mogelijkheid is het gebruik van zogenaamde 'drift-arme'doppen. Drift-arme doppen zijn doppen die bij een gelijkblijvende afgifte een grover druppelspectrum geven en daardoor de drift beperken. Dit door gebruik te maken van spuitdoppen die een toenemende grofheid van de spuitnevel hebben. Deze grofheid wordt veroorzaakt door de verschillen in ontwerp, vorm en uitvoering van de spuitdoppen onder verder gelijkblijvende afgifte (l/ha) bij dezelfde druk. De verwachting is dat deze doppen met toenemende grofheid een afnemende drift zullen geven.
Een andere mogelijkheid is het gebruik van luchtondersteuning , waarbij het transport van de druppels naar en in het gewas ondersteund wordt door een neergaande luchtbeweging opgewekt door een ventilator. De vraag hierbij is of bij toenemende grofheid van de spuitnevel het effect van luchtondersteuning op de driftreductie gelijk blijft.
Een specifieke toepassing van driftreductie is het gebruik van een kantdop. Het gebruik van de kantdop is gericht op het reduceren van de drift op de strook aansluitend aan de rand van het gewas. Hier ligt in veel gevallen de sloot, het oppervlaktewater, waar in het beleid veel zorg over bestaat.
In een veldonderzoek zijn de effecten van verschillende doptypen, luchtondersteuning en een kantdop op de drift onderzocht. De werkwijze van dit onderzoek staat beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek beschreven. In de discussie (hoofdstuk 4) worden wat kanttekeningen geplaatst waarna in hoofdstuk 5 de conclusies kort beschreven worden.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Inleiding

In juli en augustus 1998 zijn driftmetingen in het veld uitgevoerd bij een bespuiting van aardappelen. De gewashoogte was ongeveer 50 cm. De aardappelen waren zowel in noord-zuid als oost-west richting gepoot. Doordat in het perceel een stuk was opengelaten (niet gepoot); kon bij elke heersende windrichting, haaks op de rijrichting, worden gemeten. In figuur 2 is schematisch het proefveld weergegeven. De percelen A – D zijn gebruikt voor de metingen bij de verschillende windrichtingen.



Figuur 2: Schematische weergave proefveld driftmetingen aardappelen 1998, **1** = open strook, plaats driftcollectoren, **2** = te bespuiten strook aardappelen, **3** = plaats meteomast, **4** = rest van het aardappelperceel.

Voor elke meting werd de open strook 'schoon' gemaakt, dat wil zeggen opkomend onkruid werd verwijderd om een zo vlak mogelijke meetstrook te verkrijgen. Het aardappelloof aan de rand van het perceel hing over de meetstrook heen, dit verschilde per meetstrook (zie tabel 2).

Tabel 2 : Beschrijving van het gewas op de verschillende meetstroken (perceel A-D).

perceel nr	meten bij windrichting	afstand midden laatste rug tot rand van het gewas	afstand laatste dop tot midden laatste rug
A	noord	70 cm	15 cm
B	zuid	80 cm	12 cm
C	west	110 cm	20 cm
D	oost	55 cm	-

Het totale aantal gemeten herhalingen bedroeg 14. Maar doordat een aantal herhalingen werden uitgevoerd bij een windrichting die te veel afweek van haaks op de rijrichting, zijn 4 herhalingen niet meegenomen in de analyse.

2.2 Beschrijving gebruikte driftarme doppen.

De spuitdoppen onderscheiden zich door verschillen in uitvoering. De spuitdoptypen die gebruikt zijn, zijn de Teejet Drift Guard, Turbo Teejet, Lechler Injection Düse en de Agrotop Turbodrop XL. Hieronder volgt een korte beschrijving van de gebruikte doppen met een schematische weergave.

Teejet DG 110.04. DG staat voor *Drift Guard*, een spleetdop met een tophoek van 110°, van roestvast staal met een vooropening die zorgt voor de vorming van middelgrove tot grove druppels.

Teejet TT 110.04. TT staat voor *Turbo Teejet*, heeft een ander uiterlijk dan een spleetdop. De uit de dop tredende vloeistof komt tegen een ketsplaat, die zorgt voor de breedte verdeling. De spuitkegel is 15° naar achteren gericht. De wervelkamer in de dop veroorzaakt bij de druppelvorming grovere druppels.

Lechler ID 120.04. ID staat voor *Injections Düse*. In deze dop wordt de spuitvloeistof met lucht gemengd. De lucht wordt door de in de dop gevormde onderdruk via een kleine opening in de wand, uit de buitenlucht aangezogen. Volgens de fabrikant vormt dit mengsel van lucht en vloeistof luchtgevulde vloeistofdruppels.

Agrotop TurboDrop XLTD 04-110. De TurboDrop is een dop die bestaat uit een doseerplaat, luchtaanzuiging en een spleetdop. De grootte van het doseerplaatje en de werkdruk bepalen de afgifte. De luchtaanzuiging en de grootte van de spleetdop bepalen het druppelspectrum. Volgens de fabrikant vormt dit mengsel van lucht en vloeistof luchtgevulde vloeistofdruppels.

UB 85.04. De spuitdoppen, toegepast op een veldspuit, hebben een symmetrische spuitkegel. Bij een onderlinge afstand van 50 cm geven ze een regelmatige verdeling van de spuitvloeistof, doordat de vloeistofkegels van de individuele spuitdoppen elkaar overlappen. Hierdoor wordt bij de buitenste werkgang de vloeistof veelal tot buiten het gewas verspoten. Dit buiten het doel spuiten is te beperken door de laatste dop te vervangen door een zogenaamde kantdop. Deze kantdop wordt geplaats 20 cm buiten de laatste dop. De laatste dop wordt dan afgesloten. Hierbij wordt aan het einde van de spuitboom een min of meer verticale scheiding van het spuitbeeld verkregen.

Tabel 1: Overzicht van in dit onderzoek gebruikte 04 doppen, spuitdruk 3 bar, spuitvolume300 l/ha.

merk	doptype	grootte	naam in dit rapport	BCPC druppelgrootte klasse
Teejet	spleetdop	XR 110.04	S of Standaard	Midden
Teejet	spleet-ketsdop	TT 110.04	TT	Grof
Teejet	spleetdop	DG 110.04	DG	Grof
Teejet	kantdop	UB 85.04	Kantdop	-
Lechler	venturi	ID 120.04	ID	Zeer grof
Agrotop	venturi	XLTD 04 - 110	XLTD	Zeer grof

2.3 Afstelling en beschrijving van de machines

Om in het veld met twee meetploegen tegelijkertijd te kunnen werken zijn de bespuitingen uitgevoerd met twee Hardi Twin machines, verder genoemd Spuit I en Spuit II. Spuit I is de aanbouwspuit die reeds meerdere jaren in de experimenten is ingezet. De Spuit II is een getrokken spuit. Beide spuiten hebben een werkbreedte van 18 m en zijn voorzien van luchtondersteuning.

Op elke machine was een set 'standaard' doppen gemonteerd (= XR 110.04) naast de doppen die in dit experiment werden gemeten op driftreductie. Op de Spuit I was de Turbo Teejet, de Drift Guard en de kantdop gemonteerd. Op de Spuit II was de ID dop en de Turbo Drop gemonteerd. De doppen zaten gemonteerd in snelwisselkappen aan de drieling dophouder. In tabel 3 staan de gemiddeld gemeten afgifte van de (36) doppen op de spuitboom van 18 m, met de daarbij behorende variatiecoëfficient.

De luchtondersteuning was op maximaal ingesteld met een hoek van 20 graden naar voren gericht, waarbij de doppen recht naar beneden spoten. Bij de bespuiting met een kantdop werd de buitenste dop dicht gezet en de kantdop m.b.v. een afsluiter open gezet. De kantdop zat bevestigd aan een verlengstuk op de spuitleiding op 20 cm buiten de laatste dophouder. De spuitboomhoogte was 50 cm boven het gewas en 100 cm boven maaiveld. De laatste dop zat gemiddeld ongeveer 15 cm buiten het hart van de laatste rug (zie tabel 2) .

Tabel 3: Gemiddeld gemeten afgiftes (l/min) en de variatiecoëfficient van de dopafgifte van de verschillende doptypen op de spuitboom (18m) bij een spuitdruk van 3,0 bar.

spuit	dop	l/min	%vc
Spuit I	XR	1.58	2
	TT	1.61	1
	DG	1.66	2
	UB	1.63	-
Spuit II	XR	1.57	2
	ID	1.59	2
	XLTD	1.65	4

Tijdens de bespuitingen werd de rijsnelheid van de spuit gemeten; deze was gemiddeld over alle bespuitingen 5,9 km/h (1,64 m/s ± 2 %) Uit deze snelheid en de gemeten dopafgifte (tabel 3), is de afgifte per ha uit te rekenen. Deze staan vermeld in tabel 4.

Tabel 4: Berekende afgifte in l/ha .

spuit			
Spuit I		Spuit II	
dop		dop	
XR	321	XR	320
TT	327	ID	322
DG	337	XLTD	336

Omdat de kantdop de afgifte niet beïnvloed is voor de DG-dop met UB kantdop gerekend met de afgifte van de DG-dop.

2.4 Metingen drift

Bij de driftmetingen werd het perceel over een strook van 18 m breed over een lengte van 50 m bespoten. De metingen vonden plaats aan de benedenwindse zijde van het perceel op de open strook (zie figuur 1). De metingen werden paarsgewijs uitgevoerd, waarbij direkt opvolgend zonder en met luchtondersteuning werd gespoten. Hierbij werden twee meetopstellingen gepasseerd die 50 m van elkaar lagen.
De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan Brilliant Sulfo Flavine (BSF, 2½ g/l) en een uitvloeier (Agral® , 1 ml/l) was toegevoegd.
De drift is gemeten door middel van collectoren op verschillende posities naast het bespoten gedeelte. Hiertoe werden twee rijen collectoren (latten met filterdoek van 50*8 cm en 100*8 cm) haaks op de rijrichting naast het perceel neergelegd op 0,5-1, 1-1,5, 1,5-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 7½-8½, 10-11 en 15-16 m vanaf de laatste dop.
Op 5½ m vanaf de laatste dop werd een mast geplaatst, waaraan twee lijnen bolcollectoren werden opgehangen op 0, 1, 2, 3 en 4 m hoogte. Tijdens de bespuiting zonder luchtondersteuning lagen in het perceel boven het gewas collectoren ter controle van de afgifte tijdens de bespuiting.
Na de bespuiting zijn de collectoren verzameld en gecodeerd voor verdere analyse op de hoeveelheid BSF. In het laboratorium werden de collectoren met water gespoeld, zodanig dat de kleurstof in oplossing kwam. Van deze oplossing werd de concentratie aan kleurstof gemeten met behulp van een fluorimeter (Perkin Elmer LS 30). De concentratie werd daarna omgerekend naar volume spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid.
De doeken werden gespoeld in 0,95 l water, de bollen in 0,05 l water.
Het percentage drift is berekend door de drift per oppervlakte-eenheid (µl/cm^2) uit te drukken in procenten van de door de doppen in het perceel verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid.

2.5 Weersomstandigheden

Tijdens de uitvoering van de bespuitingen zijn de temperatuur, luchtvochtigheid, windrichting en windsnelheid vastgelegd. De meetwaarden zijn weergegeven in bijlage A. Tijdens de proeven bedroeg de windsnelheid gemiddeld 4,0 m/s, de temperatuur 19 °C en de relatieve luchtvochtigheid 74 %. De windrichting was tijdens de proeven gemiddeld 15 graden ten opzichte van haaks op de rijrichting van de veldspuit. Deze gemiddelden zijn berekend over de herhalingen die in deze nota verder worden behandeld. Op basis van de windrichting, ten opzichte van de rijrichting, is uit het totale aantal herhalingen een selektie gemaakt. In een aantal gevallen was de hoek te groot (> 30°). De herhalingen 5, 10, 11 en 12 zijn daarom verder niet opgenomen in de presentatie van de resultaten. In tabel 5 staat de gemiddeld gemeten hoek weergegeven van de gebruikte metingen. De gemiddelde hoek is berekend over een periode van 2 min voor en na de passage van de meetopstelling.

Tabel 5: Gemeten gemiddelde windrichting ten opzichte van de rijrichting.

		doptype						
datum	herhaling	XR spuit 1	XR spuit 2	DG	TT	DG+UB	ID	XLTD
22-7	1	22		30	21	18	32	22
	2		21	11	16	31	11	15
23-7	3	20		13	26	31	41	35
	4			21	27			
24-7	4		13			0	9	6
28-7	6		9	7	12	16	10	34
	7	0		6	6	0	0	8
	8		16	8	1	11	15	8
29-7	9	19		28	26	26	6	28
31-8	13	1		19	17	15	14	7
	14		4	4	6	5	6	13

2.6 Statistische verwerking

De verschillende invloedsfactoren op drift en de interacties zijn in de statistische analyse opgenomen. De verschillen tussen de objecten (doptype, luchtondersteuning) zijn getoetst bij een onbetrouwbaarheids-drempel van 5%. Elke driftarme dop is getoetst aan de standaard op de spuit waar ook die driftarme dop op zat, dat wil zeggen de TT, DG en de DG+UB ten opzichte van de XR op Spuit I en de ID en de XLTD ten opzichte van de XR op Spuit II. Aangezien dit niet met een variantie-analyse kon worden geanalyseerd, vond de analyse met behulp van de Genstat procedure IRREML (Keen et al., 1998) plaats.

3 RESULTATEN

De gemeten driftwaarden zijn uitgedrukt als percentage van de door de doppen in het perceel verspoten hoeveelheid vloeistof per oppervlakte-eenheid. In het verdere verslag zal het effect van een driftarme dop worden gerelateerd aan de standaarddop op de spuit waar ook de driftarme dop op zat gemonteerd.

3.1 Drift naar de grond naast het perceel

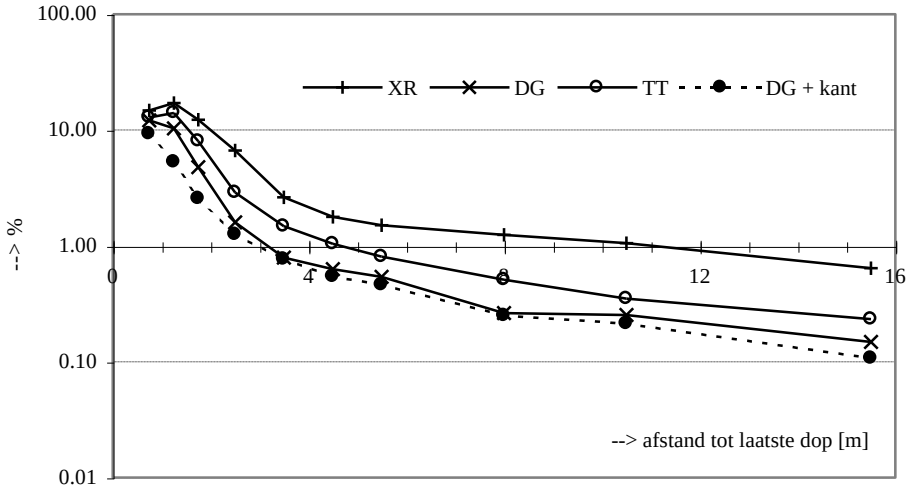
In de figuren 4 ,5, 6 en 7 staat de gemiddelde drift naar de grond naast het perceel weergegeven. Per doptype met en zonder luchtondersteuning is de drift grafisch weergegeven over de gemeten afstanden vanaf de laatste dop.

In Tabel 10 worden de waarden over de stroken 2-3 m, 1-4 m en 1½-6 m vanaf de laatste dop weergegeven. Deze stroken worden gebruikt ter evaluatie van de optredende drift. In deze tabel zijn ook de resultaten van de statistische analyse opgenomen. Het effect van luchtondersteuning (per kolom) is hierin niet specifiek aangegeven. Uit de resultaten-analyse blijkt dat voor elke combinatie van dop en dop + luchtondersteuning geldt dat de drift van de dop + luchtondersteuning lager is dan de drift van die zelfde dop zonder luchtondersteuning.

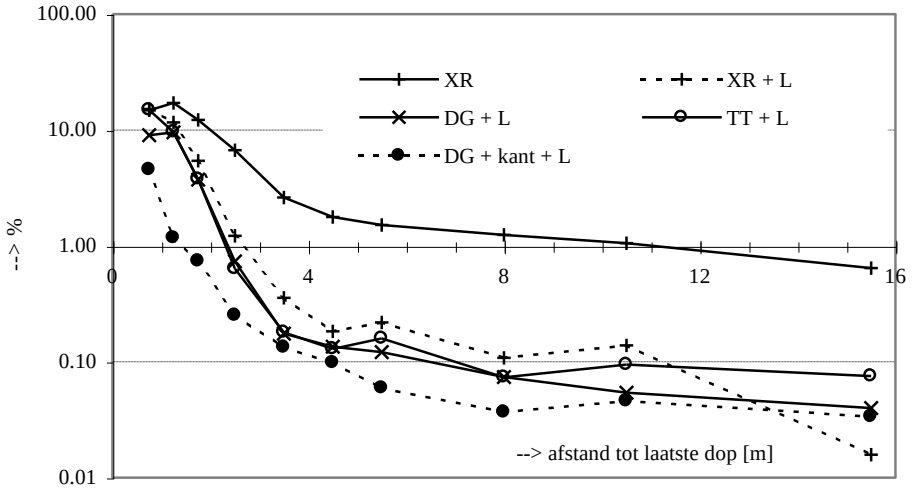
Tabel 10: Gemiddelde drift, als percentage van de afgifte, op 2-3, 1-4 en 1½-6 m vanaf de laatste dop

			doptype					
spuit	lucht	afstand	XR	DG	TT	DG+UB	ID	XLTD
I	-	2-3 m	6,68[a]	1,60[c]	2,89[b]	1,26[c]		
		1-4 m	8,00[a]	3,32[c]	5,14[b]	1,99[d]		
		1,5-6 m	4,16[a]	1,32[c]	2,28[b]	0,96[c]		
	+	2-3 m	1,22[a]	0,73[b]	0,64[b]	0,25[c]		
		1-4 m	3,36[a]	2,52[a]	2,50[a]	0,45[b]		
		1,5-6 m	1,04[a]	0,67[b]	0,66[b]	0,20[c]		
II	-	2-3 m	2,64[a]				0,33[b]	0,31[b]
		1-4 m	3,74[a]				1,39[c]	1,85[b]
		1,5-6 m	1,78[a]				0,32[b]	0,36[b]
	+	2-3 m	0,51[a]				0,09[b]	0,09[b]
		1-4 m	1,90[a]				1,02[c]	1,44[b]
		1,5-6 m	0,45[a]				0,11[c]	0,17[b]

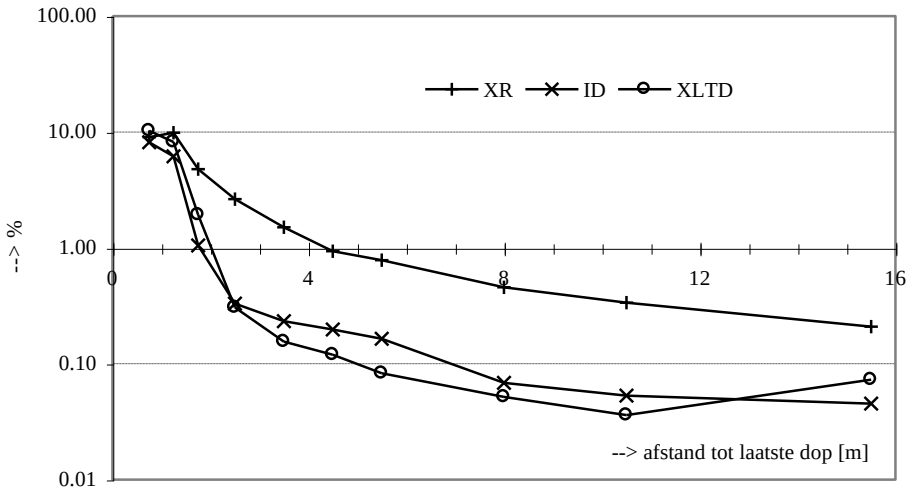
a = getallen met verschillende letters binnen een rij duiden op significante verschillen (◊<0,05)



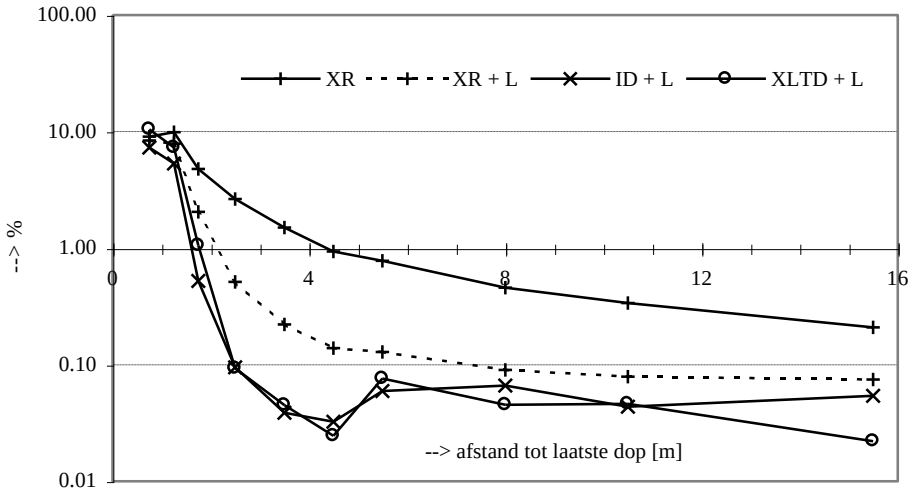
Figuur 4: Drift op de grond naast het perceel op verschillende afstanden van de laatste dop uitgedrukt in procenten van de verspoten hoeveelheid per oppervlakte-eenheid voor de verschillende doptypen op Spuit I, zonder luchtondersteuning.



Figuur 5: Drift op de grond naast het perceel op verschillende afstanden van de laatste dop uitgedrukt in procenten van de verspoten hoeveelheid per oppervlakte-eenheid voor de verschillende doptypen op Spuit I, met luchtondersteuning (+L).



Figuur 6: Drift op de grond naast het perceel op verschillende afstanden van de laatste dop uitgedrukt in procenten van de verspoten hoeveelheid per oppervlakte-eenheid voor de verschillende doptypen op Spuit II, zonder luchtondersteuning.



Figuur 7: Drift op de grond naast het perceel op verschillende afstanden van de laatste dop uitgedrukt in procenten van de verspoten hoeveelheid per oppervlakte-eenheid voor de verschillende doptypen op Spuit II, met luchtondersteuning (+L).

Wateroppervlak (2-3 m):

Spuit I:

Zonder luchtondersteuning geven de spuitdoppen DG, TT en DG+UB een significant lagere drift dan de standaard (XR). De drift van de DG en de DG+UB is lager dan van de TT. Er is geen significant effect van de kantdop op de drift van de DG-dop.

Met luchtondersteuning is de drift van de DG , TT en DG+UB lager dan de standaard. Door luchtondersteuning is het verschil tussen DG en TT, wat er zonder luchtondersteuning wel is, niet meer significant. Door toepassing van de kantdop in combinatie met de DG wordt de drift lager dan bij de DG-dop alleen.

Spuit II:

De doppen ID en XLTD geven een significant lagere drift dan de standaard spuitdoppen, tussen de ID en XLTD onderling is geen significant verschil in drift. Dit geldt zowel voor de experimenten zonder en met luchtondersteuning.

Slootoppervlak (1-4 m):

Spuit I:

Zonder luchtondersteuning geven de spuitdoppen DG en TT een significant lagere drift dan de standaard spuitdop. De drift van de DG is lager dan van de TT. Door toepassing van de kantdop bij de DG wordt een significant lagere drift gemeten dan bij de DG-dop.

Met luchtondersteuning is de drift van de DG en TT niet significant lager dan de standaard met luchtondersteuning. Door gebruik van de kantdop in combinatie met de DG-dop met luchtondersteuning is de drift significant lager dan de standaard én de DG met luchtondersteuning.

Spuit II:

De ID en XLTD doppen geven een significant lagere drift dan de standaard. De drift van de ID dop is hier significant lager dan die van XLTD. Dit geldt zowel voor de experimenten zonder en met luchtondersteuning.

1½ - 6 m:

Spuit I:

Zonder luchtondersteuning geven de spuitdoppen DG , TT en DG+UB een significant lagere drift dan de standaard doppen (XR). De drift van de DG is lager dan van de TT. Er is geen significant effect van de kantdop op de drift van de DG-dop.

Door het gebruik van luchtondersteuning is de drift van de DG , TT en DG+UB significant lager dan die van de standaard spuitdoppen met luchtondersteuning. Door gebruik te maken van de kantdop in combinatie met de DG-dop en luchtondersteuning is de drift significant lager dan de DG.

Spuit II:

De ID en XLTD spuitdoppen geven een significant lagere drift dan de standaard doppen. Tussen de ID en XLTD doppen is onderling geen significant verschil in drift. De ID en XLTD doppen geven in combinatie met

luchtondersteuning een lagere drift dan de standaard. Met luchtondersteuning geeft de ID dop een lagere drift dan de XLTD met luchtondersteuning.

3.2 Drift naar de lucht

De gemiddelde drift naar de lucht wordt in tabel 11 weergegeven. De drift naar de lucht is gemeten op 5,5m vanaf de laatste dop op bolvormige collectoren , die in 2 rijen, tot op 4 m hoogte hingen. In deze tabel zijn ook de resultaten van de statistische analyse per doptype opgenomen. In de tabel is het effect van luchtondersteuning (per kolom) niet specifiek aangegeven omdat uit de resultaten-analyse blijkt dat voor elke combinatie van dop en dop + luchtondersteuning geldt dat de drift van de dop + luchtondersteuning lager is dan de drift van die zelfde dop zonder luchtondersteuning.

Tabel 11: Gemiddelde drift naar de lucht, als percentage van de afgifte, op 5,5 m vanaf de laatste dop

		dop					
spuit	lucht	XR	DG	TT	DG+UB	ID	XLTD
I	-	2,82[a]	1,32[c]	1,84[b]	1,21[c]		
	+	0,34[a]	0,09[b]	0,24[a]	0,13[b]		
II	-	2,02[a]				0,42[b]	0,27[c]
	+	0,12[a]				0,11[a]	0,12[a]

a = getallen met verschillende letters binnen een rij duiden op significante verschillen (◊<0,05)

Spuit I:

Zonder luchtondersteuning gaven de DG, TT en DG+UB doppen een significant lagere drift dan de standaard dop (XR). De DG en de DG met kantdop gaven een significant lagere drift dan de TT dop. De kantdop gaf geen effect op de drift vergeleken met de DG-dop.

Met luchtondersteuning gaven de DG en DG+UB spuitdoppen een lagere drift dan de standaard met luchtondersteuning. De TT verschilde niet significant met de standaard. De kantdop gaf geen effect op de drift van de DG-dop.

Spuit II:

Zonder luchtondersteuning gaven de ID en XLTD doppen een significant lagere drift dan de standaard (XR). De XLTD gaf een lagere drift dan de ID-dop. Bij de experimenten met luchtondersteuning zijn geen significante verschillen in drift gemeten.

Voor zowel spuit I en II geldt dat de drift naar de lucht voor de standaard met luchtondersteuning lager was dan de voor de driftarme doppen zonder luchtondersteuning.

3.3 Driftreductie ten opzichte van de standaard bespuiting

De driftreductie is voor de verschillende driftarme doppen uitgedrukt ten opzichte van de standaarddop op de spuit waar ook de desbetreffende dop op gemonteerd zat. De driftreductie is uitgerekend voor de meetstroken zoals die in tabel 10 en tabel 11 zijn weergegeven (2-3 m, 1-4 m, 1½-6 m en naar de lucht).

In tabel 12 staan de reduktiepercentages van de driftarmedoppen (zonder luchtondersteuning) ten opzichte van de standaard (zonder luchtondersteuning , ten opzichte van ofwel Spuit I ofwel Spuit II) op de evaluatiestroken zoals die ook in tabel 10 en 11 zijn weergegeven. De resulaten worden per evaluatie-strook vergeleken.

Tabel 12: Driftreductie van de driftarme doppen ten opzichte van de standaard dop (XR) op 2-3 m, 1-4 m, 1½-6 m en in de lucht. De reductie van de **DG**, **TT** en **DG+ K**antdop is uitgedrukt ten opzichte van de standaard op spuit I. De reductie van de **ID** en de **XLTD** is uitgedrukt ten opzichte van de standaard op spuit II.

			reductie percentage tov standaard			
spuit	dop	lucht	2-3 m	1-4 m	1,5-6m	lucht
1	XR	-	standaard op spuit 1			
	DG	-	76	58	68	53
	TT	-	57	36	45	35
	DG+K	-	81	75	77	57
2	XR	-	standaard op spuit 2			
	ID	-	87	63	82	79
	XLTD	-	88	51	80	86

2-3 m:

De driftreductie van de TT is 57% en de DG geeft 76% reductie. Door toepassing van de kantdop in combinatie met de DG dop wordt dit 81%. De ID en XLTD geven een reductie van resp. 87 en 88%.

1-4 m:

De driftreductie van de TT is 36% en de DG geeft 58% reductie. Door toepassing van de kantdop in combinatie met de DG dop wordt dit 75%. De XLTD geeft een reductie van 51%. De ID geeft hier een hogere reductie dan de XLTD, 63%.

1½-6 m:

De driftreductie van de TT is 45% en de DG geeft 68 % reductie; door toepassing van de kantdop wordt dit verhoogd tot 77%. De ID en XLTD geven een reductie van resp. 82 en 80 %.

naar de lucht:

De driftreductie van de TT is 35% en de DG geeft 53% reductie; de toepassing van de kantdop heeft hier een gering effect op, de driftreductie wordt verhoogd tot 57%. De ID en XLTD geven een reductie van resp. 79% en 86%.

Algemeen geldt dat de TT de laagste reductie geeft. In volgorde van oplopende reductie volgt dan de DG, waarbij het gebruik van een kantdop in de laatste dophouder de reductie verhoogd. De hoogste driftreductie werd verkregen door de ID en XLTD doppen, die onderling niet van elkaar verschillen.

De reductie op 1-4 m is lager dan op 1½-6m, en zo is de driftreductie op 1½-6 m weer lager dan op 2-3 m. Dit komt omdat in de stroken 1-4 m en 1½-6 m nog direkte depositie plaats vindt. Door de hoogte van de spuitboom boven het gewas en dus ook boven de collectoren op maaiveld, kan de spuitvloeistof rechtstreeks op de doeken dichtbij de laatste dop komen. Hier is dus niet alleen sprake van drift. De extra driftreductie van de kantdop op deze stroken wordt veroorzaakt doordat de kantdop minder rechtstreeks op de eerste collectoren spuit.

In tabel 13 staat het effect van de luchtondersteuning weergegeven ten opzichte van de standaard zonder luchtondersteuning (ten opzichte van ofwel Spuit I ofwel Spuit II) op de evaluatiestroken zoals die ook in tabel 10 en 11 zijn weergegeven. In de bespreking worden de resulaten dan ook per evaluatie-strook vergeleken..

Tabel 13: Driftreductie van de driftarme doppen met luchtondersteuning ten opzichte van de standaard dop zonder luchtondersteuning op 2-3 m, 1-4 m, 1½-6 m en in de lucht. De reductie van de **DG**, **TT** en **DG+ K**antdop is uitgedrukt ten opzichte van de standaard op Spuit I. De reductie van de **ID** en de **XLTD** is uitgedrukt ten opzichte van de standaard op Spuit II.

			reductie percentage tov standaard			
spuit	dop	lucht	2-3 m	1-4 m	1,5-6m	lucht
1	XR	-	standaard op spuit I			
	XR	+	82	58	75	88
	DG	+	89	69	84	97
	TT	+	90	69	84	92
	DG+K	+	96	94	95	95
2	XR	-	standaard op spuit II			
	XR	+	81	49	75	94
	ID	+	96	73	94	94
	XLTD	+	96	62	90	94

2-3 m:

Door toepassing van luchtondersteuning in combinatie met de standaard-dop wordt bij Spuit I een reductie van 82% en bij Spuit II 81% gevonden. De TT en DG geven een iets hogere reductie, resp 90 en 89%. Door het toepassen van de kantdop bij de DG wordt de reductie in vergelijking hiermee iets hoger, 96%. Dit is hetzelfde niveau als wat de ID en XLTD geven, nl ook 96%.

1-4 m:

Door toepassing van luchtondersteuning met de standaard-dop wordt bij Spuit I een reductie van 58% en bij Spuit II van 49% gevonden. De TT, DG en ID geven dezelfde reductie, namelijk 69, 69 en 73%. Door toepassing van de kantdop wordt de reductie van de DG verhoogd tot 94%. Net als bij de resultaten in tabel

12 wordt dit veroorzaakt doordat de kantdop minder rechtreeks op de eerste collectoren spuit. De reductie van de XLTD met luchtondersteuning is lager dan van de andere driftarme doppen met luchtondersteuning, namelijk 62%.

1½-6 m:

Door toepassing van luchtondersteuning bij de standaarddoppen wordt een gelijke reductie gemeten op Spuit I en Spuit II, 75%. De TT en DG met luchtondersteuning geven een vergelijkbare reductie, 84%. Door de toepassing van een kantdop wordt de driftreductie verder verhoogd tot 95%. De driftreductie van deze dopcombinatie is gelijk aan die van de ID en XLTD doppen (respectievelijk 94 en 90%).

naar de lucht:

Door toepassing van luchtondersteuning bij de standaarddoppen wordt bij Spuit I en II een vergelijkbare reductie gemeten, 88 en 94%. Deze waarde wordt door toepassing van de driftarme doppen nog verder verhoogd. De driftreductie bij de TT is 92 %. De andere doppen geven 94-97 % driftreductie in combinatie met luchtondersteuning.

Algemeen geeft luchtondersteuning bij de standaarddoppen een hoge reductie. Door toepassing van de driftarme doppen wordt de reductie verder verhoogd. De toepassing van de kantdop geeft vooral op de strook direct naast het gewas een verhoging van de reductie. Het effect van luchtondersteuning is per dop in tabel 14 weergegeven.

3.4 Effect luchtondersteuning

In bovenstaande paragraaf is het effect van de driftarme doppen met luchtondersteuning ten opzichte van de standaard (zónder luchtondersteuning) weergegeven en besproken. In deze paragraaf wordt het effect van de luchtondersteuning op de drift per driftarme dop weergegeven, tabel 14. Voor de volledigheid staat het effect van luchtondersteuning met de standaarddop ook vermeld.

Tabel 14: Het effect van luchtondersteuning per dop weergegeven als percentage reductie ten opzichte van die dop zonder luchtondersteuning .

		reductie percentage door luchtondersteuning op de plaatsen			
spuit	dop	2-3 m	1-4 m	1½-6 m	lucht
I	XR	82	58	75	88
	DG	54	24	49	93
	TT	78	51	71	87
	DG+K	80	78	79	89
II	XR	81	49	75	94
	ID	71	27	67	73
	XLTD	70	22	53	57

2-3 m:

De toepassing van luchtondersteuning geeft bij de standaarddop gemiddeld 82% driftreductie. Bij de DG, ID en XLTD doppen is de reductie respectievelijk 54, 71 en 70%. Het verschil is ondanks het grovere druppel-

groottespectrum van deze doppen toch gering. Dit geldt met name voor de DG dop, daar is het effect van luchtondersteuning duidelijk lager. Bij de TT dop is het effect van luchtondersteuning vergelijkbaar aan de standaard dop (78%). Door toepassing van de kantdop op de DG neemt het effect van luchtondersteuning toe ten opzichte van DG dop.

1-4 m:

De reductie door luchtondersteuning is hier geringer. Hier is duidelijk merkbaar dat in deze strook ook de doeken liggen waar direkte depositie plaatsvindt (= geen drift). Door toepassing van de kantdop wordt de depositie naar de collectoren dicht bij de gewasrand al voor een groot deel voorkomen en is er dus minder sprake van drift, het effect van luchtondersteuning op deze drift is dan weer gelijk aan die op 2-3 m, nl 78%.

1½-6 m:

Hetzelfde verschijnsel als op 1-4 m komt op deze strook ook weer terug, al is het deel met doeken die direkt bespoten kunnen worden minder. De reductie door luchtondersteuning bij de standaard, TT, DG+K en ID liggen op hetzelfde niveau (71–79%); de reduktie van de luchtondersteuning bij DG en XLTD liggen duidelijk lager (49-53%).

naar de lucht:

De invloed van de luchtondersteuning op de (druppel-)drift komt hier sterk naar voren. De reductie bij de standaarddop is gemiddeld 93%. Door gebruik van DG, TT en DG+K doppen is de driftreductie door luchtondersteuning even groot. Opvallend is dat de invloed van de luchtondersteuning op de drift naar de lucht bij de (grovere) ID en met name de XLTD doppen lager is.

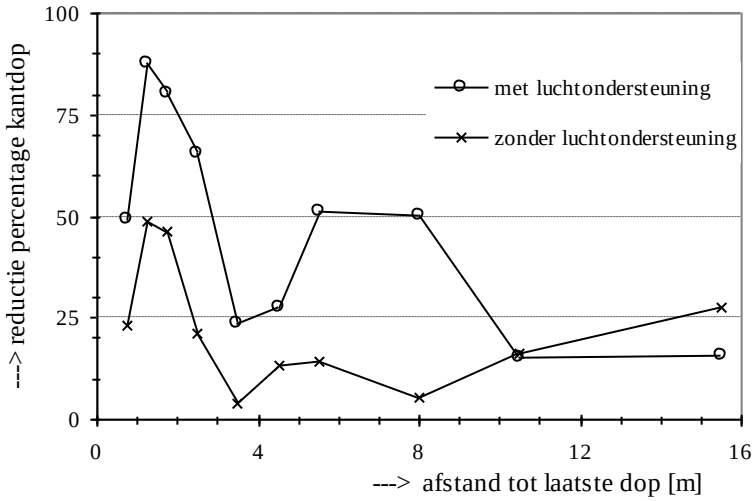
3.5 Effect kantdop op DG

In het voorgaande is al een aantal malen het effect van de kantdop op de driftreductie besproken. Voor een goed overzicht is dit in tabel 15 apart weergegeven.

Tabel 15: Percentage driftreductie van de DG+kantdop uitgedrukt ten opzichte van de DG dop op verschillende stroken vanaf de laatste dop, zonder en met luchtondersteuning.

			strook			
spuit	dop	lucht	2-3	1-4 m	1,5-6 m	lucht
I	DG+K	-	21	40	27	8
I	DG+K	+	66	82	70	-44

Het verloop van de reductie in relatie tot de afstand tot de laatste dop geeft het beeld zoals weegegeven in figuur 8.



Figuur 8: Verloop driftreductie van de kantdop ten opzichte van de DG dop op de strook 0,5 tot 16 m vanaf laatste dop.

Het blijkt dat het gebruik van een kantdop een duidelijke verlaging van de drift geeft. Dit geldt opvallend genoeg niet voor de drift naar de lucht. Bij het gebruik van luchtondersteuning wordt het effect van de kantdop versterkt, zelfs verdubbeld. Uit het verloop van de driftreductie in figuur 8 blijkt dat het grootste effect van de kantdop op de reductie op 1-2m vanaf de laatste dop ligt (resp. 50 en 80%). Dit wordt veroorzaakt doordat op deze strook aanzienlijk minder direkte depositie uit de laatste dop plaatsvindt. Opvallend is wel dat het effect van de kantdop op de driftreductie bij 3-4 m het kleinst is, en vervolgens weer toeneemt. Beide curves volgen dit patroon.

4 DISCUSSIE

Proefopzet in relatie tot de weersomstandigheden.
De proef was ruim van opzet. Eén herhaling omvatte 12 objecten, 1 standaard en 5 driftarme doppen; elk zonder en met luchtondersteuning. Dit betekent, dat rekening houdende met de uitvoering van de proef, echter niet voorkomen kan worden dat de kans op meteorologische verschillen erg groot is. Eén van de meest vervelende meteorologische waarden in deze is de windrichting, die op deze proef een duidelijke stempel drukt waardoor van de in totaal 14 uitgevoerde herhalingen er vier zijn uitgesloten door te grote afwijkingen ten opzichte van de gewenste waarde.

Verwachte effecten van driftarme technieken.
Uit het onderzoek naar driftreductie bij de bespuiting van aardappelen in 1997 (Michielsen en Van de Zande, 1998) volgt dat door luchtondersteuning de drift op 2-3 m met 74% gereduceerd wordt ten opzichte van de standaard XR 110.04 dop (3 bar). Uit het onderzoek , beschreven in deze rapportage, blijkt dat de luchtondersteuning een iets sterkere reductie geeft, namelijk 82% ten opzichte van de standaard XR 110.04 dop (3 bar). In het onderzoek in 1997 is ook een Turbo Teejet (TT) dop in het onderzoek opgenomen. Deze was van dezelfde grootte als in dit onderzoek (TT 110.04), maar werd gespoten bij een lagere druk; te weten 1,5 bar tegenover 3 bar in 1998. Bij een spuitdruk van 1,5 bar werd een reductie van 68% gevonden ten opzichte van de standaard XR 100.04 dop (3 bar). Door de spuitdruk van de TT dop te verhogen naar 3 bar werd de driftreductie lager, 57%. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat bij een hogere druk het druppelgroottespectrum van de spuitnevel fijner wordt.
Het effect van de driftarme doppen op de driftreductie is berekend met het drift-model IDEFICS (Porskamp et.al., 1999). In dit rapport wordt de driftreductie ten opzichte van de BCPC referentiedop Fijn/Midden (Lurmark 31-03-F110 @ 3 bar) in driftreductieklassen weergegeven. De standaarddop in het veldonderzoek heeft vrijwel dezelfde drift als de BCPC referentiedop. Hierdoor lijkt het gerechtvaardigd om het veldonderzoek met de simulatie te vergelijken, deze vergelijking is weergegeven in tabel 17.

Tabel 17 Vergelijking driftreductie van driftarme doppen uit de simulatie studie en de veldmetingen uit dit onderzoek.

merk	grootte	druk	BCPC klasse	Driftreductie [%]	
				modelberekening	veldmeting
Teejet	XR 100.04	3	Midden	0	0
Teejet	DG 110.04	3	Grof	50	75
Teejet	TT 110.04	1,5	Zeer Grof	75	75
Teejet	TT 110.04	3	Grof	50	50

Voor de Turbo Teejet (TT) komen de veldmetingen en de modelvoorspellingen zowel bij 1,5 bar (Michielsen & van de Zande, 1998) als bij 3 bar spuitdruk in dezelfde driftreductieklasse (resp. 75% en 50% reductie). Bij de Drift Guard (DG) voorspelt de simulatie een lager effect dan gemeten in de het veld (resp. 50 en 75%).

5 CONCLUSIES

Voor de keuze en onderbouwing van driftreducerende maatregelen op individuele agrarische bedrijven zijn gegevens over optredende drift nodig. Een mogelijkheid om de drift te reduceren is het gebruik van drift arme doppen, een kantdop en/of luchtondersteuning. In deze rapportage wordt het onderzoek aan luchtondersteuning en een selectie uit het aanbod aan driftarme doppen en een kantdop op het effect van de driftreductie beschreven.

Voor de strook 2-3 m vanaf de laatste dop is gevonden dat de driftarme doppen bij een bespuiting in een gewas aardappelen een lagere drift geven dan de standaarddoppen (XR). Bij een spuitvolume van 300 l/ha en 3 bar spuitdruk is de driftreductie door de Turbo Teejet (TT) 57%, door de Drift Guard (DG) 76 %, door de Injection Düse (ID) 87 % en de Turbo Drop (XLTD) 88% ten opzichte van de standaard dop (XR).
De toepassing van luchtondersteuning gaf gemiddeld een reductie van 70 % ten opzichte van de standaard dop. Afhankelijk van de doptypen liep dit uiteen van 54 tot 82%.
Door het gebruik van een kantdop (UB, laatste dop dicht en kantdop 20 cm naar buiten geplaatst) in combinatie met de DG doppen, werd de drift met 81% gereduceerd. Bij deze dopcombinatie (DG+UB) was de driftreductie door luchtondersteuning gemiddeld ook 81%. De totale driftreductie door de combinatie van DG+UB spuitdoppen en luchtondersteuning komt hierdoor (15% hoger) uit op 96% ten opzichte van een bespuiting met standaard spleetdoppen (XR).

Dit onderzoek zal volgend jaar worden voortgezet, echter met een spuitvolume van 150 l/ha (02 doppen en 3 bar spuitdruk).

LITERATUUR

Genstat 5 Committee (1993) Genstat 5 Release 3 Ref. Man. Oxford: Clarendon Press.

Keen, A en B. Engel, 1998. Procedure IRREML. CBW Genstat Procedure Library Manual, Release 4 [1].

Michielsen, J.M.G.P. en J.C. van de Zande, 1998. De effecten van een grof druppelgroottespectrum dop en luchtondersteuning op de drift tijdens de bespuiting van aardappelen. IMAG-DLO nota P 98-58. Wageningen, 22 pp.

Porskamp, H.A.J. en J.C. van de Zande, 1999. Klasse-indeling spuitdoppen naar druppelgrootte en drift-gevoeligheid. Landbouwmechanisatie 3, 24-25.

Porskamp, H.A.J., J.C. van de Zande, H.J. Holterman en J.F.M. Huijsmans., 1999. Opzet van een classificatie-systeem voor spuitdoppen op basis van driftgevoeligheid. IMAG-DLO rapport 99-02. Wageningen, 22 pp.

Van den Berg, V en J.M.G.P. Michielsen, Analyse proefopzet driftmetingen, 1999. IMAG-DLO nota in voorbereiding, Wageningen.

BIJLAGEN

Bijlage A Meteogegevens,

Bijlage C Proefschema

Bijlage A, meteo gegevens driftarme doppen 1998

spuit	dop	lucht	herh	datum	temperatuur in [°C] op 0,5m	2m	RV %	windrichting [absol.]	windsnelheid in [m/s] op 0,5 m	2m
1	S	-	1	22/07/98	19.7	19.0	58	22	4.3	5.7
			3	23/07/98	20.8	20.1	59	20	5.8	6.9
			5	24/07/98	16.9	16.4	102	17	2.5	3.1
			7	28/07/98	20.5	19.5	105	0	2.3	3.3
			9	29/07/98	17.5	17.3	93	19	1.7	2.1
			12	12/08/98	19.4	19.2	67	46	3.9	4.7
			13	31/08/98	18.9	18.4	50	1	2.3	3.3
2			2	22/07/98	21.5	20.8	46	21	3.6	4.3
			4	24/07/98	22.2	20.5	41	13	2.3	2.9
			6	28/07/98	18.9	18.4	118	9	2.4	3.5
			8	28/07/98	19.3	18.7	106	16	3.0	4.4
			10	06/08/98	22.1	21.5	55	3	3.3	3.7
			11	12/08/98	25.5	24.6	52	2	3.2	4.4
			14	31/08/98	15.9	15.8	72	4	0.2	0.4
1	S	+	1	22/07/98	19.8	19.3	58	22	3.7	5.1
			3	23/07/98	21.2	20.4	60	20	5.2	6.7
			5	24/07/98	17.0	16.4	103	17	2.5	3.0
			7	28/07/98	20.6	19.7	105	0	2.2	3.1
			9	29/07/98	17.6	17.5	93	19	1.5	2.4
			12	12/08/98	19.3	19.1	67	46	4.2	4.6
			13	31/08/98	18.8	18.3	51	1	3.1	3.2
2			2	22/07/98	21.6	20.8	47	21	3.8	4.6
			4	24/07/98	21.5	19.7	40	13	2.6	3.3
			6	28/07/98	18.9	18.4	118	9	2.6	3.3
			8	28/07/98	19.3	18.7	106	16	3.8	4.7
			10	06/08/98	22.2	21.6	55	3	4.0	4.7
			11	12/08/98	25.5	24.7	52	2	3.8	4.9
			14	31/08/98	15.9	15.8	72	4	0.1	0.2
1	DG	-	1	22/07/98	21.4	20.5	53	30	3.8	4.7
			2	22/07/98	21.5	20.6	49	11	4.4	5.8
			3	23/07/98	21.3	20.5	60	13	3.5	4.6
			4	23/07/98	20.7	20.0	61	21	5.4	7.4
			5	24/07/98	21.2	19.4	87	38	2.3	2.7
			6	28/07/98	19.8	19.1	105	7	2.9	3.7
			7	28/07/98	19.9	19.1	104	6	2.8	4.2
			8	28/07/98	17.6	17.4	70	8	2.6	3.3
			9	29/07/98	16.3	16.2	94	28	2.2	3.7
			10	06/08/98	21.8	21.3	63	30	2.5	3.0
			11	12/08/98	25.8	25.5	50	37	1.3	1.8
			13	31/08/98	19.0	18.3	50	19	3.1	3.6
			14	31/08/98	13.6	14.0	90	4	1.8	1.9

spuit	dop	lucht	herh	datum	temperatuur in [°C] op 0,5m	2m	RV %	windrich-ting [absol.]	windsnelheid in [m/s] op 0,5 m	2m
1	DG	+	1	22/07/98	21.3	20.4	53	30	4.8	5.3
			2	22/07/98	21.3	20.4	47	11	4.2	5.3
			3	23/07/98	21.0	20.2	59	13	4.9	6.3
			4	23/07/98	20.9	20.2	61	21	5.4	7.1
			5	24/07/98	21.1	19.5	86	38	1.7	2.0
			6	28/07/98	19.8	19.0	104	7	3.4	4.2
			7	28/07/98	20.0	19.3	104	6	2.3	3.3
			8	28/07/98	17.6	17.4	70	8	3.1	4.5
			9	29/07/98	16.2	16.1	94	28	2.5	3.6
			10	06/08/98	21.9	21.4	63	30	2.4	2.8
			11	12/08/98	26.1	25.7	51	37	1.4	1.9
			13	31/08/98	18.9	18.3	50	19	3.0	3.9
			14	31/08/98	13.6	13.9	90	4	1.4	1.9
1	TT	-	1	22/07/98	19.4	18.8	57	21	3.6	5.1
			2	22/07/98	21.6	20.9	47	16	2.6	3.1
			3	23/07/98	20.5	19.8	57	26	4.1	5.3
			4	23/07/98	21.1	20.2	59	27	6.0	8.1
			5	24/07/98	18.6	17.9	88	30	2.5	2.7
			6	28/07/98	18.8	18.3	110	12	1.7	2.2
			7	28/07/98	20.0	19.3	100	6	3.1	4.1
			8	28/07/98	17.1	17.0	74	1	2.8	3.3
			9	29/07/98	17.3	17.1	132	26	3.0	4.7
			10	06/08/98	18.2	17.8	72	40	1.6	2.3
			11	12/08/98	26.6	26.2	51	60	1.4	1.6
			12	12/08/98	26.8	26.3	51	43	1.3	1.8
			13	31/08/98	19.2	18.6	47	17	2.5	3.3
			14	31/08/98	13.9	14.2	88	6	1.4	2.1
1	TT	+	1	22/07/98	19.1	18.5	57	21	4.1	5.0
			2	22/07/98	21.5	20.8	46	16	2.9	3.6
			3	23/07/98	20.4	19.6	58	26	5.2	6.4
			4	23/07/98	21.0	20.2	59	27	4.7	6.2
			5	24/07/98	18.3	17.5	91	30	2.0	2.3
			6	28/07/98	18.7	18.2	109	12	2.1	2.7
			7	28/07/98	20.1	19.4	101	6	3.1	3.9
			8	28/07/98	17.2	17.0	74	1	1.9	2.8
			9	29/07/98	17.2	17.1	132	26	2.7	3.8
			10	06/08/98	18.3	17.9	72	40	1.4	2.5
			11	12/08/98	21.6	21.2	51	60	4.3	4.9
			12	12/08/98	21.6	21.3	52	43	3.9	4.3
			13	31/08/98	19.2	18.5	47	17	2.7	3.6
			14	31/08/98	13.9	14.2	88	6	1.3	1.9

spuit	dop	lucht	herh	datum	temperatuur in [°C] op 0,5m	2m	RV %	windrich-ting [absol.]	windsnelheid in [m/s] op 0,5 m	2m
1	DG+K	-	1	22/07/98	21.0	20.1	51	18	3.3	4.0
			2	22/07/98	22.0	21.2	48	31	2.0	3.2
			3	23/07/98	21.9	20.9	59	31	3.9	5.5
			4	24/07/98	19.4	18.5	50	0	2.5	3.2
			5	24/07/98	18.3	17.4	94	33	1.6	2.2
			6	28/07/98	20.4	19.4	101	16	3.5	4.5
			7	28/07/98	21.3	20.2	92	0	2.7	4.2
			8	28/07/98	17.3	17.1	76	11	2.7	3.8
			9	29/07/98	18.0	17.8	128	26	1.8	3.2
			10	06/08/98	18.8	18.4	71	54	2.4	3.2
			11	12/08/98	22.5	22.1	45	41	4.5	5.1
			13	31/08/98	19.6	18.8	48	15	3.5	4.4
			14	31/08/98	14.6	14.8	80	5	1.5	2.0
1	DG+K	+	1	22/07/98	21.0	20.0	51	18	4.8	5.6
			2	22/07/98	21.7	20.9	47	31	2.7	3.2
			3	23/07/98	21.7	20.8	58	31	3.5	4.6
			4	24/07/98	19.4	18.4	50	0	2.8	3.6
			5	24/07/98	19.0	17.9	94	33	3.0	3.4
			6	28/07/98	18.8	18.5	113	16	1.5	1.9
			7	28/07/98	21.3	20.3	92	0	2.8	3.8
			8	28/07/98	17.3	17.1	76	11	2.0	2.7
			9	29/07/98	18.0	17.9	128	26	2.1	3.0
			10	06/08/98	19.0	18.5	71	54	2.2	3.3
			11	12/08/98	22.5	22.0	47	41	3.3	3.7
			13	31/08/98	19.5	18.7	48	15	2.6	3.5
			14	31/08/98	14.6	14.8	81	5	1.2	1.6
2	ID	-	1	22/07/98	21.7	20.9	44	32	3.0	3.9
			2	22/07/98	21.5	20.7	48	11	3.7	4.7
			3	23/07/98	20.4	19.9	63	41	2.8	4.4
			4	24/07/98	19.4	18.5	45	9	2.2	3.7
			5	24/07/98	18.2	17.5	86	38	1.8	2.4
			6	28/07/98	18.9	18.5	117	10	3.2	4.1
			7	28/07/98	20.3	19.5	100	0	2.6	3.1
			8	28/07/98	18.4	18.0	67	15	2.8	3.5
			9	29/07/98	17.5	17.3	130	6	3.4	4.5
			10	06/08/98	22.0	21.4	57	11	4.2	5.4
			11	12/08/98	22.2	21.6	65	37	3.1	4.0
			12	12/08/98	22.2	21.7	52	35	4.5	5.6
			13	31/08/98	18.4	18.0	53	14	2.4	3.3
			14	31/08/98	17.0	16.8	63	6	1.0	1.5

spuit	dop	lucht	herh	datum	temperatuur in [°C] op 0,5m	2m	RV %	windrichting [absol.]	windsnelheid in [m/s] op 0,5 m	2m
2	ID	+	1	22/07/98	21.7	20.9	44	32	3.7	5.0
			2	22/07/98	21.3	20.5	47	11	3.7	4.7
			3	23/07/98	20.8	20.3	63	41	4.0	5.6
			4	24/07/98	19.4	18.6	45	9	3.8	4.5
			5	24/07/98	18.3	17.7	86	38	1.8	2.2
			6	28/07/98	18.9	18.5	117	10	3.0	3.9
			7	28/07/98	20.5	19.6	100	0	2.9	4.0
			8	28/07/98	18.6	18.1	67	15	3.1	4.0
			9	29/07/98	17.5	17.3	130	6	4.0	5.6
			10	06/08/98	21.9	21.3	56	11	4.8	5.7
			11	12/08/98	22.2	21.6	64	37	3.6	4.6
			12	12/08/98	22.2	21.8	53	35	4.6	5.3
			13	31/08/98	18.4	18.0	53	14	2.8	3.2
			14	31/08/98	17.0	16.8	64	6	1.0	1.8
2	XLTD	-	1	22/07/98	21.4	20.7	44	22	4.1	4.9
			2	22/07/98	21.4	20.4	46	15	4.3	5.0
			3	23/07/98	20.0	19.5	62	35	5.8	8.0
			4	24/07/98	19.3	18.4	44	6	3.3	4.5
			5	24/07/98	19.7	18.5	70	13	2.3	3.1
			6	28/07/98	17.4	17.1	94	34	1.8	2.6
			7	28/07/98	21.0	19.7	99	8	2.6	3.5
			8	28/07/98	19.2	18.8	108	8	2.5	3.1
			9	29/07/98	17.6	17.3	92	28	3.7	4.5
			10	06/08/98	21.6	21.1	60	3	4.0	4.9
			11	12/08/98	24.0	23.2	63	24	2.8	4.0
			12	12/08/98	21.9	21.4	53	39	3.6	4.1
			13	31/08/98	18.3	18.0	54	7	1.8	2.4
			14	31/08/98	17.9	17.5	58	13	1.9	2.3
2	XLTD	+	1	22/07/98	21.4	20.6	43	22	4.1	5.3
			2	22/07/98	21.2	20.3	46	15	5.4	5.9
			3	23/07/98	19.8	19.4	61	35	4.0	5.6
			4	24/07/98	19.2	18.3	43	6	3.6	4.5
			5	24/07/98	19.5	18.4	69	13	2.4	3.4
			6	28/07/98	17.8	17.5	94	34	1.4	2.3
			7	28/07/98	21.0	19.8	99	8	2.8	3.9
			8	28/07/98	19.3	18.8	108	8	2.4	3.0
			9	29/07/98	17.6	17.3	92	28	4.8	6.7
			10	06/08/98	21.5	21.0	60	3	4.0	4.7
			11	12/08/98	23.9	23.2	61	24	3.0	3.9
			12	12/08/98	22.1	21.4	54	39	3.5	4.1
			13	31/08/98	18.4	18.0	54	7	2.1	2.6
			14	31/08/98	17.9	17.5	58	13	1.5	2.2

BIJLAGE B. PROEFSCHEMA DRIFTARME DOPPEN 1998

				herhaling			
volgorde	1	2	3	4	5	6	7
1	TT	S 2	DG+K	DG	S 1	XLTD	ID
2	S 1	XLTD	TT	TT	DG+K	ID	XLTD
3	DG	ID	DG	DG+K	TT	S 2	DG+K
4	DG+K	DG	S 1	S 2	DG	DG+K	TT
5	ID	DG+K	ID	XLTD	ID	TT	DG
6	XLTD	TT	XLTD	ID	XLTD	DG	S 1

			herhaling				
volgorde	8	9	10	11	12	13	14
1	S 2	DG	TT	TT	S 2	DG+K	DG
2	XLTD	S 1	DG+K	S 1	XLTD	TT	TT
3	ID	TT	DG	DG	ID	DG	DG+K
4	DG	DG+K	XLTD	DG+K	DG	S 1	S 2
5	TT	XLTD	ID	ID	DG+K	ID	XLTD
6	DG+K	ID	S2	XLTD	TT	XLTD	ID

S 1: XR 110.04 op Spuit I
DG: DG 110.04 op Spuit I
DG+K: DG 110.04 + UB 85.04 op Spuit I
TT: TT 110.04 op Spuit I
S 2: XR 110.04 op Spuit II
ID: ID 120.04 op Spuit II
XLTD: Turbodrop XLTD 04-110 op Spuit II

De gearceerde herhalingen zijn verder niet opgenomen in de resultaten.