



Driftreductie door Hardi Twin Force luchttondersteuning

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





Driftreductie door Hardi Twin Force luchtondersteuning

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

© 2006 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.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 20,- per exemplaar.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Abstract	
Voorwoord	
Samenvatting	
1. Inleiding	1
2. Materiaal en methode	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Afstelling en beschrijving van de spuittechnieken	3
2.3 Beschrijving driftmetingen en verwerking resultaten	4
2.4 Beschrijving weersomstandigheden	5
3. Resultaten	7
3.1 Driftreductie	9
3.2 Drift naar de lucht	12
4. Discussie	15
5. Conclusies	17
Literatuur	19
Bijlage I. Basiscijfers drift Hardi Twin Force luchtondersteuning	7 pp.
Bijlage II. Beeldmateriaal Hardi Twin Force luchtondersteuning	2 pp.

Abstract

J.C. van de Zande, H. Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen & P. van Velde. Spray drift reduction of Hardi Twin Force air-assisted boom sprayer. WUR Plant Research International, PRI Report 124, Wageningen, The Netherlands. September 2006. 40 pp. In Dutch.

In a series of field experiments spray drift was assessed when spraying a potato crop and a bare soil surface with two different nozzle types: a standard flat fan (XR 11004) and a low drift nozzle (pre-orifice flat fan DG 11004). The pre-orifice flat fan was combined with an IS 8004 end nozzle. Both nozzle types were used conventionally and in combination with Hardi Twin Force air assistance. With a driving speed of 6 km/h the average spray volume was around 300 l/ha. Spray drift measurements were carried out by adding the fluorescent dye Brilliant Sulfo Flavine to the spray agent. Spray drift deposition was measured by placing collectors up to 15 m downwind of a sprayed swath (24 m width) of potatoes and a bare soil surface area. For both nozzle types the spray drift reducing capability of air-assistance was quantified under meteorological restrictions of wind speed < 5 m/s, angle of wind direction < +/- 30° square to driving direction, and temperature < 25 °C. Spray drift reduction ranged from 59% to 78% for the bare soil surface situation and 69% to 95% spraying the potatoes, depending on the nozzle type and the area evaluated.

Voorwoord

Dit is een rapportage van een studie naar het effect van een veldspuit uitgerust met Hardi Twin Force luchtondersteuning op de drift bij gebruik van twee doptypen (standaard spleetdop en een driftarme voorkamer spleetdop). Voor deze studie zijn eerder uitgevoerde driftmetingen gebruikt die uitgevoerd zijn op het proefbedrijf Oostwaardhoeve v.o.f. te Sloodorp. Een woord van dank gaat uit naar G. Goedbloed van de Oostwaardhoeve voor de vakkundige assistentie bij het uitvoeren van de experimenten.

De onderzoeken die gebruikt worden zijn uitgevoerd binnen het LNV-onderzoeksprogramma 416: 'Gewasbeschermingsmiddelen en Milieu' en zijn medegefinancierd door LTO-Nederland, Milieuplatform-Bloembollensector en de Nederlandse Bond van Boomtelers (NBVB). Deze studie is uitgevoerd in opdracht van Hardi S/A (Taastrup, Denemarken) en begeleid door de heer J. de Boer (Homburg te Stiens, importeur van Hardi spuiten in Nederland).

Wageningen, juli 2006

Samenvatting

In het overheidsbeleid zijn doelstellingen aangegeven voor de reductie van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de beperking van de belasting van oppervlaktewater, bodem en lucht. Het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij bepaalt dat bij bespuitingen van een gewas met veldspuitapparatuur de buitenste strook bespoten moet worden met driftarme spuitdoppen en een kantdop. Wanneer met nieuwe spuittechnieken en verbeterde bedrijfsvoering een vergelijkbare afname wordt bereikt kan dit als alternatief worden opgenomen. Een onderbouwing van deze gelijke of betere driftreductie moet met onderzoek worden aangetoond. In onderzoek is aangetoond dat bij bespuitingen van aardappelen en bollen het gebruik van luchtondersteuning op de spuit een aanzienlijke driftreductie kan geven. Een driftreductie door luchtondersteuning van 50% tot 70% is in aardappelen en bollen gevonden.

Luchtondersteuning wordt daarom aangemerkt als een erkende driftreducerende techniek in het Lozingenbesluit en de Bestrijdingsmiddelenwet en mag bij intensief geteelde gewassen in combinatie met een driftarme spuitdop, een kantdop en een spuitboomhoogte van maximaal 50 cm gebruikt worden met een smallere teeltvrije zone.

In de periode 1999-2004 zijn er driftmetingen uitgevoerd met een nieuw type luchtondersteuning met een hogere capaciteit door het plaatsen van twee ventilatoren op de spuit, de Hardy Twin Force. De luchtuitstroomsnelheid wordt hierdoor verhoogd van 22 m/s bij de oude luchtondersteuning (Hardi Twin) naar 30 m/s bij de Hardy Twin Force. De gebruikte doptypen in het onderzoek waren een standaard spleetdop (TeeJet XR 110.04) en een driftbeperkende voorkamer spleetdop (TeeJet DG 110.04) gecombineerd met een kantdop (Lechler IS 80.04) bij een spuitdruk van 3 bar. De bespuitingen werden uitgevoerd met een ingestelde spuitboomhoogte van 50 cm, zowel met als zonder gebruik van luchtondersteuning op de spuit, hierbij was de richting van de spuitdoppen verticaal omlaag. De luchtondersteuning was op maximaal gezet (240 bar oliedruk) en de uitstroomopening van de luchtondersteuning stond 15° naar voren. Bij een gemiddeld gemeten rijsnelheid van 6,0 km/h gaven beide spuitdoppen een spuitvolume tussen de 300 l/ha en 330 l/ha. Bespuitingen vonden plaats in aardappelen en op kale grond. Uit het onderzoek is gebleken dat de Hardy Twin Force luchtondersteuning een hogere driftreductie geeft dan nu voor luchtondersteuning aangenomen wordt. De Hardy Twin Force luchtondersteuning heeft echter geen aparte status als een betere driftarme spuittechniek dan de huidige luchtondersteuning. In deze rapportage worden de beschikbare meetgegevens gerangschikt, zodat zij gebruikt kunnen worden bij het aanvragen van een pakket met gelijke teeltvrije zone als bij verbeterde, zeer driftarme of bijzonder driftarme spuittechniek, overeenkomstig reducties in driftdepositie van respectievelijk 75%, 90% of 95% ten opzichte van een systeem uitgerust met de referentiedop BCPC grensdop Fijn/Midden. Op de dataset van driftmetingen is een selectie uitgevoerd om te komen tot een set van driftmetingen volgens de voorwaarden: temperatuur < 25°C, windsnelheid maximaal 5,0 m/s en windhoek +/- 30° ten opzichte van haaks met de rijrichting. Van de individuele metingen is door middel van curvefitting bepaald wat de driftdepositie is op de stroken 0,5-4,5m, 1,0-5,0m en 1,5-5,5 m overeenkomstig de afstand van de sloot bij de verschillende teeltvrije zones in het Lozingenbesluit. De gemiddelde waarden op deze afstanden zijn voor de bespuitingen met en zonder luchtondersteuning voor beide doptypen met elkaar vergeleken.

Uit deze analyse kan de conclusie getrokken worden dat de Hardy Twin Force luchtondersteuning een veel grotere driftreductie geeft dan de luchtondersteuning waarvan eerder de driftreductie is vastgesteld (Hardi Twin). Door het gebruik van de Hardy Twin Force luchtondersteuning wordt de drift bij een bespuiting van aardappelen met een driftarme dop (DG11004+IS8004 kantdop) op 1,5-5,5m vanaf de laatste dop met meer dan 90% gereduceerd. In combinatie met een standaard spleetdop (XR11004) is de driftreductie door de Hardy Twin Force luchtondersteuning in aardappelen meer dan 75%. Wordt de Hardy Twin Force luchtondersteuning ingezet op kale grond dan is de driftreductie op 1,5-5,5m van de laatste dop meer dan 50% bij de driftarme dop + kantdop en meer dan 75% bij de standaard dop.

Wordt de driftreductie uitgedrukt ten opzichte van een standaard spleetdop (XR11004, equivalent aan de BCPC F/M) dan is de driftreductie op 1,5-5,5m van de laatste dop in aardappelen voor de driftarme dop (DG11004 + IS8004 kantdop) in combinatie met Hardy Twin Force luchtondersteuning meer dan 95% en meer dan 75% in combinatie met een standaard spleetdop (XR11004). Voor een kale grond bespuiting is de driftreductie voor beide doptypen in combinatie met de Hardy Twin Force luchtondersteuning dan meer dan 75%.

Deze resultaten onderbouwen de conclusie dat de Hardy Twin Force een aparte status kan verkrijgen als meer driftbeperkende spuittechniek dan die zoals nu gebruikt voor luchtondersteuning.

1. Inleiding

In het overheidsbeleid (MJP, Duurzame Gewasbescherming, Bestrijdingsmiddelenwet, Lozingenbesluit) zijn doelstellingen aangegeven voor de reductie van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en de beperking van de belasting van oppervlaktewater, bodem en lucht. Voor de besluitvorming 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 met emissiebeperkende technieken (en teeltwijzen) meer gewasbeschermingsmiddelen voor de sector beschikbaar blijven, d.w.z. een breder middelenpakket. Maar ook zullen bij gebruik van emissiearme technieken minder toepassingsrestricties, zoals teeltvrije zones, aan de toelating worden verbonden.

Het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij bepaalt dat bij bespuitingen van een gewas met veldspuitapparatuur de buitenste strook bespoten moet worden met driftarme spuitdoppen en een kantdop. Wanneer met nieuwe spuittechnieken en verbeterde bedrijfsvoering een vergelijkbare afname wordt bereikt kan dit als alternatief worden opgenomen. Een onderbouwing van deze gelijke of betere driftreductie moet met onderzoek worden aangetoond.

In onderzoek is aangetoond dat bij bespuitingen van aardappelen en bollen het gebruik van luchtondersteuning op een veldspuit een aanzienlijke driftreductie kan geven. Porskamp *et al.* (1995) vonden een driftreductie van 50% in aardappelen (spuitboomhoogte 70 cm boven gewas) door luchtondersteuning. In bollen werd door Porskamp *et al.*, (1997) een driftreductie van gemiddeld 60-70% gevonden (spuitboomhoogte 50cm boven gewas).

Luchtondersteuning wordt daarom aangemerkt als een erkende driftreducerende techniek (VW *et al.*, 2000; CIW, 2003) en mag bij intensief geteelde gewassen in combinatie met een driftarme spuitdop (VW & LNV, 2001, 2005) gebruikt worden met een smallere teeltvrije zone. In de periode 1999-2004 zijn er driftmetingen uitgevoerd met een nieuw type luchtondersteuning met een hogere capaciteit door het plaatsen van twee ventilatoren op de spuit, de Hardi Twin Force (Bijlage II). De luchtuitstroomsnelheid wordt hierdoor verhoogd van 22 m/s bij de oude luchtondersteuning (Hardi Twin) naar 30 m/s bij de Hardi Twin Force. Uit onderzoek is gebleken dat de Hardi Twin Force luchtondersteuning een hogere driftreductie geeft dan nu aangenomen wordt (De Jong *et al.*, 2000; Michielsen *et al.*, 2001, 2003; Stallinga *et al.*, 2003a, 2003b, 2003c, 2004).

De Hardi Twin Force luchtondersteuning heeft geen aparte status als een betere driftarme spuittechniek dan de huidige luchtondersteuning. In deze rapportage worden de beschikbare meetgegevens gerangschikt, zodat zij gebruikt kunnen worden bij het aanvragen van een pakket (CIW, 2003) met gelijke teeltvrije zone (Tabel 1) als bij verbeterd driftarme spuittechnieken (driftdepositieklasse II, DDK II), zeer driftarme spuittechnieken (driftdepositieklasse III) of een bijzonder driftarme spuittechniek (driftdepositieklasse IV). Hiervoor moet aantoonbaar gemaakt worden dat de driftdepositie respectievelijk 75%, 90% of 95% lager is ten opzichte van een systeem uitgerust met de referentiedop BCPC 31-030-F110 (CIW, 2003).

Tabel 1. Breedte van teeltvrije zones (cm) voor de verschillende driftdepositieklassen en intensief geteelde gewassen in de akkerbouw en de bloembollenteelt (naar CIW, 2003; DDK = driftdepositieklasse).

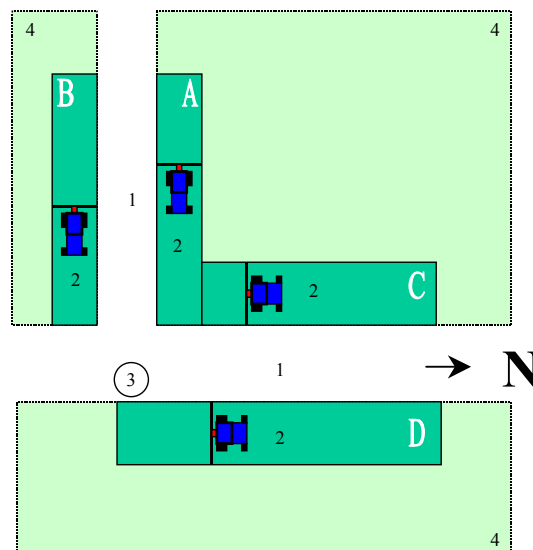
Sector	Gewas	Minimaal aan te houden teeltvrije zone			
		DDK-I	DDK-II	DDK-III	DDK-IV
Akkerbouw	Aardappelen, (zilver)uien	150	100	50	0
Bloembollenteelt	Bloembollen en -knollen	150	100	50	0

2. Materiaal en methode

2.1 Inleiding

De in deze rapportage gepresenteerde gegevens komen uit verschillende veldproeven, waarin meerdere spuittechnieken en spuitdoppen, al dan niet in combinatie met luchtondersteuning, vergeleken werden naar drift (De Jong *et al.*, 2000; Michielsen *et al.*, 2001, 2003; Stallinga *et al.*, 2003a, 2003b, 2003c, 2004). Hierbij werden de verschillende spuitdoppen en technieken vergeleken met een standaard (Southcombe *et al.*, 1997) en driftarme spuitdoppen (Porskamp *et al.*, 1999; VW & LNV, 2001). Hiervoor werden respectievelijk de spuitdoppen TeeJet XR11004 en TeeJet DG11004 + kantdop op de spuit bevestigd. De spuit was een Hardi Twin Force met luchtondersteuning. Het effect van de Hardi Twin Force luchtondersteuning is voor beide doptypen onderzocht op de driftdepositie en vergeleken met de standaard spleetdop.

De metingen werden in de periode 1999-2004 in het veld uitgevoerd bij een bespuiting van aardappelen en in de periode 2000-2001 voor kale grond bespuitingen. De gewashoogte van de aardappelen 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, de driftdepositie op deze strook worden gemeten. In Figuur 1 is schematisch het proefveld weergegeven. De stroken A – D (lengte ca. 150 m) zijn gebruikt voor de bespuitingen (werkbreedte 24 m) bij de verschillende windrichtingen.



*Figuur 1. Schematische weergave proefveld driftmetingen aardappelen, 1 = open strook, plaats driftcollectoren, 2 = te bespuiten strook aardappelen, 3 = plaats meteomast, 4 = rest van het aardappelperceel. (naar: Michielsen *et al.*, 1999).*

Voor elke meting werd de open strook 'schoon' gemaakt, dat wil zeggen opkomend onkruid werd verwijderd om een zo vlak mogelijke meetstrook te verkrijgen.

2.2 Afstelling en beschrijving van de spuittechnieken

De bespuitingen werden uitgevoerd met een Hardi Twin Force Commander spuit (werkbreedte 24 m) met een spuitboomhoogte van 50 cm boven grondoppervlak of gewas en een dopafstand van 50 cm op de spuitboom. De gebruikte doptypen hierbij waren een standaard spleetdop (TeeJet XR 110.04) en een driftbeperkende voorkamer

spleetdop (TeeJet DG 110.04) gecombineerd met een kantdop (Lechler IS 80.04) bij een spuitdruk van 3 bar. Bespuitingen vonden plaats zowel met als zonder gebruik van luchtondersteuning op de spuit; hierbij was de richting van de spuitdoppen verticaal omlaag. De luchtondersteuning was op maximaal gezet (240 bar oliedruk) en de uitstroomopening van de luchtondersteuning stond 15° naar voren. Bij een gemiddeld gemeten rijsnelheid van 6,0 km/h gaven de XR 110.04 en de DG 110.04 spuitdoppen een spuitvolume tussen de 300 l/ha en 330 l/ha.

2.3 Beschrijving driftmetingen en verwerking resultaten

Bij de driftmetingen werd een stuk kale grond of een aardappelgewas over een strook van 24 m breed en een lengte van 150 m bespoten. De laatste dop (buitenste dop van de spuitmachine) zat gemiddeld 10 cm buiten het hart van de laatste aardappelrug. In Figuur 1 is schematisch de indeling van het proefveld weergegeven. De metingen vonden plaats aan de benedenwindse zijde van de bespoten strook (aardappelen of kale grond) op een strook kale grond (Bijlage II). In de open strook kale grond waren 2 meetopstellingen opgesteld, met een onderlinge afstand van ongeveer 75 m (Figuur 2). Bij de metingen werden door de spuitmachine met één instelling (doptype) steeds de twee meetopstellingen gepasseerd waarbij halverwege de luchtondersteuning werd aangezet (Bijlage II). Voor de bespuitingen werd de dophoogte boven gewas (of de kale grond) steeds op dezelfde plaats ingesteld.

De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan Brilliant Sulfo Flavine (BSF, 3 g/l) en een niet-ionische uitvloeier (Agral®, 1 ml/l) was toegevoegd.

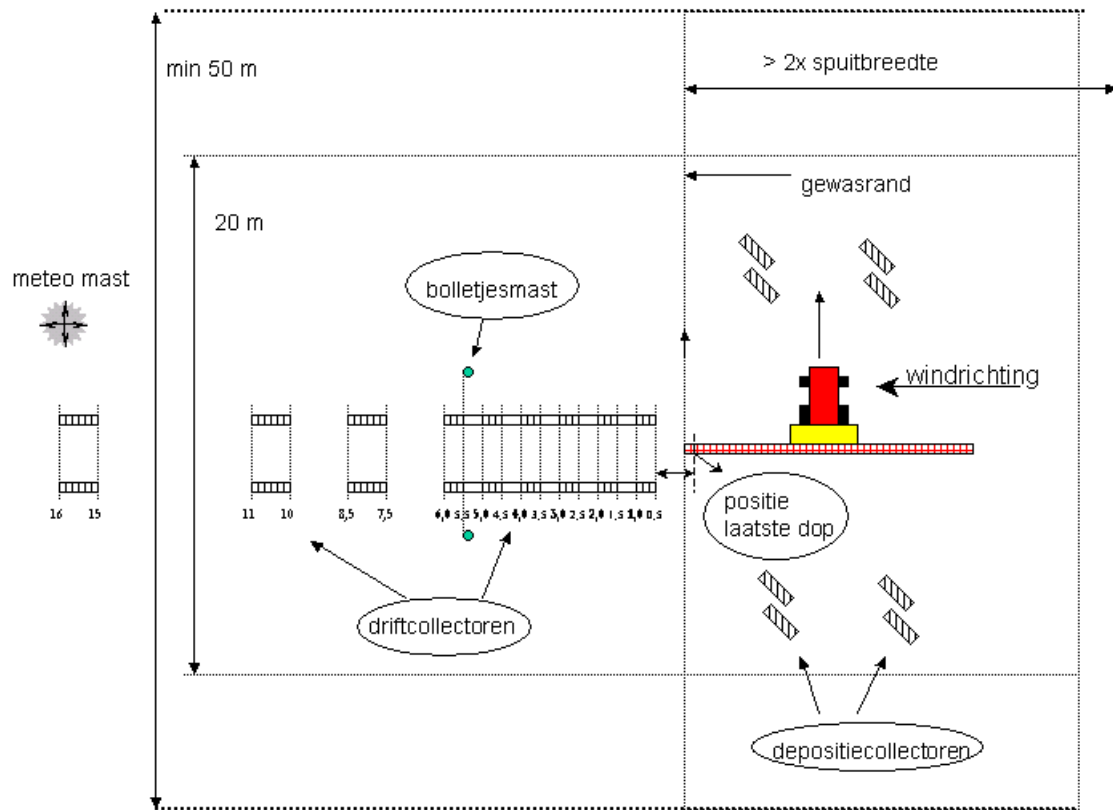
De drift naar de grond naast het perceel werd bepaald door naast het perceel 2 rijen collectoren (=1 meetopstelling) met een onderlinge afstand van 2 m haaks op de rijrichting te leggen. De collectoren bestonden uit plastic platen, waarop met klittenband filterdoek (Technofil TF-290; 50x10 cm en 100x10 cm) was bevestigd. De collectoren werden op ½-1, 1-1½, 1½-2, 2-2½, 2½-3, 3-3½, 3½-4, 4-4½, 4½-5, 5-5½, 5½-6, 7½-8½, 10-11 en 15-16 m gelegd, gemeten vanaf de positie van de laatste dop. Tijdens de bespuitingen lagen in de te bespuiten strook collectoren (filterdoek) om enig inzicht te krijgen in de depositie op het gewas of de kale grond. Voor de metingen van de drift naar de lucht werd op 5,5 m van de laatste dop een driftmast opgesteld met aan twee lijnen driftcollectoren op 0, 1, 2, 3, 4, 5 en 6 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 BSF. Elke meetdag werd ook bemonsterd aan de dop (tankmonsters) om de BSF-concentratie van de spuitvloeistof te meten. Voor de achtergrond werden 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 ook de blanco collectoren geanalyseerd. De concentratie BSF in de tankmonsters werd ook fluorimetrisch bepaald.

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

Voor de vergelijking van de driftdepositie zijn de driftwaarden over de stroken ½-4½, 1-5 en 1½-5½ m berekend, evenals de gemiddelde drift naar de lucht (0-4m hoogte) op 5,5 m afstand vanaf de laatste dop, uitgedrukt in percentage van de afgifte. Bovengenoemde stroken komen overeen met het slootoppervlak bij gebruik van verschillende teeltvrije zones.

De verschillen in driftwaarden tussen wel of geen luchtondersteuning bij dezelfde dop alsook het verschil in driftdepositie ten opzichte van de conventionele standaardbespuiting (XR11004) werden getoetst bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%. Statistische analyse vond plaats met behulp van het statistische programma Genstat (Genstat 5 Committee, 1993).



Figuur 2. Schematische weergave van een meetopstelling (naar: Stallinga et al., 2003a).

2.4 Beschrijving weersomstandigheden

Tijdens de bespuitingen werd de temperatuur (Pt 100 op 0,5 en 2 m hoogte), de luchtvochtigheid (%RV met Rhotronic op 0,5 m hoogte), de windrichting (0° = haaks t.o.v. rijrichting, op 2,5 m hoogte) en de windsnelheid (cup-anemometers op 0,5 en 2 m hoogte) vastgelegd en gemiddeld over tijdsintervallen van 5 seconden. De meteomast stond op de open strook (Figuur 1) Voor het vaststellen van de omstandigheden tijdens een meting werd voor de temperatuur, luchtvochtigheid en de windsnelheid het gemiddelde berekend van 5 metingen: de meting op moment van passeren en twee metingen voor- en twee na het moment van passeren van de driftmeetopstelling. Voor de windhoek werd het gemiddelde berekend over een interval van 1 minuut voor passeren tot 1 minuut na passeren van de meetopstelling. In Tabel 2 staan de gemiddelde weersomstandigheden van de in de vergelijking meegenomen metingen; hierbij zijn op de dataset de volgende restricties opgelegd:

- Temperatuur < 25°C;
- Windsnelheid maximaal 5,0 m/s;
- Windhoek +/- 30° ten opzichte van haaks met de rijrichting.

Tabel 2. Gemiddelde weersomstandigheden van de driftmetingen in het gewas aardappel en op kale grond zoals in deze studie gebruikt met de restricties; temperatuur < 25°C, windsnelheid < 5,0 m/s en windhoek < +/- 30° t.o.v. dwars op rijrichting.

Gewas	Doctype	Techniek	Aantal drift metingen	Temperatuur op 2m [°C]	Windhoek t.o.v. haaks [°]	Windsnelheid op 2 m [m/s]
Aardappel	XR11004	conventioneel	126	20,2	4,3	3,4
	XR11004	luchtondersteuning	120	20,3	4,6	3,3
	DG11004+IS8004	conventioneel	78	20,5	-3,9	3,4
	DG11004+IS8004	luchtondersteuning	76	20,6	-11,1	3,3
Kaal	XR11004	conventioneel	24	17,1	2,8	3,2
	XR11004	luchtondersteuning	22	17,2	3,8	3,2
	DG11004+IS8004	conventioneel	22	17,8	-5,1	3,2
	DG11004+IS8004	luchtondersteuning	22	17,8	-5,0	3,2

Tijdens de driftmetingen zoals gebruikt in deze studie was bij het gewas aardappelen de gemiddelde windsnelheid op 2 m hoogte 3,4 m/s (1,2-5,0) en de gemiddelde temperatuur 20,4 °C (13,4-25,0). Bij de kale grond bespuitingen was de gemiddelde windsnelheid op 2 m hoogte 3,2 m/s (1,1-4,9) en de gemiddelde temperatuur 17,5 °C (13,6-21,7).

3. Resultaten

De resultaten van de driftmetingen naar de grond naast het perceel uit de verschillende driftstudies zijn weergegeven in Bijlage I. Voor zowel de bespuiting van een aardappelgewas als voor een kale grond bespuiting staat in Tabel 3 de gemiddelde driftdepositie naar de grond naast het perceel voor de conventionele bespuiting met beide doptypen (XR11004, DG11004+IS8004) en de Hardi Twin Force luchtondersteuning. De gemiddelde driftdepositie is gebaseerd op metingen gedaan bij een windsnelheid lager dan 5,0 m/s, een temperatuur lager dan 25 °C en een windhoek die niet meer afweek dan 30° ten opzichte van dwars op de rijrichting.

In Figuur 3 en 4 staan het effect van de Hardi Twin Force luchtondersteuning in respectievelijk aardappelen kale grond bij gebruik van de XR 110.04 en bij de DG 110.04 met IS8004 kantdop op de driftdepositie naast het perceel, de driftreductie door luchtondersteuning bij dezelfde dop en de driftreductie ten opzichte van de XR11004 dop. (In Tabel 4 en 5 staat de gemiddelde drift over de stroken ½-4½, 1-5 en 1½-5½ m vanaf de laatste dop voor respectievelijk aardappelen en kale grond.)

Tabel 4. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met standaard spleetdoppen (XR11004) en driftarme voorkamer spleetdoppen (DG1104 + IS8004 kantdop) op conventionele wijze en met Hardi Twin Force luchtondersteuning bij een rijnsnelheid van 6 km/h (300 l/ha).

Doptype	Techniek	Strook (m) vanaf laatste dop				
		0,5-4,5	1,0-5,0	1,5-5,5	5-10	10-15
XR11004	conventioneel	9,7	5,6	3,5	0,94	0,46
XR11004	luchtondersteuning	3,2	1,1	0,44	0,03	0,008
DG11004+IS8004	conventioneel	4,6	2,1	1,3	0,56	0,26
DG11004+IS8004	luchtondersteuning	0,57	0,13	0,069	0,035	0,017

Tabel 5. Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf de laatste dop bij een bespuiting van kale grond met standaard spleetdoppen (XR11004) en driftarme voorkamer spleetdoppen (DG1104 + IS8004 kantdop) op conventionele wijze en met Hardi Twin Force luchtondersteuning bij een rijnsnelheid van 6 km/h (300 l/ha).

Doptype	Techniek	Strook (m) vanaf laatste dop				
		0,5-4,5	1,0-5,0	1,5-5,5	5-10	10-15
XR11004	conventioneel	6,1	3,5	2,4	0,81	0,31
XR11004	luchtondersteuning	1,7	0,77	0,56	0,28	0,13
DG11004+IS8004	conventioneel	2,1	1,5	1,1	0,40	0,15
DG11004+IS8004	luchtondersteuning	0,72	0,56	0,47	0,25	0,15

Tabel 3. Drift depositie (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naast een bespoten perceel aardappelen en een perceel kale grond bij een bespuiting (300 l/ha) met een Hardi Twin Force spuit met een standaard spleetdop (XR11004) en een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004+IS8004 kantdop) bij 3 bar spuitdruk met en zonder luchtondersteuning.

Gewas	Dootype	Techniek	Driftdepositie (%) op strook															
			xmin	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7,5	10	15
			xmax	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	8,5	11	16	
Aardappel	XR11004	conv	34,4	18,0	9,8	5,7	3,6	2,6	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,2	0,85	0,60	0,30	
Aardappel	XR11004	lucht	16,8	5,6	2,0	0,73	0,32	0,18	0,12	0,091	0,074	0,063	0,054	0,027	0,013	0,003		
Aardappel	DG11004	conv	20,5	7,0	3,0	1,7	1,3	1,1	1,0	0,92	0,85	0,78	0,72	0,51	0,34	0,16		
Aardappel	DG11004	lucht	3,6	0,52	0,13	0,080	0,069	0,063	0,059	0,055	0,051	0,047	0,044	0,032	0,022	0,011		
Kale grond	XR11004	conv	22,1	10,4	5,5	3,4	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	0,71	0,44	0,17		
Kale grond	XR11004	lucht	7,6	2,1	0,95	0,67	0,58	0,52	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,25	0,17	0,082		
Kale grond	DG11004	conv	5,9	3,5	2,3	1,6	1,2	1,0	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,35	0,21	0,082		
Kale grond	DG11004	lucht	1,6	1,1	0,77	0,60	0,50	0,44	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,24	0,18	0,11		

3.1 Driftreductie

De drift wordt door het gebruik van de Hardi Twin Force luchtondersteuning aanzienlijk gereduceerd. Bij de bespuiting van een aardappel gewas is de gemiddelde driftreductie op de stroken 1,0-5,0m en 1,5-5,5m meer dan 75% bij gebruik van een standaard spleetdop XR11004 (Tabel 6). Bij gebruik van een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004 + driftarme kantdop IS8004) is de driftreductie door luchtondersteuning op deze stroken meer dan 90%. Op de strook 0,5-4,5m is de driftreductie door gebruik van de driftarme dop in combinatie met luchtondersteuning meer dan 75%. Wordt de driftreductie van de driftarme dop en Hardi Twin Force luchtondersteuning uitgedrukt ten opzichte van de standaard spleetdop XR11004 dan is op de strook 0,5-4,5m de driftreductie meer dan 90% en op de stroken 1,0-5,0m en 1,5-5,5m meer dan 95% (Tabel 7).

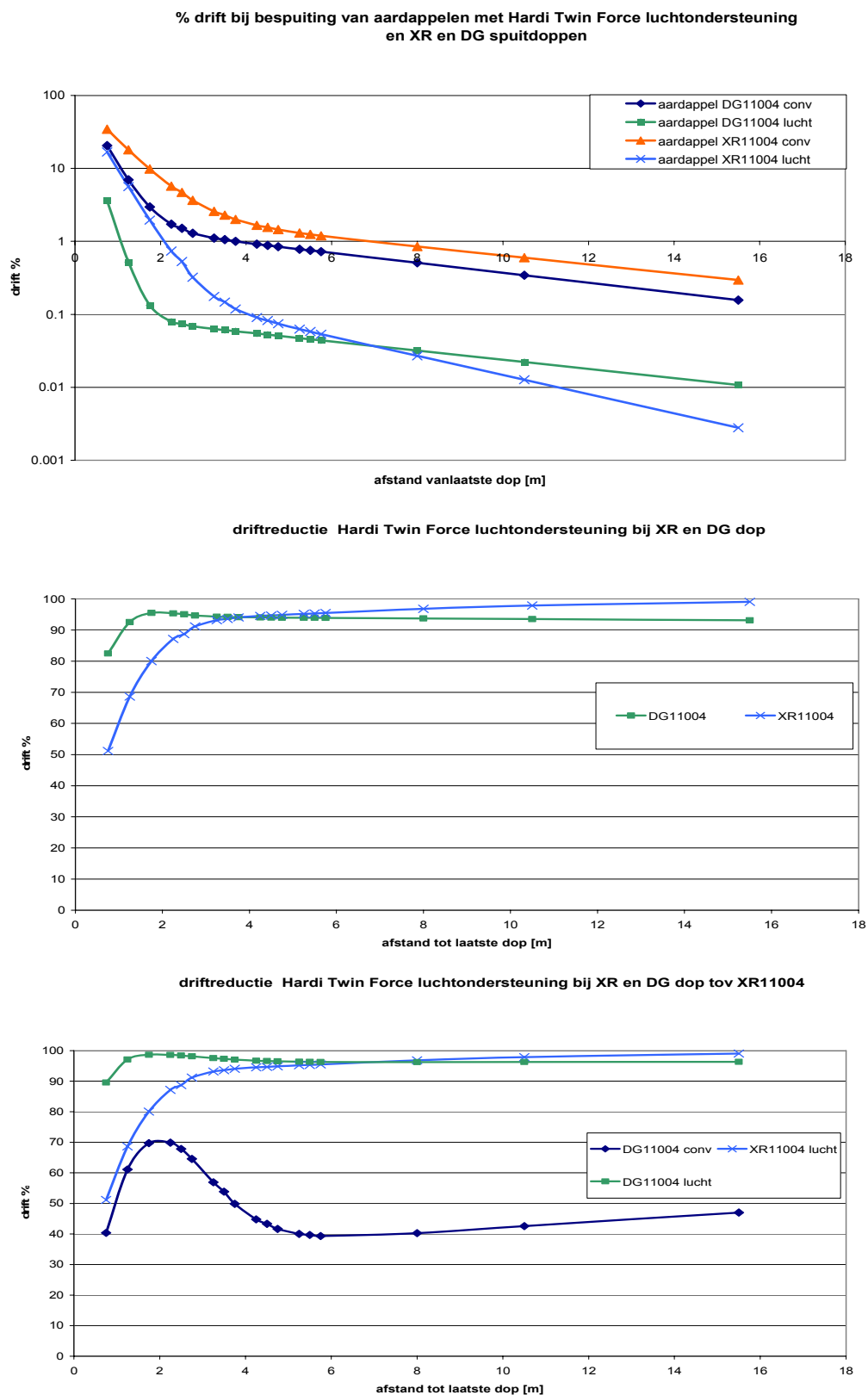
Bij de bespuiting van kale grond is de gemiddelde driftreductie op de stroken 1,0-5,0m en 1,5-5,5m meer dan 75% bij gebruik van een standaard spleetdop XR11004 (Tabel 6). Op de strook 0,5-4,5m is de driftreductie door gebruik van de standaard spleetdop in combinatie met luchtondersteuning meer dan 50%. Bij gebruik van een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004 + driftarme kantdop IS8004) is de driftreductie door luchtondersteuning op de stroken 0,5-4,5m, 1,0-5,0m en 1,5-5,5m meer dan 50%. Wordt de driftreductie van de driftarme dop en Hardi Twin Force luchtondersteuning uitgedrukt ten opzichte van de driftdepositie van de standaard spleetdop XR11004 dan is op de stroken 0,5-4,5m, 1,0-5,0m en 1,5-5,5m de driftreductie meer dan 75% (Tabel 7).

Tabel 6. Driftreductie bij gebruik van Hardi Twin Force luchtondersteuning bij bespuiting van het gewas aardappelen en kale grond met een standaard spleetdop (XR11004) en een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004+IS8004 kantdop).

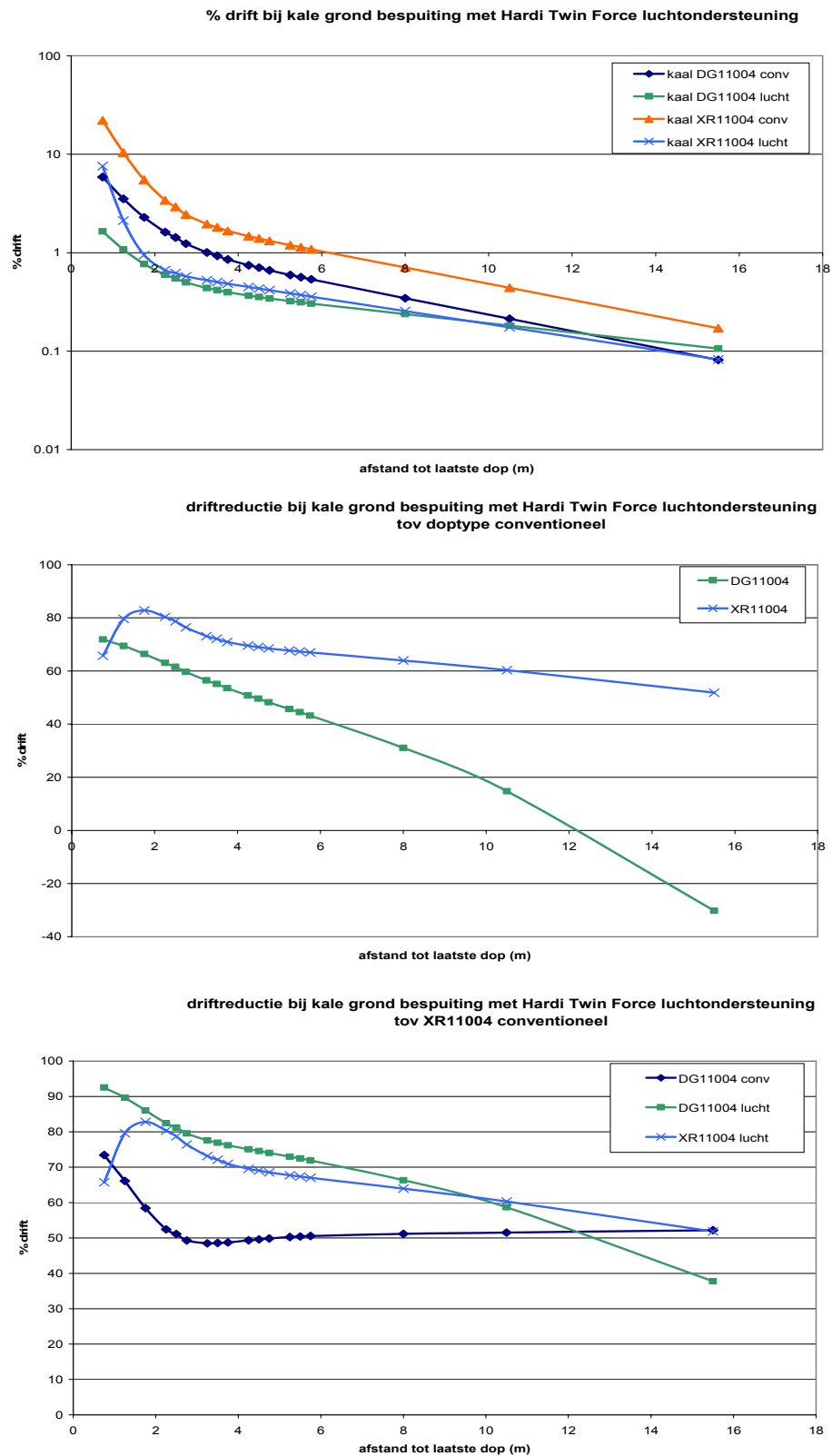
Doptype	Gewas	Strook (m) vanaf laatste dop				
		0,5-4,5	1,0-5,0	1,5-5,5	5-10	10-15
XR11004	aardappel	66,8	79,7	87,5	96,3	98,4
DG11004+IS8004	aardappel	87,5	93,9	94,8	93,8	93,4
XR11004	kale grond	72,7	78,0	76,5	65,1	57,7
DG11004+IS8004	kale grond	66,2	62,4	58,5	35,7	1,5

Tabel 7. Driftreductie bij gebruik van Hardi Twin Force luchtondersteuning bij bespuiting van het gewas aardappelen en kale grond met een standaard spleetdop (XR11004) en een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004+IS8004 kantdop) ten opzichte van de standaard situatie met een XR11004 spuitdop.

Doptype	Gewas	Strook (m) vanaf laatste dop				
		0,5-4,5	1,0-5,0	1,5-5,5	5-10	10-15
XR11004	aardappel	66,8	79,7	87,5	96,3	98,4
DG11004+IS8004	aardappel	94,1	97,7	98,0	96,3	96,3
XR11004	kale grond	72,7	78,0	76,5	65,1	57,7
DG11004+IS8004	kale grond	88,2	84,1	80,3	68,4	52,5



Figuur 3. Drift depositie (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naast een perceel (boven) bij een bespuiting van aardappelen met de Hardi Twin Force spuit met twee doptypen met en zonder luchtondersteuning, driftreductie door gebruik van luchtondersteuning bij de doptypen (XR11004 en DG11004 + IS8004 kantdop) (midden) en driftreductie ten opzichte van de conventionele bespuiting met XR11004 spuitdoppen (onder).



Figuur 4. Drift depositie (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naast een perceel (boven) bij een bespuiting van kale grond met de Hardi Twin Force spuit met twee doptypen met en zonder luchtondersteuning, driftreductie door gebruik van luchtondersteuning bij de doptypen (XR11004 en DG11004 +IS8004 kantdop) (midden) en driftreductie ten opzichte van de conventionele bespuiting met XR11004 spuitdoppen (onder).

3.2 Drift naar de lucht

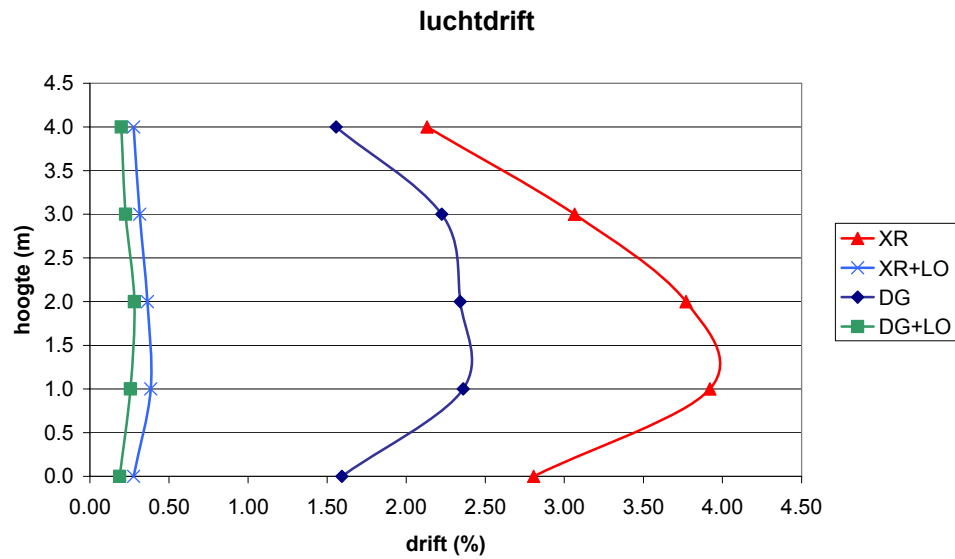
In Tabel 8 en Figuur 5 en 6 staan de gemiddeld gemeten drift naar de lucht op 5,5m afstand van de laatste dop bij bespuitingen van kale grond en een aardappelgewas voor de conventionele spuit en de Hardi Twin Force luchtondersteunde spuit uitgerust met standaard spleetdoppen (XR11004) en driftarme voorkamer spleetdoppen (DG11004 + IS8004 kantdop).

Tabel 8. Drift naar de lucht (% van afgifte) op verschillende hoogtes en gemiddeld over de hoogte 0-4m op 5,5m afstand van de laatste dop bij de bespuiting van een aardappelgewas en kale grond voor een conventionele spuittechniek en de Hardi Twin Force luchtondersteuning met een standaard spleetdop (XR11004) en een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004+IS8004 kantdop).

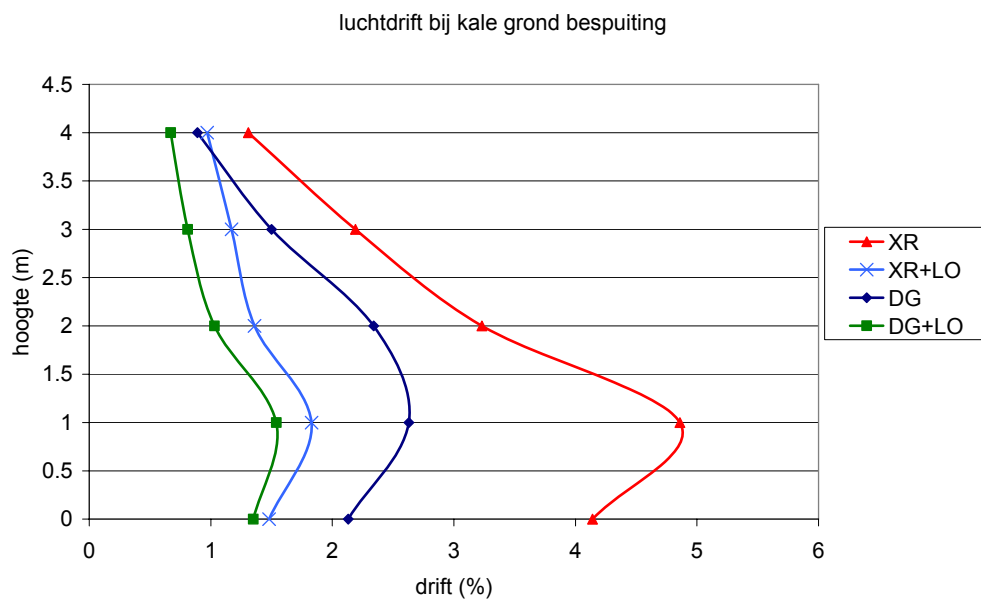
Gewas	Doctype	Techniek	Hoogte (m) op 5,5 m vanaf laatste dop					
			0	1	2	3	4	Gem. 0-4
Aardappel	XR11004	conventioneel	2,81	3,92	3,77	3,06	2,13	3,14
Aardappel	XR11004	luchtondersteuning	0,28	0,38	0,36	0,32	0,28	0,32
Aardappel	DG11004+IS8004	conventioneel	1,59	2,36	2,34	2,22	1,56	2,02
Aardappel	DG11004+IS8004	luchtondersteuning	0,19	0,26	0,28	0,23	0,20	0,23
Kale grond	XR11004	conventioneel	4,14	4,86	3,23	2,19	1,31	3,15
Kale grond	XR11004	luchtondersteuning	1,48	1,83	1,36	1,17	0,97	1,36
Kale grond	DG11004+IS8004	conventioneel	2,13	2,63	2,34	1,5	0,89	1,90
Kale grond	DG11004+IS8004	luchtondersteuning	1,35	1,54	1,03	0,81	0,67	1,08

Gemiddeld over 0-4m hoogte werd door de Hardi Twin Force luchtondersteuning bij de bespuiting van een aardappelgewas de drift naar de lucht voor beide dooptypen met 89% en 90% gereduceerd. Bij een kale grond bespuiting was de driftreductie door de Hardi Twin Force luchtondersteuning voor beide dooptypen 57% en 43%.

Ten opzichte van de standaard spleetdop was de reductie in drift naar de lucht door de driftarme voorkamerspleetdop met kantdop en Hardi Twin Force luchtondersteuning bij de bespuiting van kale grond 66% en bij een aardappelgewas 93%.



Figuur 5. Drift naar de lucht (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes op 5,5m afstand van de laatste dop voor een conventionele spuittechniek en de Hardi Twin Force luchtondersteuning met een standaard spleetdop (XR11004) en een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004+IS8004 kantdop) bij de bespuiting van een aardappelgewas



Figuur 6. Drift naar de lucht (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes op 5,5m afstand van de laatste dop voor een conventionele spuittechniek en de Hardi Twin Force luchtondersteuning met een standaard spleetdop (XR11004) en een driftarme voorkamer spleetdop (DG11004+IS8004 kantdop) bij de bespuiting van kale grond

4. Discussie

Driftarme spuittechnieken kunnen beoordeeld en gecertificeerd worden volgens de Beoordelingsmethodiek Emissie-reducerende maatregelen Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (CIW, 2003). Hierin staat beschreven dat van een kandidaat driftarme techniek de driftdepositie vergeleken kan worden met een al vastgestelde driftarme techniek (Tabel 9) en vervolgens in een driftdepositieklasse ingedeeld kan worden (Tabel 1). Deze vergelijking kan langs verschillende routes lopen. Er kan vergeleken worden met de standaard dop zoals gebruikt in het dopclassificatiesysteem (VW & LNV, 2001) de grensdop tussen de druppelgrootteklassen Fijn en Midden of er kan een vergelijking gemaakt worden met de standaard driftarme spuittechniek zoals beschreven in het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (VW *et al.*, 2000).

Tabel 9. Indeling in driftdepositieklassen volgens de bepaling van de driftreductie in vergelijking met de BCPC Fijn/Midden grensdop of in vergelijking met de standaard driftarme techniek (DG11004+driftarme kantdop) (naar CIW, 2003).

Nummer	Driftdepositieklasse Indicatieve omschrijving	Reductie vandriftdepositie t.o.v. BCPC 31-030-F110	Reductie vandriftdepositie t.o.v. standaard driftarme techniek
		[%]	[%]
0	Niet driftarm	<50	<0
I	Standaard driftarm	>50	0
II	Verbeterd driftarm	>75	>50
III	Zeer driftarm	>90	>75
IV	Bijzonder driftarm	>95	>90

In deze studie zijn de resultaten gepresenteerd van een grote dataset met driftmetingen met twee doptypen met en zonder hetzelfde systeem van luchtondersteuning. De luchtondersteuning kan dus beoordeeld worden ten opzichte van de beide doptypen als luchtondersteuningseffect, of als driftreductie ten opzichte van een van de beide doppen, de standaard dop of de standaard driftarme dop. Vanzelfsprekend leidt dit tot verschillende hoogtes van de driftreductie. Worden deze methodieken echter met elkaar vergeleken dan is het de vraag of het leidt tot eenzelfde indeling in driftdepositieklasse zoals gepresenteerd in Tabel 9.

Op 1,5-5,5 m vanaf de laatste dop is bij een bespuiting in aardappelen de driftreductie van de Hardi Twin Force luchtondersteuning in combinatie met de standaard driftarme dop 94,8% in vergelijking met deze driftarme dop, driftdepositieklasse IV. In vergelijking met de standaard spleetdop (XR11004) welke vergelijkbaar is met de grensdop BCPC F/M (Porskamp *et al.*, 1999) is de driftreductie van deze combinatie 98%, driftdepositieklasse IV. Beide methodieken leiden in dit geval dus tot indeling in driftdepositieklasse IV, bijzonder driftarm.

Voor kale grond bespuiting is de driftreductie op de strook 1,5-5,5m vanaf de laatste spuitdop volgens beide systemen respectievelijk 59% reductie en 80% reductie wat in beide gevallen leidt tot een indeling in driftdepositieklasse II; verbeterd driftarm.

Dit verschil in driftreductie tussen een kale grond bespuiting en een gewas bespuiting wordt duidelijk veroorzaakt door het meer kunnen filteren van het gewas. De fijne nevel wordt door de luchtondersteuning het gewas ingeblazen en wordt daar gevangen. Dit is bij een zeer kort gewas of een kale grond bespuiting niet mogelijk, waardoor er meer nevel weg kan waaien. Omdat in Duitsland de driftmetingen op een kort gemaaid grasveld gedaan worden is dit waarschijnlijk ook de reden dat luchtondersteuning in Duitsland ingedeeld is in de driftreductieklasse 75% (BBA, 2006), wat in Nederland overeenkomt met standaard driftarm.

In een directe vergelijking tussen de "oude" luchtondersteuning, de Hardi Twin, en de Hardi Twin Force luchtondersteuning (Michielsen *et al.*, 2001) was de driftdepositie op 1,5-6m vanaf de laatste dop meer dan 50% lager voor de

Twin Force. Een overzicht van de resultaten van oude metingen met de Hardi Twin luchtondersteuning wordt in Tabel 10 gegeven. Bij 70 cm spuitboomhoogte kwam Porskamp *et al.* (1995) op een driftreductie door luchtondersteuning van 51% op de strook 1,5-6m vanaf de laatste dop. Bij een spuitboomhoogte van 50 cm boven het gewas kwamen Porskamp *et al.*, (1997). Michielsen *et al.*, (1999, 2001) en Stallinga *et al.* (2000) op een gemiddelde driftreductie door luchtondersteuning van 64% op deze afstand. Hieruit blijkt dat de Hardi Twin Force zich duidelijk onderscheid van de nu in het algemeen gehanteerde driftreductie voor luchtondersteuning, gebaseerd op metingen met de Hardi Twin.

Tabel 10. Overzicht metingen driftreductie door luchtondersteuning (Hardi Twin) op de strook 1,5-6m van de laatste spuitdop.

Referentie	Gewas	Spuit- volume	Spuitboom- hoogte	Doptype	Driftdepositie		Drift reductie door lucht- ondersteuning
		(l/ha)	(cm)		(%)		(%)
					conv.	lucht	
Porskamp <i>et al.</i> , 1995	aardappel	150	70	4110-12	5,7	2,8	51
Porskamp <i>et al.</i> , 1997	bollen	300	50	XR11004	3,7	1,6	56
	tulp	300	50	XR11003	4,5	1,8	60
	Gele mosterd	300	50	XR11003	2,3	1,2	50
	lelie	300	50	XR11004	1,2	0,5	59
	Gele mosterd	300	50	XR11004	1,0	0,2	77
Michielsen <i>et al.</i> , 1999	aardappel	300	50	XR11004	4,2	1,0	75
	aardappel	300	50	DG11004	1,3	0,7	49
Stallinga <i>et al.</i> , 2000	aardappel	300	50	XR11004	1,3	0,5	68
	aardappel	150	50	XR11002	3,2	1,0	68
	aardappel	150	50	DG11002	1,8	0,8	54
Michielsen <i>et al.</i> , 2001	aardappel	300	50	XR11004	3,0	0,5	83

5. Conclusies

Het gebruik van het Hardi Twin Force luchtondersteuningssysteem, waarbij door middel van twee ventilatoren op de veldspuit de lucht achter de spuitboom met een snelheid van 30 m/s uit de luchtzakken geblazen wordt, geeft een veel grotere driftreductie dan de luchtondersteuning waarvan eerder de driftreductie is vastgesteld (Hardi Twin).

Door het gebruik van de Hardi Twin Force luchtondersteuning wordt de drift bij een bespuiting van aardappelen met een driftarme dop (DG11004+IS8004 kantdop) op 1,5-5,5m vanaf de laatste dop met meer dan 90% gereduceerd. In combinatie met een standaard spleetdop (XR11004) is de driftreductie door de Hardi Twin Force luchtondersteuning in aardappelen meer dan 75%.

Wordt de Hardi Twin Force luchtondersteuning ingezet op kale grond dan is de driftreductie op 1,5-5,5m van de laatste dop meer dan 50% bij de driftarme dop + kantdop en meer dan 75% bij de standaard dop.

Wordt de driftreductie uitgedrukt ten opzichte van een standaard spleetdop (XR11004) dan is de driftreductie op 1,5-5,5m van de laatste dop in aardappelen voor de driftarme dop (DG11004 + IS8004 kantdop) in combinatie met Hardi Twin Force luchtondersteuning meer dan 95% en meer dan 75% in combinatie met een standaard spleetdop (XR11004). Voor een kale grond bespuiting is de driftreductie voor beide doptypen in combinatie met de Hardi Twin Force luchtondersteuning meer dan 75%.

Literatuur

BBA, 2006.

Lijst met toegestane driftarme toedieningstechnieken in Duitsland.

http://www.bba.bund.de/cIn_044/nn_925984/SharedDocs/10__FA/Publikationen/Pflanzenschutzgeraete/verlustmind/verzeichnisverlustminderndegebraete__pdf.html

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. 82pp.

De Jong, A., J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga & J.C. van de Zande, 2000.

Drift bij verschillende spuitboomhoogten boven het gewas, veldmetingen 1999. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Nota P2000-60, Wageningen. 2000. 25pp.

Genstat 5 Committee, 1993.

Genstat 5 Release 3 Ref. Man. Oxford: Clarendon Press.

Michielsen, J.M.G.P., H. Stallinga & J.C. van de Zande, 1999.

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

Veldonderzoek 1998, spuitvolume 300 l/ha. IMAG-DLO Nota P99-111, Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen. 1999. 31pp.

Michielsen, J.M.G.P., H. Stallinga, A. de Jong & J.C. van de Zande, 2001.

Drift bij twee typen veldspuiten (aanbouw en getrokken) met verschillende werkbreedtes en niveaus van luchtondersteuning. Veldmetingen 1999. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Nota P2001-01, Wageningen. 2001 24pp.

Michielsen, J.M.G.P., H. Stallinga & J.C. van de Zande, 2003.

Effect van de hoogte van een vanggewas (*Miscanthus*) op de drift bij bespuiting van akkerbouwgewassen. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Rapport 2003-17, Wageningen. 2003. 82pp.

Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen, J.C. van de Zande & J.F.M. Huijsmans, 1995.

Emissie beperkende spuittechnieken voor de akkerbouw. De invloed van luchtondersteuning, dopkeuze en teeltvrije zone op de emissie buiten het perceel. IMAG-DLO rapport 95-19, IMAG-DLO, Wageningen. 39 pp.

Porskamp, H.A.J., J.M.G.P. Michielsen & J.C. van de Zande, 1997.

Driftbeperkende spuittechnieken voor de bloembollen. Drift bij een luchtondersteunde veldspuit, een spuit met een afgeschermd spuitboom en een tunnelspuit voor bedden. IMAG-DLO Rapport 97-08, Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen, 1997. 36p.

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. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG-DLO Rapport 99-02, Wageningen, 1999. 22 pp.

Southcombe, E.S.E., P.C.H. Miller, H. Ganzelmeier, J.C. van de Zande, A. Miralles & A.J. Hewitt, 1997.

The international (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds, 1997. November 1997. Brighton. UK. p.371-380.

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, & J.C. van de Zande, 2000.

Driftreductie door doptype en luchtondersteuning tijdens de bespuiting van aardappelen. II. Veldonderzoek 1999, spuitvolume 150 l/ha. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, Wageningen. IMAG Nota P2000-86, 2000. 26pp.

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2003a.

Driftbeperking door spuitboomhoogteverlaging op een veldspuit. Metingen 2002. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Nota P2003-18, Wageningen. 2003. 34pp.

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2003b.

Effect van spoorbreedte en balansverbetering op de drift. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Nota P2003-25, Wageningen. 2003. 21pp.

- Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2003c.
Driftreductie door gebruik van het Släpduksysteem. Wageningen UR – Agrotechnology & Food Innovations B.V.,
Report nr 005, Wageningen. 2003. 32p.
- Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2004.
Effect rijpsnelheid op de drift. Wageningen UR, Agrotechnology & Food Innovations, WUR-A&F Rapport 160,
Wageningen. 45p.
- VW, VROM, LNV, WWS & SZW, 2000.
Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatsblad 2000 43, 117pp.
- VW & LNV, 2001.
Regeling testmethoden driftarme doppen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatscourant
1 maart 2001. nr. 43, p18.
- VW & LNV, 2005.
Wijziging Regeling driftarme doppen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij (actualisatie lijst driftarme
doppen). Staatscourant 7 november 2005. nr. 216, p15.

Bijlage I.

Basiscijfers drift Hardi Twin Force luchtondersteuning

Uit:

De Jong, A., J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga & J.C. van de Zande, 2000.

Drift bij verschillende spuitboomhoogten boven het gewas, veldmetingen 1999. Instituut voor Milieu- en Agrotechniek, IMAG Nota P2000-60, Wageningen. 2000. 25pp.

Drift naar de grond naast het perceel:

De gemiddelde driftdepositie bij verschillende spuitboomhoogte (met en zonder luchtondersteuning) als percentage van de afgifte. Op verschillende afstanden naast het perceel vanaf de laatste spuitdop.

Hoogte	Lucht	Afstand tot laatste dop (m)									
		0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-3	3-4	4-5	5-6	7,5-8,5	10-11	15-16
30	-	20,20	11,59	3,12	1,59	1,00	0,66	0,46	0,29	0,16	0,09
30	+	12,05	5,27	0,43	0,17	0,16	0,11	0,09	0,08	0,03	0,05
50	-	32,10	25,88	10,04	3,61	1,97	1,36	1,03	0,56	0,33	0,22
50	+	14,76	9,48	1,41	0,35	0,19	0,15	0,15	0,16	0,08	0,05
70	-	36,10	32,49	19,59	7,78	4,43	2,68	2,31	1,17	0,74	0,43
70	+	15,05	15,34	6,14	1,83	1,04	0,78	0,54	0,29	0,16	0,08

Drift naar de lucht:

Gemiddeld gemeten drift naar de lucht (met en zonder luchtondersteuning) per boomhoogte, als percentage van de afgifte.

Hoogte (cm)	Luchtonder- steuning	Gemiddelde drift (%)*	Reductie t.o.v. 70 cm hoogte (%)	Reductie t.o.v. 50 cm hoogte (%)	Reductie t.o.v. 30 cm hoogte (%)
70	Uit	3,10 ^c	-	-82	-138
	Aan	0,27 ^a	91 ⁺	84	79
50	Uit	1,70 ^b	45	-	-31
	Aan	0,22 ^a	93	87 ⁺	83
30	Uit	1,30 ^b	58	24	-
	Aan	0,15 ^a	95	91	88 ⁺

* Een andere letter in de kolom betekent dat er een significant verschil ($\alpha < 0.05$) is tussen de gemiddelde drift getallen.

⁺ De schuinedrukte percentages zijn de reducties van luchtondersteuning per hoogte.

Uit:

Michielsens, J.M.G.P., H. Stallinga, A. de Jong & J.C. van de Zande, 2001.

Drift bij twee typen veldspuiten (aanbouw en getrokken) met verschillende werkbreedtes en niveaus van luchtondersteuning. Veldmetingen 1999. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Nota P2001-01, Wageningen. 2001 24pp.

Drift naar de grond naast het perceel:

Drift naar het oppervlak naast het gewas als percentage van de afgifte, over de hele meetstrook, bij twee uitvoeringsvormen van veldspuiten (Hardi Twin en Hardi Commander Twin Force), twee werkbreedtes (18 en 24 m) en drie niveaus van luchtondersteuning (geen, A-niveau Twin en B-niveau Twin Force).

Spuut	Werk-breedte	Lucht-niveau	Plaats van de collectoren t.o.v. laatste dop (m)									
			0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-3	3-4	4-5	5-6	7,5-8,5	10-11	15-16
HT	18	-	33,97	18,99	11,01	4,20	1,90	1,05	0,85	0,55	0,42	0,27
		A	21,54	7,82	2,53	0,55	0,22	0,17	0,13	0,09	0,10	0,09
HCTF	18	-	36,35	24,18	13,30	5,04	2,60	1,71	1,16	0,75	0,52	0,31
		A	16,01	9,60	3,76	0,46	0,25	0,19	0,14	0,13	0,12	0,13
		B	13,93	7,81	1,06	0,19	0,13	0,10	0,08	0,08	0,08	0,11
HCTF	24	-	41,56	24,27	11,86	5,52	2,53	1,75	1,24	0,71	0,56	0,32
		B	16,16	7,86	3,29	0,37	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,10

Drift naar de lucht:

Drift naar de lucht als percentage van afgifte over de hele meethoogte, bij twee uitvoeringsvormen van veldspuiten (Hardi Twin en Hardi Commander Twin Force), twee werkbreedtes (18 en 24 m) en drie niveaus van luchtondersteuning (geen, A-niveau Twin en B-niveau Twin Force).

Spuut	Werk-breedte [m]	Lucht-niveau	Meethoogte [m]					gem:
			0	1	2	3	4	
HT	18	-	1,596	2,129	2,099	1,368	1,040	1,646
		A	0,328	0,295	0,192	0,118	0,068	0,200
HCTF	18	-	3,392	4,368	3,658	2,450	1,392	3,052
		A	0,236	0,319	0,306	0,234	0,192	0,257
		B	0,132	0,172	0,182	0,099	0,082	0,134
HCTF	24	-	2,906	4,513	3,821	2,858	1,931	3,206
		B	0,137	0,179	0,240	0,125	0,092	0,155

Uit:

Michielsen, J.M.G.P., H. Stallinga & J.C. van de Zande, 2003.

Effect van de hoogte van een vanggewas (*Miscanthus*) op de drift bij bespuiting van akkerbouwgewassen.
 Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Rapport 2003-17, Wageningen. 2003. 82pp.

Drift naar de grond naast het perceel:

Gemiddelde drift naar de grond naast het perceel bij een bespuiting (XR 110.04, @ 3 bar, 300 l/ha) van een cultuurgewas (suikerbieten of aardappelen), uitgedrukt in percentage van de afgifte, zonder en met luchtondersteuning (lucht - / +).

Jaar	Cultuur- gewas	Object	Lucht	Positie meetstrook ten opzichte van laatste dop [m]									
				½-1	1-1½	1½-2	2-3	3-4	4-5	5-6	7½-8½	10-11	15-16
1999	biet	geen	-	21,90	14,66	5,73	2,36	1,75	1,53	1,19	0,79	0,60	0,39
			+	11,56	6,78	1,87	0,46	0,25	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11
2000	aard	geen	-	38,27	20,45	10,25	4,55	3,03	1,98	1,70	0,98	0,70	0,36
			+	11,38	3,19	0,38	0,16	0,10	0,11	0,10	0,07	0,06	0,05

Drift naar de lucht:

*Gemiddelde drift naar de lucht (0 – 6 m hoogte), in percentage van de afgifte, bij de bespuiting (XR 110.04, @ 3 bar, 300 l/ha) van een cultuurgewas (1999: suikerbieten, 2000: aardappelen) zonder vanggewas (geen), met een vanggewas *Miscanthus* van gelijke hoogte (even hoog) en 50 en 100 cm hoger, zonder en met luchtondersteuning (lucht - / +).*

Jaar	Lucht	Vanggewas	0	1	2	3	4	5	6	Gem
1999	-	geen	4,33	4,96	3,82	1,89	0,82	*	*	3,16
1999	+	geen	0,76	1,01	0,99	0,81	0,54	*	*	0,82
2000	-	geen	4,35	5,04	4,79	3,56	2,66	2,17	1,89	3,50
2000	+	geen	0,22	0,37	0,34	0,32	0,24	0,17	0,11	0,25

Uit:

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2003.

Driftbeperking door spuitboomhoogteverlaging op een veldspuit. Metingen 2002. Instituut voor Milieu- en Agrotechniek, IMAG Nota P2003-18, Wageningen. 2003. 34pp.

Drift naar de grond naast het perceel:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met verschillende spuitboomhoogtes; Hardi op 50 cm, spuitdruk 3 bar, XR 110.04 (325 l/ha) en DG 110.04+kantdop (IS 80.04) (345 l/ha); Rau op 30 cm, spuitdruk 3 bar, DG 80.015+kantdop (IS 80.02) (199 l/ha) en ID 90.015+kantdop (IS 80.02) (198 l/ha).

Spuit	Dop	Lucht	spb. hoogte [cm]	Afstand tot laatste dop [m]									
				½-1	1-1½	1½-2	2-3	3-4	4-5	5-6	7½-8½	10-11	15-16
Hardi	XR 110.04	-	50	29,57	23,60	13,11	4,66	2,21	1,52	1,01	0,54	0,33	0,22
		+	50	15,75	8,86	3,41	0,29	0,08	0,06	0,06	0,04	0,02	0,02
	DG 110.04	-	50	24,53	7,36	2,35	1,35	0,84	0,54	0,42	0,30	0,19	0,11
		+	50	6,68	1,38	0,28	0,09	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02

Drift naar de lucht:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naar de lucht gemeten over 4 m hoogte op 5,5 m vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met verschillende spuitboomhoogtes; Hardi op 50 cm spuitboomhoogte, spuitdruk 3 bar, XR 110.04 (325 l/ha) en DG 110.04 + kantdop (IS 80.04) (345 l/ha); Rau op 30 cm spuitboomhoogte, spuitdruk 3 bar, DG 80.015+kantdop (IS 80.02) (199 l/ha) en ID 90.015 + kantdop (IS 80.02) (198 l/ha).

Spuit	Dop	Lucht	spb. hoogte [cm]	0-4 m	Verschil
Hardi	XR 110.04	-	50	2,33	A
		+	50	0,25	BCD
	DG 110.04	-	50	1,46	A
		+	50	0,18	D

* Verschillende letters in een kolom duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Uit:

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2003.

Effect van spoorbreedte en balansverbetering op de drift. Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Nota P2003-25, Wageningen. 2003. 21pp.

Drift naar de grond naast het perceel:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met een standaardspuit [Hardi; spuitdruk 3 bar; doppen: XR 110.04 (spuitvolume 325 l/ha) en DG 110.04+IS 80.04 kantdop (spuitvolume 345 l/ha); 50 cm spuitboomhoogte; met en zonder luchtondersteuning] en een spuit met brede banden en een spoorbreedte van 2,25 m in een rijpad [Delvano; spuitdruk 3 bar; dop: DG 110.04 (spuitvolume 303 l/ha); 40 en 50 cm spuitboomhoogte].

Spuit	Dop	Lucht	spb. hoogte [cm]	Afstand tot laatste dop [m]									
				½-1	1-1½	1½-2	2-3	3-4	4-5	5-6	7½-8½	10-11	15-16
Hardi	XR 110.04	-	50	22,08	17,45	8,16	3,14	1,69	1,42	1,03	0,67	0,48	0,29
		+	50	15,24	9,26	5,19	0,86	0,20	0,14	0,11	0,07	0,05	0,03
	DG 110.04	-	50	19,67	6,92	3,07	1,74	1,11	0,89	0,64	0,52	0,38	0,27
		+	50	6,17	0,84	0,11	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02

Drift naar de lucht:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naar de lucht gemeten over 4 m hoogte op 5,5 m vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met een standaardspuit [Hardi; spuitdruk 3 bar; doppen: XR 110.04 (spuitvolume 325 l/ha) en DG 110.04+IS 80.04 kantdop (spuitvolume 345 l/ha); 50 cm spuitboomhoogte; met en zonder luchtondersteuning] en een spuit met brede banden en een spoorbreedte van 2,25 m in een rijpad [Delvano; spuitdruk 3 bar; dop: DG 110.04 (spuitvolume 303 l/ha); 40 en 50 cm spuitboomhoogte].

Spuit	Dop	Lucht	spb. hoogte [cm]	%	Verschil
Hardi	XR 110.04	-	50	3,63	A*
		+		0,35	C
	DG 110.04	-	50	1,72	B
		+		0,17	C

* Verschillende letters duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Uit:

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2003.

Driftreductie door gebruik van het Släpduksysteem. Wageningen UR – Agrotechnology & Food Innovations B.V., Report nr 005, Wageningen. 2003. 32p.

Drift naar de grond naast het perceel:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met een standaardspuit (Hardi, 300 l/ha) en een spuit met het Släpduksysteem (200 l/ha).

Machine	Dop	Afstand tot laatste dop [m]														
		½-1	1-1½	1½-2	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	6-6½	6½-7	7-7½	7½-8
Hardi	XR 110.04	21,31	16,79	9,47	3,88	2,91	2,21	1,79	1,53	1,27	1,18	1,09	0,68	0,51	0,31	
Hardi	DG 110.04 #	12,05	4,37	2,14	1,01	0,92	0,71	0,6	0,53	0,47	0,44	0,46	0,34	0,23	0,15	

DG 110.04 met IS 80.04 kantdop.

Drift naar de lucht:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naar de lucht gemeten over 4 m hoogte op 5,5 m vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met een standaardspuit (Hardi, 300 l/ha) en een spuit met het Släpduksysteem (200 l/ha).

Machine	Dop	%
Hardi	XR 110.04	3,42 A
Hardi	DG 110.04	1,90 B

Uit:

Stallinga, H., J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde & J.C. van de Zande, 2004. Effect rijsnelheid op de drift. Wageningen UR, Agrotechnology & Food Innovations, WUR-A&F Rapport 160, Wageningen. 45p.

Drift naar de grond naast het perceel:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen met 6 km/h (300 l/ha) en 12 km/h (150 l/ha).

Dop	Lucht	Rij- snelh	½-1	1-1½	1½-2	2-2½	2½-3	3-3½	3½-4	4-4½	4½-5	5-5½	5½-6	7½-8½	10-11	15-16
XR 110.04	-	6	22,68	21,62	12,37	5,66	3,73	2,69	2,15	1,57	1,41	1,24	1,11	0,71	0,50	0,32
		12	30,45	24,27	16,88	7,30	5,30	4,11	3,20	2,67	2,23	2,03	1,76	1,24	0,93	0,46
	+	6	8,44	7,65	4,25	0,96	0,31	0,18	0,17	0,13	0,14	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06
		12	11,01	10,35	9,36	4,55	3,07	1,93	1,16	0,84	0,70	0,62	0,52	0,36	0,26	0,18
DG 110.04 +IS 80.04	-	6	18,29	5,20	1,93	1,03	0,94	0,80	0,67	0,64	0,57	0,50	0,50	0,34	0,24	0,15
		12	34,79	16,02	9,62	5,59	4,41	3,66	2,68	2,18	1,71	1,45	1,25	0,83	0,57	0,35
	+	6	2,56	0,23	0,12	0,09	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,05
		12	6,85	2,30	1,06	0,53	0,47	0,32	0,27	0,23	0,23	0,20	0,19	0,15	0,16	0,11

Drift naar de lucht:

Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) naar de lucht gemeten over 6 m hoogte op 5,5 m vanaf de laatste dop bij een bespuiting van een gewas aardappelen bij rijsnelheden van 6 km/h (300 l/ha) en 12 km/h (150 l/ha).

Dop	Lucht	Rijsnelh	Bol 0-6 m
XR 110.04	-	6	2,76
		12	4,88
	+	6	0,37
		12	1,31
DG 110.04 +IS 80.04	-	6	1,54
		12	2,47
	+	6	0,23
		12	0,58

Verskillende letters in een kolom duiden op significante verschillen ($\alpha < 0,05$).

Bijlage II.

Beeldmateriaal Hardi Twin Force luchtondersteuning



Luchtondersteuning aan in aardappelen.



*Onderaanzicht spuitboom met uitstroomopeningen
luchtondersteuning.*



Driftmeting in aardappelen met luchtondersteuning.



Driftmetingen met de Hardi Twin Force luchtondersteunde spuit: links zonder luchtondersteuning, rechts met luchtondersteuning.