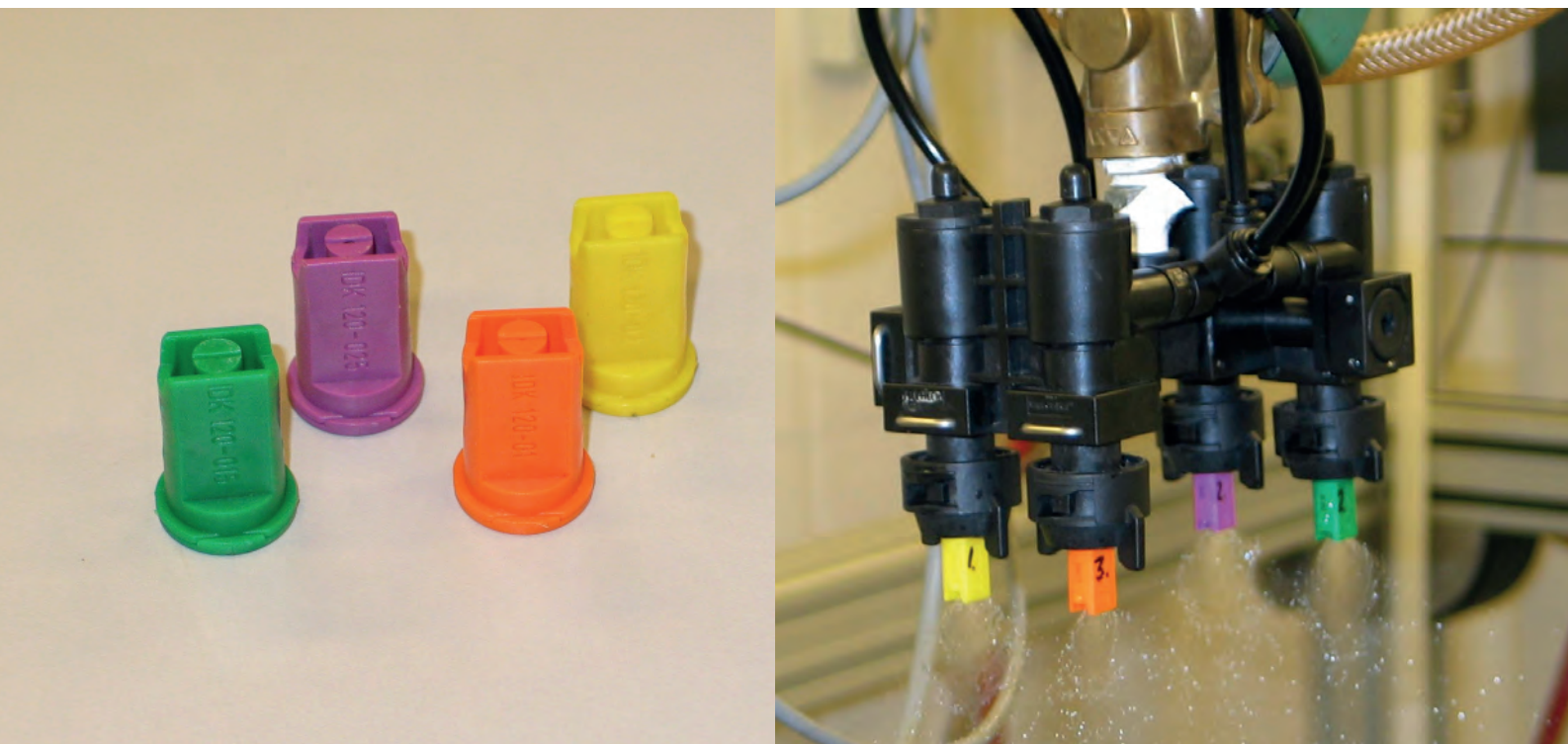
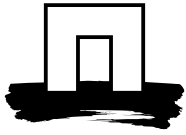




Onderzoek aan SensiSpray met Varioselect dophouder en Lechler IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025 spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

T.T. Groot, H.J. Holterman & J.C. van de Zande





Onderzoek aan SensiSpray met Varioselect dophouder en Lechler IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025 spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

T.T. Groot, H.J. Holterman & J.C. van de Zande

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. 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 DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

BO-12-007-003-004: Drift en depositie bij verlaagde doseringssystemen

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 16, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 - 48 06 88
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
2.1 Spuitdoppen	5
2.2 Meetmethodiek druppelgrootte	6
2.3 Snelheidsmeting voor de IDK spuitdoppen in de VarioSelect dophouder	8
2.4 Modelberekeningen	8
2.5 Indeling in driftreductieklassen	9
3. Meetresultaten	11
3.1 Vloeistofafgifte	11
3.2 Druppelgroottespectrum	11
3.3 Invloed van naburige doppen op druppelsnelheid en V_{100}	14
3.4 Modelberekeningen en indeling in driftreductieklassen	15
4. Conclusies	17
Summary	19
Literatuur	21

Voorwoord

Bij de toediening van gewasbeschermingsmiddel of loofdoodmiddel wordt in de praktijk een gewas met een uniforme dosis bespoten terwijl de behoefte van het gewas niet uniform verdeeld hoeft te zijn. De behoefte van een gewas aan een middel volgt uit de verdeling van de ziekte in het gewas of de hoeveelheid bladmassa (loof).

Met sensoren kan de behoefte aan middel gemeten worden waarna de dosering door een aanpassing van het spuitvolume aangepast kan worden. Bij het SensiSpray spuitsysteem worden voor een aanpassing van het spuitvolume Lechler VarioSelect dophouders gebruikt waarmee vier spuitdoppen aan en uit geschakeld worden in 16 spuitvolume stappen. Van deze dopcombinaties in de VarioSelect dophouder is het druppelgroottespectrum bepaald in de enkelvoudige en samengestelde spuitniveaus en is bepaald of dit als driftarm aangemerkt kan worden volgens het Lozingenbesluit. Tevens is door invoer van deze gegevens in het driftmodel IDEFICS bepaald of de verschillende dopcombinaties ingedeeld kunnen worden in de driftreductieclassen 50, 75, 90 of 95.

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het Beleidsondersteunend Onderzoek Emissiebeperkende Toedieningstechnieken (BO-12.07-003) van het ministerie van LNV.

Wageningen, juni 2011

1. Inleiding

Bij de toediening van gewasbeschermingsmiddel of loofdoodmiddel wordt in de praktijk een gewas met een uniforme dosis bespoten terwijl de behoefte van het gewas niet uniform verdeeld hoeft te zijn. De behoefte van een gewas aan een middel volgt uit de verdeling van de ziekte in het gewas of de hoeveelheid bladmassa (loof). Met het SensiSpray spuitsysteem wordt deze verdeling bepaald met een NTech GreenSeeker waarmee de verhouding in de lichtreflectie van het gewas op verschillende golf lengten bepaald wordt. De sterkte van het signaal van de GreenSeeker is een maat voor ziekte of hoeveelheid loof. Afhankelijk van de sterkte van dat signaal kan een middel toegediend worden. Bij het SensiSpray spuitsysteem wordt de dosering aangepast door het spuitvolume (50 - 550 l/ha) te variëren met een Lechler VarioSelect dophouder. Met dit systeem is een reductie van ongeveer 50% aan middel te realiseren (Zande *et al.*, 2009).

Bij het SensiSpray spuitsysteem zijn onder de spuitboom VarioSelect dophouders geplaatst die onafhankelijk van elkaar pneumatisch aangestuurd worden door een regelsysteem. In de VarioSelect dophouder worden vier verschillende driftarme doppen gebruikt elk met een andere afgifte (Lechler IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025). Door verschillende doppen in te schakelen zijn 15 verschillende doseringen te realiseren. Bij de beoordeling van de Sensispray is het driftpercentage bij elke dopcombinatie belangrijk. Met behulp van druppel-groottemetingen kunnen de doppen, bij bepaalde drukken, volgens het Lozingenbesluit aangemerkt worden met de status driftarm.

Het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij bepaalt dat bij bespuitingen van een gewas met veldspuitapparatuur de buitenste strook van het veld bespoten moet worden met driftarme spuitdoppen (VW *et al.*, 2000). In de Regeling Testmethode Driftarme Doppen Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (VW & LNV, 2001) worden de eisen beschreven, waaraan de spectra van spuitdoppen moeten voldoen om als driftarm te worden aangemerkt. Ook is hierin de toe te passen meetmethode vastgelegd. Driftarme doppen kunnen onderling behoorlijk verschillen in werkelijke driftreductie. Er zijn volgens het lozingenbesluit 4 driftreductieklassen van 50, 75, 90 en 95% te onderscheiden (TCT-CIW). Bij de toelatingsbeoordeling van bestrijdingsmiddelen kunnen verschillende driftarme doppen wel leiden tot verschillen in de te hanteren driftpercentages.

In dit rapport wordt de Lechler VarioSelect dophouder met daarin de Lechler venturi spleetdoppen IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025 onderzocht bij een spuitdruk van 3 bar. De combinaties van de vier verschillende doppen geven 15 verschillende afgiftes waarvan aan de hand van het druppelgroottespectrum werd bepaald of deze combinaties bij de onderzochte druk de status driftarm volgens het Lozingenbesluit bereikten.

Vervolgens zijn voor deze dopcombinaties de gemeten druppelgroottespectra gebruikt in berekeningen met het driftmodel IDEFICS (Holterman *et al.*, 1997) om de drift te bepalen naar het wateroppervlak van een standaardslot. Aan de hand van de daaruit voortvloeiende driftreductie ten opzichte van een referentiebespuiting zijn de dop-drukcombinaties ingedeeld naar driftreductieklassen 50, 75, 90 en 95%, analoog aan de methode beschreven door Porskamp *et al.* (1999).



Figuur 1. Voorbeeld SensiSpray spuit met variabele dosering met op de spuitboom Lechler VarioSelect dophouders en de Greenseeker gewas sensoren.

2. Materiaal en methoden

Van een selectie van de Lechler IDK-doppen en van de grensdop Fijn/Midden (F/M) van de klassenindeling volgens de British Crop Protection Council (BCPC; Southcombe *et al.*, 1997), werden het druppelgroottespectrum en de druppelsnelheden bepaald met behulp van de optische techniek phase-doppler anemometrie. Op basis van het druppelgroottespectrum werd vastgesteld of aan de status driftarm is voldaan. Vervolgens werden de spectra gebruikt om met het simulatiemodel IDEFICS (versie 3.4; Holterman *et al.*, 1997) de verwachte drift naar een standaardslot te berekenen voor een gestandaardiseerde volvelds bespuiting, te weten de depositie op de strook 2,125-3,125 m vanaf de buitenste spuitdop (overeenkomend met 1,625-2,625 m vanaf de gewasrand). De simulaties zijn uitgevoerd voor een gestandaardiseerde bespuiting met een dophoogte 0,50 m boven het gewas. Drift is uitgedrukt als percentage van de uitgebrachte dosering per oppervlakte-eenheid. Aan de hand van de berekende drift werden de spuitdoppen ingedeeld in driftreductieklassen volgens het classificatiesysteem van Porskamp *et al.* (1999).

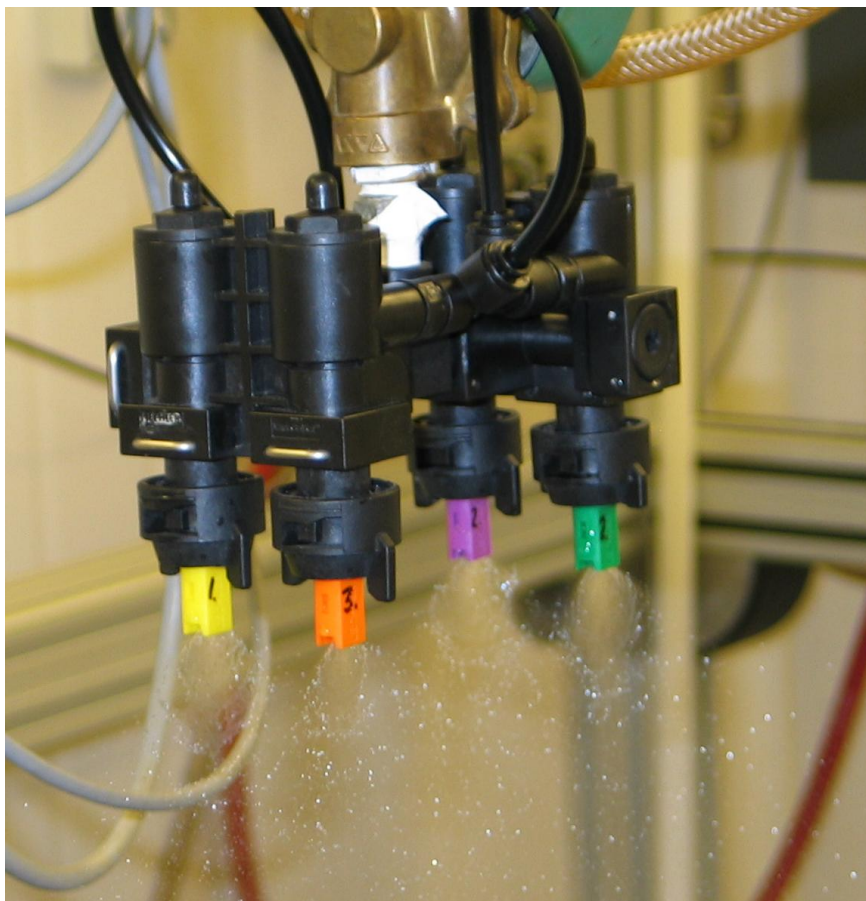
2.1 Spuitdoppen

De venturi spleetdoppen IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025 werden onderzocht in de VarioSelect dophouder om het volledig spuitpatroon goed in beeld te krijgen. De spuitdruk in dit onderzoek was voor alle spuitdoppen 3 bar, gemeten in de vloeistofleiding juist vóór de dophouder. De BCPC-grensdop F/M (Lurmark 31-03-F110; bij een spuitdruk van 3 bar) werd als referentie gebruikt; deze referentiedop wordt verder aangeduid als BCPC F/M. De Varioselect dophouder is een rechthoekig frame waarvan op de hoekpunten de 4 doppen geplaatst worden. De doppen staan in de rijrichting 4,1 cm uit elkaar en in de breedte 11,5 cm. De spuitkegels staan loodrecht op de rijrichting. De spuitkegels hebben een grote tophoek waardoor 2 naast elkaar gelegen doppen op een afstand van 9 cm elkaar raken en een samengestelde spuitkegel krijgen. De doppen worden aan en uit geschakeld met luchtdruk. Door verschillende doppen in te schakelen zijn 15 verschillende doseringen te realiseren (Tabel 1).

Tabel 1. *Afgifte en spuitvolume bij 6 km/h rijnsnelheid van de verschillende IDK spuitdop combinaties in de VarioSelect dophouder van het SensiSpray spuitsysteem.*

Combinatie	Afgifte l/min	Spuitvolume		IDK 12001	IDK 120015	IDK 12002	IDK 120025
		l/ha	%				
0	0	0	0				
1	0.39	78	14	X			
2	0.56	118	21		X		
3	0.78	160	29			X	
4	0.97	196	35	X	X		
5	0.98	198	36				X
6	1.18	238	43	X		X	
7	1.37	276	50	X			X
8	1.38	278	50		X	X	
9	1.56	316	57		X		X
10	1.77	356	64	X	X	X	
11	1.76	358	65			X	X
12	1.96	394	71	X	X		X
13	2.15	436	79	X		X	X
14	2.36	476	86		X	X	X
15	2.76	554	100	X	X	X	X

Verwacht wordt dat door overlap van de spuitkegels het druppelgroottespectrum van de samengestelde spuitkegels verandert alsook de druppelsnelheid en daardoor de drift.



Figuur 2. Lechler VarioSelect dophouder in de meetopstelling met de vier verschillende Lechler IDK doppen.

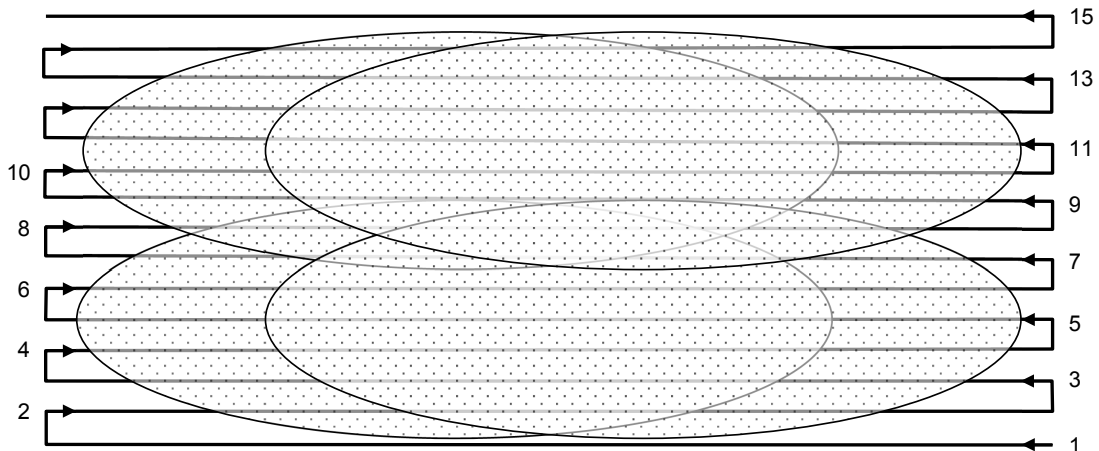
2.2 Meetmethodiek druppelgrootte

Per doptype werd van 10 doppen de vloeistofafgifte bepaald in l/min. Uit deze waarden is de mediaan bepaald en van de 3 doppen, waarvan de afgifte het dichtst bij de mediaan lag, is de druppelgrootteverdeling en de gemiddelde druppelsnelheid gemeten. De metingen van druppelgroottes en druppelsnelheden werden uitgevoerd met een Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA, TSI). Als spuitvloeistof werd leidingwater van 20°C gebruikt. De meetruimte werd ingesteld op een luchttemperatuur van 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 70%.

De druppelspectra van verschillende dopcombinaties zijn doorgemeten, het centrum van de dophouder is daarbij altijd als middelpunt van de meting genomen. Bij een asymmetrische verdeling van de dopcombinatie komen de druppel spectra niet op het midden van de baan te liggen. Dit was ook het geval voor de referentie meting met de BCPC-F/M dop. De referentie dop is altijd in de zelfde dophouder geplaatst, rechts voor in de rijrichting.

De afstand van de IDK120 spuitdoppen boven de laserbundels was 0,50 m en de hoogte van de dop boven de vloer bedroeg 1,2 m en de BCPC-F/M referentiedop. De spuitdop beschreef 15 horizontale banen haaks op de laserstraal met een lengte van 200 cm, de onderlinge afstand van de banen bedroeg 2,0 cm. Daarbij lag de middelste baan steeds midden onder de dophouder (Figuur 3). De horizontale snelheid van de dop tijdens de metingen was tussen de 1 en 4 cm/s, afhankelijk van het debiet en druppel spectrum van de dopcombinatie. Voor de BCPC-F/M werd gebruik gemaakt van een scanpatroon met 13 banen met 2,0 cm onderlinge afstand en een

scansnelheid van 4,0 cm/s. Spectrummetingen werden per dooptype van elk van de drie geselecteerde doppen gemeten. Deze metingen zijn in drievoud uitgevoerd. Deze negen metingen werden verwerkt tot één gemiddeld druppelgroottespectrum.



Figuur 3. Patroon van de banen voor het scannen van de druppelgrootteverdeling in een horizontaal vlak, 0,50 m onder de doppen. De banen waren 200 cm lang en de onderlinge baanafstand was 2,0 cm; baan 8 is de middelste baan die midden onder de VarioSelect dophouder doorgaat.

De PDPA was tijdens de metingen als volgt ingesteld:

- Laservermogen 750 mW
- Focus frontlens transmitter 1000 mm
- Focus frontlens detector 1000 mm
- Expander/contractor contractor
- Detectiehoek 40°
- Detectorspanning 450 V
- Signaaldrempel 75 mV
- Meetbereik 13 - 1250 μm
- Diameter resolutie 2,0 μm
- Probe Volume Correction ja

De resultaten van de druppelgroottemetingen worden gepresenteerd als de D_{V10} , D_{V50} , D_{V90} , V_{100} en v_{gem} . Hieronder volgt een korte toelichting op deze begrippen:

- D_{V10} [μm]; 10% van het volume bestaat uit druppels die een diameter hebben die kleiner is dan de waarde van D_{V10} ;
- D_{V50} [μm] = VMD [μm] (Volume Median Diameter); 50% van het volume bestaat uit druppels die een diameter hebben die kleiner is dan de waarde van D_{V50} ;
- D_{V90} [μm]; 90% van het volume bestaat uit druppels die een diameter hebben die kleiner is dan de waarde van D_{V90} ;
- V_{100} [%]; volumepercentage van druppels met een diameter kleiner dan 100 μm ;
- v_{gem} [m/s]; gemiddelde snelheid van alle gemeten druppels.

Op basis van V_{100} wordt de status driftarm vastgesteld: indien voor een bepaalde dop-drukcombinatie de V_{100} minder dan de helft bedraagt van de V_{100} van het spectrum van de referentiedop BCPC F/M bij 3 bar, dan heeft deze dop-drukcombinatie de status driftarm.

2.3 Snelheidsmeting voor de IDK spuitdoppen in de VarioSelect dophouder

De PDPA-meetresultaten bestaan uit de grootte en verticale snelheid van elke gedetecteerde druppel. De druppels in een spuitkegel onder een dop produceren een luchtstroom die ervoor zorgt dat druppels een beetje worden meegezogen met de andere druppels. In het driftmodel IDEFICS is dit de entrainment factor genoemd. Het model IDEFICS heeft naast de entrainment factor voor de druppels (B_e) een parameter voor de uittreedsnelheid van de druppel (V_0) en de lengte van de waterfilm (y) onder de dop nodig.

Met druppelsnelheidsmetingen worden de druppelsnelheden op afstanden 4, 6, 9, 12, 15, 20, 25 en 30 cm midden onder de dop bepaald. Deze metingen werden verwerkt tot een gemiddelde snelheid als functie van de druppelgrootte waaruit de bovengenoemde parameters kunnen worden berekend.

De druppelsnelheidsmetingen konden alleen aan de 4 losse doppen van de VarioSelect uitgevoerd worden. Voor de dopcombinaties, waarbij meerdere doppen aan staan, is dat niet mogelijk omdat de druppels van een naastgelegen dop het druppelspectrum van de eerste verstoort. Uit de metingen van de PDPA aan de VarioSelect blijkt echter dat de gemiddelde snelheid van de druppels uit een combinatie van doppen hoger is dan de gemiddelde snelheid van elk van de individuele doppen. De doppen in de VarioSelect beïnvloeden daarom elkaars snelheidsverdeling.

De parameters V_0 , B_e en y van de individuele doppen zijn op de gebruikelijke manier bepaald. De V_0 voor de dopcombinaties is geschat als het gemiddelde van V_0 van de losse doppen. Idem voor de y , die is geschat als het gemiddelde van die van de individuele doppen.

De relatie tussen V_0 , B_e en y is gegeven in vergelijking 1, met V_{ent} de entrainment snelheid en z de afstand tot de dop.

$$V_{ent} = V_0 \left(\frac{y}{z} \right)^{B_e} \quad (1)$$

De snelheid van de kleinste druppels onder de dop zijn vrijwel gelijk aan de entrainment snelheid (V_{ent}). De entrainment snelheid is bepaald uit de snelheid van druppels kleiner dan 50 μm in de metingen. Met vergelijking 1 is B_e voor de dopcombinaties berekend en in de IDEFICS berekeningen opgegeven.

2.4 Modelberekeningen

De resultaten van de metingen van de druppelgrootteverdeling en de druppelsnelheden van de VarioSelect werden als invoer in het driftmodel IDEFICS (V3.4) gebruikt. IDEFICS berekent de drift voor elk van de doppen van de dopcombinaties na elkaar door.

Voor de modelberekeningen werd van de volgende veronderstellingen uitgegaan:

- afstand tussen VarioSelect dophouders aan de spuitboom: 50 cm;
- spuitrichting van de doppen verticaal omlaag;
- plaats van de laatste spuitdop 50 cm binnen het gewas *;
- gewashoogte 50 cm;
- spuitboomhoogte 50 cm boven het gewas;
- rijnsnelheid 1,5 m/s;
- rijrichting evenwijdig aan de gewasrand;
- windrichting loodrecht op de gewasrand van het gewas af gericht;
- windsnelheid 3 m/s (op 2 m hoogte);
- relatieve luchtvochtigheid 60%;
- luchttemperatuur 15°C;
- stabiliteit van de atmosfeer neutraal (geen thermiek).

* De uitgangssituatie was een gewas aardappelen met de laatste rug op 75 cm van de insteek van de sloot, de spuitdop op 12,5 cm buiten het midden van de laatste rug en een gewasontwikkeling tot de insteek. Bij de berekeningen met IDEFICS is ter correctie van een aflopende gewasrand de afstand van de laatste dop tot de gewasrand afgerond op 50 cm (zie Figuur 4).

3. Meetresultaten

3.1 Vloeistofafgifte

Van elk doptype werden 10 doppen genummerd; van elk van deze doppen werd vervolgens de vloeistofafgifte gemeten. Het was de bedoeling de drie doppen met een afgifte het dichtst bij de mediaan te selecteren voor PDPA-metingen van het druppelgroottespectrum en de gemiddelde druppelsnelheid. De gemeten afgifte, mediaan en nummers van de drie geselecteerde doppen staan vermeld in Tabel 2.

Tabel 2. Afgifte van IDK120 doppen (in l/min) bij een spuitdruk van 3 bar, met de bijbehorende mediaan en de nummers van de drie geselecteerde doppen voor de druppelgroottemetingen.

Doptype	Dopnummer										Mediaan	Geselecteerde doppen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
IDK120-01	0.382	0.382	0.372	0.384	0.378	0.388	0.385	0.383	*	0.381	0.382	3,5,6
IDK120-015	0.580	0.592	0.587	0.575	0.578	0.582	0.593	0.592	0.577	0.585	0.583	2,4,7
IDK120-02	0.810	0.790	0.802	0.777	0.782	0.795	0.775	0.792	0.790	0.818	0.791	1,3,4
IDK120-025	0.975	0.985	0.970	1.020	0.975	0.973	0.972	0.988	0.978	0.977	0.976	2,3,4

* Dop 9 van IDK120-01 lekte.

Door een verwisseling zijn de geselecteerde doppen niet de doppen rond de mediaan. Toch zijn met deze geselecteerde doppen het druppelgroottespectrum en de gemiddelde druppelsnelheid gemeten.

De top hoeken van de doppen zijn 109° voor de IDK120-01, 104° voor de IDK120-015, 109° voor de IDK120-02 en 112° voor de IDK120-025.

3.2 Druppelgroottespectrum

Voor de beoordeling van de VarioSelect met IDK120 doppen voor het verkrijgen van de status driftarm zijn in Tabel 3 de meetresultaten van het druppelgroottespectrum vermeld voor de BCPC F/M dop en in Tabel 4 voor de IDK doppen in de VarioSelect dophouder. Voor de beoordeling is de waarde van V_{100} van belang. De waarde van de V_{100} voor de referentiedop is 4,68%. De kritische grens voor de status driftarm is de helft hiervan: 2,34%. Uit Tabel 4 blijkt dat voor de doptypen IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025 bij een druk van 3 bar de V_{100} van de geteste doppen minder dan de helft van de V_{100} van de BCPC F/M referentiedop bedraagt. Zij kunnen dus aangemerkt worden als driftarm volgens het Lozingenbesluit.

Tabel 3. *Karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, en gemiddelde snelheid en aantal gemeten druppels voor de referentiedop BCPC F/M, bij 3 bar.*

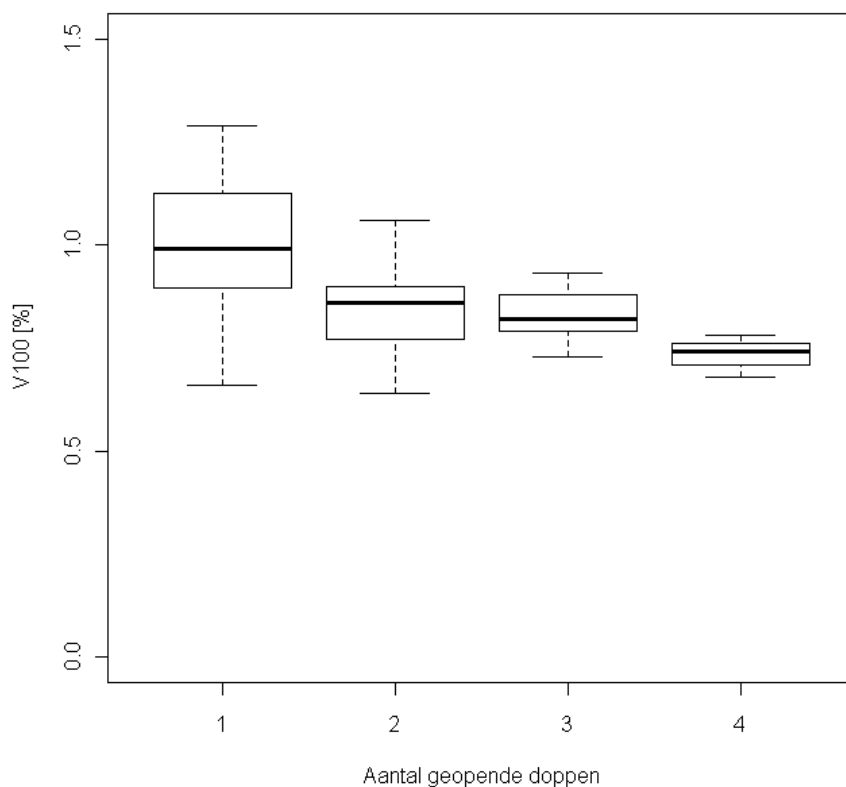
Doptype	Druk [bar]	Dop-comb.	Datum	D _{V10} [μm]	D _{V50} [μm]	D _{V90} [μm]	V ₁₀₀ [%]	v _{gem} [m/s]	Aantal druppels		
BCPC F/M	3	-	09-09-2009	125.81	241.48	386.99	4.78	2.85	32639		
				127.91	243.35	383.30	4.35	2.94	30154		
				126.77	241.80	377.48	4.43	3.10	30532		
				126.38	241.98	389.77	4.41	3.03	28707		
				128.27	245.73	397.90	4.37	2.99	28578		
			14-09-2009	126.28	244.21	393.66	4.76	2.95	33552		
				126.48	245.54	387.05	4.50	2.93	31886		
				127.09	244.43	390.05	4.33	3.00	30488		
				125.05	246.02	388.66	4.81	3.00	32848		
				127.99	244.01	401.86	4.29	2.95	31594		
			15-09-2009	127.88	240.04	377.12	4.33	2.91	28717		
				124.63	240.85	389.46	4.77	2.93	30320		
				124.46	242.18	397.78	4.85	2.94	29667		
				127.31	248.32	403.70	4.48	2.97	31882		
				123.50	245.39	393.76	4.94	2.92	34582		
			16-09-2009	123.79	244.32	392.42	5.04	2.94	32352		
				127.36	245.27	389.73	4.73	3.01	31513		
				123.13	241.47	384.22	5.04	3.02	32272		
				123.82	244.71	401.24	4.92	2.88	30732		
				126.92	245.65	384.01	4.64	2.97	29932		
			17-09-2009	126.94	244.81	392.49	4.49	3.00	28474		
				128.95	245.15	393.96	4.20	2.96	28569		
				130.39	248.39	408.86	4.25	3.03	26628		
				127.86	245.52	387.97	4.38	2.97	29216		
				126.24	248.38	400.40	4.77	3.01	30745		
			18-09-2009	126.59	244.71	383.76	4.52	2.98	29998		
				120.51	239.86	384.08	5.36	2.89	32229		
				122.30	242.61	403.22	5.19	2.83	32214		
				124.64	243.40	391.39	4.94	2.87	34091		
				125.87	244.29	389.73	4.67	2.94	43253		
			21-09-2009	126.14	246.79	402.17	4.77	2.91	31233		
				126.01	247.84	400.15	4.81	2.95	32730		
				123.34	243.23	390.28	4.97	2.93	34203		
				127.90	250.80	406.22	4.55	2.94	31276		
				125.68	246.24	387.28	4.81	2.91	31420		
			22-09-2009	126.67	243.30	392.04	4.38	2.98	31887		
				123.43	241.77	388.18	5.03	2.90	33308		
				126.63	246.92	396.52	4.66	3.00	31485		
				126.81	248.01	397.52	4.59	2.99	32996		
				123.24	244.18	389.56	5.10	2.96	33223		
			23-09-2009	124.63	238.84	382.54	4.58	2.98	32143		
				121.54	237.54	382.28	5.26	2.95	33025		
				125.63	242.54	397.04	4.56	2.96	33240		
				127.41	244.29	395.45	4.37	3.05	31247		
				127.73	244.80	394.41	4.46	3.07	28476		
						122.99	239.88	379.38	5.06	2.95	31632
						125.63	244.37	389.28	4.68	3.04	30783
					AVG	125.80	244.15	391.84	4.68	2.96	31500

Tabel 4. Karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, en gemiddelde snelheid en aantal gemeten druppels voor VarioSelect dophouder met daarin de verschillende combinaties van de Lechler IDK12001, IDK120015, IDK12002 en IDK120025 spuitdoppen bij 3 bar.

Doptype	Druk [bar]	Dop- comb.	Datum	D _{V10} [µm]	D _{V50} [µm]	D _{V90} [µm]	V ₁₀₀ [%]	V _{gem} [m/s]	Aantal druppels
IDK120-01	3	1	09-09-2009	185.38	377.13	641.23	1.29	1.57	11667
IDK120-015		2		189.41	378.16	579.54	1.12	1.86	19384
IDK120-02		3	14-09-2009	195.67	375.01	593.04	1.10	2.17	25679
IDK120-025		4		213.36	399.90	615.43	0.88	2.30	26200
		1+2		201.14	386.13	622.28	0.89	2.02	27293
		1+3		206.98	390.47	620.31	0.80	2.30	33414
		1+4	15-09-2009	204.76	394.00	630.23	0.83	2.32	35225
		2+3		201.22	381.29	600.76	0.86	2.32	40732
		2+4		198.04	381.46	603.39	1.06	2.56	55106
		3+4		205.37	391.24	609.05	0.86	2.44	44903
		1+2+3		205.57	387.83	607.26	0.81	2.42	48717
		1+2+4	16-09-2009	207.32	395.75	617.17	0.79	2.50	25429
		1+3+4		201.63	385.75	622.55	0.88	2.61	30445
		2+3+4		202.00	387.82	618.50	0.83	2.70	33642
		1+2+3+4		203.90	386.51	620.99	0.78	2.83	36403
		1		191.12	392.47	667.44	1.13	1.59	10988
		2	17-09-2009	201.91	395.87	618.62	0.98	1.82	17920
		3		213.97	400.18	605.04	0.66	2.19	9384
		4		198.61	379.04	599.06	1.00	2.26	15624
		1+2		203.17	390.60	671.39	0.87	2.07	12595
		1+3		209.36	397.40	635.31	0.72	2.29	14547
		1+4		200.95	378.95	582.71	0.97	2.31	20406
		2+3		215.62	402.27	641.29	0.65	2.31	16501
		3+4	18-09-2009	208.24	392.15	621.82	0.86	2.47	22078
		2+4		198.74	386.90	593.73	1.00	2.60	17005
		1+2+3		208.89	401.41	655.86	0.73	2.39	14960
		1+2+4		203.09	389.76	612.97	0.88	2.50	18283
		1+3+4		202.91	389.09	613.13	0.89	2.65	20046
		2+3+4		203.07	384.40	599.70	0.93	2.69	21711
		1+2+3+4		205.11	386.54	625.95	0.74	2.82	24074
		1	21-09-2009	195.00	393.87	698.14	1.13	1.59	12004
		2		202.04	384.30	610.50	0.97	1.88	18031
		3		205.53	401.45	625.66	0.89	2.07	21226
		4		207.35	391.93	596.39	0.90	2.36	14372
		1+2	22-09-2009	204.02	397.60	661.97	0.90	2.08	14188
		1+3		215.08	406.33	668.03	0.76	2.24	14946
		1+4		206.83	393.32	609.53	0.79	2.43	18715
		2+3		209.29	403.13	645.12	0.77	2.32	12012
		3+4		227.46	423.44	660.52	0.64	2.70	14938
		2+4		202.67	392.16	609.27	1.03	2.59	17669
		1+2+3		206.07	397.18	633.02	0.79	2.41	15842
		1+2+4		208.37	396.71	657.70	0.76	2.64	18150
		1+3+4		207.87	397.42	627.05	0.84	2.70	18668
		2+3+4	23-09-2009	206.08	399.73	636.72	0.81	2.73	16536
		1+2+3+4		206.26	388.57	616.25	0.68	2.79	17413
		AVG		204.37	391.84	624.48	0.88	2.34	22100

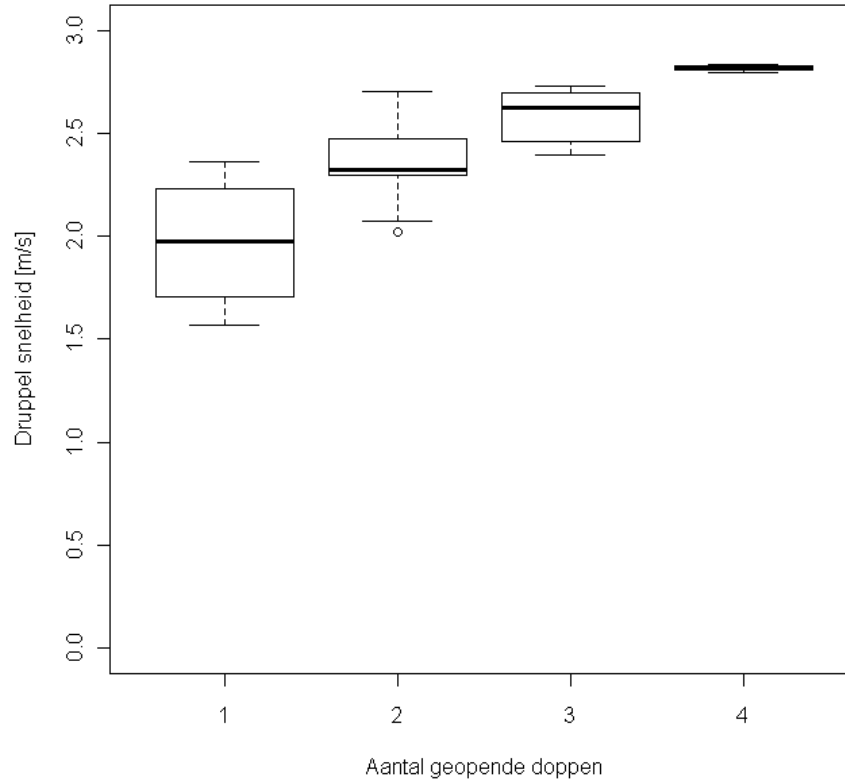
3.3 Invloed van naburige doppen op druppelsnelheid en V_{100}

De druppels in een spuitkegel van een spuitende dop brengen een luchtstroom op gang, de entrainment. Als meerdere doppen in de buurt van elkaar spuiten beïnvloeden zij elkaar doormiddel van deze entrainment. De entrainment heeft effect op de gemiddelde snelheid van de druppels in de spuitkegel, naast de entrainment kan ook de V_{100} beïnvloed worden. In Figuur 5 is V_{100} als functie van het aantal spuitende doppen gegeven, in Figuur 6 de gemiddelde snelheid (van de druppels in de spuitkegel). De spreiding in Figuur 4 en 5 wordt voor een groot deel veroorzaakt door het verschil in debiet van de doppen.



Figuur 5. Boxplot van de V_{100} als functie van het aantal geopende doppen.

Door de samengestelde spuitkegels verandert het volume percentage druppels met een diameter kleiner dan $100\ \mu\text{m}$ (V_{100}) van gemiddeld 0.99% voor de vier enkelvoudige spuitdoppen, naar 0.86% voor de combinatie van twee doptypen, 0.82% voor de drie doptypen en 0.74% voor de vier doptypen.



Figuur 6. *Boxplot van de gemiddelde druppelsnelheid als functie van het aantal geopende doppen.*

De gemiddelde snelheid van de druppels neemt toe van 2.0 m/s met 1 dop open, 2.3 m/s met 2 doppen open, 2.6 m/s met 3 doppen en 2.8 m/s met alle vier de doppen open. Een toename van de gemiddelde snelheid en een afname van de V_{100} resulteert in een lagere drift.

3.4 Modelberekeningen en indeling in driftreductieklassen

In Tabel 5 zijn de resultaten van de IDEFICS-driftberekeningen samengevat. Voor elke dopcombinatie is de drift op de standaardsloot (als percentages van de uitgebrachte dosering), de reductie ten opzichte van de referentie (BCPC F/M bij 3 bar) en de daaruit voortvloeiende indeling in driftreductieklasse aangegeven. Op grond van de berekende driftdepositie konden de onderzochte IDK dopcombinaties voor de VarioSelect allen ingedeeld worden in de driftreductieklasse 50%. De kolom 'Drift' geeft de berekende drift waarvoor de snelheidsmeting van de losse doppen gebruikt is. De drift in kolom 'gecorrigeerde drift' is berekend met parameters behorende bij de entrainment bepaald uit de snelheid van druppels kleiner dan $50 \mu\text{m}$ op 50 cm onder de VarioSelect (§2.3). Het blijkt dat de reductieklasse voor al de dopcombinaties in de 50% klasse valt. De correctie voor de entrainment geeft een kleine verlaging van de drift maar voor geen van de dopcombinaties verandert er iets aan de classificatie in driftreductieklassen.

Tabel 5. *Berekende driftdepositie en percentage driftreductie op de strook 2,125-3,125 m vanaf de laatste spuitdop voor IDK120 doppen ten opzichte van de referentiedop BCPC-F/M en de indeling in driftreductieclassen, voor de 15 dopcombinaties.*

Dop-combinatie	Druk Boom-hoogte		Drift [% dosering]	Gecorrigeerd drift [% dosering]	Drift- referentie [% dosering]	Driftreductie t.o.v. referentie*	Driftreductieklasse		
	[bar]	[m]					50%	75%	90%
1	3	0.5	0.91		1.98	54	X		
2			0.71		1.92	63	X		
3			0.65		1.94	67	X		
4			0.60		1.94	69	X		
1+2			0.69	0.65	1.94	66	X		
1+3			0.62	0.59	1.94	70	X		
1+4			0.64	0.62	1.96	68	X		
2+3			0.60	0.60	1.96	69	X		
2+4			0.58	0.58	2.01	71	X		
3+4			0.68	0.69	2.01	65	X		
1+2+3			0.62	0.61	2.01	70	X		
1+2+4			0.63	0.62	2.01	69	X		
1+3+4			0.64	0.64	2.01	68	X		
2+3+4			0.62	0.64	2.00	68	X		
1+2+3+4			0.60	0.62	2.00	69	X		

* *Gecorrigeerd drift.*

De gemiddelde driftreductie van de enkelvoudige spuitdoppen is 63% (54% - 69%) en wordt in combinatie met meerdere spuitdoppen verhoogt naar 69%, het reductie percentage van de spuitdop met de hoogste afgifte (IDK120025). Duidelijk is dat gemiddeld het beïnvloeden van de spuitkegel leidt tot een grover druppelgrootte-spectrum dan van de individuele spuitdoppen afzonderlijk, dat de entrainment toeneemt en daardoor de driftreductie van de spuitdoppen in een VarioSelect dophouder toeneemt. Gemiddeld is de toename in driftreductie van de dop-typen door plaatsing in de VarioSelect dophouder 9%.

4. Conclusies

Het druppelgroottespectrum van de Lechler IDK12001, IDK120015, IDK12002 en IDK120025 venturi spleetdop-typen geplaatst in de SensiSpray met Lechler VarioSelect dophouders is bepaald bij een vloeistofdruk van 3 bar voor de verkrijging van de status driftarm volgens het Lozingenbesluit. De meetresultaten laten zien dat deze doppen op basis van de V_{100} bij de gestelde druk in aanmerking komen voor de status driftarm.

Op basis van metingen en IDIFICS berekeningen van de drift naar het wateroppervlak van een standaardsloot is de driftreductie van de Lechler IDK120 doppen in de SensiSpray met VarioSelect dophouder ten opzichte van een referentiedop bepaald bij een druk van 3 bar. Op basis van deze berekeningen worden al de dopcombinaties van de VarioSelect met Lechler IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 en IDK120-025 doppen ingedeeld in de driftreductie-klasse 50%.

De gemiddelde driftreductie van de enkelvoudige spuitdoppen is 63% (54% - 69%) en wordt in combinatie met meerdere spuitdoppen verhoogt naar 69%, het driftreductie percentage van de spuitdop met de hoogste afgifte (IDK120025). Duidelijk is dat gemiddeld het beïnvloeden van de spuitkegel leidt tot een grover druppelgrootte-spectrum dan van de individuele spuitdoppen afzonderlijk, dat de entrainment toeneemt en daardoor de driftreductie van de spuitdoppen in een VarioSelect dophouder toeneemt. Gemiddeld is de toename in driftreductie van de dop-typen door plaatsing in de VarioSelect dophouder 9%.

Summary

The Dutch Water Pollution Act (*Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij*) regulates the rules for applying chemical crop protection products in field crops. For instance the swath at the edge of the field should only be sprayed using nozzles that have the official certification of being 'drift reducing nozzles'. This certification is based on the amount of small drops in the drop size spectrum (in fact on the ratio of V_{100} of the nozzle that is being certified and that of the reference nozzle BCPC F/M). Currently there is no further classification based on actual drift reduction.

This report deals with a Lechler VarioSelect nozzle body fitted with Lechler nozzle types IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 and IDK120-025. A VarioSelect nozzle body enables a variable dose application by selecting different nozzle combinations. These nozzle combinations are investigated at a liquid pressure of 3 bar to certify the 'drift reducing' status of each nozzle combination. Subsequently, the nozzle combinations are classified for actual drift reduction based on spray drift simulations using IDEFICS model calculations. Drift reduction is calculated with respect to drift deposition that occurs on the water surface of a standardized ditch for a reference treatment using the BCPC F/M nozzles.

Nozzles were selected according the following protocol. Liquid flow rate was measured for ten nozzles of these nozzles at a pressure of 3 bar. The three nozzles with flow rate closest to the median value should be selected for drop size measurements but due to a mistake the wrong nozzles were selected. The drop size measurements were carried out using a PDPA system (Phase Doppler Particle Analyzer). Tap water was used as the spraying liquid. Liquid temperature was controlled at 20°C, and room temperature and relative humidity were controlled at 20°C and 70%, respectively. The location of the PDPA probe volume was adjusted 50 cm below the centre of the Varioselect nozzle body and moved in a horizontal plane along 15 parallel tracks. In this way an averaged droplet spectrum was measured for the individual nozzles and the different nozzle combinations spraying at the same time. The reference nozzle (BCPC F/M) was measured on the same day for comparison. The measured drop size spectra served as input for the spray drift model IDEFICS.

In the spray drift calculations using IDEFICS a normal full field application is assumed. Weather conditions were standard (wind speed 3 m/s at 2 m height, wind direction perpendicular to the edge of the field; temperature 15°C; humidity 60%). Crop height and nozzle location with respect to a downwind water body corresponded to a potato crop. The assumed water body was a 'standardized ditch', with a bank-to-bank width of 4 m and a water surface width of 1 m. The water surface was 2.125-3.125 m downwind from the last nozzle.

Results may vary slightly due to variation in measured drop size spectra and variation in results of the spray drift simulations. The overall variation was estimated to be less than 3%. The classification scheme comprises drift reduction classes 50, 75 and 90%. These boundary values are lower limits: e.g. a nozzle (at a certain liquid pressure) belonging to drift reduction class 50% corresponds to an actual drift reduction between 50 and 74% compared to the BCPC F/M threshold nozzle.

The 15 nozzle combinations in the VarioSelect nozzle body with the Lechler IDK120-01, IDK120-015, IDK120-02 and IDK120-025 nozzle types have passed the test for the status 'drift reducing nozzle' at a liquid pressure of 3 bar. Secondly, at a sprayer boom height of 50 cm above crop canopy the nozzle combinations in the VarioSelect are classified as drift reduction class 50% at a liquid pressure of 3 bar, based on spray drift simulations compared to the simulated drift from a BCPC Fine-Medium threshold nozzle.

When nozzles are placed in a VarioSelect nozzle body the drift reduction of the individual classified nozzles is increased with about 9% for the different combinations of nozzle types (63% to 69% drift reduction).

Literatuur

- CIW, 2003.
 Beoordelingsmethodiek emissiereducerende maatregelen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij.
 Commissie Integraal Waterbeheer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Werkgroep 4 Water en Milieu,
 Den Haag. 82pp.
- Ganzelmeier, H. & D. Rautmann, 2000.
 Drift, drift reducing sprayers and sprayer testing. Aspects of Applied Biology 57, Pesticide application,
 2000, p1-10.
- Gilbert, A.J., 2000.
 Local Environmental Risk Assessment for Pesticides (LERAP) in the UK. Aspects of Applied Biology 57,
 Pesticide Application, 2000, p83-90.
- Holterman, H.J., J.C. van de Zande, H.A.J. Porskamp en J.F.M. Huijsmans, 1997.
 Modelling spray drift from boom sprayers. Computers and Electronics in Agriculture 19(1997): p1-22.
- Huijsmans, J.F.M., H.A.J. Porskamp & J.C. van de Zande, 1997.
 Drift(beperking) bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Evaluatie van de drift van spuitvloeistof
 bij bespuitingen in de fruitteelt, de volveldsteelten en de boomteelt (stand van zaken december 1996).
 IMAG-DLO Rapport 97-04, IMAG, Wageningen, 38 pp.
- ISO-22369, 2006.
 Crop protection equipment - Drift classification of spraying equipment. Part 1. Classes. International
 Organization for Standardization, Geneva.
- Porskamp, H.A.J., J.C. van de Zande, H.J. Holterman & J.F.M. Huijsmans, 1999.
 Opzet van een classificatiesysteem voor spuitdoppen op basis van driftgevoeligheid.
 IMAG-DLO Rapport 99-02, IMAG, Wageningen, 22 pp.
- 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.
- VW, VROM, LNV, VWS & SZW, 2000.
 Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatsblad 2000 43, 117pp.
- VW en LNV, 2001. Regeling testmethoden driftarme doppen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij.
 Staatscourant 1 maart 2001. nr. 43, p18.
- Zande, J.C. van de, V.T.J.M. Achten, C. Kempenaar, J.M.G.P. Michielsen, D. van der Schans, J. de Boer,
 H. Stallinga, P. van Velde, B. Verwijs, 2009.
 SensiSpray: site-specific precise dosing of pesticides by on-line sensing, In: E.J. van Henten, D. Goense,
 C. Lokhorst ed. Precision Agriculture '09. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. 2009. 785-792.

