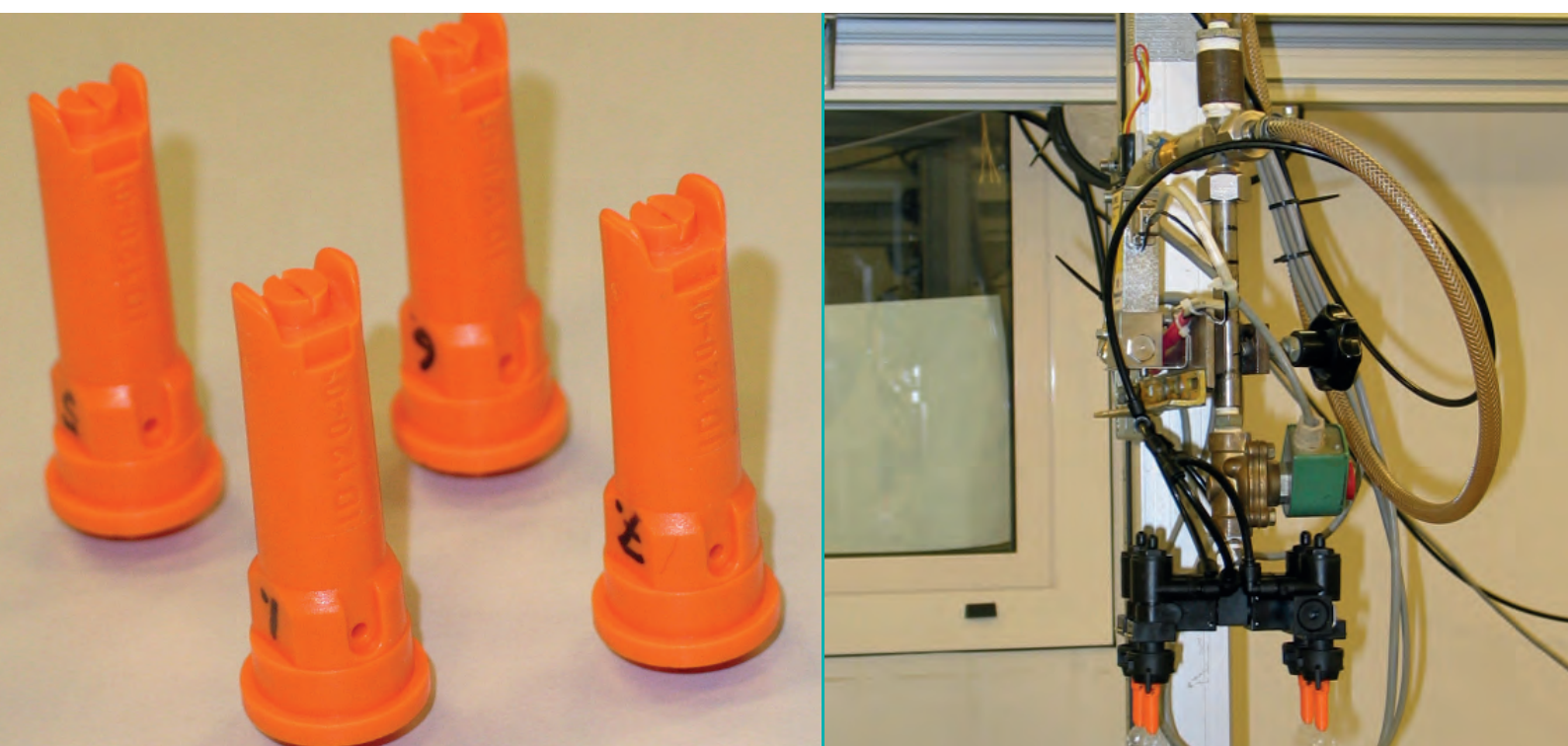
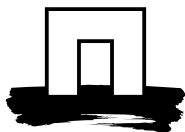


Onderzoek aan SensiSpray met Varioselect dophouder en Lechler ID120-01 spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

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





Onderzoek aan SensiSpray met Varioselect dophouder en Lechler ID120-01 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 Spuitsoppen	5
2.2 Meetmethodiek druppelgrootte	5
2.3 Modelberekeningen	7
2.4 Indeling in driftreductieklassen	8
2.5 Entrainment in IDEFICS	8
3. Meetresultaten	9
3.1 Vloeistofafgifte	9
3.2 Druppelgroottespectrum	9
3.3 Modelberekeningen en indeling in driftreductieklassen	11
3.4 Druppelverdeling onder de dop	11
4. Conclusies	15
Summary	17
Literatuur	19

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 GreenSeeker sensoren kan de bladmassahoeveelheid plaatselijk gemeten worden en dus de behoefte aan middel. De dosering kan dan door een aanpassing van het spuitvolume, aangepast worden. Dit is het achterliggende idee achter Canopy Density Spraying (CDS) en hiermee kan, afhankelijk van het gewasstadium, 50% tot 90% van het middel bespaard 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 de VarioSelect dophouder werden vier Lechler ID120-01 venturi spleetdoppen toegepast waarmee door de spuitdoppen aan en uit te schakelen vier spuitvolume stappengerealiseerd kunnen worden. In dit rapport is van deze dophouder/dop combinaties het druppelgrootte-spectrum 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 driftreductieklassen 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

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 (TCT-CIW, 2010). Bij de toelatingsbeoordeling van bestrijdingsmiddelen kunnen verschillende driftarme doppen wel leiden tot verschillende te hanteren driftpercentages.

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 golflengten 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 (van de 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 druppelgroottemetingen kunnen de doppen, bij bepaalde drukken, volgens het Lozingenbesluit aangemerkt worden met de status driftarm.

In dit rapport wordt de Lechler VarioSelect dophouder met daarin de Lechler venturi spleetdoppen ID120-01 onderzocht bij een spuitdruk van 3 bar. De vier doppen zijn in verschillende combinaties in te schakelen waarmee bij vier verschillende spuitdoppen 15 verschillende afgiftes te realiseren zijn (Groot *et al.*, 2010). In dit onderzoek zijn vier identieke spuitdoppen gebruikt waardoor in vier gelijke stappen vier afgiftes te realiseren zijn. 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 standaardsloot. 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. Toepassing SensiSpray module op CDS prototype spuit in de bollen en het SensiSpray systeem op een veldspuit met variabele dosering met op de spuitboom Lechler VarioSelect dophouders en de Greenseeker gewas sensoren.

2. Materiaal en methoden

Van de Lechler VarioSelect dophouder uitgerust met Lechler ID120-01 venturi spleetdoppen 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 standaardsloot 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

Van de vier ID120-01-doppen in de VarioSelect zijn vier dopcombinaties gevormd, met één, twee, drie of vier doppen spuitend. De ID120-01-doppen behoren tot de venturi spleetdoppen met een 'flat-fan' spuitkegel. 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.

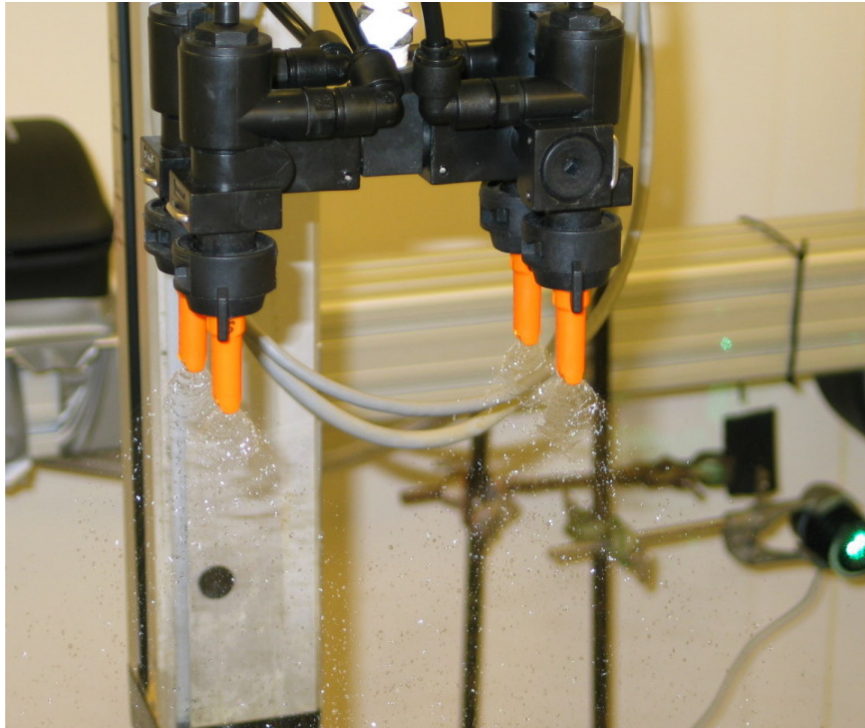
De vier doppen in de Varioselect dophouder staan in een rechthoek ten opzichte van elkaar. De doppen staan in de rijrichting 4,1 cm uit elkaar en in de breedte 11,5 cm. De brede kant van de spuitkegels staan loodrecht op de rijrichting. De doppen worden aan- en uitgeschakeld met luchtdruk.

2.2 Meetmethodiek druppelgrootte

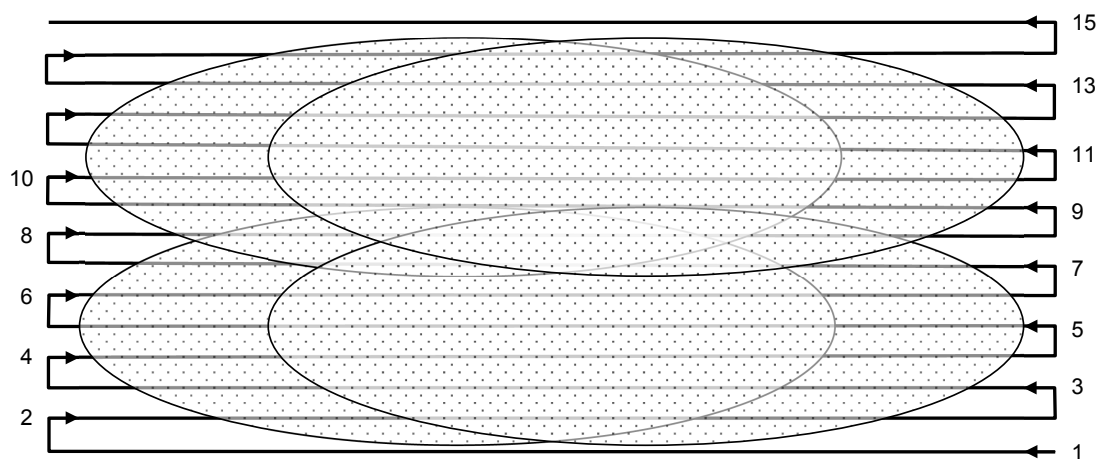
Van 12 ID120-01 spuitdoppen is de vloeistofafgifte bepaald in l/min. Uit deze metingen is de mediaan van het debiet bepaald en de vier doppen, waarvan de afgifte het dichtst bij de mediaan lag, zijn gebruikt in de VarioSelect dophouder. Van elk van de dopcombinaties is de druppelgrootteverdeling en de 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%.

Het centrum van de dophouder is 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. De referentie meting met de BCPC-F/M dop zijn ook in de VarioSelect dophouder gemeten. De referentie dop is altijd op de zelfde plaats in de VarioSelect dophouder geplaatst, rechts voor in de rijrichting.

De afstand van de Lechler ID120-01 spuitdoppen boven de laserbundel was 0,50 m en de hoogte van de dop boven de vloer bedroeg 1,2 m (en voor de BCPC-F/M referentie dop). De spuitdoppen beschreven 15 horizontale banen haaks op de laserstraal met een lengte van 120 cm, de onderlinge afstand van de banen bedroeg 2,0 cm (Figuur 2). Daarbij lag de middelste baan steeds midden onder de dophouder. De horizontale snelheid van de dop tijdens de metingen was tussen de 0.5 en 1 cm/s, afhankelijk van het debiet 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 van elk van de vier dopcombinaties in drievoud uitgevoerd, behalve voor de eerste dopcombinatie die vier maal is gemeten. Deze drie of vier metingen werden verwerkt tot één gemiddeld druppelgroottespectrum. De BCPC F/M referentie dop is aan het begin van elke meetdag 3 maal gemeten en nog eens 2 maal aan het eind van de dag.



Figuur 2. Lechler VarioSelect dophouder in de meetopstelling met de vier Lechler ID120-01 venturi spleetdoppen.



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 700 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, dan heeft deze dop-drukcombinatie de status driftarm.

2.3 Modelberekeningen

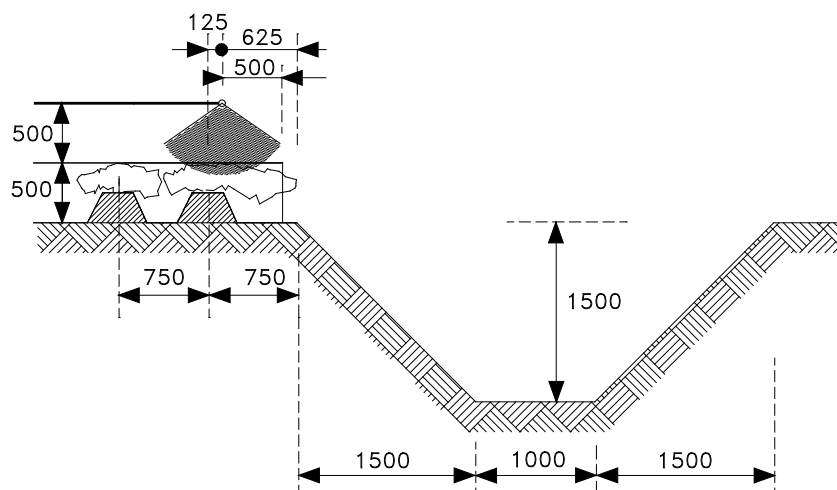
De resultaten van de metingen van de druppelgrootteverdeling en de druppelsnelheden van de VarioSelect werden als invoer in het driftmodel IDEFICS (V3.4) gebruikt. IDEFICS berekent de drift voor elk van de doppen van de dopcombinaties na elkaar door.

Voor de modelberekeningen werd van de volgende veronderstellingen uitgegaan:

- afstand tussen doppen aan de spuitboom: 50 cm;
- plaats van de laatste spuitdop 50 cm binnen het gewas *;
- gewashoogte 50 cm;
- 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).

De resultaten van de modelberekeningen gaven de depositiewaarden op aaneensluitende strookjes van 25 cm, gerekend vanaf de gewasrand. Deze resultaten werden bewerkt tot gemiddelde deposities op de strook 2,125-3,125 m vanaf de laatste spuitdop. Dit is de strook waarvoor bij de gekozen uitgangssituatie voor aardappelen het wateroppervlak van de sloot ligt (Huijsmans *et al.*, 1997). Met IDEFICS zijn de spectra van elke dopcombinatie driemaal gesimuleerd. Het referentie spectrum is 9 maal met IDEFICS gesimuleerd.



Figuur 4. Overzicht van de situatie voor de modelberekeningen bij een gewas aardappelen (afmetingen in mm).

2.4 Indeling in driftreductieklassen

De driftreductie is berekend analoog aan de methode van Porskamp *et al.* (1999) ten opzichte van de referentiedop BCPC F/M. Uit de gemeten druppelspectra is per dopcombinatie een gemiddeld druppelspectrum berekend. Het druppelspectrum van de referentie dop is samengesteld uit de referentiemetingen op elk van de meetdagen.

Er is enige statistische spreiding te verwachten in zowel het gemiddelde druppelgroottespectrum (wat gevolgen heeft voor de berekende drift) als in de resultaten van de driftberekeningen op zich. De daaruit voortvloeiende variatiecoëfficiënt blijkt minder dan 3% te zijn. Analoog aan de klassenindelingen in Duitsland (Ganzelmeier en Rautmann, 2000) en Engeland (Gilbert, 2000) en de beoordeling van resultaten van veldproeven (ISO-22369, 2006; CIW, 2003) is uitgegaan van de absolute waarden 50, 75, 90 en 95% voor het vastleggen van de grenzen van de reductieklassen. Bij de classificatie door Porskamp *et al.* (1999) werd rekening gehouden met de genoemde spreidingen en lagen de klassengrenzen bij iets afwijkende percentages.

2.5 Entrainment in IDEFICS

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, de entrainment in het driftmodel IDEFICS.

Het IDEFICS model gaat uit van één naar beneden gerichte spuitkegel. Rond de verticale as neemt de druppelsnelheid in beide dimensies af volgens een cosinus (Holterman 1997). De druppelspectrum metingen worden aangevuld met een druppelsnelheid meting op de verticale as, het model berekend hieruit de snelheidsverdeling in de spuitkegel. In een aantal spuitcombinaties van de VarioSelect spuiten twee spuitdoppen naast elkaar. Afhankelijk van de dopcombinatie en doptype zullen de spuitkegels elkaar meer of minder beïnvloeden. Deze beïnvloeding is niet in IDEFICS opgenomen.

3. Meetresultaten

3.1 Vloeistofafgifte

De 12 Lechler ID120-01 doppen zijn genummerd en van elk van deze doppen werd de vloeistofafgifte gemeten. De vier doppen met een afgifte het dichtst bij de mediaan zijn geselecteerd voor de PDPA-metingen met de VarioSelect dophouder. De gemeten afgifte, mediaan en nummers van de drie geselecteerde doppen staan vermeld in Tabel 1.

Tabel 1. Afgifte van Lechler ID120-01 doppen (in l/min) bij een spuitdruk van 3 bar, met de bijbehorende mediaan en de nummers van de drie geselecteerde doppen waarvan de afgifte het dichtst bij de mediaan ligt.

Dopnummer	1	2	3	4	5	6	Mediaan	Geselecteerde doppen
ID120-01	0.403	0.406	0.407	0.407	0.403	0.403		
Dopnummer	7	8	9	10	11	12		
ID120-01	0.405	0.401	0.401	0.407	0.402	0.408	0.404	1,5,6,7

De top hoeken van de doppen zijn 76° voor dop 1, 78° voor dop 5, 76° voor dop 6 en 75° voor dop 7.

3.2 Druppelgroottespectrum

Bij de beoordeling van de VarioSelect met ID120-01 doppen voor het verkrijgen van de status driftarm zijn in Tabel 2 de meetresultaten van het druppelgroottespectrum vermeld. Voor de beoordeling is de waarde van V_{100} van belang. De waarde van de V_{100} voor de referentiedop is 5,26%. De kritische grens voor de status driftarm is de helft hiervan: 2,63%. Uit Tabel 2 blijkt dat voor de dopcombinaties 1(1 dop spuitend), 1+2 (2 doppen spuitend), 1+2+3 (3 doppen spuitend) en 1+2+3+4 (4 doppen spuitend) met de Lechler ID120-01 dop in de VarioSelect dophouder 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. Bij een druk van 3 bar komen daarom de verschillende dopcombinaties van de Lechler ID120-01 in de VarioSelect dophouder in aanmerking voor de status driftarm volgens het lozingenbesluit.

Tabel 2. Karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, en gemiddelde snelheid en aantal gemeten druppels voor de Lechler ID120-01 doppen bij 3 bar en 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
ID120-01	3	1	19-11-2009	277.0	593.2	977.1	0.39	1.74	7982
		1	23-11-2009	284.9	581.7	950.2	0.36	1.83	7143
		1+2		287.9	596.4	928.9	0.27	2.05	13597
		1+2+3		284.0	586.2	945.1	0.31	2.23	11011
		1+2+3+4	24-11-2009	289.7	601.9	951.4	0.23	2.37	12682
		1		281.3	586.4	956.9	0.36	1.78	7852
		1+2		279.7	590.6	970.7	0.33	2.03	15007
		1+2+3		287.2	573.8	932.8	0.25	2.29	9641
		1+2+3+4		296.1	588.7	949.8	0.21	2.43	12197
		1	26-11-2009	271.9	569.5	917.5	0.44	1.74	8236
		1+2		284.4	603.8	992.5	0.27	2.08	13567
		1+2+3		289.5	603.1	967.4	0.26	2.24	10358
		1+2+3+4		288.8	590.9	927.3	0.23	2.39	12853
		AVG		284.8	589.7	951.4	0.30	2.09	10900
BCPC F/M	3	-	19-11-2009	122.4	241.1	400.3	5.21	2.97	40014
				121.6	240.3	375.4	5.41	2.96	40505
				121.2	240.3	389.8	5.33	2.94	38979
				118.4	237.4	393.7	5.77	2.80	43727
				121.9	239.9	377.1	5.38	2.82	41079
			23-11-2009	126.0	241.0	387.5	4.77	3.00	38141
				124.5	241.9	390.6	4.93	2.89	37658
				119.9	241.6	389.0	5.49	2.86	41507
			24-11-2009	120.1	240.3	388.3	5.55	2.87	41130
				122.6	239.5	395.5	5.29	2.85	39463
				121.8	240.4	392.3	5.29	2.86	41267
				122.1	238.9	381.3	5.32	2.88	40075
				122.1	239.2	394.2	5.30	2.87	39888
			26-11-2009	120.9	238.4	381.9	5.42	2.88	42360
				123.2	240.5	390.2	5.08	2.87	38439
				125.7	244.3	392.2	4.77	2.91	37208
				122.2	241.9	397.6	5.20	2.88	38692
				122.5	241.7	390.9	5.25	2.87	36868
			AVG	122.17	240.46	389.32	5.26	2.89	39800

3.3 Modelberekeningen en indeling in driftreductieklassen

In Tabel 3 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 driftresultaten konden de onderzochte dopcombinaties van de Lechler ID 120-01 venturi spleetdoppen in de VarioSelect dophouder allen ingedeeld worden in driftreductieklassen van 75%.

Tabel 3. Berekende driftdepositie en percentage driftreductie op de strook 2,125-3,125 m vanaf de laatste spuitdop voor combinaties van Lechler ID120-01 venturi spleetdoppen in de VarioSelect dophouder ten opzichte van de referentiedop BCPC-F/M en de indeling in driftreductieklassen, voor de 4 dopcombinaties.

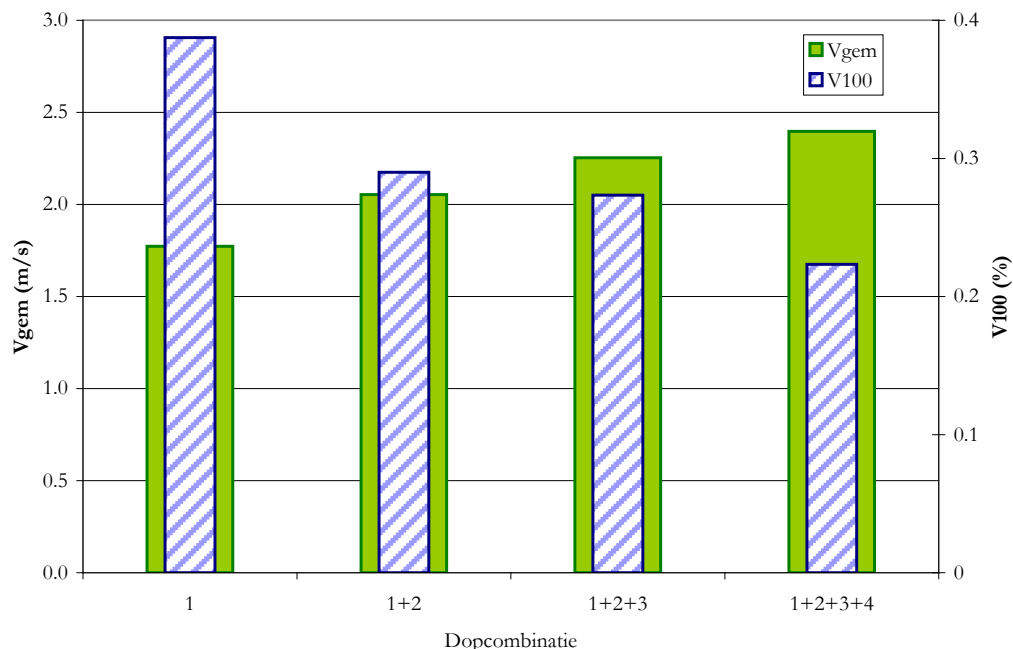
Dopcombinatie	Doptype	Druk	Boom- hoogte	Drift	Driftreductie t.o.v. referentie*	Driftreductieklasse		
		[bar]	[m]	[% dosering]	[%]	50%	75%	90%
	BCPC F/M (ref)	3	0.5	2.12	-			
1	ID120-01	3	0.5	0.35	84.00		X	
1+2	ID120-01	3	0.5	0.29	86.00		X	
1+2+3	ID120-01	3	0.5	0.26	88.00		X	
1+2+3+4	ID120-01	3	0.5	0.23	89.00		X	

* Gecorrigeerd drift.

Een maat voor de reproduceerbaarheid van de simulaties van IDEFICS is de variatiecoëfficiënt. De variatiecoëfficiënt op de drift tussen de verschillende IDEFICS runs ligt tussen 0 en 2% voor zowel de Lechler ID120-01 dopcombinaties in de VarioSelect dophouder als de referentie dop.

3.4 Druppelverdeling onder de dop

In Figuur 3 is de gemiddelde snelheid en V_{100} van de druppels in het druppelspectrum, gemiddeld over 3 tot 4 metingen, uitgezet tegen de dopcombinatie. De gemiddelde snelheid neemt tot 40% toe als er in de VarioSelect dophouder meer Lechler ID 120-01doppen open staan, deze trend is significant ($P < 0.01$). Tegelijkertijd neemt de V_{100} van de Lechler ID 120-01 venturi spleetdoppen met 40 % af ($P < 0.01$) als er met 4 doppen tegelijk in de VarioSelect dophouder gespoten wordt.

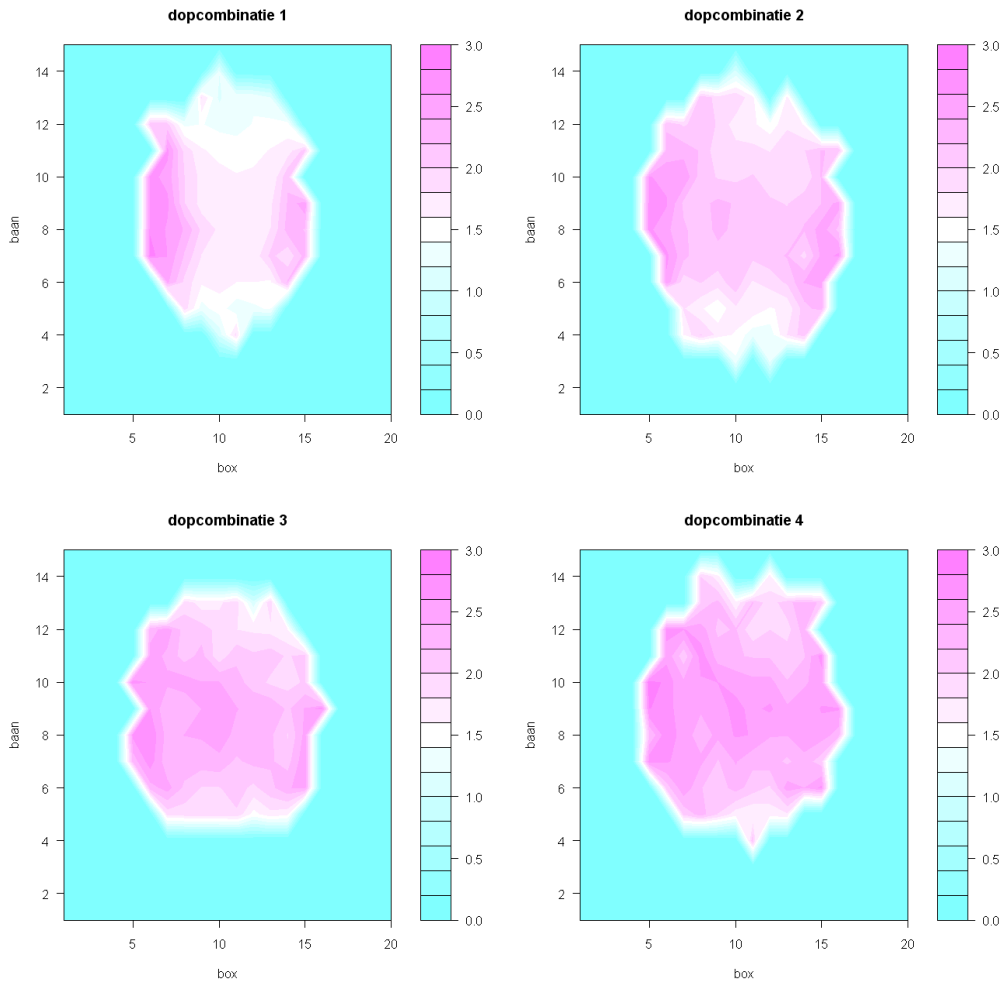


Figuur 5. Gemiddelde snelheid en V_{100} van de druppels in het druppelspectrum.

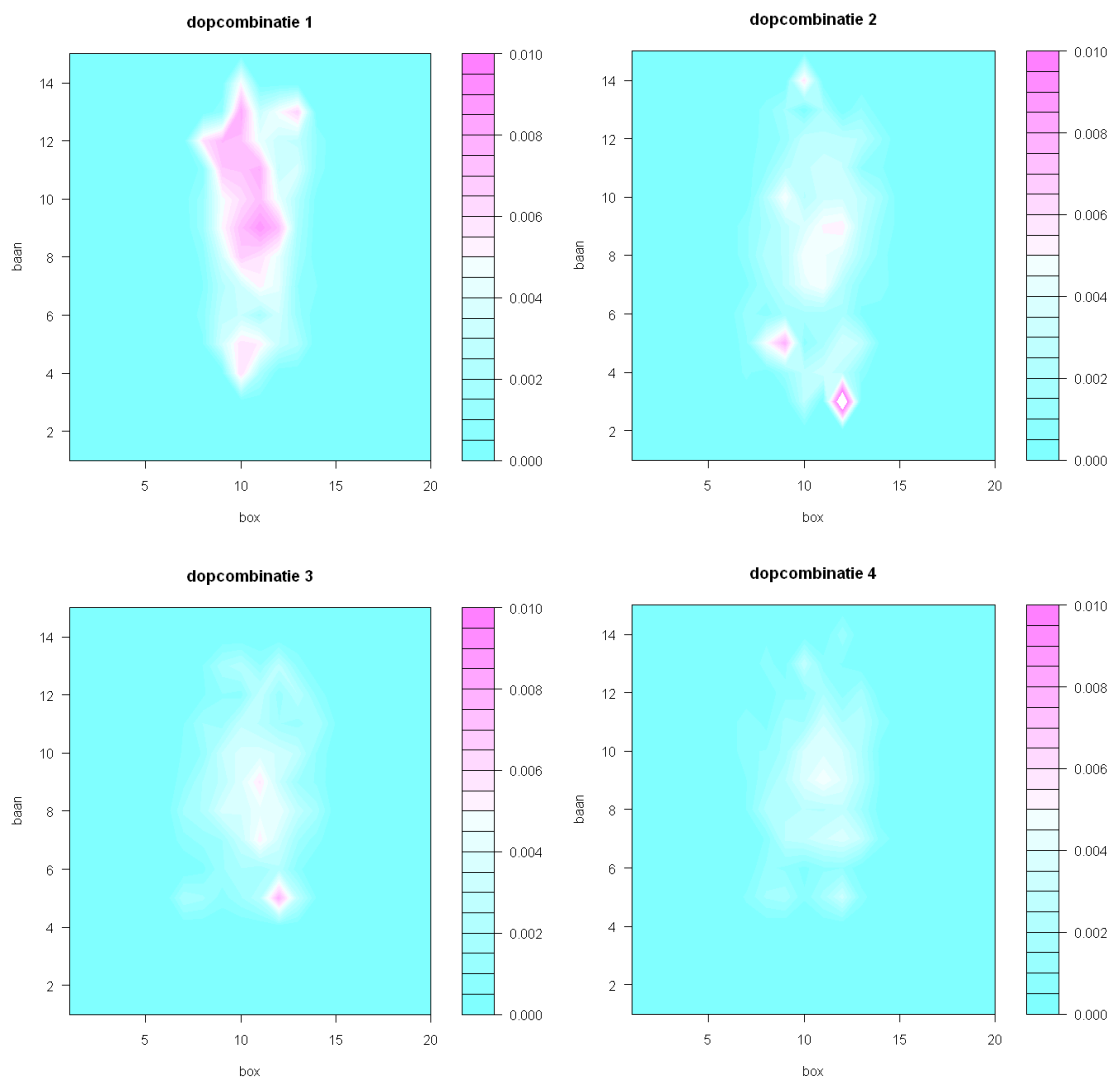
De ruimtelijke snelheidsverdeling van de druppels in het druppelspectrum is bepaald door de banen in het druppelspectrum op te delen in boxen. De gemeten druppels per dopcombinatie zijn samengevoegd en de gemiddelde snelheid en V_{100} van de druppels is per box berekend. Boxen met minder dan 50 druppels zijn geëlimineerd. In Figuur 6 is de verdeling van de snelheid weergegeven en in Figuur 7 is dat gedaan voor de V_{100} . De snelheid is gemeten in verticale richting, druppels aan de rand van de druppelwolk beschrijven een schuine baan waarvan alleen de verticale component is gemeten. De oriëntatie van de kegel is gelijk aan die in Figuur 2.

Uit Figuur 6 blijkt dat de snelheid, vooral in het centrum van de kegel, toe neemt bij een combinatie met meerdere spuitende doppen. Dit is het gevolg van de toegenomen entrainment. Uit Figuur 5 blijkt dat de V_{100} voor dopcombinatie 1 veel lager is dan voor de andere dopcombinaties waar meer doppen tegelijk spuiten. In de rand van de spuitkegel bevinden zich de grotere druppels. Bij combinaties waar meerdere doppen spuiten sturen de spuitdoppen deze druppels in de spuitkegel van de naburige dop waardoor de V_{100} daar afneemt.

Over het algemeen betekent een toename van de druppelsnelheid of een afname van de V_{100} een reductie in drift van de spuitdop. Omdat IDEFICS uitgaat van een enkele spuitkegel zal de drift, berekend uit een meting aan een VarioSelect, een overschatting van de drift geven. Het is lastig een schatting te geven van deze overschatting, omdat IDEFICS is gekalibreerd met veldmetingen met een enkele dop. Voor een betere bepaling van de drift van een VarioSelect dophouder waarin meerdere doppen spuiten zal IDEFICS gekalibreerd moeten worden met driftmetingen in het veld.



Figuur 6. De gemiddelde snelheidsverdeling van de druppels in het druppelspectrum. De oriëntatie van de kegel is gelijk aan die in Figuur 1.



Figuur 7. De gemiddelde V_{100} -verdeling van de druppels in het druppelspectrum. De oriëntatie van de kegel is gelijk aan die in Figuur 1.

4. Conclusies

Het druppelgroottespectrum van de VarioSelect dophouder met daarin de Lechler ID120-01 venturi spleetdoptypen is bepaald bij een vloeistofdruk van 3 bar voor de verkrijging van de status driftarm volgens het Lozingenbesluit.

De meetresultaten laten zien dat de VarioSelect met verschillende dopcombinaties op basis van de V_{100} bij de gestelde druk inderdaad in aanmerking komen voor de status driftarm.

Door in plaats van met één met meer ID 120-01 doppen tegelijk in de VarioSelect dophouder te spuiten neemt de gemiddelde druppelsnelheid met 40% toe en de volumefractie druppels kleiner dan $100\text{ }\mu\text{m}$ (V_{100}) met 40% af.

Op basis van metingen (bij 3 bar) en IDEFICS berekeningen van de drift naar het wateroppervlak van een standaard-sloot is de driftreductie van de VarioSelect dophouder met 4 Lechler ID120-01 doppen ten opzichte van een referentiedop bepaald. Het resultaat van deze berekeningen is dat al de dopcombinaties (1, 2, 3 of 4 doppen spuitend) van de VarioSelect dophouder met Lechler ID120-01 doppen ingedeeld kunnen worden in de 75% driftreductieklasse.

Deze berekeningen geven een overschatting van de drift die in het veld zal optreden omdat de druppelsnelheid toe neemt en de V_{100} afneemt bij een dopcombinatie waarbij meer doppen open staan. Hoe groot deze afwijking is, is momenteel niet te kwantificeren, daar zijn nieuwe driftmetingen voor nodig.

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 the Lechler VarioSelect nozzle body fitted with the Lechler venturi nozzle type ID120-01. A VarioSelect nozzle body enables a variable dose application by opening different combinations of nozzles. These nozzle combinations are investigated at a liquid pressure of 3 bar to certify the 'drift reducing' status of each of the four nozzle combination. Subsequently, the nozzle combinations are classified for actual drift reduction based on spray drift simulation using IDEFICS driftmodel 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 to the following protocol. Liquid flow rate was measured for twelve nozzles at a pressure of 3 bars. The four nozzles with flow rate closest to the median value are selected for the drop size measurements. These 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 nozzle and moved in a horizontal plane along 15 parallel tracks. In this way an averaged droplet spectrum of the whole spray fan was measured. The reference nozzle (BCPC F/M) was measured on the same day for comparison. The measured drop size spectra and drop speeds 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%.

The following results are obtained. Firstly, the four nozzle combinations in the VarioSelect nozzle body fitted with the Lechler ID120-01 venturi 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, based on spray drift simulations compared to the simulated drift from a BCPC Fine-Medium threshold nozzle, the nozzle combinations in the VarioSelect are assigned to the 75% drift reduction class at a liquid pressure of 3 bars. When four nozzles are spraying simultaneously in a Varioselect nozzle body the average drop speed in the spray fan is 40% higher and the volume fraction drops smaller than 100 μm (V_{100}) is 40% lower than when only one nozzle is spraying. Jointly spraying nozzles in a VarioSelect nozzle body increases therefore spray drift reduction. The spray drift deposition of the VarioSelect determined in this report may be overestimated due to the fact that IDEFICS is calibrated for single nozzles. The spray of a combination of nozzles enhances entrainment and causes IDEFICS to use too low droplet velocities.

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.
- Groot, T.T., H.J. Holterman & J.C. van de Zande, 2010.
Onderzoek aan VarioSelect dophouder met Lechler IDK 120-01, IDK 120-015, IDK 120-02 en IDK 120-025 spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid. Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Nota, Wageningen. 2010 (in voorbereiding).
- Holterman, H.J., J.C. van de Zande, H.A.J. Porskamp & 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.
- TCT, 2010.
Beoordeling emissiebeperkende maatregelen. www.wateremissies.nl
- 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.

