

Onderzoek aan Lechler IDTA 120-025c, IDTA 120-03c en IDTA 120-04c spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

H.J. Holterman en J.C. van de Zande

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Onderzoek aan Lechler IDTA 120-025c, IDTA 120-03c en IDTA 120-04c spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

H.J. Holterman en J.C. van de Zande

Dit onderzoek is in opdracht van Lechler GmbH (Metzingen, Duitsland) uitgevoerd door Wageningen Plant Research, in het kader van onderzoek naar de driftreductie van spuitdoppen (projectnummer 3710439700).

Wageningen Plant Research is een samenwerkingsverband tussen Wageningen Universiteit en Stichting Wageningen Research.

Wageningen, december 2016

Rapport 642

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Holterman, H.J. en J.C. van de Zande, 2016. *Onderzoek aan Lechler IDTA 120-025c, IDTA 120-03c en IDTA 120-04c spuitdoppen ter verkrijging van de status driftarm en voor classificatie op basis van driftgevoeligheid.* Wageningen Plant Research, Rapport 642. 28 blz.; 8 fig.; 9 tab.; 13 ref.

Ter verkrijging van de status 'Driftarm' volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer zijn voor Lechler de tweewaaier venturi spleetdoppen IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 onderzocht bij een vloeistofdruk van 1 bar. Op basis van de volumefractie druppels kleiner dan 100 µm (V100) in de spuitkegel blijken alle dop/druk combinaties volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer in aanmerking te komen voor de status driftarm.
Op basis van de druppelgroottemetingen en de gemeten druppelsnelheden zijn met het driftmodel IDEFICS berekeningen uitgevoerd van de driftdepositie naar het wateroppervlak van een standaardsloot en is de driftreductie ten opzichte van een referentiebespuiting bepaald voor de drie onderzochte doptypen bij een spuitdruk van 1 bar, bij een spuitboomhoogte van 40 en 50 cm boven het gewas en een normale dopafstand van 50 cm. Aan de hand van deze driftberekeningen werden alle situaties ingedeeld in de driftreductieklasse 75%. Een toenemend debiet van de dop (toenemende dopgrootte -025, -03 en -04) gaf een geringe toename in driftreductie. Dit lijkt vooral veroorzaakt door de hogere gemiddelde snelheid van de druppels bij toenemende dopgrootte. Wanneer de dopafstand op de spuitboom verkleind wordt tot 25 cm en de spuitboomhoogte verlaagd wordt tot 30 cm kunnen de IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 tweewaaier venturi spleetdoppen bij een vloeistofdruk van 1 bar in de driftreductieklasse 90% ingedeeld worden.

Trefwoorden: spuitdop, spuitdrift, driftreductie

© 2016 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. 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 Stichting Wageningen Research.

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

Wageningen Plant Research Rapport 642

Foto omslag: Henk Jan Holterman HJH-IMG_4709a.jpg

Inhoud

	Woord vooraf		**5**
	Summary		**7**
1	**Inleiding**		**9**
2	**Materiaal en methoden**		**10**
	2.1	Spuitdoppen	10
	2.2	Meetmethodiek druppelgrootte	11
	2.3	Modelberekeningen	13
	2.4	Indeling in driftreductieklassen	14
3	**Meetresultaten**		**15**
	3.1	Vloeistofafgifte	15
	3.2	Tophoeken	16
	3.3	Druppelgroottespectrum	16
	3.4	Verdeling van vloeistof onder de spuitboom	17
	3.5	Modelberekeningen en indeling in driftreductieklassen	18
4	**Discussie**		**21**
5	**Conclusies**		**22**
	Literatuur		**23**
	Bijlage 1		**24**
	Bijlage 2		**26**

Woord vooraf

Het Activiteitenbesluit Milieubeheer (voorheen Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij) bepaalt dat bij bespuitingen van een gewas met veldspuitapparatuur de buitenste strook bespoten moet worden met driftarme spuitdoppen. Uit de resultaten van druppelgroottemetingen wordt aangegeven of de in dit onderzoek onderzochte spuitdoppen, bij gespecificeerde druk, volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer aangemerkt kunnen worden met de status driftarm. Bij de beoordeling van de toelating van bestrijdingsmiddelen en de beperking van de teeltvrije zone in het Activiteitenbesluit Milieubeheer kan gewerkt worden met het driftpercentage dat bij een zekere dop-drukcombinatie hoort. Dop-drukcombinaties zijn daartoe in te delen in driftreductieklassen van 50, 75, 90 en 95%.

In deze rapportage worden de Lechler tweewaaier spuitdoppen IDTA 120-025C, IDTA 120-03C en IDTA 120-04C bij een druk van 1 bar onderzocht op hun druppelgroottespectrum. Aan de hand van druppelgroottemetingen wordt beoordeeld of deze doptypen bij de aangegeven spuitdruk aan de status driftarm volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer voldoen. Daarnaast wordt bepaald tot welke driftreductieklasse een bepaalde dop-drukcombinatie behoort. Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Lechler GmbH en is begeleid door dhr. R. Heinkel (Lechler GmbH).

Wageningen, maart 2016

Summary

The Dutch Activiteitenbesluit Milieubeheer 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.
This report deals with the Lechler dual fan venturi nozzle types IDTA 120-025, IDTA 120-03 and IDTA 120-04. These nozzle types are investigated at a liquid pressure of 1 bar to certify the 'drift reducing' status. Subsequently, the nozzle types are classified for actual drift reduction based on spray drift simulation 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 each of the nozzle types at a pressure of 3 bar. The three nozzles with a flow rate closest to the median value were selected for 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 60%, respectively. The location of the PDPA probe volume was adjusted 30 cm below the nozzle. The nozzle was tilted such that one of the spray fans was vertical and the other fan was diverted in a way not to disturb the measurement of the first fan. The nozzle was moved in a horizontal plane along 11 parallel tracks. Both spray fans of the three nozzles were measured individually in three repetitions. In this way an averaged drop size spectrum was measured. The (untilted) reference nozzle (BCPC F/M) was measured on the same day for comparison. The 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 standardized (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 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. In addition to the 'standard' 50 cm sprayer boom height, simulations were carried out for a reduced boom height of 40 cm and 30 cm above crop canopy.

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, 90 and 95%. 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 Lechler IDTA 120-025, 120-03 and 120-04 nozzle types have passed the test for the status 'drift reducing nozzle' at liquid pressures of 1 bar. Secondly, at a sprayer boom height of 50 cm and 40 cm above the crop canopy these nozzle types are classified in drift reduction class 75% for a liquid pressure of 1 bar, based on spray drift simulations compared to the simulated drift from a BCPC Fine-Medium threshold nozzle. At a sprayer boom height of 30 cm all nozzle types can be classified in drift reduction class 90% at liquid pressure of 1 bar. However, this requires the nozzle distance at the boom to be reduced to 25 cm to assure an even distribution of spray deposits below the boom (i.e. coefficient of variation <10%).

1 Inleiding

Het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&M, 2012) (voorheen Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (LOTV; VW *et al.*, 2000, 2007) 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. In het Lozingenbesluit werd in eerste instantie binnen de driftarme doppen geen onderscheid gemaakt in de grootte van de driftreductie. Driftarme doppen kunnen echter onderling behoorlijk verschillen in werkelijke driftreductie. Bij de toelatingsbeoordeling van bestrijdingsmiddelen kunnen verschillende driftarme doppen wel leiden tot verschillende te hanteren driftpercentages. Door de Technische Commissie Techniekbeoordeling (TCT, 2013) worden spuitdop-druk combinaties ingedeeld in driftreductieklassen ter bepaling van de teeltvrije zone bij intensief gespoten gewassen.

Dit onderzoek omvat de tweewaaier spleetdoptypen IDTA 120-025c, IDTA 120-03c en IDTA 120-04c van Lechler, welke bij een spuitdruk van 1 bar getest werden. Aan de hand van het druppelgroottespectrum werd bepaald of deze doppen bij de onderzochte druk de status driftarm volgens het Lozingenbesluit bereikten.

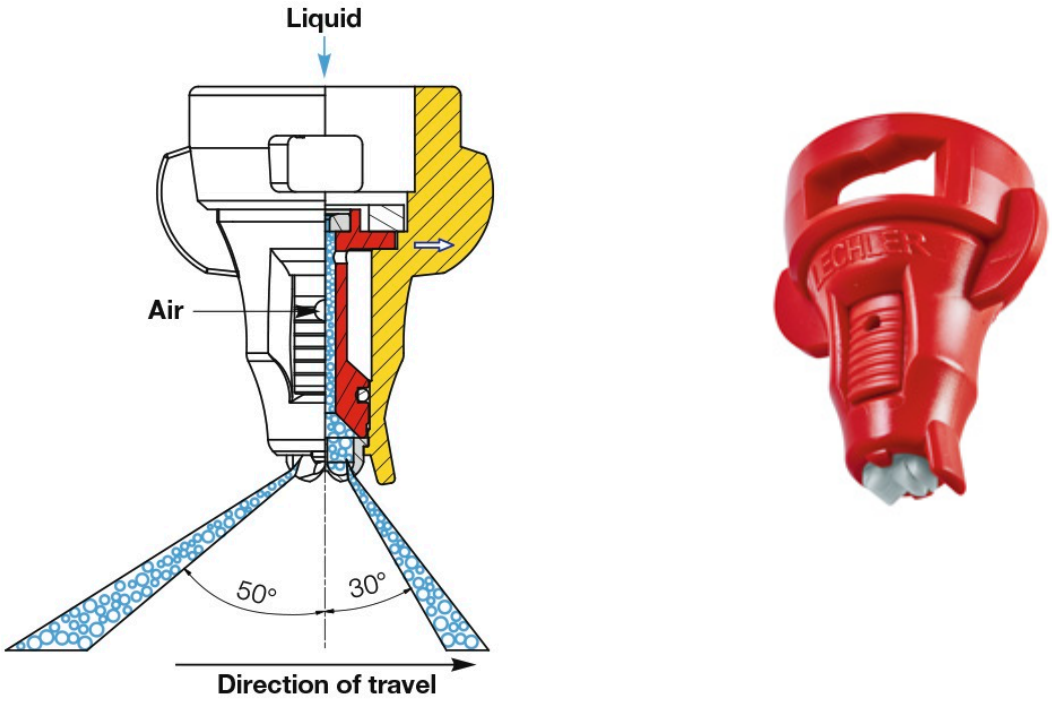
Vervolgens zijn voor deze dop-drukcombinaties de gemeten druppelgroottespectra gebruikt in berekeningen met het driftmodel IDEFICS (Holterman *et al.*, 1997) om de drift te bepalen naar het wateroppervlak van een standaardsloot. Een eerste set berekeningen is gedaan bij een dopafstand van 50 cm en spuitboomhoogtes 50 en 40 cm boven het gewas. Een aanvullende set berekeningen is gedaan bij een dopafstand van 25 cm en spuitboomhoogtes 30, 40 en 50 cm. 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) en ISO22369 (2006).

2 Materiaal en methoden

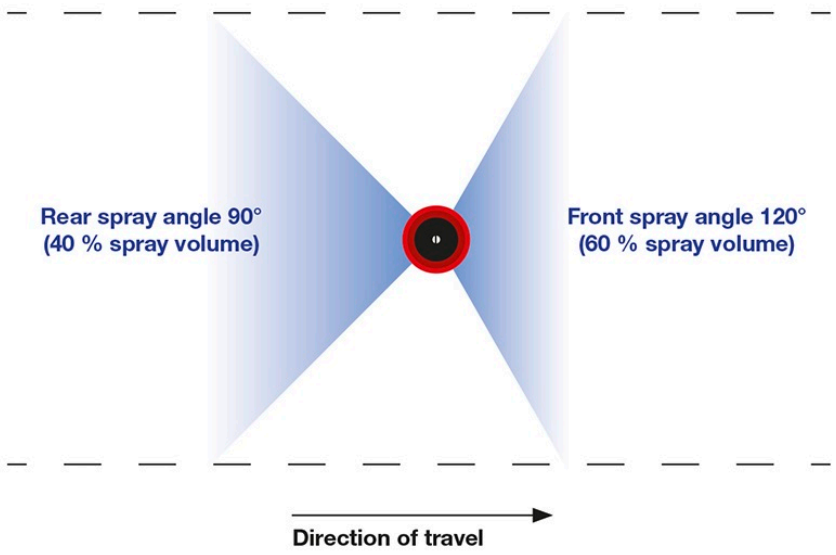
Van drie typen Lechler IDTA-doppen en van de grensdop Fijn/Midden (F/M) van de klassenindeling volgens de British Crop Protection Council (BCPC; Southcombe *et al.*, 1997), werden het druppelgroottespectrum en de druppelsnelheden bepaald met behulp van de optische techniek phase-doppler anemometrie. Op basis van het druppelgroottespectrum werd vastgesteld of aan de status driftarm is voldaan. Vervolgens werden de spectra gebruikt om met het simulatiemodel IDEFICS-win (versie 0.365; 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). Naast de simulaties voor een gestandaardiseerde bespuiting, waarbij de dophoogte 0,50 m boven het gewas is, is ook een simulatie uitgevoerd bij een verlaagde spuitboomhoogte van 0,40 m. Een spuitboomhoogte van 0,30 m bleek een te hoge variatie te geven onder een spuitboom bij een standaard dopafstand van 0,50 m; overeenkomstige driftsimulaties zijn daarom bij deze hoogte niet uitgevoerd. Bij een dopafstand van 0,25 m daarentegen bleken variaties onder een spuitboom veel lager, en daarom zijn aanvullende simulaties bij deze dopafstand uitgevoerd voor alle dophoogtes (0,30, 0,40 en 0,50 m). Driftdepositie wordt uitgedrukt als percentage van de uitgebrachte dosering per oppervlakte-eenheid. Aan de hand van de berekende drift van de BCPC F/M referentiedop en de geteste IDTA-doppen werden de spuitdoppen ingedeeld in driftreductieklassen (volgens ISO22369 t.o.v. de BCPC F/M grensdop) volgens het classificatiesysteem van Porskamp *et al.* (1999).

2.1 Spuitdoppen

De onderzochte Lechler spuitdoppen (Lechler GmbH, Metzingen, Duitsland) werden aangeduid met de type- en groottecodering IDTA 120-025c, IDTA 120-03c en IDTA 120-04c; het betreft tweewaaier venturi spleetdoppen. Eén kegel spuit daarbij ca. 30^{o} naar voren, de ander kegel ca. 50^{o} naar achteren, zie Figuur 1. De exacte hoek naar voren of naar achteren hangt af van doptype en spuitdruk. De achterste kegel heeft een kleinere tophoek dan de voorste, zodat op het gewasoppervlak dezelfde spuitbreedte verkregen wordt (Figuur 2). De afgifte van voorste en achterste kegel is niet gelijk. Ook de tophoeken en afgiftes zijn enigszins afhankelijk van doptype en spuitdruk. In dit onderzoek is een spuitdruk ingesteld van 1 bar, gemeten in de vloeistofleiding juist vóór de dophouder. De BCPC-grensdop F/M (Lurmark 31-03-F110; bij een spuitdruk van 3 bar) is als referentiedop gebruikt; deze referentiedop is verder aangeduid als BCPC F/M (Southcombe *et al.*, 1997).



Figuur 1 *Schematische weergave van de Lechler IDTA-dop in gebruik, de voorste kegel spuit ca. 30° naar voren en de achterste kegel ca. 50° naar achteren (Lechler productinformatie).*



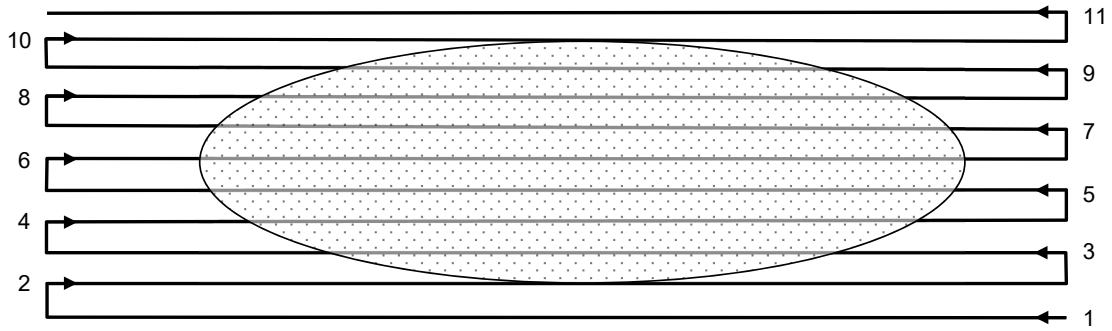
Figuur 2 *Afgifte van de voorste en achterste kegel verschillen onderling. Ook de tophoeken zijn verschillend, zodat eenzelfde breedte op het gewasoppervlak bespoten wordt (Lechler productinformatie).*

2.2 Meetmethodiek druppelgrootte

Per doptype is van 10 spuitdoppen 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 ligt, is de druppelgrootte-verdeling en de gemiddelde druppelsnelheid gemeten. De metingen van druppelgroottes en druppelsnelheden werden uitgevoerd met een Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA, TSI). De spuitvloeistof hierbij is leidingwater van 20°C. De meetruimte werd ingesteld op een temperatuur van 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 60%.

Bij de metingen van het druppelgroottespectrum beschreef de doppositie een patroon van 11 parallelle banen (Figuur 3). De lengte van de banen en hun onderlinge afstand werden per kegel en per doptype zodanig ingesteld, dat het banenpatroon het totale spuitpatroon goed afdekte. De snelheid waarmee het banenpatroon werd doorlopen, werd daarbij zodanig afgesteld, dat ten minste 10000 druppels per meting werden gemeten. In alle gevallen was de dophoogte 30 cm boven het meetvlak, ook de metingen aan de referentiedop. De meethoogte boven de vloer bedroeg 70 cm. Voor de referentiedop (BCPC-F/M) bedroeg de baanlengte 120 cm, de afstand tussen de banen 1.4 cm en de baansnelheid 4.0 cm/s. Voor de IDTA-spuitkegels was de afstand tussen de banen 0.8 cm; de optimale baanlengte varieerde tussen 60 en 80 cm en de baansnelheid varieerde tussen 0.35 en 0.60 cm/s, afhankelijk van welke doppen en kegels werden gemeten.

Aangezien de Lechler IDTA doppen twee spuitkegels hebben, terwijl de PDPA maar één spuitkegel kan bemonsteren, moest de meetmethode aangepast worden. Druppelgroottes en snelheden werden voor beide waaiers afzonderlijk gemeten. De dop werd in een draaibare dophouder geplaatst, waarbij de te meten spuitkegel verticaal werd gesteld. De vloeistof van de andere spuitkegel werd in een trechter afgevangen en weggeleid van het meetgebied van de PDPA; zie Figuur 4. Van elk van de drie geselecteerde doppen werd het druppelgroottespectrum gemeten in drievoud, voor beide spuitkegels van de tweewaaierdoppen apart.



Figuur 3 *Patroon van de banen voor het scannen van de druppelgrootteverdeling in een horizontaal vlak 0,50 m onder een spuitkegel van een spleetdop. De baanlengte en de onderlinge baanafstand werden aangepast aan de spuitpatronen van de te meten doppen. Baan 6 is de middelste baan loodrecht onder de dop.*



Figuur 4 *Aanpassing van de meetopstelling waarbij één spuitkegel gemeten wordt, terwijl de andere via een trechter afgevangen wordt.*

In afzonderlijke metingen zijn de druppelsnelheden gemeten. De metingen zijn uitgevoerd in het centrum van elke spuitkegel op 4, 6, 9, 12, 15, 20, 25 en 30 cm midden onder de dop. De meetresultaten bestonden uit de verticale snelheid en grootte van elke gedetecteerde druppel. Hieruit werd de gemiddelde druppelsnelheid afgeleid als functie van druppelgrootte en afstand onder de dop.

Deze resultaten werden vervolgens gebruikt om voor het IDEFICS driftmodel de entrainment te bepalen en de beginsnelheid van druppels bij het verlaten van de spuitdop.

De PDPA was tijdens de metingen als volgt ingesteld:
- Laservermogen 600 mW
- Focus frontlens transmitter 1000 mm
- Focus frontlens detector 1000 mm
- Expander/contractor contractor
- Detectiehoek 40°
- Detectorspanning 520 V
- Signaaldrempel 70 mV
- Meetbereik 5 - 1250 μm
- Diameter resolutie 2,4 μm
- Probe Volume Correction ja

Het laservermogen werd vooraf aan elke meting gecontroleerd en zo nodig bijgesteld. Ook de inkoppeling van de laserstralen in de glasvezels in de zogenaamde 'fiber-drive' werden voorafgaande aan elke meting gecontroleerd. Deze mechanische koppeling is zeer gevoelig voor temperatuurveranderingen en trillingen. Daarbij was steeds het nuttig laservermogen ter plaatse van de feitelijke meting leidend: dit vermogen werd constant gehouden op een waarde van 25 μW.

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 de volumefractie druppels kleiner dan 100 μm (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.

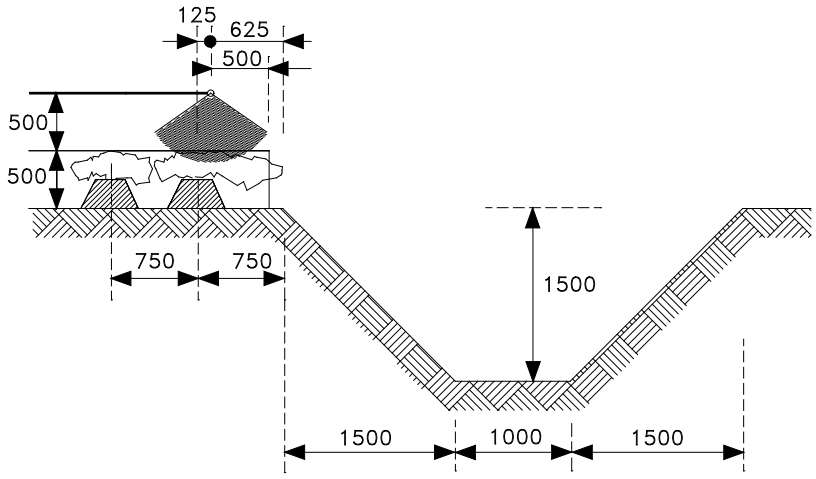
2.3 Modelberekeningen

De resultaten van de metingen van de druppelgrootteverdeling en de druppelsnelheden van de Lechler IDTA spuitdoppen werden als invoer in het driftmodel IDEFICS-win (versie 0.365) gebruikt. Aangezien IDEFICS alleen met enkele spuitkegels kan werken, zijn voor de voorwaartse en achterwaartse kegel van de doppen aparte simulaties uitgevoerd worden. Voor de modelberekeningen werd van de volgende veronderstellingen uitgegaan:
- afstand tussen doppen aan de spuitboom: 50 cm of 25 cm
- spuitrichting van de doppen resp. voorwaarts en achterwaarts gekanteld onder een hoek afhankelijk van het doptype;
- plaats van de laatste spuitdop 50 cm binnen het gewas *;
- een gewashoogte van 50 cm;
- spuitboomhoogte 50 cm, 40 cm en 30 cm boven het gewas;
- rijsnelheid 1,67 m/s (= 6,0 km/u);
- 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 5). Voor de simulaties met de referentiedop BCPC-F/M werd de spuitkegel verticaal omlaag ingesteld met een spuitboomhoogte 50 cm (de standaardhoogte).

De simulaties met de IDTA-doppen werden voor voorwaarts en achterwaarts gekantelde spuitkegels afzonderlijk uitgevoerd, waarna de resultaten werden gemiddeld, gewogen naar de vloeistofafgifte van voorste en achterste kegel. Hoewel in de werkelijke IDTA-doppen voor- en achterwaartse kegel uiteraard gelijktijdig aanwezig zijn, is een dergelijke gewogen middeling toegestaan, omdat driftresultaten als percentage van de uitgebrachte dosering worden weergegeven. De volvelds simulaties met de IDTA-doppen zijn in drievoud uitgevoerd, met 30.000 druppels per dop, voor 14 doppen verdeeld over de spuitboom. Door middel van interpolatie en extrapolatie voor niet gesimuleerde doppen is een simulatie van een volvelds bespuiting mogelijk. De simulaties met de referentiedop zijn in vijfvoud uitgevoerd.

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).



Figuur 5 *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. Het referentiespectrum is op dezelfde dagen gemeten als waarop de druppelgroottemetingen van de IDTA-doppen zijn uitgevoerd.

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. Bij de indeling van dop-drukcombinaties in driftreductieklassen is hiermee in deze rapportage geen rekening gehouden. 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.

3 Meetresultaten

3.1 Vloeistofafgifte

Van elk doptype werden 10 doppen genummerd; voor elk van deze doppen werd vervolgens de vloeistofafgifte gemeten. De drie doppen met een afgifte het dichtst bij de mediaan werden geselecteerd voor de druppelgrootte spectrum metingen met de PDPA. De gemeten afgifte, mediaan en nummers van de drie geselecteerde doppen staan vermeld in Tabel 1.

Tabel 1 *Afgifte van de Lechler IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 doppen (in l/min) bij een spuitdruk van 3 bar. Gecombineerde afgifte van beide spuitkegels samen. In de laatste twee kolommen zijn de bijbehorende mediaan en de nummers van de drie geselecteerde doppen, waarvan de afgifte het dichtst bij de mediaan ligt, gegeven.*

Doptype	Druk	Dopnummer										Mediaan	Gesel.
	[bar]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	[l/min]	doppen
IDTA 120-025	3	0.979	0.987	0.984	0.972	0.977	0.989	0.968	0.978	0.984	0.988	0.981	1, 3, 9
IDTA 120-03	3	1.140	1.139	1.136	1.138	1.145	1.142	1.139	1.145	1.138	1.143	1.140	1, 2, 6
IDTA 120-04	3	1.613	1.614	1.615	1.615	1.615	1.616	1.617	1.617	1.619	1.622	1.616	1, 4, 7

De Lechler IDTA doppen hebben 2 spuitkegels die ongelijk zijn qua afgifte. De afgifte van de afzonderlijke spuitkegels is gemeten voor de drie geselecteerde doppen bij een spuitdruk van 1 bar. De resultaten staan vermeld in Tabel 2. De laatste kolom geeft de gemiddelde verdeling van de vloeistofafgifte over voorste en achterste kegel aan. De voorste kegel verspuit 54 tot 59% van de vloeistof, en de achterste dus het complement, 41 tot 46%, afhankelijk van het doptype. Deze verhoudingen worden verderop gebruikt in de berekening van driftdepositie.

Tabel 2 *Afgifte van de afzonderlijke spuitkegels van de geselecteerde doppen van Lechler IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 (in l/min) bij een spuitdruk van 1 bar.*

Doptype		Afgifte [l/min]			Gemiddeld	Fractie
IDTA 120-025	dopnr	1	3	9	[l/min]	[–]
	kegel voor	0.309	0.306	0.305	0.307	0.54
	kegel achter	0.263	0.264	0.258	0.261	0.46
	samen	0.571	0.570	0.563	0.570	1.00
IDTA 120-03	dopnr	1	2	6		
	kegel voor	0.395	0.395	0.394	0.394	0.59
	kegel achter	0.269	0.269	0.274	0.271	0.41
	samen	0.663	0.663	0.669	0.665	1.00
IDTA 120-04	dopnr	1	4	7		
	kegel voor	0.538	0.542	0.533	0.537	0.58
	kegel achter	0.393	0.384	0.396	0.391	0.42
	samen	0.931	0.926	0.928	0.928	1.00

3.2 Tophoeken

De beide spuitkegels van de Lechler IDTA doppen verschillen ook in hun tophoeken en de hoeken waarover de spuitkegels naar voren en achteren gekanteld zijn. Deze hoeken zijn voor de drie geselecteerde doppen van elk type gemeten met een gradenboog, bij een spuitdruk van 1 bar. De resultaten staan vermeld in Tabel 3. De tophoeken van de voorste kegels zijn duidelijk groter dan die van de achterste kegels, maar beide lager dan de opgave volgens Figuur 2. De tophoeken zijn afhankelijk van het doptype: de 04-doppen hebben de grootste tophoeken, de 025-doppen de kleinste.

De voorste kegel is 30 tot 36^{o} naar voren gekanteld, afhankelijk van doptype; de achterste kegel is 44 tot 58^{o} naar achteren gekanteld. Dit komt redelijk overeen met de opgave volgens Figuur 1. De 'laterale' tophoek is de tophoek gemeten dwars op de spuitkegel. Uit de vloeistofverdeling over de 11 banen bij de metingen met de PDPA is af te leiden dat deze laterale tophoek voor alle IDTA-kegels ca. 10^{o} bedroeg. Voor de referentiedop is de laterale tophoek ca. 20^{o}.

Tabel 3 *Tophoeken en kantelhoeken van de afzonderlijke spuitkegels van de geselecteerde doppen van Lechler IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 bij een spuitdruk van 1 bar.*

Doptype		Tophoek [°]				Kantelhoek [°]			
IDTA 120-025	dopnummer	1	3	9	gemiddeld	1	3	9	gemiddeld
	kegel voor	88	87	90	88	35	34	34	34
	kegel achter	68	62	58	63	-46	-51	-51	-49
IDTA 120-03	dopnummer	1	2	6	gemiddeld	1	2	6	gemiddeld
	kegel voor	85	85	88	86	30	30	30	30
	kegel achter	72	70	75	72	-45	-45	-42	-44
IDTA 120-04	dopnummer	1	4	7	gemiddeld	1	4	7	gemiddeld
	kegel voor	98	98	102	99	36	37	36	36
	kegel achter	77	77	75	76	-57	-58	-59	-58

3.3 Druppelgroottespectrum

In Tabel 4 is het gemiddelde van de karakteristieke grootheden voor de Lechler IDTA doppen gegeven. Er zijn kleine verschillen de het druppelgroottespectrum van voorste en achterste kegel, maar alleen voor 03-dop zijn deze opvallend: voor deze dop is de achterste kegel significant fijner dan de voorste kegel. De bijbehorende metingen van de BCPC F/M referentiedop zijn samengevat in Tabel 5. Daarbij is in eerste instantie onderscheid gemaakt in referentiemetingen die uitgevoerd zijn op de dagen waarop ook de verschillende IDTA-doppen werden gemeten. De verschillen in de per IDTA-doptype gemiddelde referentiemetingen zijn klein en niet significant. Daarom is verder voor de referentiedop gebruik gemaakt van het globaal gemiddelde (de onderste rij in Tabel 5). De meetwaarden van de individuele metingen staan in Bijlage 1 voor de IDTA-spuitdoppen en in Bijlage 2 voor de referentiedop.

Tabel 4 *Samenvatting van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de Lechler IDTA spuitdoppen bij 1 bar. In de bovenste helft van de tabel zijn de getallen van de bovenste spuitkegel gegeven, daaronder de getallen van de onderste spuitkegel.*

Doptype	Kegel	D_{V10} [µm]	D_{V50} [µm]	D_{V90} [µm]	V_{100} [%]	v_{gem} [m/s]	Gem. aantal druppels
IDTA 120-025	voor	396	799	1207	0.09	2.1	13600
	achter	414	832	1255	0.08	2.3	11100
IDTA 120-03	voor	399	775	1183	0.08	2.6	13300
	achter	355	703	1111	0.13	2.3	13200
IDTA 120-04	voor	391	730	1129	0.06	2.9	11800
	achter	390	745	1160	0.08	2.9	11500

Tabel 5 *Samenvatting van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de BCPC F/M referentie dop bij 3 bar.*

Ref.dop	Bij dop:	D_{V10} [µm]	D_{V50} [µm]	D_{V90} [µm]	V_{100} [%]	v_{gem} [m/s]	Gem. aantal druppels
BCPC F/M	IDTA 120-025	131	249	394	3.8	4.5	50000
	IDTA 120-03	130	248	390	3.9	4.6	49800
	IDTA 120-04	129	248	391	4.0	4.5	49300
	gemiddeld	130	249	393	3.9	4.5	49800

Voor de beoordeling van de IDTA-doppen voor het verkrijgen van de status driftarm is de waarde van V_{100} van belang. De gemiddelde waarde van de V_{100} voor de referentiedop is 3,9%. Daaruit volgt dat de kritische grens voor de status driftarm op 1,95% uitkomt. Uit Tabel 4 blijkt dat voor de geteste IDTA-doppen bij 1 bar deze kritische grens niet overschreden wordt. De doppen IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 komen daarom bij een druk van 1 bar in aanmerking voor de status driftarm volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer.

3.4 Verdeling van vloeistof onder de spuitboom

De vloeistofverdeling onder een spuitboom met meerdere doppen op onderlinge afstand van 50 cm is gemeten op het spuitbord. Er is gemeten bij drie boomhoogtes: 30, 40 en 50 cm. Elke meting is uitgevoerd in drie herhalingen. De variatiecoëfficiënt van de verdelingen over een lengte van 1,00 m is berekend op basis van een resolutie van 10 cm. Tabel 6 geeft de berekende variatiecoëfficiënten voor elk van de drie herhalingen, en het gemiddelde hiervan. De metingen bij boomhoogte 30 cm leverden een variatiecoëfficiënt van meer dan 10% en voldeden zodoende niet aan de wettelijke eis. De metingen bij 40 en 50 cm boomhoogte hadden een variatiecoëfficiënt minder dan 10%. Daarom zijn alleen met deze beide hoogtes de simulaties met IDEFICS uitgevoerd.

De verdeling onder een spuitboom wordt beter als de dopafstand verkleind wordt naar 25 cm. Tabel 7 geeft de variatiecoëfficiënten bij deze verminderde dopafstand voor metingen op het spuitbord, bij boomhoogtes 30, 40 en 50 cm. Nu is de variatiecoëfficiënt in alle gevallen lager dan 10% en dus is er voldaan aan de wettelijke eis. Er zijn vervolgens simulaties met IDEFICS uitgevoerd voor deze drie boomhoogte met de dopafstand 25 cm.

Tabel 6 *Samenvatting van de verdelingsmetingen van spuitvloeistof onder een spuitboom, stationair gemeten op het spuitbord bij een standaard dopafstand van 50 cm.*

Doptype	Boomhoogte [cm]	CV [%]			CV [%]
		herh1	herh2	herh3	Gem.
IDTA 120-025	30	22.2	22.1	21.6	21.9
	40	8.9	5.7	6.8	6.9
	50	6.7	6.1	6.5	6.4
IDTA 120-03	30	20.0	19.5	19.0	19.5
	40	4.1	3.6	4.3	4.0
	50	7.9	8.3	7.9	8.0
IDTA 120-04	30	16.6	17.3	16.7	16.8
	40	7.8	8.1	8.0	8.0
	50	5.9	6.2	5.7	6.0

Tabel 7 *Samenvatting van de verdelingsmetingen van spuitvloeistof onder een spuitboom, stationair gemeten op het spuitbord bij een verminderde dopafstand van 25 cm.*

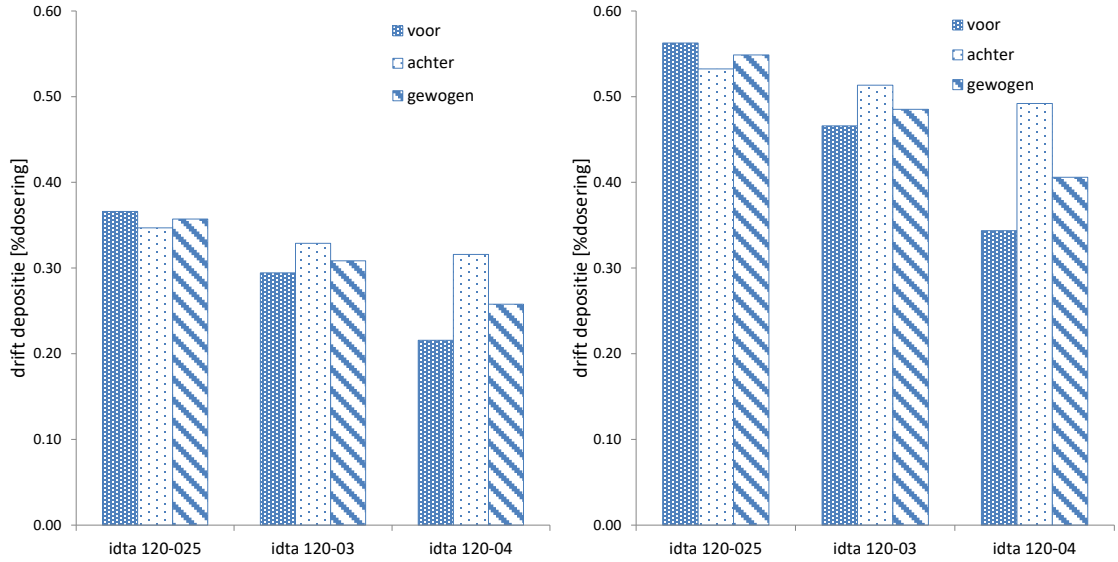
Doptype	Boomhoogte [cm]	CV [%]			CV [%]
		herh1	herh2	herh3	Gem.
IDTA 120-025	30	4.2	4.4	4.5	4.3
	40	5.9	7.0	6.5	6.4
	50	6.2	7.4	6.1	6.5
IDTA 120-03	30	3.6	3.5	4.3	3.8
	40	3.2	3.4	3.5	3.1
	50	5.7	5.4	5.3	5.5
IDTA 120-04	30	5.5	6.0	6.8	5.4
	40	6.9	3.3	3.3	4.2
	50	6.5	6.1	6.1	6.2

3.5 Modelberekeningen en indeling in driftreductieklassen

In Tabel 8 zijn de resultaten van de driftberekeningen voor de IDTA-doppen samengevat voor spuitboomhoogtes 40 en 50 cm en voor de referentiedop alleen bij 50 cm, alle bij een standaard dopafstand van 50 cm. De aangegeven drift is de depositie op de standaardsloot, als percentage van de uitgebrachte dosering. Voor de IDTA-doppen is tevens de drift aangegeven als alle vloeistof via de voorste resp. achterste spuitkegel zou worden uitgebracht. De kolom 'totaal' geeft het gewogen gemiddelde aan, rekening houdend met de afgifteverdeling over voorste en achterste kegel. De aangegeven driftreducties gelden ten opzichte van de driftdepositie als de spuit uitgerust zou zijn met referentiedoppen (BCPC F/M). De standaarddeviaties in de simulaties zijn erg klein, waarmee de fout in de reducties minder dan 1% bedraagt. Alle geteste doppen vallen bij een spuitdruk van 1 bar en een boomhoogte van 40 of 50 cm in de driftreductieklasse 75%. Voor de IDTA 120-025 verschilt de driftbijdrage van voorste en achterste kegel weinig. Voor de IDTA 120-03 is de driftbijdrage van de voorste kegel iets lager dan die van de achterste kegel. Voor de IDTA 120-04 is dat verschil duidelijk groter. Zie ook Figuur 6.

Tabel 8 *Berekende driftdepositie en percentage driftreductie op de strook 2,125-3,125 m vanaf de laatste spuitdop voor de Lechler IDTA-doppen ten opzichte van de referentiedop BCPC-F/M; bijbehorende indeling in driftreductieklassen; bij standaard dopafstand 50 cm.*

Doptype	Boomhoogte [cm]	Drift [%dosering]			Stand.dev [%dosering]	Reductie [%]	Driftreductieklasse			
		Voor	Achter	Totaal			50%	75%	90%	95%
BCPC F/M	**50**	**-**	**-**	**2.154**	**0.036**	**-**				
IDTA 120-025	40	0.37	0.35	0.357	0.008	83		X		
	50	0.56	0.53	0.549	0.009	75		X		
IDTA 120-03	40	0.29	0.33	0.308	0.003	86		X		
	50	0.47	0.51	0.485	0.008	77		X		
IDTA 120-04	40	0.22	0.32	0.258	0.002	88		X		
	50	0.34	0.49	0.406	0.005	81		X		



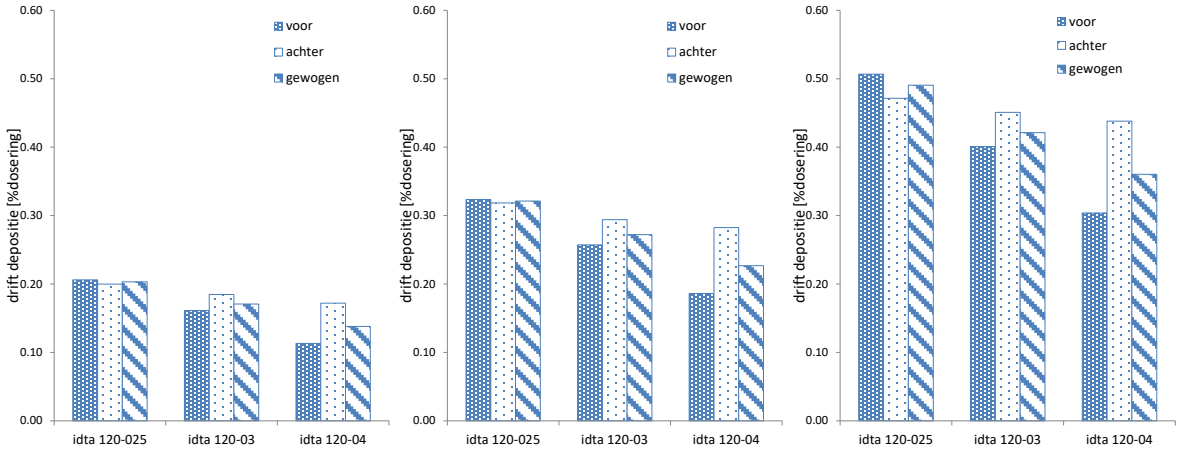
Figuur 6 *De uit simulaties berekende drift van de voorste en achterste kegel en het gewogen gemiddelde, voor de drie IDTA-doptypen bij een spuitdruk van 1 bar. Links: spuitboomhoogte 40cm; rechts: spuitboomhoogte 50 cm.*

De resultaten van de simulaties bij een verkleinde dopafstand (25 cm) zijn gegeven in Tabel 9, voor drie boomhoogtes. De driftwaarden zijn ook grafisch weergegeven in Figuur 7. Alleen bij de laagste boomhoogte (30 cm) komt de driftreductie (voor alle drie doptypen) boven de 90%. Merk op dat de drift bij boomhoogte 40 en 50 cm lager is dan bij overeenkomstige situaties in Tabel 8. Dit is een opmerkelijke eigenschap van het gebruik van verminderde dopafstand. Wanneer het aantal doppen aan de spuitboom verdubbeld wordt, moet de dosering per dop gehalveerd worden om de op het veld uitgebrachte dosering gelijk te houden. Dat betekent dat de (absolute) driftbijdrage van elke afzonderlijke dop naar verhouding kleiner wordt. Dus de bijdrage aan drift van de buitenste dop (die van alle doppen het meest bijdraagt) neemt af, met als gevolg een kleine afname in drift en daarmee een kleine toename in driftreductie.

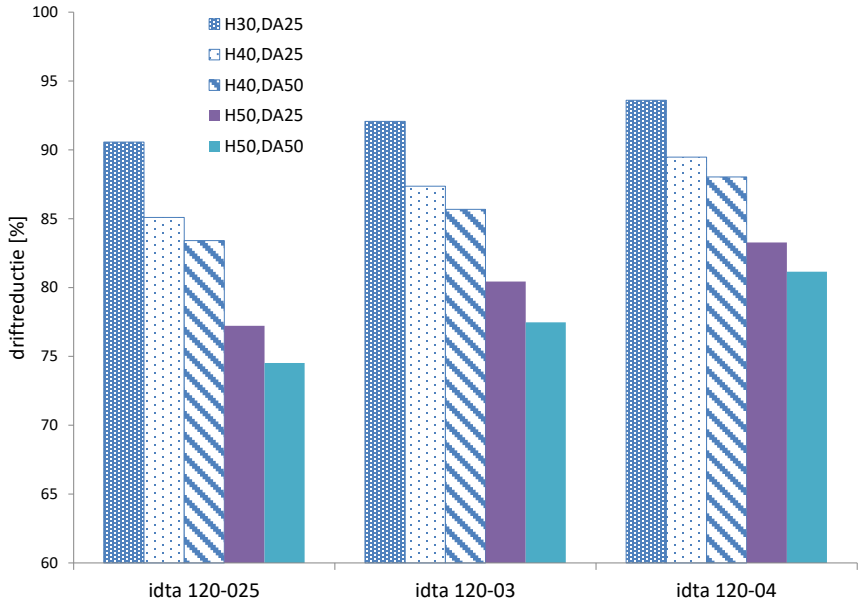
De berekende driftreducties zijn samengevat in Figuur 8. Daarin is goed te zien dat alleen bij spuitboomhoogte van 30 cm de driftreducties boven 90% uit komen. Ook het effect van de verkleinde dopafstand is zichtbaar: gemiddeld neemt reductie hierdoor ca. 2% toe.

Tabel 9 *Berekende driftdepositie en percentage driftreductie op de strook 2,125-3,125 m vanaf de laatste spuitdop voor de Lechler IDTA-doppen ten opzichte van de referentiedop BCPC-F/M; bijbehorende indeling in driftreductieklassen; bij verminderde dopafstand 25 cm.*

Doptype	Boomhoogte [cm]	Drift [%dosering]			Stand.dev [%dosering]	Reductie [%]	Driftreductieklasse			
		Voor	Achter	Totaal			50%	75%	90%	95%
BCPC F/M	**50**	**-**	**-**	**2.154**	**0.036**	**-**				
IDTA 120-025	30	0.21	0.20	0.203	0.004	91			X	
	40	0.32	0.32	0.321	0.004	85		X		
	50	0.51	0.47	0.491	0.003	77		X		
IDTA 120-03	30	0.16	0.18	0.171	0.002	92			X	
	40	0.26	0.29	0.272	0.001	87		X		
	50	0.40	0.45	0.421	0.008	80		X		
IDTA 120-04	30	0.11	0.17	0.138	0.002	94			X	
	40	0.19	0.28	0.227	0.003	89		X		
	50	0.30	0.44	0.360	0.002	83		X		



Figuur 7 *De uit simulaties berekende drift van de voorste en achterste kegel en het gewogen gemiddelde, voor de drie IDTA-doptypen bij een spuitdruk van 1 bar; bij een verminderde dopafstand van 25 cm. Links: spuitboomhoogte 30cm; midden: 40 cm; rechts: 50 cm.*



Figuur 8 *Driftreducties op een standaardsloot ten opzichte van een standaardbespuiting (referentiedoppen, 50 cm boomhoogte, 50 cm dopafstand); voor de drie IDTA-doptypen bij een spuitdruk van 1 bar, bij boomhoogtes (H) 30, 40 en 50 cm en dopafstand (DA) 25 en 50 cm.*

4 Discussie

De gemeten spectra van de IDTA 120-025, 120-03 en 120-04 doptypen tonen een opmerkelijk beeld: de D_{V50} (VMD) neemt iets af voor toenemende dopgrootte (Tabel 4). Dit wordt wel vaker gezien bij grove venturidoppen. In alle gevallen is de V_{100} overigens laag. Desondanks neemt de driftreductie wel toe met toenemende dopgrootte. Dit is een gevolg van de hogere druppelsnelheden als de dopgrootte toeneemt (Tabel 4).

De gemeten tophoeken zijn kleiner dan de opgave van de fabrikant. Dit heeft vermoedelijk te maken met de lage spuitdruk (1 bar) waarbij de metingen in dit project zijn uitgevoerd. Ook de afgifteverdeling over voorste en achterste dop is niet helemaal gelijk aan de opgave van de fabrikant, maar komt daar wel bij in de buurt. Verder wijken de kantelhoeken van voorste en achterste kegel iets af van de opgave van de fabrikant. Deze hoeken zijn overigens enigszins afhankelijk van de spuitdruk, dus ook hier kan de lage spuitdruk bij deze metingen deels oorzaak zijn van het geconstateerde verschil.

Opvallend is dat de uit simulaties berekende driftreducties de 90%-grens alleen bereiken bij de laagste boomhoogte van 30 cm, ondanks de grove spectra en lage V_{100} waarden. De oorzaak is voor een deel terug te leiden naar de lage beginsnelheid van de druppels bij uittreding bij de dop. Enerzijds is deze beginsnelheid direct afhankelijk van de spuitdruk (die al laag is), anderzijds is de drukval in doppen van het venturitype vrij groot, wat de uittreesnelheid van druppels verder omlaag brengt. Bij een lage uittreesnelheid doen druppels er langer over het gewas te bereiken en heeft de wind meer vat op ze.

Uit Tabel 8 en Figuur 6 blijkt dat voor de IDTA 120-03- en 04-doppen de achterste kegel naar verhouding meer drift geeft dan de voorste. De spectra van voorste en achterste kegel zijn nagenoeg gelijk, dus de oorzaak moet ergens anders gezocht worden. De grote kantelhoek van de achterste kegel heeft tot gevolg dat de druppels gemiddeld een langere weg af moeten leggen tot het gewas. Dus opnieuw geldt dat de wind dan meer (langer) vat op de druppels heeft wat een iets hogere driftgevoeligheid tot gevolg heeft. Dit is naast de relatief lage beginsnelheid van de druppels een belangrijke oorzaak van de enigszins tegenvallende driftreducties.

5 Conclusies

De Lechler tweewaaier venturidoppen IDTA 120-025, IDTA 120-03 en IDTA 120-04 zijn onderzocht bij een vloeistofdruk van 1 bar voor de verkrijging van de status driftarm volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer. Op basis de V_{100} blijken alle dop/druk combinaties volgens het Activiteitenbesluit Milieubeheer in aanmerking te komen voor de status driftarm.

Op basis van berekeningen van de driftdepositie naar het wateroppervlak van een standaardsloot is de driftreductie ten opzichte van een referentiebespuiting bepaald voor de drie onderzochte doptypen bij een spuitdruk van 1 bar, bij een spuitboomhoogte van 40 en 50 cm boven het gewas en een normale dopafstand van 50 cm. Aan de hand van deze driftberekeningen werden alle situaties ingedeeld in de driftreductieklasse 75%. Volgens de verwachting neemt de driftreductie toe bij afnemende spuitboomhoogte, maar daarbij wordt de klassegrens van 90% nog niet bereikt. Een toenemend debiet van de dop (toenemende dopgrootte -025, -03 en -04) gaf een geringe toename in driftreductie. Dit lijkt vooral veroorzaakt door de hogere gemiddelde snelheid van de druppels bij toenemende dopgrootte. Wanneer de dopafstand verkleind wordt tot 25 cm, kan ook een spuitboomhoogte van 30 cm toegelaten worden. Alleen in dat geval is een driftreductieklasse van 90% te bereiken.

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. & Rautmann, D., 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 en J.C. van de Zande, 1997. Drift(beperking) bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Evaluatie van de drift van spuitvloeistof bij bespuitingen in de fruitteelt, de volveldsteelten en de boomteelt (stand van zaken december 1996). IMAG-DLO Rapport 97-04, IMAG, Wageningen, 38 pp.

I&M, 2012. Activiteitenbesluit Mileubeheer, Staatsblad 2012 441/643

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 en 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, 2013. Lijst beoordeelde technieken volgens Beoordelingsmethodiek emissiebeperkende maatregelen Activiteitenbesluit Milieubeheer (de driftarme doppenlijst). Internetsite: http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/landbouw-veeteelt/open-teelt/driftarme-doppen/@3575/lijst-driftarme/

VW, VROM, LNV, VWS en SZW, 2000. Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatsblad 2000 43, 117 pp.

VW en LNV, 2001. Regeling testmethoden driftarme doppen Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatscourant 1 maart 2001. nr. 43, p 18.

VW, VROM, LNV, 2007. Wijziging van het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij en enige andere besluiten (actualisering lozingenvoorschriften). Staatsblad 2007 143, 35 p.

Bijlage 1

Een overzicht van de metingen aan de IDTA-doppen is gegeven in de onderstaande tabel.

Run	Doptype	Kegel	Dop nr.	Datum	Dv10 [µm]	Dv50 [µm]	Dv90 [µm]	V100 [%]	Vgem [m/s]	Aantal druppels
1	IDTA 120-025	V	1	30-9-2015	400	805	1232	0.09	2.11	13500
2		V	3		401	798	1203	0.08	2.13	13400
3		V	9	1-10-2015	387	801	1204	0.09	2.06	14800
4		V	1		399	790	1162	0.07	2.17	13100
5		V	3	2-10-2015	398	815	1239	0.09	2.10	14100
6		V	9		381	775	1183	0.11	2.08	14400
7		V	1		401	803	1228	0.08	2.15	13300
8		V	3	5-10-2015	394	785	1209	0.07	2.17	12300
9		V	9		399	818	1205	0.09	2.09	13200
			Gem.		**396**	**799**	**1207**	**0.09**	**2.12**	**13600**
10	IDTA 120-025	A	1	30-9-2015	414	836	1262	0.07	2.35	11800
11		A	3		402	814	1220	0.10	2.29	12300
12		A	9	1-10-2015	428	856	1252	0.08	2.29	10200
13		A	1		407	810	1221	0.07	2.35	12100
14		A	3		411	839	1262	0.07	2.38	11000
15		A	9	2-10-2015	436	871	1305	0.06	2.32	9700
16		A	1		405	810	1239	0.07	2.38	11300
17		A	3	5-10-2015	413	820	1272	0.08	2.32	11200
18		A	9		414	830	1260	0.08	2.26	10700
			Gem.		**414**	**832**	**1255**	**0.08**	**2.33**	**11100**
1	IDTA 120-03	V	1	5-10-1015	394	761	1165	0.08	2.58	15700
2		V	2	6-10-2015	395	780	1166	0.09	2.59	12900
3		V	6		403	775	1167	0.08	2.59	13800
4		V	1		404	791	1215	0.08	2.56	13300
5		V	2	7-10-2015	399	783	1222	0.07	2.61	12300
6		V	6		394	753	1152	0.08	2.54	13100
7		V	1		409	805	1214	0.07	2.58	13000
8		V	2		399	779	1198	0.06	2.62	11900
9		V	6	8-10-2015	391	744	1150	0.07	2.57	13500
			Gem.		**399**	**775**	**1183**	**0.08**	**2.58**	**13300**
10	IDTA 120-03	A	1	5-10-2015	358	708	1110	0.12	2.38	18200
11		A	2	6-10-2015	356	707	1126	0.13	2.31	15200
12		A	6		357	702	1096	0.11	2.38	12000
13		A	1		356	705	1116	0.12	2.37	11500
14		A	2	7-10-2015	354	695	1095	0.13	2.33	12300
15		A	6		356	700	1076	0.11	2.37	12500
16		A	1		357	720	1180	0.13	2.31	11900
17		A	2		346	694	1126	0.15	2.32	12900
18		A	6	8-10-2015	352	692	1073	0.13	2.35	12100
			Gem.		**355**	**703**	**1111**	**0.13**	**2.34**	**13200**

Run	Doptype	Kegel	Dop nr.	Datum	Dv10 [µm]	Dv50 [µm]	Dv90 [µm]	V100 [%]	Vgem [m/s]	Aantal druppels
1	IDTA 120-04	V	1	8-10-2015	384	711	1091	0.06	2.91	12700
2		V	4		399	750	1118	0.06	2.90	11000
3		V	7	9-10-2015	388	727	1170	0.06	2.96	11700
4		V	1		376	703	1116	0.06	2.93	12500
5		V	4		401	751	1163	0.06	2.87	11200
6		V	7		386	728	1124	0.06	2.95	12000
7		V	1	27-10-2015	388	718	1115	0.07	2.95	12300
8		V	4		404	763	1185	0.06	2.92	10600
9		V	7		392	725	1073	0.06	3.08	11700
			Gem.		**391**	**730**	**1129**	**0.06**	**2.94**	**11700**
10	IDTA 120-04	A	1	8-10-2015	392	755	1169	0.08	2.88	12800
11		A	4		387	734	1155	0.08	2.93	11700
12		A	7	9-10-2015	393	774	1209	0.07	2.88	10600
13		A	1		393	757	1162	0.08	2.86	10900
14		A	4		387	721	1124	0.09	2.83	12200
15		A	7		405	778	1191	0.07	2.88	10900
16		A	1	27-10-2015	390	757	1176	0.08	2.86	11100
17		A	4		371	697	1111	0.10	2.84	12500
18		A	7		395	737	1141	0.07	2.95	10500
			Gem.		**390**	**745**	**1160**	**0.08**	**2.88**	**11500**

Bijlage 2

Een overzicht van de referentie metingen is gegeven in de onderstaande tabel. Er bleken geen significante verschillen in de tijd, daarom kon worden volstaan met een gemiddelde over alle waarnemingen, geheel onderaan de tabel.

Run	Doptype	Datum	Dv10 [µm]	Dv50 [µm]	Dv90 [µm]	V100 [%]	Vgem [m/s]	Aantal druppels
1	BCPC F/M	29-9-2015	133	249	392	3.37	4.53	47300
2			128	245	384	3.95	4.41	53000
3			134	253	396	3.35	4.52	48300
4		30-9-2015	132	250	395	3.43	4.60	48200
5			133	252	406	3.38	4.61	45800
6			130	251	394	3.76	4.51	50500
7		1-10-2015	129	250	400	4.04	4.39	54300
8			130	248	392	3.94	4.39	51700
9			132	251	396	3.81	4.49	49900
10		2-10-2015	131	248	392	3.72	4.72	48200
11			129	247	398	4.07	4.59	52200
12			129	247	397	4.05	4.56	53100
13		5-10-2015	131	252	395	3.83	4.54	50500
14			128	246	388	4.02	4.52	49500
15			130	246	390	3.83	4.60	48000
16		6-10-2015	131	248	384	3.89	4.54	50200
17			129	247	389	4.04	4.57	52900
18			129	248	397	4.05	4.44	50600
19		7-10-2015	131	251	397	3.86	4.62	49000
20			131	250	392	3.94	4.63	48600
21			132	249	391	3.82	4.63	48200
22		8-10-2015	127	245	384	4.18	4.53	51300
23			130	247	386	4.02	4.56	49700
24			131	248	389	3.85	4.55	48700
25		9-10-2015	130	249	389	3.98	4.56	47400
26			127	247	396	4.18	4.49	49100
27			126	246	391	4.34	4.53	52000
28		27-10-2015	130	249	395	3.86	4.58	50000
29			130	250	398	3.91	4.57	49200
30			126	246	396	4.43	4.54	51900
31			132	249	385	3.65	4.58	45700
32			131	249	394	3.80	4.55	47000
		Gem.	130	249	393	3.89	4.55	49700

Correspondentie adres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Wageningen Plant Research
Rapport 642

De missie van Wageningen University & Research is ‘To explore the potential of nature to improve the quality of life’. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore the potential of nature to improve the quality of life



Correspondentie adres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport 642

De missie van Wageningen University & Research is ‘To explore the potential of nature to improve the quality of life’. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennis-instellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.