Driftreductie Lochmann dwarsstroomspruit met Air Closing System; metingen 2019-2020

J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga, M. Snoussi, D.C. de Hoog, P. van Dalen, M. Wenneker & J.C. van de Zande

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Driftreductie Lochmann dwarsstroomspuit met Air Closing System; metingen 2019-2020

J.M.G.P. Michielsen, H. Stallinga, M. Snoussi, D.C. de Hoog, P. van Dalen, M. Wenneker & J.C. van de Zande

Dit onderzoek is in samenwerking met Van der Linden Fruitteelt Machines te Dreumel uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Agrosysteemkunde (projectnummer 3710460700).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, december 2020

Rapport WPR-1027

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/556123>

Results of spray drift experiments are presented of the Lochmann cross-flow fan orchard sprayer equipped with an Air Closing System (ACS) and adapted low air assistance level in comparison with a reference spray technique for fruit crop spraying in The Netherlands. The Lochmann cross-flow fan orchard sprayer with ACS was equipped with 90% drift reducing nozzles (Albuz TVI 8001; 7 bar spray pressure). During the spray drift experiments, performed in 2019-2020, the downwind outside 24 m of an apple orchard was sprayed at the full leaf stage (BBCH 75-91) using the fluorescent tracer Acid Yellow 250. Spray drift deposition was collected downwind on a mowed grass area up to 25 m distance from the last tree row. Airborne spray drift was measured at 7.5 m distance from the last tree row on a pole at which two lines with collectors were attached at 1 m spacing up to 10 m height. For the Lochmann cross-flow fan orchard sprayer equipped with Air Closing System, adapted low air assistance level and 90% drift reducing nozzles spray drift reduction at 4.5-5.5 m distance from the last tree row was 99.4% in comparison with the reference spray application.

Airborne spray drift was reduced by 97.7% for the Lochmann cross-flow fan orchard sprayer equipped with Air Closing System, adapted low air assistance level and 90% drift reducing nozzles.

Key words: orchard sprayer, spray drift, nozzle type, air assistance, spray drift reduction

© 2020 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, 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.

Rapport WPR-1027

Foto omslag: Jan van de Zande (LochmannCF-ACS-jvdz_IMG_8223.JPG)

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
	Summary	9
1	Inleiding	11
2	Materiaal en Methode	13
	2.1 Afstelling en beschrijving spuittechniek	13
	2.1.1 Karakteristieken Munckhof dwarsstroomspuit	13
	2.1.2 Lochmann dwarsstroomspuit	15
	2.1.3 Samenvatting gebruikte spuittechnieken	17
	2.2 Beschrijving metingen en verwerking resultaten	17
	2.2.1 Metingen	17
	2.2.2 Analyses	19
	2.2.3 Berekeningen en statistiek	20
	2.3 Weersomstandigheden	22
3	Resultaten	24
	3.1 Drift naar de grond naast het perceel	24
	3.2 Drift naar de lucht	26
4	Discussie	28
5	Conclusie	30
	Literatuur	31
	Bijlage 1 Titel bijlage	33
	Bijlage 2 Weersomstandigheden tijdens de driftmetingen	34
	Bijlage 3 Driftdepositie (% van afgifte) op de grond naast het gewas	35
	Bijlage 4 Driftdepositie (% van afgifte) naar de lucht	37

Woord vooraf

Emissie van gewasbeschermingsmiddelen verminderen is van groot belang voor de fruitteelt en speelt een belangrijke rol bij de invulling van beleid en regelgeving in Nederland. Toedieningstechnieken die de drift, het verwaaien van de spuitvloeistof tot buiten het doelgewas, reduceren zijn nodig om de beleidsdoelen te kunnen realiseren en om gewasbeschermingsmiddelen veilig te kunnen gebruiken. In deze rapportage wordt het onderzoek van een driftreducerende techniek in de fruitteelt beschreven. Driftonderzoek is gedaan aan de vernieuwde versie van de Lochmann dwarsstroomspuit met een lage luchtopbrengst van de ventilator, uitgerust met het Air Closing System en 90% driftreducerende spuitdoppen, in het volbladstadium van een appelboomgaard. De driftmetingen zijn in 2019-2020 uitgevoerd in het emissie proefveld voor de fruitteelt, een boomgaard van WUR op de Proeftuin Randwijk, met medewerking van WUR-Open Teelten Fruit, de Proeftuin en WUR Unifarm.

Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Van der Linden Fruitteelt Machines (Dreumel) en begeleid door dhr. R. van der Linden.

Wageningen, november 2020

Samenvatting

Uit eerdere driftmetingen is gebleken dat wanneer bespuitingen in de buitenste benedenwindse boomrijen van een boomgaard uitgevoerd worden met 90% driftreducerende spuitdoppen en met aangepaste luchtinstellingen voor naar buiten en naar binnen het perceel tegen de wind spuiten de drift aanzienlijk wordt verlaagd. Dit is zowel bij meerrijen spuiten als bij enkelrij toepassingen gebleken. Bovendien kan met deze toepassingen de buitenste bomenrij van beide zijden bespoten worden. Naar verwachting zal ook de vernieuwde Lochmann dwarsstroomspuit met lage luchtinstelling, uitgerust met 90% driftreducerende spuitdoppen (DRD90) en Air Closing System, waarbij separaat de luchtstroom links en rechts op de spuit geregeld kan worden, een hoge driftreductie geven. De lage luchtinstelling is op de spuitmachine gerealiseerd door de overbrengingsverhouding van de ventilator op de dwarsstroomspuit op de stand 1:2,47 (tandwielkast) te zetten in combinatie met een toerental van 300 rpm op de aftakas. Om deze verwachting te toetsen en onderbouwen is door WUR in samenwerking met Van der Linden Fruitteelt Machines driftonderzoek uitgevoerd. In het veldonderzoek werd een vergelijking gemaakt tussen de spuitdrift van de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit met lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas en uitgerust met het Air Closing System en 90% driftreducerende doppen (Albuz TVI8001, 7 bar; DRD90) en een standaard dwarsstroom boomgaardspuit (Munckhof met Albuz ATR Lila doppen). De driftmetingen werden dusdanig opgezet dat de resultaten voldoen aan de opgestelde eisen vanuit de toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb), het Activiteitenbesluit Milieubeheer en internationale afspraken rondom meten en classificeren van drift (ISO22866, ISO22369).

De driftmetingen werden uitgevoerd door de buitenste 24 m (8 boomrijen) aan de benedenwindse zijde van een appelboomgaard in het volblad stadium (BBCH 75-91) te bespuiten met de fluorescerende tracer Acid Yellow 250. De driftdepositie werd op een gemaaide grasstrook gemeten naast het bespoten perceel tot op 25 m afstand vanaf de buitenste bomenrij. De gebruikte collectoren waren filterdoeken (Technofil TF-290) van 0,50x0,10 m die aaneengesloten lagen van 3 m tot 15 m en filterdoeken van 1,00x0,10 m op 20 m en 25 m van de laatste bomenrij. De drift naar de lucht werd gemeten op 7,5 m van de laatste bomenrij met behulp van een mast tot 10 m hoogte met op elke meter hoogte een driftbolcollector (Siral Abdriftkollektoren art.nr. 00131).

Bij driftmetingen tijdens bespuitingen van een appelboomgaard in het volblad stadium (BBCH 75-91) met de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit met lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas en het Air Closing System en TVI8001 spuitdoppen (7 bar; DRD90), waarbij de buitenste drie bomenrijen met luchtinstelling 20% naar buiten (stand 80% driftreductie) bespoten werden, werd in vergelijking met een referentie boomgaard bespuiting bij een 3 m teeltvrije zone op de strook 4½-5½ m vanaf de buitenste bomenrij een driftreductie gevonden van 99,4%. Op grond van dit resultaat kan de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit met lage luchtinstelling, DRD90 spuitdoppen en het Air Closing System ingesteld op 20% lucht naar buiten in de buitenste 3 bomenrijen in de driftreducerende techniek klasse DRT99 ingedeeld worden.

Bij de drift naar de lucht, gemiddeld over 0-10 m hoogte op 7,5 m van de buitenste bomenrij, geeft de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit met DRD90 spuitdoppen, lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas en het Air Closing System ingesteld op 20% lucht naar buiten in de buitenste 3 bomenrijen een driftreductie van 97,7%.

Summary

With the Lochmann cross-flow fan orchard sprayer and Air Closing System Wageningen UR performed spray drift experiments following the Dutch TCT and ISO22866 protocols. Measurements were done in comparison with a reference spray technique (Munckhof cross-flow fan sprayer with Albuz ATR lilac nozzles at 7 bar spray pressure). Spray drift experiments were done in the 2019 (October-November) and 2020 (June-September) growing seasons spraying the downwind 8 rows of an apple orchard. Applications were done in the full leaf stage of the apples (BBCH 75-91). The Lochmann cross-flow fan orchard sprayer was equipped with 90% drift reducing nozzles (Albuz TVI8001 at 7 bar spray pressure; DRN90) and the air assistance was set in a low setting using (PTO/fan ratio 1:2.47) and PTO was set to 300 rpm. The Air Closing System was used to adapt air settings in the outer three rows to 80% air reduction towards the outside of the orchard and full air to the inside of the orchard.

Earlier spray drift experiments showed that using low and variable air settings applied in the outside tree rows of the orchard results in high levels of spray drift reduction. It is therefore expected that also the Lochmann cross-flow fan orchard sprayer with Air Closing System may achieve high levels of spray drift reduction. To assess and underpin this expectation WUR performed spray drift field experiments in cooperation with Van der Linden Fruitteelt Machines.

During the spray drift experiments the downwind outside 24 m of an apple orchard was sprayed at the full leaf stage (BBCH 75-91) using the fluorescent tracer Acid Yellow 250. Spray drift deposition was collected downwind on a mowed grass area up till 25 m distance from the last tree row. Filter collectors were used (Technofil TF-290) on ground surface of sizes 0.50x0.10 m in a continuous row from 3 m to 15 m and of 1.00x0.10 m at 20 m and 25 m distance from the last tree row. Airborne spray drift was measured at 7.5 m distance from the last tree row on a pole at which two lines with collectors (Siral Abdriftkollektoren) were attached at 1 m spacing up to 10 m height.

The spray drift experiments showed that spraying an apple orchard at the full leaf stage (BBCH 75-91) with a Lochmann cross-flow fan orchard sprayer fitted with 90% drift reducing nozzles (Albuz TVI8001; 7 bar spray pressure, DRN90), reduced low air setting (PTO/fan ratio 1:2.47), 300 rpm PTO and the Air Closing System set to 20% air amount towards the outside of the orchard in the outside three tree rows spray drift reduction at 4.5-5.5 m distance from the last tree row was 99.4% in comparison with the reference spray application. Based on these results this combination can be classified as a spray Drift Reducing Technology (DRT) in the 99% reduction class.

Airborne spray drift reduction at 7.5 m distance from the last tree row averaged over 10 m height was for the Lochmann cross-flow fan orchard sprayer fitted with 90% drift reducing nozzles (Albuz TVI8001; 7 bar spray pressure, DRN90), reduced low air setting, 300 rpm PTO and the Air Closing System set to 20% air amount towards the outside of the orchard in the outside three tree rows 97.7%.

1 Inleiding

De emissie van gewasbeschermingsmiddelen verminderen is van groot belang voor de fruitteelt (VW *et al.*, 2007) en speelt een belangrijke rol bij de invulling van Duurzame Gewasbescherming (EZ, 2013), het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&W, 2017) en de toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb, 2020). Doel van de Nota Duurzame Gewasbescherming (EZ, 2013) is verminderen van de overschrijding van de milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater tot nagenoeg nul. Hierbij moet het aantal overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater in 2023 met 90% afgenomen zijn ten opzichte van die in 2013. Om dit te realiseren moet op alle percelen de toediening van gewasbeschermingsmiddelen met minimaal 75% driftreducerende technieken (DRT) uitgevoerd worden. Hierbij stelt het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&W, 2017) dat voor de fruitteelt de teelvrije zone bij een DRT75 (TCT, 2020a) minimaal 4,5 m moet zijn. Als een 3 m teelvrije teeltvrije zone gebruikt wordt moeten gewasbeschermingsmiddelen met een minimaal 90% driftreducerende techniek (DRT90) uitgevoerd worden.

Daarnaast is ook bij de toelating van gewasbeschermingsmiddelen de driftdepositie op wateroppervlak van belang. Het College voor de Toelating van Bestrijdingsmiddelen en Biociden (Ctgb) neemt beslissingen, onder andere op basis van de inschatting van de effecten op het milieu (Ctgb, 2020). Hierbij is het nodig te weten hoeveel van het middel in het oppervlaktewater terecht komt. Het Ctgb heeft de resultaten van emissie-onderzoek (Zande *et al.*, 2019) ingedeeld naar driftreducerende techniek klassen (DRT) opgenomen in een drifttabel (Ctgb, 2020). In Tabel 1.1 is voor de DRT-klassen DRT75 tot DRT99 zoals gebruikt in de fruitteelt voor de kale boom situatie (voor 1 mei) en de volblad situatie (na 1 mei tot 50% bladval) in driftdepositie weergegeven bij een teeltvrije zone van 3 m.

Tabel 1.1 Driftdepositie (% van uitgebracht spuitvolume per oppervlakte-eenheid) op wateroppervlak (3 m teeltvrije zone, 4,5-5,5 m vanaf buitenste bomenrij) van driftreducerende technieken (DRT) in verschillende klassen in de kale boom (voor 1 mei) en de volblad (na 1 mei) situatie (naar: Ctgb, 2020).

Driftreducerende techniek groot fruit	Driftpercentage [%]	
	kaal	volblad
Standaard	16,6	8,6
DRT75:	8,3	2,0
DRT90:	2,5	1,0
DRT95:	1,3	0,36
DRT97,5:	1,3	0,13
DRT99:	0,65	0,05

De emissie van gewasbeschermingsmiddelen in de fruitteelt is hoog ten opzichte van andere teeltsectoren. Dit wordt onder meer veroorzaakt door de opgaande en horizontale spuitrichting en de vaak krachtige luchtondersteuning bij fruitteeltspuiten waardoor veel spuitvloeistof door het bladerdek van de bomenrijen heen gespoten wordt. Om drift te beperken zijn verschillende techniek- en teeltmaatregelen mogelijk. Technische maatregelen kunnen bestaan uit doptype, afscherming en luchtondersteuning. Een teeltmaatregel is bijvoorbeeld het aanleggen van een windsingel (windhaag), of het aanleggen van een teeltvrije zone waardoor de afstand tussen het te bespuiten gewas en het oppervlaktewater vergroot wordt, en de drift naar het wateroppervlak af zal nemen. Emissie naar de lucht (druppels en damp) bij gewasbespuitingen wordt in de toelating van middelen of het Activiteitenbesluit Milieubeheer momenteel niet in ogenschouw genomen. Uit metingen is gebleken dat bespuitingen met neveldoppen een aanzienlijke drift naar de lucht tot gevolg kunnen hebben (Michielsen *et al.*, 2007, Zande *et al.*, 2014). Deze emissie kan relevant zijn voor milieubelasting op grotere afstand van percelen, of consequenties hebben voor de aanwezigheid van bijvoorbeeld omwonenden en bebouwing (Gezondheidsraad, 2014).

Door fruittelers is aangegeven dat het eenzijdig spuiten van de buitenste bomenrij bezwaren heeft in verband met de effectiviteit van de middelen en de bladbedekking van de bespuiting. Men geeft de voorkeur aan de buitenste bomenrij van twee zijden te bespuiten. Door gebruik te maken van 90% driftreducerende spuitdoppen verlaagde luchthoeveelheid en aanpassing van de luchtrichting afhankelijk van de heersende windrichting is voor 3-rijen spuiten (Stallinga *et al.*, 2013, 2018; Wenneker *et al.*, 2014) en enkelrij boomgaardspuiten (Michielsen *et al.*, 2019; Stallinga *et al.*, 2016, 2017) aangetoond dat dit kan. Van der Linden Fruitteelt Machines (Dreumel) heeft daarom een enkelrij dwarsstroom spuit ontwikkeld, de Lochmann met Air Closing System waarmee afhankelijk van de windrichting het niveau van de luchtondersteuning links en rechts aanpast. Het principe van dit systeem is dat er tegen de wind in meer luchtondersteuning gegeven wordt en met de wind mee minder luchtondersteuning. Door de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit met Air Closing System uit te rusten met 90% driftreducerende spuitdoppen en gebruik te maken van een lage luchthoeveelheid instelling bij 300 aftakastoerental werd een driftreductie van 98,4% (DRT97,5) gerealiseerd (Michielsen *et al.*, 2019) terwijl de buitenste bomenrij wel van twee zijden bespoten werd. Door de tandwielkast op de spuitmachine te vervangen door één die een lagere overbrengingsverhouding heeft tussen de aftakas en de ventilator zal de luchtopbrengst van de ventilator lager worden en de driftreductie hoger. Om de verwachte hoge driftreductie van de Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling (aftakas/ventilator verhouding 1:2,47), 300 rpm aftakas toeren en met het Air Closing System 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen te onderbouwen is dit driftonderzoek in opdracht van Van der Linden Fruitteelt Machines (Dreumel) uitgevoerd.

Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is de vergelijking van de spuitdrift van de Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en met het Air Closing System 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen en een standaard dwarsstroom boomgaardspuit (met ATR Lila spuitdoppen). De driftmetingen werden dusdanig opgezet dat de resultaten voldoen aan de opgestelde eisen vanuit de toelating van gewasbeschermingsmiddelen (Ctgb), het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&W, 2017) en internationale afspraken rondom erkenning van driftmetingen (ISO22866, 2005; ISO22369, 2006). In deze rapportage worden de uitgevoerde driftmetingen van de Lochmann dwarsstroomspuit met Air Closing System en de standaard dwarsstroom boomgaardspuit (Huijsmans *et al.*, 1997; TCT, 2017b) tijdens bespuitingen van een appelboomgaard in het volblad (na 1 mei) stadium beschreven. In hoofdstuk 2 wordt de proefopzet besproken, daarna volgen in hoofdstuk 3, 4 en 5 respectievelijk de resultaten, discussie en conclusies.

2 Materiaal en Methode

2.1 Afstelling en beschrijving spuittechniek

In een veldonderzoek is in de periode 2019-2020 de drift vastgelegd van een Lochman dwarsstroomspuit met Air Closing System (Lochmann Plantatec, Nals Italië), in Nederland vertegenwoordigd door Van der Linden Fruitteelt Machines te Dreumel. De driftmetingen zijn uitgevoerd met een Albuz TVI8001 spuitdop bij 7 bar spuitdruk (90% driftreducerend; DRD90, TCT, 2020b) en bij 300 rpm aftakas toerental, om een lager niveau van luchthoeveelheid te realiseren. Het Air Closing System zorgt ervoor dat bij de bespuiting van de buitenste drie bomenrijen de lucht naar de buitenkant van het perceel (met de wind mee) 80% lager is dan de lucht naar het perceel toe (tegen de wind in). De gebruikte machine is identiek aan die in de driftmetingen van 2018 gebruikt werd (Michielsen *et al.*, 2019) met uitzondering van de tandwielkast voor de overbrenging tussen het toerental van de aftakas en de ventilator. Op de vernieuwde spuitmachine is de tandwielkast aangepast waarbij de ventilator 2,47 omwentelingen maakt bij 1 omwenteling van de aftakas. Bij de in 2018 gebruikte spuitmachine gaf deze tandwielkast 3 omwentelingen van de ventilator wanneer er 1 omwenteling werd gemaakt aan de aftakas.

De drift van de Lochman dwarsstroomspuit werd vergeleken met die van de Munckhof dwarsstroomspuit voorzien van Albuz ATR Lila doppen (referentietechniek; TCT, 2017b). In paragraaf 2.1.1 staan karakteristieken beschreven van de in de proeven gebruikte Munckhof dwarsstroomspuit en in paragraaf 2.1.2 staat een beschrijving van de Lochmann dwarsstroomspuit. In paragraaf 2.1.3 staat een samenvattend overzicht van de gebruikte spuittechnieken.

2.1.1 Karakteristieken Munckhof dwarsstroomspuit

De Munckhof dwarsstroomspuit (Munckhof, Horst) is een axiaalspuit voorzien van een dwarsstroomkap op de ventilator (Figuur 2.1).

In Tabel 2.1 staan de posities van de dophouders van de Munckhof dwarsstroomspuit boven grondoppervlak weergegeven.

Tabel 2.1 *Dophoogte vanaf de grond [cm] van de dophouders op de Munckhof dwarsstroomspuit.*

dopnr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
links	50	68	84	99	120	153	180	215	250	285
rechts	48	66	81	99	121	153	181	216	251	286

Er werd gespoten met 2 x 8 geopende spuitdoppen, waarbij de onderste (50 cm) en de bovenste dop (op 285 cm) waren gesloten. De bovenste spuitende dop zat op 2,50 m hoogte in overeenstemming met de toppen van de fruitbomen. De spuit werd aangedreven door een New Holland T4050N (2019) en een New Holland T4.110N (2020) fruitleelt trekker, met een rijsnelheid van 6,5-6,9 km/h en een aftakas toerental van 540 rpm.

Er werd gemeten bij de vollucht stand van de ventilator, hierbij was de gemiddelde luchtsnelheid over de gehele luchtspleet 21 m/s. Bij de bespuitingen werd de drift vastgelegd bij gebruik van Albuz ATR Lila werveldoppen en een spuitdruk van 7 bar (referentie) en een spuitvolume van 200 l/ha.

Figuur 2.1 Standaard dwarsstroomspuit (Munckhof) tijdens driftmetingen.

Figuur 2.2 Lochmann dwarsstroomspuit met Air Closing System tijdens driftmetingen.

2.1.2 Lochmann dwarsstroomspuit

In Tabel 2.2 staan de posities van de dophouders op de Lochmann dwarsstroomspuit boven grondoppervlak weergegeven.

Tabel 2.2 Dophoogte vanaf de grond [cm] van de dophouders links en rechts van de Lochmann dwarsstroomspuit.

dopnr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
links	72	96	121	144	169	192	216	240	265
rechts	70	95	119	143	167	191	215	240	264

Tijdens de driftmetingen (Figuur 2.2) werd er gespoten met alle spuitdoppen geopend (2x9). De bovenste spuitende dop zat op 2,65 m hoogte in overeenstemming met de toppen van de fruitbomen. De spuit werd getrokken door een New Holland T4050N (2019) en een New Holland T4.110N (2020) fruitteelt trekker. De rijsnelheid bij een aftakastoorental van 300 rpm was 6,0-6,7 km/h. Bij de bespuitingen werd de drift vastgelegd bij gebruik van Albuz TVI8001 spuitdop bij 7 bar spuitdruk (Figuur 2.6, DRD90, TCT, 2020b). Het spuitvolume was 340 l/ha.

Figuur 2.3 Scherm van spuitcomputer met daarop per spuitrichting (links/rechts) een drukknop voor de bediening van de luchtklepinstelling OPEN (licht groen), 80% DICHT (donker groen), DICHT (rood).

De Lochmann dwarsstroomspuit heeft de mogelijkheid links en rechts met een klep de hoeveelheid van de luchtondersteuning te regelen. Op de spuitcomputer (Figuur 2.3) kan aangegeven worden of de klep voor de luchtuitstroomopening helemaal open moet staan (OPEN), helemaal dicht (DICHT) of voor 80% afgesloten (80% DICHT). Dit systeem van variabele luchthoeveelheid is het Air Closing System genoemd. Tijdens de driftmetingen is bij de bespuiting aan de buitenkant van de buitenste bomenrij de luchtondersteuning en de spuitdoppen richting buiten het perceel aan de buitenkant van de buitenste bomenrij afgesloten (Figuur 2.3, 2.4, 2.5). Alle bomenrijen werden tweezijdig bespoten waarbij bij de buitenste 3 bomenrijen de luchthoeveelheid naar buiten het perceel toe steeds maar 20% van de capaciteit was (klep aan die zijde 80% dicht). Naar binnen toe werd tegen de windrichting in steeds met vollucht (100%, klep open) gespoten.

Figuur 2.4 Klepstanden van het Air Closing System op de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit bij de luchtklepinstelling OPEN (links), 80% DICHT (midden), DICHT (rechts).

Figuur 2.5 Klepstanden van het Air Closing System op de Lochmann dwarsstroomspuit tijdens de driftmetingen (20=20% luchtcapaciteit = klep 80% dicht).

Tijdens de driftmetingen stond de overbrengingsverhouding van de ventilator op de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit op de stand I links (verhouding 1:2,47) (Figuur 2.6), wat een lage luchtopbrengst geeft. Hierdoor was bij deze instelling en 300 rpm van de aftakas de uittreesnelheid van de lucht bij de uitstroombopening gemiddeld 5,3 m/s.

Figuur 2.6 Stand van de overbrengingsverhouding van de ventilator op de Lochmann dwarsstroom boomgaardspuit (links, indicatie op tank; midden, stand handgreep I links) en de gebruikt Albus TVI 8001 spuitdop (rechts).

2.1.3 Samenvatting gebruikte spuittechnieken

In Tabel 2.3 staat een samenvatting van de tijdens de driftmetingen gebruikte spuittechnieken.

Tabel 2.3 Samenvatting gebruikte spuittechnieken in de driftmetingen.

Spuit	Munckhof dwarsstroom	Lochmann dwarsstroomspuit
aftakas	540	300
Spuitdoppen	Albuz	Albuz
	ATR Lila	TVI8001
doptype	Werveldop	Venturi werveldop
druk [bar]	7	7
n-doppen	2x8	2x9
dop afgifte [l/min]	0,42	0,61
Gemiddelde rijsnelheid [km/h]	6,9	6,4
Gemiddeld spuitvolume [l/ha]	200	340

2.2 Beschrijving metingen en verwerking resultaten

2.2.1 Metingen

De experimenten werden uitgevoerd in 2019-2020. In 2019 was dat op 29 oktober en 15 november. In 2020 werden de metingen uitgevoerd op 11 juni, 19 juni, 2 juli, 3 juli, 23 juli, 28 juli en 4 september. De metingen werden gedaan op de proeftuin van WPR-Open Teelten-fruit te Randwijk, op perceel Oost in overeenstemming met de driftmeetprotocollen TCT (TCT, 2017b) en ISO22866. Dit perceel is aangeplant met het appelras Elstar. De fruitbomen staan in een plantverband van 1,10 m afstand in de rij en 3 m tussen de rijen (rijafstand). De bomen waren 2,25 m hoog en in het volblad stadium (BBCH 75-91).

In 2019 bestond het perceel uit een blok van 110 meter lengte en 14 rijen (52m) breed. Daaromheen lag een strook gras van ongeveer 30 m breed. Op deze strook gras werden twee driftmeetstroken uitgelegd. Bij elke driftmeetstrook werden twee meetraaien (duplo bepalingen) uitgelegd met ongeveer 2 meter tussenruimte tussen de meetraaien. In 2019 werden in het meetgedeelte naast het perceel 2 herhalingen van de driftmeetstroken achter elkaar gelegd, op een onderlinge afstand van 30 m.

In 2020 was de helft van het perceel vervangen door een nieuwe aanplant (zuidzijde). De driftmetingen werden uitgevoerd in het blok met de oude aanplant (noordzijde). Het blok had in 2020 een lengte van 60 m. Op de strook gras kon in 2020 maar 1 meetstrook worden uitgelegd.

In Figuur 2.7 staat een schematische weergave van het proefveld in 2019 (boven) en 2020 (onder). In Figuur 2.8 staan twee dronebeelden met een bovenaanzicht van het proefveld met aan weerszijden de meetopstelling (boven) en een bovenaanzicht van de boomrijen en de proefopstelling.

Tijdens de driftmetingen werden de laatste acht bomenrijen (24m) aan de benedenwindse zijde volledig bespoten. Met één en dezelfde instelling werd steeds het blok van acht boomrijen bespoten.

Op de volgende posities werden collectoren (Technofil TF 290; 10x100 cm, 10x50 cm) gelegd om de driftdepositie naar de grond te meten (Figuur 2.9):

- Op 1,5 meter, evenwijdig aan de buitenste bomenrij, een collector van 1 meter lengte.
- Op 3 – 15 meter aaneengesloten collectoren van 0,5 meter (haaks op de bomenrij).
- Op 20 en 25 meter een collector van 1 meter (haaks op de bomenrij).

De afstand werd gemeten vanaf het midden (hart) van de buitenste bomenrij.

De emissie naar de lucht werd op 7,5 m vanaf de laatste bomenrij met behulp van een mast van 10 m hoogte gemeten, met twee lijnen met op elke meter hoogte een driftbolcollector (Siral Abdriftkollektoren nr. 00131).

Figuur 2.7 Schematische weergave proefveld en meetopstelling in 2019 (boven) en 2020 (onder).

Figuur 2.8 Bovenaanzicht proefveld (boven) en van de boomrijen en meetopstelling.

2.2.2 Analyses

De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan Acid Yellow 250 (AY250, DC Finechemicals, CAS nummer 93859-32-6, 2-5 g/l) en een niet-ionische uitvloeier (Agral Gold, 0,075 ml/l) was toegevoegd. Na de bespuiting werden de collectoren verzameld en gecodeerd voor verdere analyse op de hoeveelheid AY250. Elke meetdag werden uit een spuitende spuitdop ook monsters van de tankvloei stof genomen om de AY250-concentratie van de verspoten spuitvloei stof te meten. In het laboratorium werden de collectoren met gedemineraliseerd water gespoeld, zodanig dat de AY250 op

de collectoren in oplossing kwam. Van deze oplossing werd de concentratie aan AY250 gemeten met behulp van een fluorimeter (Perkin Elmer FL 8500; $\lambda_{\text{ex}}=450 \text{ nm}$; $\lambda_{\text{em}}=500 \text{ nm}$). Voor het bepalen van de achtergrondfluorescentie werden blanco collectoren geanalyseerd. De concentratie AY250 in de tankmonsters werd ook fluorimetrisch bepaald.

Figuur 2.9 Overzicht drift meetopstelling (links); collectoren op de grond tot 25 m van de buitenste bomenrij, op 7,5 m mast voor meten van de luchtdrift tot 10 m hoog; indruk van bladmassa appelbomen en collectoren dicht bij buitenste bomenrij op twee meetplekken (rechts).

2.2.3 Berekeningen en statistiek

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

De gemeten fluorescentiewaarde werd omgerekend naar de driftdepositie ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) volgens:

$$D_{\text{monster}} = \frac{(F_{\text{monster}} - F_{\text{demi}} - F_{\text{blanco}}) \times f_{\text{ijk}} \times V_{\text{spoeel}}}{C_{\text{tm}} \times A_{\text{monster}}}$$

D = depositie in $\mu\text{L}/\text{cm}^2$;

F = fluorescentiewaarde;

F_{monster} = fluorescentiewaarde van het monster;

F_{demi} = fluorescentiewaarde van demiwater;

F_{blanco} = bijdrage van de achtergrond door collector;

f_{ijk} = ijkfactor;

V_{spoeel} = extractievolume in liter;

C_{tm} = spuitvloeistofconcentratie in tank in $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;

A_{monster} = monsteroppervlak in cm^2 .

Voor de statistische verwerking wordt indien ($F_{\text{monster}} - F_{\text{demi}} - F_{\text{blanco}}$) kleiner of gelijk aan 0 is, hier een kleine waarde ingevuld (0,001).

Vervolgens werd per monster de driftdepositie uitgedrukt als percentage van het uitgebracht spuitvolume volgens:

$$P = \frac{D_m}{Q/100} \times 100\%$$

P = percentage drift van het uitgebrachte spuitvolume;

D_m = driftdepositie in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$;

Q = spuitvolume in L/ha

Voor de vergelijking van de driftdepositie van de verschillende spuittechnieken zijn de driftwaarden (% van spuitvolume) uitgerekend voor verschillende evaluatiestroken overeenkomend met de positie van de sloot (insteek-insteek afstand 4 m) en het wateroppervlak daarbinnen (1 m). De teeltvrije zone wordt in het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&W, 2017) gedefinieerd als de afstand tussen de insteek van de sloot en de buitenste gewasrij (voor fruitteelt 3 m in Figuur 2.10). De volgende evaluatiestroken worden onderscheiden:

- slootoppervlak: 3-7, 4½-8½, 6-10 en 9-13 m, bij respectievelijk 3, 4½, 6 en 9 m teeltvrije zone.
- wateroppervlak: 4½-5½, 6-7, 7½-8½, 10½-11½ m, bij respectievelijk 3, 4½, 6 en 9 m teeltvrije zone.
- naar de lucht: gemiddeld over 10 m hoogte op 7,5 m vanaf de laatste bomenrij.

Figuur 2.10 Schematische weergave van de plaats van de sloot, het talud en het wateroppervlak ten opzichte van de laatste gewasrij in aardappelen (links) en de buitenste bomenrij in de fruitteelt (rechts) (Huijsmans et al., 1997).

De gekozen zones van 3 m, 4½ m, 6 m en 9 m komen overeen met de in het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&W, 2017) genoemde zones. Daarbij is 4,5 m de teeltvrije zone waarbij een bespuiting nog met een 75% driftreducerende spuittechniek (DRT75) uitgevoerd mag worden. De zone 3 m geldt als teeltvrije zone als de bespuiting uitgevoerd wordt met een 90% driftbeperkende techniek (DRT90). Voorheen gold voor de kopakker een minimale teeltvrije zone van 6 m en is ter informatie nu nog opgenomen.

De verschillen in driftdepositiewaarden op de evaluatiestroken tussen de verschillende spuittechnieken werden getoetst bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%. Statistische analyse vond plaats met behulp van het statistische programma Genstat (Genstat Release 20; VSN International, 2019). Bij de statistische analyse werd gebruik gemaakt van de Genstat procedure IRREML (Keen en Engel, 1998). In Bijlage 1 staat het gebruikte IRREML script.

Voor de indeling van de Lochmann dwarsstroomspuit voorzien van TVI 8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling in de buitenste 3 bomenrijen in driftreductieklassen (ISO22369-1) werd de driftreductie op de gemeten afstanden en de evaluatiestroken berekend ten opzichte van de driftdepositie van de referentie bespuiting met de Munckhof dwarsstroomspuit uitgerust met Albuz ATR Lila doppen volgens:

$$\%reductie = \frac{(P_{driftref} - P_{techniek})}{P_{driftref}} \times 100\%$$

$P_{driftref}$ = Percentage drift referentietechniek en dop (Munckhof dwarsstroom met Albuz ATR Lila spuitdoppen).

$P_{techniek}$ = Percentage drift Lochmann dwarsstroomspuit voorzien van TVI 8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling in de buitenste 3 bomenrijen.

De indeling in driftreductieklasse op de strook 4,5-5,5 m vande laatste bomenrij geldt hierbij als de indeling in Drift Reducerende Techniek (DRT) klasse (TCT2017a, 2017b).

Voor het bepalen van de achtergrondfluorescentie worden blanco collectoren geanalyseerd. Het resultaat van deze metingen is een gemiddelde achtergrondfluorescentie van de blanco collectoren met een bijbehorende standaardafwijking. Bij de berekeningen van de driftdepositie (volgens bovenstaande formules) wordt het gemiddelde van de achtergrondfluorescentie gebruikt. Bij de experimenten werden zeer lage driftdeposities gemeten met fluorescentiewaarden dicht of zelfs onder de gemiddelde achtergrondfluorescentie. Berekende driftdeposities kunnen dan zelfs lager dan 0% worden. De drempelwaarde, in dit rapport aangehouden, is de gemiddelde fluorescentiewaarde van de blanco plus twee keer de standaardafwijking van de blanco. Deze drempelwaarde is omgerekend naar driftdepositie volgens bovenstaande formules. De drempelwaarde is o.a. afhankelijk van de gemeten techniek (spuitvolume), spoelvolumen bij de extractie, collector grootte en tankconcentratie en kan per meting (herhaling) verschillen. In de bijlagen staan de berekende waarden, ook die onder de drempelwaarde vallen. Getallen die onder de bijbehorende drempelwaarde vallen staan cursief. Als er in het rapport zelf getallen gepresenteerd worden (bv in samenvattende tabel met de afstand) waarbij de gemiddelde gemeten waarde onder de drempelwaarde komt dan wordt dat aangegeven met '*<drempelwaarde*'. Bijvoorbeeld '*< 0,006*'.

2.3 Weersomstandigheden

Tijdens de bespuitingen werden de weersomstandigheden vastgelegd door meting van de temperatuur (Pt100 op 0,5 m en 4 m hoogte), de luchtvochtigheid (% RV met een Rhotronic op 1,5 m hoogte), de windrichting (0° = haaks t.o.v. de bomenrijen) op 10 m hoogte en de windsnelheid (cupanemometers op 0,5, 2, 3, 4 en 10 m hoogte) met een tijdsinterval van 5 seconden.

De meteomast stond op 7,5 m afstand vanaf de buitenste bomenrij (Figuur 2.7). Bij elke passage van de spuit ter hoogte de meetopstellingen werd de tijd van de datalogger genoteerd. Later werd uit de verzamelde data vanuit dit passagetijdstip over 10 seconden vóór en 10 seconden ná passeertijdstip de meetwaarde gemiddeld. In Bijlage 2 staan de resultaten van de metingen van de weersomstandigheden vermeld.

De experimenten werden uitgevoerd in 2019-2020. In 2019 was dat op 29 oktober en 15 november. In 2020 werden de metingen uitgevoerd op 11 juni, 19 juni, 2 juli, 3 juli, 23 juli, 28 juli en 4 september. In totaal werden 11 herhalingen gemeten. Bij 3 metingen werden grote verschillen tussen de meettraaien gevonden (zie Hoofdstuk 3). Deze metingen zijn niet verwerkt in de resultaten. Alle metingen voldoen aan de eisen van het meetprotocol (TCT, 2017b) behalve dat bij herhaling 7 de windhoek 32 graden was. Omdat deze afwijking net buiten de vereiste 30 graden valt en in de marge van de meetnauwkeurigheid valt is besloten deze herhaling wel in de analyse en de resultaten mee te nemen.

De gemiddelde weersomstandigheden van de metingen (8 herhalingen) staan in Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Gemiddelde weersomstandigheden voor de verschillende technieken tijdens de driftmetingen.

techniek	n-herhalingen	temperatuur [°C] op		% RV	windhoek tov haaks haaks=0°	windsnelheid [m/s] op				
		0,5 m	4 m			0,5 m	2 m	3 m	4 m	10 m
Standaard	8	14,9	13,9	60	-7	1,0	1,3	1,9	2,3	3,6
Lochman/vd Linden	8	15,7	14,2	58	-2	0,9	1,2	1,8	2,1	3,3
	gemiddeld	15,3	14,0	59	-5	0,9	1,2	1,9	2,2	3,4

Tijdens de driftmetingen was de gemiddelde temperatuur 14,0 °C (op 4 m hoogte), de gemiddelde windhoek -5° ten opzichte van loodrecht op de bomenrij en de gemiddelde windsnelheid op 2 m hoogte 1,2 m/s en op 4 m hoogte (ongeveer 1 m boven de bomen) 2,2 m/s.

3 Resultaten

De resultaten van de metingen van de drift naar de grond naast het perceel zijn weergegeven in Bijlage 3 en de resultaten van de drift naar de lucht zijn weergegeven in Bijlage 4.

3.1 Drift naar de grond naast het perceel

De gemiddelde drift per spuittechniek tijdens bespuitingen in de volblad situatie (BBCH 75-91) staat weergegeven in Figuur 3.1 en in Tabel 3.1.

In Bijlage 3 is te zien dat bij herhaling 6, 9 en 10 bij de Lochmann er een groot verschil is tussen de twee rijen met collectoren terwijl er maar ongeveer 2 m afstand tussen de rijen is. Op grond van ervaring bij andere driftmetingen lijken deze metingen onbetrouwbaar en zijn deze metingen (en de bijbehorende metingen met de standaardspuit) niet meegenomen in de beschrijving van de resultaten (zie Discussie).

Figuur 3.1 Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuitingen van appelbomen in de volblad situatie (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspuit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en de Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

In Figuur 3.1 en Tabel 3.1 is te zien dat de standaard spuit (Munckhof dwarsstroom met ATR Lila werveldoppen) de meeste drift geeft. De Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en 80% dichte luchtklepinstelling van de naar

buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen geeft duidelijk een lagere drift. Dit is verder uitgewerkt in Tabel 3.2 voor de verschillende evaluatiestroken.

Tabel 3.1 Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende afstanden vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuitingen van appelbomen in de volblad situatie (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspruit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en een Lochmann dwarsstroomspruit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

Afstand tot buitenste bomenrij (m)	Standaard	Lochmann
25-26	0,574	0,022
20-21	0,825	0,023
14½-15	1,922	0,015
14-14½	1,838	0,018
13½-14	1,931	0,016
13-13½	2,033	0,016
12½-13	2,136	0,025
12-12½	2,414	0,017
11½-12	2,533	0,022
11-11½	2,652	0,026
10½-11	2,858	0,028
10-10½	3,070	0,026
9½-10	3,240	0,026
9-9½	3,514	0,027
8½-9	3,742	0,030
8-8½	4,176	0,034
7½-8	4,449	0,046
7-7½	5,106	0,035
6½-7	5,637	0,041
6-6½	6,398	0,045
5½-6	7,380	0,050
5-5½	8,478	0,051
4½-5	9,615	0,057
4-4½	11,659	0,064
3½-4	13,672	0,082
3-3½	14,194	0,098
1,5	17,957	12,884

Tabel 3.2 Gemiddelde drift (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op de evaluatiestroken overeenkomend met teeltvrije zones van 3 m, 4½m, 6 m en 9 m bij bespuitingen van appelbomen in de volblad situatie (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspruit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en een Lochmann dwarsstroomspruit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

Techniek	Afstand tot buitenste bomenrij (m)															
	3 m teeltvrij			4½ m teeltvrij			6 m teeltvrij			9 m teeltvrij						
	3-7		4½-5½		4½-8½		6-7		6-10		7½-8½		9-13		10½-11½	
Standaard	9,63	a	9,05	a	6,40	a	6,02	a	4,53	a	4,31	a	2,80	a	2,75	a
Lochmann	0.06	b	0.05	b	0.04	b	0.04	b	0.04	b	0.04	b	0.02	b	0.03	b

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

Op alle stroken geeft de standaard Munckhof dwarsstroomspruit voorzien van ATR Lila werveldoppen de hoogste drift. Op de strook 4½-5½ m behorende bij een 3 m teeltvrije zone was dit 9,05%. De Lochmann dwarsstroomspruit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling,

300 rpm aftakas toeren en 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen geeft op alle stroken een significant lagere drift. Op 4½-5½ m werd 0,05% drift gevonden.

3.2 Drift naar de lucht

De gemiddelde drift naar de lucht voor de verschillende spuittechnieken zijn weergegeven in Figuur 3.2 en Tabel 3.3.

Figuur 3.2 Gemiddelde drift naar de lucht (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes op 7½ m vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuitingen van appelbomen in het volblad stadium (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspuit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en een Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

In Figuur 3.2 en Tabel 3.3 is te zien dat de standaard spuit (Munckhof dwarsstroom met ATR Lila werveldoppen) de meeste drift naar de lucht geeft. De Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen geeft duidelijk een lagere drift naar de lucht.

Bij de standaard dwarsstroomspuit met ATR Lila spuitdoppen wordt op 10 m hoogte nog 1,23% drift gevonden (2% van totaal op 0-10 m hoogte). Bij de Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen wordt op 10 m hoogte 0,083% drift gemeten (4,5% van totaal op 0-10 m hoogte). Dit betekent dat bij beide spuittechnieken hoog genoeg gemeten is om op het hoogste meetpunt (10 m) meer dan 90% van de totaal opgevangen drift naar de lucht (0-10 m) op te vangen (ISO22866). De resultaten van de driftmetingen naar de lucht zijn verder uitgewerkt in Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Gemiddelde drift naar de lucht (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes op 7½ m vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuitingen van appelbomen in het volblad stadium (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspuit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en een Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

Hoogte (m)	Standaard	Lochmann dwarsstroom
0	4,932	0,064
1	6,592	0,110
2	7,555	0,105
3	6,103	0,105
4	5,247	0,109
5	4,172	0,297
6	2,992	0,068
7	2,286	0,046
8	1,223	0,025
9	0,941	0,041
10	0,582	0,014

Tabel 3.4 Gemiddelde drift naar de lucht (% van verspoten hoeveelheid spuitvloeistof per oppervlakte-eenheid) op verschillende hoogtes op 7½ m vanaf het hart van de buitenste bomenrij bij bespuitingen van appelbomen in het volblad stadium (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspuit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en een Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

Techniek	% drift op hoogte (m)							
	0-3		3-6		6-10		0-10	
Standaard	6,30	a	2,99	a	1,26	a	3,87	a
Lochmann	0,10	b	0,07	b	0,03	b	0,09	b

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

Over alle hoogtes (0-10 m) geeft de standaard dwarsstroomspuit de hoogste drift naar de lucht. Gemiddeld over 0-10 m hoogte was de drift op 7,5 m van de buitenste bomenrij voor de standaard dwarsstroomspuit 3,87%. De Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen geeft over 0-10 m met 0,09% een significant lagere drift naar de lucht.

4 Discussie

Niet meenemen van bepaalde meetwaarden bij de berekeningen van de driftreductie

Toen de driftmetingen in 2020 (herhaling 6, 9 en 10) heel andere resultaten gaven dan die in 2019 ontstond bij ons grote zorg. Wij vroegen ons af wat er in 2020 veranderd was wat kon leiden tot de gevonden verschillen. In 2020 zijn de metingen uitgevoerd op de noordelijke helft van het perceel omdat aan de zuidkant van het perceel de bomen gerooid zijn. Op de zuidkant van het perceel is nieuwe aanplant ter vervanging van de oude bomen om over twee jaar daar weer een nieuw meetperceel voor drift te hebben. De boomgaard op de noordkant van het perceel is hetzelfde gebleven. Dit kan dus geen aanleiding zijn voor de gevonden verschillen.

De gebruikte spuit was in 2020 dezelfde als in 2019. Tijdens de uitvoering van de metingen is per gang tussen de bomenrijen gecontroleerd of de begininstellingen juist waren. Tijdens de metingen is de rijsnelheid gemeten, en geen afwijkingen gevonden. De gespoten druk is geverifieerd. Hier zouden dus geen verschillen opgetreden kunnen hebben. Een echte check op hoe de uitvoering gedaan is kan echter niet uitgevoerd worden. Daarvoor zouden we eigenlijk een log-bestand van de kritische parameters zoals spuitdruk, rijsnelheid, dopafgifte/spuitvolume, ventilator toerental en klepstand van de luchtafsluiting links/rechts moeten hebben.

Bij herhaling 2 zijn de driftdepositie waarden lager dan 0,1% en zitten we dicht tegen de drempel van goede detectie aan. De variatie in driftdepositie is dan afhankelijk van een paar druppels die wel/niet op de collector vallen. Daarom accepteren we bij deze lage waarden grotere verschillen in driftdepositie en vinden we de spreiding tussen de meetrijen gevonden bij herhaling 2 acceptabel.

In 2020 is een nieuwe fluorimeter in gebruik genomen bij de analyse van de collectoren. Er zijn verschillende checks op de uitkomsten gedaan met metingen met de oude en de nieuwe fluorimeter van dezelfde collectoren met driftdepositie (andere proef) en die waren doorgaans vergelijkbaar. Toch hebben wij het vermoeden dat daar de bron van verschil opgetreden kan zijn, bij de analyse van de collectoren van de ene meetraai en de andere meetraai van dezelfde meting. Het is daarom dat wij de herhalingen waarbij de driftdepositie tussen de meetraaien afweek van het verwachte patroon uit de andere metingen in de rapportage weggelaten hebben. Dit lijkt op selectief shoppen in de data, maar dat was niet de bedoeling. We hebben het idee dat de getallen bij de herhalingen 6, 9 en 10 niet helemaal kloppen, het verschil tussen de meetraaien is te groot en daarom zijn die herhalingen uit de analyse weggelaten. Frustrerend is dat de reden waarschijnlijk in de analyse in het laboratorium ligt. We zijn daarom op zoek hoe we de procedure daar robuuster kunnen maken met meer checks zodat het in de toekomst niet meer optreedt.

Driftreductie

Ten opzichte van de standaardbespuiting met de Munckhof dwarsstroomspuit gecombineerd met ATR Lila werveldoppen geeft de Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en met het Air Closing System 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen bij de drift naar de grond op alle stroken een significante driftreductie tussen 99,0%-99,4% (Tabel 4.1). Bij een teeltvrije zone van 3 m wordt op de strook 4½-5½ m een driftreductie gevonden van 99,4%.

Bij de drift naar de lucht, gemiddeld over 0-10 m hoogte op 7,5 m van de laatste bomenrij, geeft de Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en met het Air Closing System 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen een significante driftreductie van 97,7%.

Tabel 4.1 Gemiddelde driftreductie (%) ten opzichte van de referentie spuit (Munckhof dwarsstroomspuit voorzien van ATR Lila werveldoppen) op de verschillende evaluatiestroken (overeenkomend met teeltvrije zones van 3 m, 4½ m, 6 m en 9 m) en naar de lucht (gemiddeld over 0-10 m hoogte) op 7,5 m van de laatste bomenrij bij bespuitingen van appelbomen in het volblad stadium (BBCH 75-91) met een standaard dwarsstroomspuit (Munckhof met ATR lila werveldoppen) en Lochmann dwarsstroomspuit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren, 80% dichte luchtklepinstelling naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen.

techniek	Driftreductie (%) op								
	3 m teeltvrij		4½ m teeltvrij		6 m teeltvrij		9 m teeltvrij		Lucht
	3-7	4½-5½	4½-8½	6-7	6-10	7½-8½	9-13	10½-11½	0-10 m
Standaard	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Lochmann ACS	99,4	99,4	99,3	99,3	99,2	99,1	99,1	99,0	97,7

5 Conclusie

Bij driftmetingen tijdens bespuitingen van een appelboomgaard in het volblad stadium (BBCH 75-91) met de Lochmann dwarsstroomspruit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en met het Air Closing System 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen werd in vergelijking met een referentie boomgaard bespuiting bij een 3 m teeltvrije zone op de strook 4½-5½ m vanaf de buitenste bomenrij een driftreductie gevonden van 99,4%. Op grond van dit resultaat kan deze spuittechniek in de driftreducerende techniek (DRT) klasse 99 ingedeeld worden.

Bij de drift naar de lucht, gemiddeld over 0-10 m hoogte op 7,5 m van de laatste bomenrij, geeft de Lochmann dwarsstroomspruit met TVI8001 spuitdoppen (DRD90), vernieuwde lage luchtinstelling, 300 rpm aftakas toeren en met het Air Closing System 80% dichte luchtklepinstelling van de naar buiten gerichte lucht in de buitenste 3 bomenrijen een significante driftreductie van 97,7%.

Literatuur

- Ctgb, 2020. Evaluation Manual for the Authorisation of Plant protection products and Biocides according to Regulation (EC) No 1107/2009. NL part Plant protection products. Chapter 6 Fate and behaviour in the environment: behaviour in surface water and sediment. version 2.5; September 2020. <http://www.ctgb.nl/>
- EZ, 2013. Gezonde Groei, Duurzame Oogst. Tweede nota duurzame gewasbescherming, periode 2013 tot 2023. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag. 2013. 46p.
- Gezondheidsraad, 2014. Gewasbescherming en omwonenden. Gezondheidsraad, publicatienr. 2014/02, Den Haag. 2014. 194p.
- 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.
- I&W, 2017. Regeling van de Staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, van 10 november 2017, nr. IENM/BSK-2017/254105, tot wijziging van de Activiteitenregeling in verband met de vermindering van emissies van gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw en open teelten. Staatscourant 2017 Nr. 60506
- ISO 22866, 2005. Equipment for crop protection – Methods for the field measurement of spray drift. International Standardisation Organisation, Geneva. 2005.
- ISO-22369, 2006. Crop protection equipment – Drift classification of spraying equipment. Part 1. Classes. International Organization for Standardization, Geneva.
- Michielsen, J.M.G.P., Wenneker, M., Zande, J.C. van de & Heijne, B., 2007. Contribution of individual row sprayings to airborne drift spraying an apple orchard. In: E. Gil, F. Solanelles, S. Planas, J.R. Rossell & L. Val (eds). 8th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing June 2005 Barcelona, Book of Abstracts, Universitat Politècnica de Catalunya, Generalitat de Catalunya, Universitat de Lleida, Barcelona, 2007. p.37-46
- Michielsen, J.M.G.P., H. Stallinga, M. Snoussi, D.C. de Hoog, P. van Dalen, M. Wenneker & J.C. van de Zande, 2019. Driftreductie Lochmann dwarsstroomspruit met Air Closing System. Wageningen Research, Rapport WPR-881, Wageningen. 2019. 36 blz.
- Stallinga, H., M. Wenneker, J.C. van de Zande, J.M.G.P. Michielsen, P. van Velde, A.T. Nieuwenhuizen & L.L.P. Luckerhoff, 2013. Drift en driftreductie van de innovatieve drierijige emissiearme fruitteeltspruit van KWH. Wageningen UR Plant Research International, Plant Research International Rapport 458, Wageningen. 2013. 92 p.
- Stallinga, H., P. van Velde, J.M.G.P. Michielsen, M. Wenneker & J.C. van de Zande, 2016. Driftreductie KWH Mistral boomgaardspruit met VLBS. Effect van doptype en luchthoeveelheid. Wageningen UR, Plant Research International, Wageningen, WUR-PRI Rapport 643. 2016. 36p.
- Stallinga, H., P. van Velde, J.M.G.P. Michielsen, M. Wenneker & J.C. van de Zande, 2017. Driftreductie H.S.S. CF boomgaardspruit met blaasmondverstelling en lage luchthoeveelheid. Wageningen Research, Wageningen, Rapport WPR-675. 2017. 50p.
- Stallinga, H., P. van Velde, J.M.G.P. Michielsen, M. Wenneker & J.C. van de Zande, 2018. Driftreductie Munckhof MAS 3 rijen boomgaardspruit; Effect van VARIMAS variabele luchtondersteuning en Randrijen instelling. Wageningen Research, Wageningen, Rapport WPR-759. 2018. 38 p.
- TCT, 2017a. Beoordelingssystematiek emissiereducerende maatregelen open teelt. versie 15 december 2017. [<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/open-teelt/driftreducerende/>]
- TCT, 2017b. Meetprotocol vaststellen driftreductie spuittechnieken [versie 1 juli 2017]. [<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/open-teelt/driftreducerende/>]
- TCT, 2020a. Lijst met indeling van spuittechnieken in Driftreducerende Techniek-klassen (DRT- klassen) (DRT lijst). [<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/open-teelt/driftreducerende/>]

-
- TCT, 2020b. Lijst met indeling van spuitdoppen in Driftreducerende Dop-klassen (DRD-klassen) (DRD-lijst). [<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/open-teelt/driftreducerende/>]
- VSN International, 2019. Genstat for Windows 20th Edition. VSN International, Hemel Hempstead, UK.
- Wenneker, M., B. Heijne & J.C. van de Zande, 2004. Invloed venturi-spleetdoppen en luchtondersteuning op emissies bij bespuitingen in de fruitteelt. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector Fruit, PPO-fruit Rapport 2004-03, Randwijk, 2004.
- Zande, J.C. van de, M.C. Butler Ellis, M. Wenneker, P.J. Walklate & M. Kennedy, 2014. Spray drift and bystander risk from fruit crop spraying. International Advances in Pesticide Application, Aspects of Applied Biology 122, 2014. p. 177-186.
- Zande, J.C. van de, H.J. Holterman, J.F.M. Huijsmans & M. Wenneker, 2019. Spray drift for the assessment of exposure of aquatic organisms to plant protection products in the Netherlands. Part 2: Sideways and upward sprayed fruit and tree crops. Wageningen UR, WPR Report 564, Wageningen. 2019.

Bijlage 1 Titel bijlage

```
IRREML      [PRINT=MOD,COM,MEAN,EFF,WALD,DEV;\
             DISTR= BIN; LINK=LOGIT; DISP=*\
             RANDOM= hh*rj;\
             FIXED= techniek;\
             PSE=ALLD;CHECK=YES;meth=fisher] zone; NBIN=100;\
             RESID=Rest;FITTED=zoneFIT
```

Bijlage 2 Weersomstandigheden tijdens de driftmetingen

techniek	datum	#	temperatuur [°C] op		RV	windhoek tov haaks		windsnelheid [m/s] op				
			0,5 m	4 m		%	haaks=0°	0,5 m	2 m	3 m	4 m	10 m
Standaard	29-okt-19	1	11,0	10,5	60	60	-16	0,7	0,9	1,2	1,4	2,3
		2	10,9	10,5	60	60	-21	0,6	0,8	1,1	1,4	2,1
	15-nov-19	3	5,6	5,6	77	77	1	1,0	1,3	2,0	2,5	4,1
		4	5,6	5,6	77	77	-1	1,1	1,4	2,1	2,7	4,4
	19-jun-20	5	23,8	22,6	47	47	6	1,5	2,2	2,9	3,3	5,1
	2-jul-20	6	20,7	19,5	57	57	-6	1,3	2,0	3,0	3,6	5,7
	3-jul-20	7	21,0	19,6	59	59	-15	1,2	1,5	2,1	2,5	3,6
	23-jul-20	8	27,3	24,6	37	37	-4	1,1	1,7	2,4	2,8	4,1
	28-jul-20	9	22,2	19,9	46	46	-4	1,6	2,6	3,6	4,3	7,0
		10	21,0	19,7	50	50	14	1,3	1,9	2,8	3,3	5,4
	4-sep-20	11	13,5	12,1	62	62	-9	0,7	1,0	1,7	2,0	3,0
Lochmann/ Vd Linden	29-okt-19	1	13,9	12,2	51	51	2	0,8	0,8	1,6	1,9	3,2
		2	14,0	12,3	51	51	-2	0,8	0,9	1,8	2,1	3,4
	15-nov-19	3	5,9	5,9	77	77	14	0,9	1,1	1,6	2,0	3,2
		4	5,9	5,9	77	77	13	0,7	1,0	1,5	1,9	3,0
	19-jun-20	5	24,3	22,0	44	44	2	0,8	1,1	1,7	1,9	3,1
	2-jul-20	6	19,4	18,8	61	61	16	1,5	2,2	3,1	3,8	5,7
	3-jul-20	7	20,2	18,5	61	61	-32	1,2	1,7	2,5	2,8	4,1
	23-jul-20	8	28,5	25,4	34	34	-1	1,2	1,8	2,4	2,7	3,8
	28-jul-20	9	21,2	19,7	50	50	17	1,2	2,3	3,2	3,7	5,4
		10	20,5	19,5	52	52	2	1,5	2,0	2,8	3,4	6,2
	4-sep-20	11	12,6	11,3	64	64	-10	0,5	0,9	1,3	1,6	2,4

Bijlage 3 Driftdepositie (% van afgifte) op de grond naast het gewas

Techniek: Standaard dwarsstroom fruitteeltspuit (Munckhof) met Albuz ATR Lila spuitdoppen.

Afstand (m)	# rij	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
25-26		0,297	0,298	0,309	0,302	1,201	1,346	0,837	0,833	0,517	0,721	1,059	0,804	0,658	0,797	0,116	0,186	0,716	0,542	0,620	0,484	0,455	0,313
20-21		0,343	0,354	0,502	0,598	1,721	1,481	1,206	1,451	1,037	0,928	1,688	1,587	0,915	0,876	0,334	0,429	1,083	0,943	0,713	0,524	0,516	0,504
14½-15		0,818	0,937	1,149	1,589	3,301	2,591	2,848	2,805	3,296	2,134	3,557	3,350	3,173	2,217	0,859	0,924	2,312	2,025	1,790	1,129	1,037	1,076
14-14½		0,836	0,897	1,170	1,071	3,317	2,418	2,613	2,894	3,448	1,887	3,532	3,127	3,006	2,292	0,934	0,907	2,860	2,793	1,861	1,237	0,863	0,857
13½-14		1,076	0,888	1,222	1,379	3,324	2,697	2,623	2,954	3,664	2,185	4,052	3,443	2,579	2,270	1,067	0,969	3,306	2,861	2,212	1,297	1,046	0,959
13-13½		1,210	0,977	1,380	1,491	3,112	3,015	2,864	2,988	3,725	2,218	4,443	3,285	2,763	2,344	1,228	1,066	3,226	2,922	2,379	1,201	1,069	1,081
12½-13		1,272	1,054	1,521	1,570	3,226	3,095	3,184	3,739	3,332	2,154	4,153	3,686	3,188	2,243	1,289	1,113	2,673	2,575	2,444	1,282	1,029	1,157
12-12½		1,322	1,166	1,621	1,691	4,488	3,623	3,058	3,539	3,968	2,750	4,613	4,639	3,701	2,644	1,576	1,257	3,528	3,828	2,876	1,449	0,997	1,221
11½-12		1,606	1,329	1,654	1,852	3,156	3,532	3,348	3,413	4,761	2,720	5,172	5,726	3,742	3,209	1,640	1,336	3,207	3,549	2,870	1,281	1,231	2,003
11-11½		1,656	1,742	1,597	1,773	3,719	3,763	3,521	3,599	5,196	2,359	5,964	5,677	4,029	3,304	1,766	1,395	3,054	3,679	3,018	1,170	1,483	1,533
10½-11		2,041	1,798	1,742	1,814	3,702	4,037	4,076	4,191	4,554	3,296	5,587	5,497	4,053	3,641	1,870	1,568	3,325	3,617	3,346	1,340	1,762	1,581
10-10½		2,346	1,762	2,026	2,002	3,750	4,179	4,183	4,656	4,638	3,592	6,069	5,974	4,122	4,008	2,150	1,661	3,423	3,728	3,685	1,127	2,100	1,949
9½-10		2,547	2,044	2,010	2,251	3,699	4,760	4,644	4,912	4,672	3,391	6,643	4,934	4,592	4,235	2,472	1,925	3,498	3,277	4,069	1,561	1,875	1,806
9-9½		2,861	2,516	1,705	2,379	4,128	5,157	5,286	5,211	4,729	4,170	7,024	4,539	4,717	4,678	2,487	2,136	3,130	3,800	4,098	1,645	2,065	1,999
8½-9		3,195	3,091	1,756	2,483	4,550	5,867	5,483	5,959	3,673	4,494	8,417	4,815	4,491	5,009	2,939	2,075	3,276	3,696	4,026	1,734	2,518	2,280
8-8½		3,385	3,359	2,010	2,508	4,861	5,984	5,929	7,564	4,225	5,280	8,721	5,210	4,819	5,480	3,377	2,686	2,862	5,618	4,003	2,162	2,728	2,616
7½-8		4,027	3,711	2,121	2,612	5,457	7,258	5,805	7,085	5,530	5,379	8,852	5,005	4,401	5,969	3,643	3,094	2,609	5,159	3,992	2,145	3,037	2,047
7-7½		4,408	4,169	2,372	2,567	6,624	7,947	6,296	7,023	5,461	5,955	9,157	5,354	6,363	7,246	4,604	3,907	2,943	5,328	4,434	2,510	4,467	2,285
6½-7		3,571	5,810	2,519	2,966	7,691	8,205	6,845	6,538	5,504	7,091	10,515	5,687	6,577	8,161	7,566	4,624	3,351	5,760	4,821	2,452	3,477	3,045
6-6½		4,620	5,808	2,763	3,613	8,954	8,703	8,875	7,663	7,037	7,790	12,471	5,665	6,414	8,242	6,344	5,859	5,128	5,985	5,850	3,624	5,195	4,493
5½-6		6,471	5,952	3,555	4,123	10,383	9,615	10,087	8,043	6,991	10,671	13,083	7,357	8,799	8,650	5,881	6,778	5,725	5,683	6,597	4,656	6,930	5,157
5-5½		8,618	6,741	4,137	4,973	11,826	10,613	11,333	9,821	8,552	12,423	14,448	9,145	11,511	10,052	6,172	7,095	6,422	7,766	6,550	5,365	6,814	4,967
4½-5		8,780	7,374	5,243	6,473	13,641	11,506	14,488	10,228	9,942	12,966	18,274	9,962	10,306	13,825	8,120	7,558	6,703	7,321	8,289	5,257	7,864	5,534
4-4½		11,237	10,574	6,786	10,242	16,922	12,644	16,974	13,099	10,750	18,044	18,034	9,113	11,607	12,848	8,705	10,115	7,899	8,708	10,298	5,688	9,321	6,679
3½-4		13,031	13,345	9,854	13,123	18,739	13,247	18,374	16,849	12,057	15,454	22,547	9,965	11,681	13,558	9,843	13,082	8,025	8,291	11,777	6,179	14,478	12,043
3-3½		14,870	13,301	11,767	13,475	20,302	15,029	18,756	17,165	13,499	19,312	24,268	9,667	12,582	15,266	11,273	13,132	8,664	11,619	17,446	10,426	9,720	7,655
1,5		21,862	29,990	18,170	24,416	18,633	19,840	23,775	16,786	15,394	32,065	21,871	16,761	10,833	11,813	8,514	15,490	10,662	7,371	11,854	16,784	11,471	8,264

Techniek: Lochmann dwarsstroomspuit met DRD90 spuitdoppen.

Afstand (m)	# rij	1		2		3		4		5		6 ¹⁾		7		8		9 ¹⁾		10 ¹⁾		11	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
25-26		0,023	0,054	0,084	0,006	0,093	0,026	0,016	0,016	0,015	0,006	0,035	0,007	0,001	0,011	-0,002	-0,011	0,022	0,040	0,030	0,021	0,006	0,001
20-21		0,026	0,043	0,160	0,012	0,020	0,025	0,005	0,013	0,012	0,001	0,019	0,015	0,019	0,022	-0,007	-0,007	0,045	0,050	0,031	0,026	0,011	0,004
14½-15		0,038	0,053	0,016	-0,007	0,015	0,045	0,015	0,003	0,007	0,007	0,037	0,016	0,027	0,004	-0,001	-0,013	0,064	0,062	0,045	0,072	0,023	0,005
14-14½		0,039	0,047	0,008	-0,003	0,076	0,022	0,008	0,008	0,024	-0,006	0,051	0,021	0,032	0,031	-0,001	-0,011	0,050	0,054	0,048	0,095	0,010	0,001
13½-14		0,035	0,045	0,005	0,001	0,041	0,012	0,009	0,023	0,015	0,013	0,067	0,011	0,019	0,015	0,011	-0,021	0,059	0,079	0,047	0,076	0,015	0,014
13-13½		0,041	0,039	0,017	0,005	0,020	0,023	0,014	0,014	0,012	0,014	0,081	0,000	0,040	0,010	0,002	-0,009	0,030	0,059	0,055	0,085	0,007	0,005
12½-13		0,038	0,046	0,008	0,006	0,031	0,032	0,014	0,022	0,023	0,024	0,085	-0,004	0,027	0,021	0,103	-0,008	0,038	0,090	0,039	0,103	0,008	0,007
12-12½		0,044	0,045	-0,008	0,000	0,006	-0,003	0,014	0,018	0,018	0,064	0,088	0,025	0,042	0,028	-0,002	-0,011	0,053	0,053	0,054	0,099	0,005	0,010
11½-12		0,068	0,033	0,028	0,000	0,034	0,035	0,010	0,011	0,034	0,024	0,093	0,069	0,046	0,024	0,001	-0,013	0,065	0,077	0,071	0,095	0,015	0,005
11-11½		0,052	0,047	0,010	-0,001	0,031	0,031	0,012	0,025	0,031	0,023	0,095	0,025	0,077	0,042	0,015	-0,001	0,077	0,090	0,062	0,116	0,007	0,016
10½-11		0,046	0,053	0,017	-0,008	0,041	0,061	0,014	0,018	0,027	0,052	0,076	0,070	0,051	0,043	0,038	-0,018	0,071	0,084	0,088	0,092	0,011	0,004
10-10½		0,041	0,057	0,020	-0,012	0,037	0,053	0,009	0,014	0,011	0,031	0,089	0,059	0,060	0,047	0,025	-0,005	0,086	0,074	0,096	0,097	0,018	0,005
9½-10		0,045	0,063	0,024	-0,004	0,036	0,035	0,024	0,019	0,019	0,010	0,114	0,089	0,075	0,035	0,026	-0,009	0,071	0,114	0,100	0,146	0,008	0,006
9-9½		0,052	0,055	0,016	0,010	0,037	0,023	0,029	0,014	0,015	0,031	0,107	0,081	0,064	0,038	0,047	-0,009	0,037	0,102	0,095	0,187	0,007	0,009
8½-9		0,050	0,078	0,014	-0,002	0,054	0,031	0,010	0,034	0,034	0,020	0,121	0,096	0,078	0,045	0,022	0,005	0,097	0,113	0,084	0,161	0,005	0,006
8-8½		0,046	0,084	0,040	-0,006	0,041	0,025	0,030	0,014	0,024	0,028	0,112	0,171	0,075	0,051	0,073	0,002	0,092	0,132	0,075	0,215	0,007	0,006
7½-8		0,155	0,069	0,045	0,006	0,045	0,033	0,025	0,024	0,028	0,034	0,116	0,225	0,083	0,050	0,103	0,010	0,110	0,126	0,088	0,295	0,014	0,014
7-7½		0,063	0,065	0,019	0,017	0,056	0,036	0,039	0,023	0,018	0,018	0,097	0,484	0,080	0,065	0,052	0,000	0,124	0,125	0,079	0,323	0,010	0,007
6½-7		0,058	0,087	0,042	0,015	0,080	0,036	0,021	0,026	0,032	0,008	0,185	0,719	0,067	0,083	0,076	-0,008	0,147	0,150	0,108	0,363	0,017	0,015
6-6½		0,062	0,079	0,079	0,019	0,055	0,036	0,021	0,027	0,022	0,044	0,199	1,014	0,084	0,080	0,061	0,015	0,279	0,163	0,135	0,392	0,016	0,027
5½-6		0,041	0,082	0,036	0,014	0,071	0,060	0,030	0,040	0,053	0,014	0,221	0,792	0,098	0,135	0,055	0,031	0,352	0,178	0,134	0,416	0,019	0,027
5-5½		0,062	0,092	0,058	0,020	0,062	0,034	0,030	0,028	0,047	0,045	0,317	1,028	0,134	0,109	0,035	0,015	0,619	0,236	0,145	0,491	0,012	0,023
4½-5		0,052	0,098	0,093	0,028	0,100	0,045	0,021	0,031	0,085	0,041	0,322	1,078	0,156	0,102	0,017	0,015	1,375	0,388	0,188	0,585	0,012	0,018
4-4½		0,059	0,077	0,085	0,046	0,098	0,055	0,073	0,037	0,092	0,042	0,298	3,544	0,139	0,130	0,034	0,008	2,127	0,631	0,181	0,673	0,014	0,039
3½-4		0,057	0,079	0,084	0,050	0,158	0,079	0,119	0,065	0,109	0,073	0,186	4,628	0,157	0,122	0,038	0,058	3,010	0,602	0,207	0,724	0,020	0,041
3-3½		0,065	0,085	0,093	0,075	0,218	0,048	0,100	0,137	0,124	0,074	0,210	5,656	0,178	0,165	0,038	0,073	3,030	1,104	0,303	0,696	0,035	0,056
1,5		19,303	25,746	14,015	51,432	24,082	14,274	10,692	6,296	4,337	5,139	10,841	28,004	11,063	5,535	4,825	4,496	2,499	5,470	3,293	7,545	0,632	4,272

¹⁾ Niet meegenomen in driftberekeningen

Bijlage 4 Driftdepositie (% van afgifte) naar de lucht

Techniek: Standaard dwarsstroom fruitteeltspuit (Munckhof) met Albuz ATR Lila spuitdoppen.

hoogte (m)	# rij	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0		1,838	2,411	2,423	2,906	5,228	4,284	4,950	4,592	6,036	4,477	8,308	14,854	11,684	5,023	8,629	6,432	4,683	9,343	7,523	4,122	4,128	3,874
1		3,180	3,532	4,799	4,150	9,636	4,950	9,396	11,246	7,585	5,640	12,960	23,334	10,919	6,247	6,456	6,437	7,666	11,788	7,938	6,880	5,614	5,686
2		3,531	3,185	7,247	6,061	9,402	9,104	13,031	9,462	7,978	9,890	12,012	20,076	8,026	7,852	8,560	7,498	9,467	17,997	9,504	8,124	3,938	6,112
3		2,821	2,497	3,976	4,288	6,583	6,501	13,031	9,880	1,156	1,113	12,485	16,446	13,047	5,766	8,108	10,593	11,367	13,693	9,249	7,536	4,572	3,721
4		3,279	2,452	3,540	3,529	5,106	6,554	10,997	7,823	1,740	1,455	8,264	9,507	8,760	5,715	5,826	8,543	11,402	11,797	8,160	8,552	5,103	3,531
5		2,374	3,142	3,421	2,591	4,500	4,264	7,395	4,701	2,798	1,750	4,753	8,113	7,106	6,330	4,004	5,507	8,709	13,083	9,294	7,321	3,651	3,213
6		1,954	1,265	2,395	1,853	3,039	3,622	5,193	3,531	2,450	2,653	3,551	4,335	4,155	3,943	3,740	4,454	4,233	9,946	8,153	7,247	1,818	1,808
7		0,738	0,849	2,956	2,124	2,499	2,030	2,499	3,263	4,164	3,898	2,369	3,534	2,487	2,260	2,033	1,800	4,896	4,117	5,869	4,350	1,189	1,786
8		0,633	0,548	1,026	1,679	1,317	1,095	1,743	2,188	0,546	0,666	2,272	2,031	3,064	1,332	0,857	1,168	3,303	2,694	3,967	3,413	0,792	0,905
9		0,561	0,618	1,472	0,655	0,648	0,525	1,437	2,064	0,751	0,699	1,273	1,957	1,995	1,318	0,797	0,426	1,864	2,084	1,716	3,400	0,574	0,519
10		0,335	0,430	0,554	0,687	0,358	0,514	0,542	0,899	0,793	0,583	1,389	1,177	1,198	1,027	0,473	0,433	0,947	1,118	1,278	1,734	0,288	0,197

Techniek: Lochmann dwarsstroomsput met DRD90 spuitdoppen.

hoogte (m)	# rij	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0		0,036	0,049	0,024	0,031	0,053	0,087	0,049	0,069	0,025	0,034	0,239	0,766	0,147	0,167	0,105	0,111	0,353	0,246	0,345	0,401	0,018	0,016
1		0,066	0,084	0,042	0,077	0,074	0,149	0,081	0,156	0,033	0,008	0,429	0,644	0,272	0,201	0,272	0,198	0,313	0,432	0,483	0,346	0,029	0,024
2		0,059	0,035	0,056	0,058	0,057	0,087	0,051	0,079	0,040	0,040	0,352	0,476	0,295	0,239	0,334	0,195	0,402	0,503	0,421	0,545	0,019	0,034
3		0,085	0,044	0,071	0,042	0,064	0,082	0,069	0,086	0,036	0,087	0,515	0,381	0,268	0,173	0,281	0,230	0,392	0,372	0,519	0,665	0,028	0,037
4		0,076	0,066	0,082	0,074	0,065	0,072	0,051	0,071	0,018	0,078	0,235	0,395	0,271	0,186	0,231	0,333	0,312	0,274	0,557	0,606	0,026	0,039
5		0,042	0,027	0,033	0,115	1,755	0,073	1,724	0,062	0,030	0,031	0,213	0,242	0,177	0,242	0,213	0,193	0,254	0,153	0,814	0,809	0,010	0,026
6		0,041	0,040	0,036	0,059	0,048	0,023	0,046	0,033	0,030	0,023	0,178	0,145	0,155	0,165	0,173	0,184	0,208	0,120	0,359	0,514	0,015	0,012
7		0,009	0,014	0,022	0,035	0,038	0,025	0,033	0,032	0,039	0,012	0,077	0,154	0,089	0,090	0,076	0,198	0,179	0,065	0,310	0,365	0,009	0,015
8		0,041	0,013	-0,005	0,008	0,034	0,042	0,022	0,036	0,003	-0,006	0,034	0,046	0,063	0,034	0,050	0,052	0,106	0,081	0,217	0,208	0,000	0,009
9		0,011	0,017	0,022	-0,006	0,163	0,039	0,165	0,018	0,028	0,008	-0,020	-0,018	0,044	0,038	0,019	0,095	0,098	0,041	0,208	0,127	0,003	-0,002
10		0,031	0,063	-0,015	-0,016	0,016	0,022	0,021	0,020	0,002	0,007	-0,024	-0,023	0,031	0,032	0,018	-0,007	0,064	0,034	0,052	0,104	0,002	-0,003

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1027

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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 WPR-1027

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 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.