

Verminderen van emissie door verbeterde toedieningstechniek

Vorbereidend onderzoek 2013-2014

Marcel Wenneker¹ en Jan van de Zande²

¹ Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit BBF

² Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen,
Boomkwekerij & Fruit
December 2014

Rapportnr.
2014-17

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

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

Rapportnummer 2014-17; € 15,- -

Projectnummer: 32 350 180 00
PT-nummer: 14822



**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit**

Adres : Lingewal 1, 6668 LA Randwijk
Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : +31 (0)488 473702
Fax : +31 (0)488 473717
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1 Objecten:	9
2.1.1 Spuitmachines.....	9
2.1.2 Bespuiting.....	9
2.1.3 Bemonstering bomen voor bladdeposities	10
2.1.4 Emissie naar de grond	11
2.1.5 Afgifte en 'drift'	12
2.2 Analyses	12
2.3 Gebruikte spuitmachines en proefperceel	13
3 VOORLOPIGE RESULTATEN	15
3.1 Munckhof 2 rijer met ATR Lila doppen	15
3.2 Munckhof 2 rijer met TVI doppen.....	15
3.3 KWH 2 rijer met ATR Lila doppen	15
4 DISCUSSIE	17
5 LITERATUUR.....	19

Samenvatting

In 2004 is het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij geëvalueerd. Hieruit bleek dat de fruitteeltsector de doelstelling om de drift naar het oppervlaktewater met 90% te verminderen nog niet heeft gehaald. Om deze reden heeft in 2007 een aanscherping van het Lozingenbesluit plaats gevonden. Als basismaatregel is voor een standaard spuittechniek in de fruitteelt de teeltvrije zone naast watergangen van 3 meter verbreed naar 9 meter. Deze teeltvrije zone kan smaller zijn als er extra maatregelen worden toegepast om drift te beperken.

Met drierijige spuitmachines is de efficiëntie van ziekte- en plaagbestrijding groter, wat milieuwinst en kostenbesparing oplevert. Dat komt onder meer omdat er minder tijd nodig is voor één bespuitingsronddgang over het bedrijf. Hierdoor kan de teler sneller op de ontwikkeling van een ziekte of plaag anticiperen en ook de goede weersomstandigheden voor de bestrijding beter benutten. Uit voorgaande onderzoeken is gebleken dat met driftarme doppen en verminderde luchtondersteuning grote driftreducties gerealiseerd kunnen worden. De verwachting is dat met een drierijige spuit – met driftarme doppen en variabele luchtondersteuning – hoge driftreducties bereikt kunnen worden omdat fruitbomen van beide kanten tegelijkertijd worden bespoten. Dat zal leiden tot een betere depositie in de bomen, en tot minder spuitdrift.

In een veldonderzoek werden in 2013 en 2014 de middeldepositie vastgelegd van een Munckhof 3-rijer en KWH 3-rijer bij verschillende instellingen (zowel lucht als doppen). De spuitmachines werden als 2-rijige machines getest. De depositie werd vergeleken met de Munckhof dwarsstroomspruit voorzien van Albuz ATR Lila doppen (referentietechniek).

Uit dit vooronderzoek blijkt dat er verschillen bestaan in de hoeveelheden middeldepositie tussen de geteste 2-rijige machinetypen (Munckhof en KWH). Dat wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de verschillen in de constructie tussen de typen. Ook werd er een effect van spuitdoptype vastgesteld. Specifieke combinaties van machinetype, hoeveelheid luchtondersteuning en doptype lijken de depositie in de boom te verbeteren. Voor een verdere optimalisatie en onderbouwing is meer onderzoek noodzakelijk.

Om dit te realiseren is een consortium samengesteld dat bestaat uit een samenwerking met marktleidende spuitmachinefabrieken, de gewasbeschermingsmiddelen industrie, de sector en waterschappen. Dit consortium heeft een projectvoorstel ingediend, waarbij de resultaten uit dit onderzoek worden ingebracht.

Het voorstel “Innovatieve efficiënte toedieningstechnieken (KV1406 044)”, is ingediend in het kader van Publiek-Private Samenwerking voor onderzoek en innovatie inzake onderzoek, bij de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen.

1 Inleiding

De emissie van gewasbeschermingsmiddelen verminderen is van groot belang voor de fruitteelt (VW et al., 2007). De afgelopen jaren zijn veel mogelijkheden voor het reduceren van de drift onderzocht en succesvol geïntroduceerd in de open teelten, met name in de bollenteelt en akkerbouwmatig geteelde gewassen. Voor de fruitteelt is hier echter nog een weg te gaan. De doelstellingen voor driftreductie worden hier nog niet gehaald, terwijl hier in principe mogelijkheden liggen.

Om piekbelastingen van het oppervlaktewater tegen te gaan en 90% emissiereductie te realiseren, is per 1 maart 2000 het Lozingenbesluit open teelt en veehouderij van kracht geworden, een onderdeel van de Wet verontreiniging Oppervlaktewater (VW/VROM/LNV, 2000). In het convenant dat in 2003 is aangegaan door verschillende partijen is het streven de milieubelasting ten opzichte van het referentiejaar 1998 met 95% te verminderen. 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. Hierbij is het nodig te weten hoeveel van het middel in het oppervlaktewater terecht komt (Anonymus, 1998; CIW, 2003). Het ctgb heeft de resultaten van emissie-onderzoek (o.a. Huijsmans et al., 1997; Zande et al., 2001, 2007; Wenneker et al., 2004) opgenomen in een drifttabel (Ctgb, 2012).

Door fruittelers is aangegeven dat de ontwikkeling van meerrijige spuitmachines wenselijk is. Met drierijige spuitmachines is de efficiëntie van ziekte- en plaagbestrijding groter, wat milieuwinst en kostenbesparing oplevert. Dat komt onder meer omdat er minder tijd nodig is voor één bespuitingsrondegang over het bedrijf. Hierdoor kan de teler sneller op de ontwikkeling van een ziekte of plaag anticiperen en ook de goede weersomstandigheden voor de bestrijding beter benutten.

Uit voorgaande onderzoeken is gebleken dat met driftarme doppen en verminderde luchtondersteuning grote driftreducties gerealiseerd kunnen worden. De verwachting is dat met een drierijige spuit – met driftarme doppen en variabele luchtondersteuning – hoge driftreducties bereikt kunnen worden omdat fruitbomen van beide kanten tegelijkertijd worden bespoten. Dat zal leiden tot een betere depositie in de bomen, en tot minder spuitdrift.

Probleemstelling

Binnenkort vindt een aanpassing (verhoging) van de driftcijfers voor de fruitteelt plaats. Voor behoud van het middelenpakket voor de sector is een verdergaande emissiereductie voor de fruitteelt noodzakelijk. Deze emissiereductie moet gerealiseerd worden via de combinatie driftreductie en doseringsreductie. Het reduceren van spuitdrift alleen zal, met de huidige technieken, onvoldoende zijn om aan wettelijke eisen te voldoen. Zonder de verdergaande emissiereductie wordt het telen van fruit in Nederland zeer moeilijk. Deze emissiereductie moet bereikt worden door een verbeterde toediening (die leidt tot een verlaagde dosering) in combinatie met een verminderde spuitdrift.

Door de aanpassing (lees verhoging) van de driftcijfers voor de fruitteelt worden er strengere eisen gesteld bij het toepassen van gewasbeschermingsmiddelen (dat kan generiek zijn (LOTV) of middelspecifiek). Er moeten voldoende adequate technieken beschikbaar komen om aan de gestelde eisen te voldoen, omdat anders de teelt van appel en peer voor Nederland in gevaar komt.

Doelstellingen van het project zijn:

- Optimaliseren van de machine-afstelling voor een maximale depositie in de boom en bepalen van de depositie van middelen waardoor het middelgebruik verminderd kan worden.
- Aantonen met metingen dat de depositie sterk verbetert met het principe van gelijktijdig de boom van twee kanten bespuiten (tegen elkaar in spuiten).

2 Materiaal en methoden

In een veldonderzoek in 2013 en 2014 werd de middeldepositie vastgelegd van een Munckhof 3-rijer en KWH 3-rijer bij verschillende instellingen (zowel lucht als doppen). De spuitmachines werden als 2-rijige machines getest (figuren 2 a,b en 3 a,b). De depositie werd vergeleken met de Munckhof dwarsstroomsput voorzien van Albuz ATR Lila doppen (referentietechniek). Proef werd uitgevoerd volgens protocol beschreven in ISO 22522.

2.1 Objecten:

De volgende objecten waren in de proef opgenomen

2.1.1 Spuitmachines

- 1) Munckhof standaard dwarsstroom (2 x 8 doppen) – figuur 1 a,b; met de volgende instellingen:
 - o 6.7 km/h
 - o ATR lila bij 7 bar
 - o TVI 80.015 bij 7 bar
 - o Vollucht (bij 540 rpm)

Totaal: 2 objecten.

- 2) KWH 2 rijer (4 x 8 doppen), met de volgende instellingen:
 - o 6.7 km/h
 - o ATR lila bij 7 bar
 - o TVI 80.015 bij 7 bar
 - o Luchtondersteuning bij 300, 400 en 540 rpm

Totaal: 6 objecten.

- 3) Munckhof 2 rijer (4 x 8 doppen), met de volgende instellingen:
 - o 6.7 km/h
 - o ATR lila bij 7 bar
 - o TVI 80.015 bij 7 bar
 - o Lucht bij 300, 400 en 540 rpm

Totaal: 6 objecten.

2.1.2 Bespuiting

Bij elke techniek werd 30 m boomrijlengte gespoten. Er werd gespoten met een oplossing met de tracer Brilliant Sulfo Flavine (BSF; 0,5-1 g/l) met daaraan toegevoegd de uitvloeier Agral(7,5 ml/100l). Voor én na de bespuiting werden tankmonsters genomen.

2.1.3 Bemonstering bomen voor bladdeposities

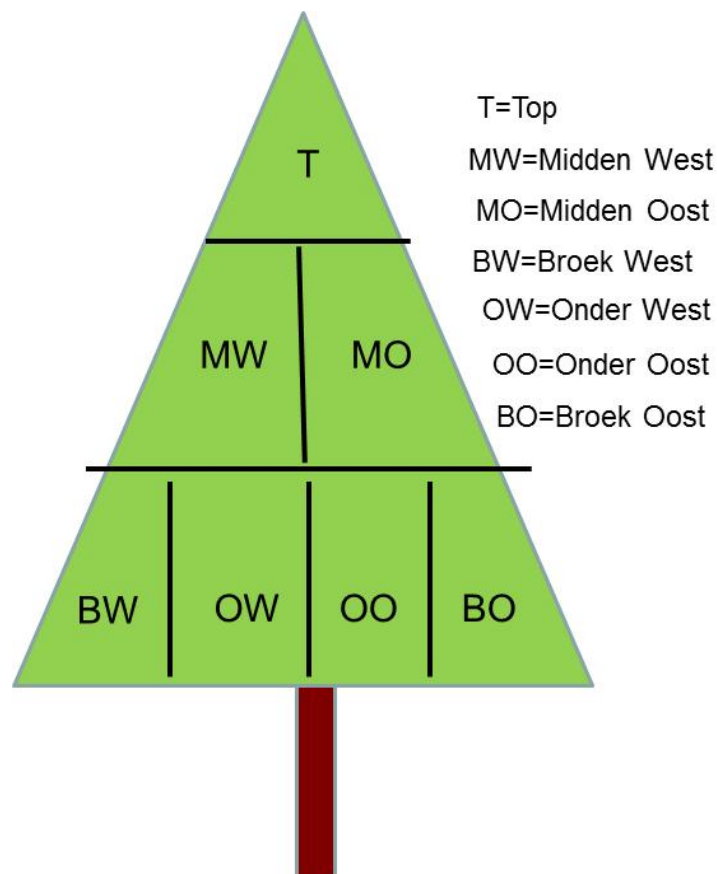
In de boom werden zeven monstervakken aangebracht (met onderscheid tussen Oost- en Westzijde van de boom; figuur 5).

Hoofddeling van de boomvakken:

- Onder = 50 – 100cm
- Midden = 100 – 150cm
- Top = boven de 150cm

Blanco blaadjes (onbespoten ter referentie): per object werden 20 blanco blaadjes geplukt in bovenstaande vakken.

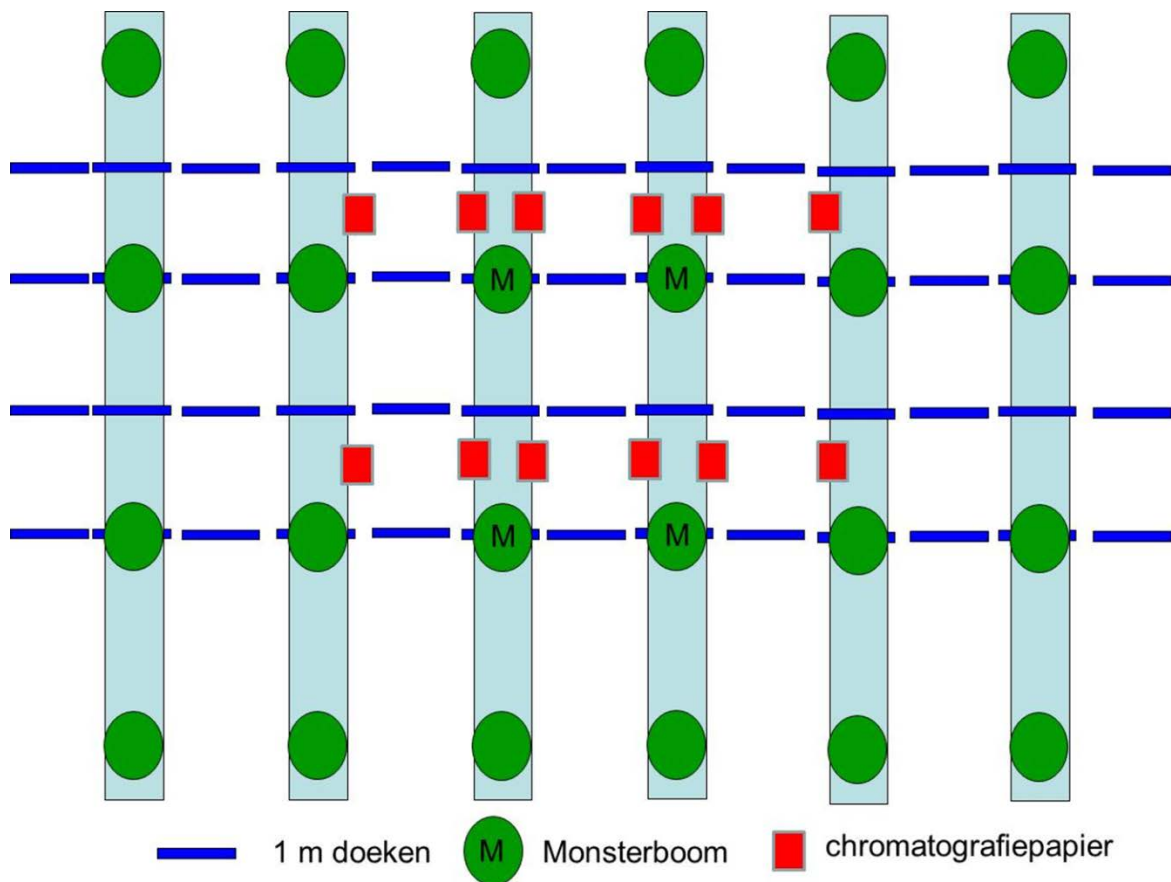
Na de bespuiting (en max 30min drogen) werd in elk monstervak elk 10de blaadje geplukt en in een verzamelzak gestopt. Van elke behandeling werden op deze wijze 4 bomen bemonsterd. De zakken met blaadjes werden direct in het donker geplaatst en koel bewaard.



Figuur 5: verschillende monstervakken in de boom voor het bepalen van de deposities.

2.1.4 Emissie naar de grond

Voor de bepaling van het verlies naar de grond werd onder de twee monsterbomen en tussen de monsterbomen een collector neergelegd (dus 4 herhalingen). Op dezelfde lijn werden collectoren uitgelegd in het rijpad tussen de bespoten bomen. Zowel wind-opwaarts als wind-afwaarts van de monsterbomen werden drie rijpaden en onder twee bomenrijen bemonsterd (figuur 6). Bij standaard machine werd hetzelfde schema aangehouden waarbij de bovenwindse rij werd bespoten (extra collector benedenwinds). De collector was een doek van 10-100cm van Technofil TF290 op PVC platen. Na de bespuiting werden de collectoren van de platen opgerold en in een zakje gestopt. Ook deze monsters werden direct in het donker bewaard.



Figuur 6: schematische weergave van het proefperceel.

2.1.5 Afgifte en 'drift'

Om de afgifte te bepalen werden bij de monsterbomen aan weerszijden (2 plekken) de afgifte gemeten met behulp van chromatografiepapier op latten (3 m hoog) (figuren 4 a,b). Wind-opwaarts en wind-afwaarts van de monsterbomen stonden ook latten met filterpapier om te meten wat er door de bomen heen naar de andere rijen toe gespoten werd (2 plekken).

2.2 Analyses

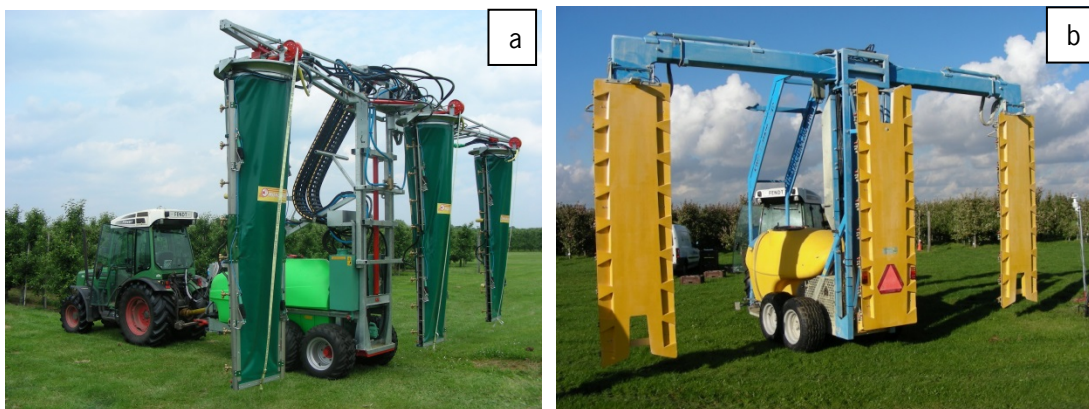
De bespuitingen werden uitgevoerd met water waaraan Brilliant Sulfo Flavine (BSF, Chroma 1F 561, CI 56205, 2-5 g/l) en een niet-ionische uitvloeier (Agral®, 0,075 ml/l) was toegevoegd.

Na de bespuiting werden de collectoren verzameld en gecodeerd voor verdere analyse op de hoeveelheid BSF. Elke meetdag werden ook monsters genomen uit de tank om de BSF-concentratie van de verspoten spuitvloeistof te meten. In het laboratorium werden de collectoren met gedemineraliseerd water gespoeld, zodanig dat de BSF in oplossing kwam. Van deze oplossing werd de concentratie aan BSF gemeten met behulp van een fluorimeter (Perkin Elmer LS 45; $\lambda_{ex}=450$; $\lambda_{em}=500$). Voor het bepalen van de achtergrondfluorescentie werden blanco collectoren geanalyseerd. De concentratie BSF in de tankmonsters werd ook fluorimetrisch bepaald.

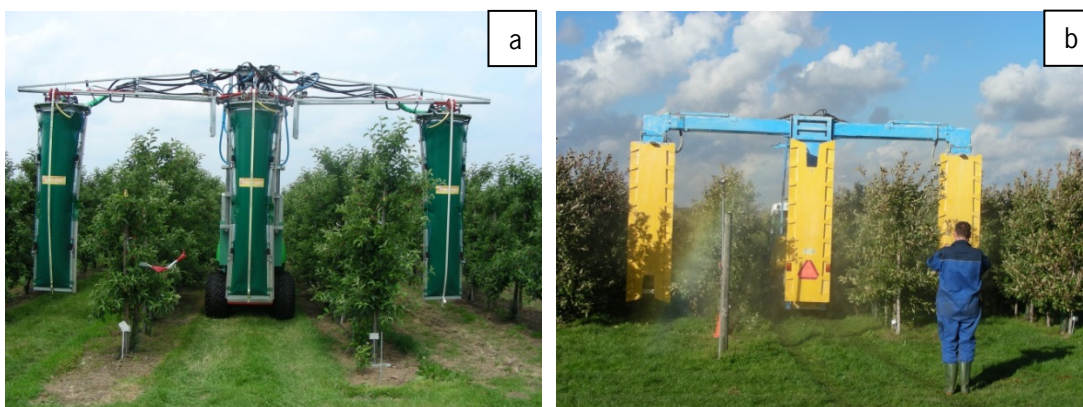
2.3 Gebruikte spuitmachines en proefperceel



Figuren 1 a,b: (a) Munckhof dwarsstroomspruit (referentie); (b) experimentele boomgaard.



Figuren 2 a,b: (a) Munckhof 3 rijer; (b) KWH 3 rijer.



Figuren 3 a,b: (a) Munckhof 3 rijer; (b) KWH 3 rijer. Beide spuitmachines werden als een 2-rijige machine getest.



Figuur 4 a,b: veldsituatie voor meten van bodemdepositie en afgifte.

3 Voorlopige resultaten

De gedetailleerde resultaten van dit onderzoek worden niet in dit verslag weergegeven. Het experiment is een vooronderzoek voor het PPS-project "Innovatieve efficiënte toedieningstechnieken (KV1406 044)" dat in 2015 van start gaat (zie H4). De beschreven experimenten worden deels herhaald om robuuste gegevens te verkrijgen.

De algemene beschrijving van de voorlopige resultaten worden hieronder weergegeven.

3.1 Munckhof 2 rijer met ATR Lila doppen

Gemiddeld over de hele boom:

- Bij de Munckhof 2-rijer geeft de 460 rpm luchtstand de hoogste depositie en dit is significant hoger dan bij de 300 rpm en de 540 rpm. Daarbij is de 540 rpm weer significant hoger dan de 300 rpm.
- Er is geen verschil in depositie tussen de standaard dwarsstroomspruit en de 400 rpm instelling bij de Munckhof 2-rijer. De 300 rpm en de 540 rpm geven bij de Munckhof 2-rijer een significant lagere depositie ten opzichte van de standaard dwarsstroomspruit.

3.2 Munckhof 2 rijer met TVI doppen

Gemiddeld over de hele boom:

1. De standaard dwarsstroomspruit met TVI doppen geeft een significant hogere depositie dan de standaard dwarsstroomspruit met ATR Lila doppen.
2. Munckhof 2-rijer met TVI doppen geeft bij alle instellingen een significant hogere depositie dan de standaard dwarsstroomspruit met ATR Lila doppen.
3. De Munckhof 2-rijer met 300 rpm en 460 rpm geven een lagere depositie dan de standaard met TVI doppen. Het verschil met de 460 rpm is significant. De Munckhof 2-rijer met 540 rpm heeft dezelfde depositie als de standaard dwarsstroomspruit met TVI doppen.
4. Bij de Munckhof 2-rijer met TVI doppen geeft de 540 rpm de hoogste depositie.

3.3 KWH 2 rijer met ATR Lila doppen

Gemiddeld over de hele boom:

1. Bij de KWH 2-rijer geeft 400 rpm de hoogste depositie.
2. De beste instelling van de KWH 2-rijer (400 rpm) geeft zowel ten opzichte van de standaard dwarsstroomspruit met ATR Lila als de standaard dwarsstroomspruit met TVI een significant hogere depositie.

4 Discussie

Door innovatie van de toedieningstechniek van gewasbeschermingsmiddelen wordt emissie sterk teruggedrongen. Doordat met nieuwe innovatieve efficiënte toedieningstechnieken een betere en meer uniforme bedekking van gewas mogelijk is, kan mogelijk ook met minder gewasbeschermingsmiddel gewerkt worden. De ontwikkelingen richten zich op gewasspecifieke spuitvloeistofverdeling. Dit is gewas afhankelijk spuiten op basis van gewasvolume of gewasrij-volume dosering. Hierbij zijn de aspecten van variabel spuitvolume, luchtondersteuning en afscherming ook belangrijk. Met deze technieken kan, met behoud van een goede biologische effectiviteit, de emissie naar het milieu en de blootstelling van omstanders en bewoners sterk terug gedrongen worden. Ontwikkelingen van innovatieve toedieningstechnieken in de hoogste driftreductieklasse (>95%) is tegenwoordig het speerpunt van onderzoek. Hoofdpunt is de fruitteelt vanwege de hoge driftcijfers en belasting van het oppervlaktewater en de hoge middelinzet.

Uit dit vooronderzoek blijkt dat er verschillen bestaan in de hoeveelheden middeldepositie tussen de geteste 2-rijige machinetypen (Munckhof en KWH). Dat wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de verschillen in de constructie tussen de typen. Ook werd er een effect van spuitdooptype vastgesteld. Specifieke combinaties van machinetype, hoeveelheid luchtondersteuning en dooptype lijken de depositie in de boom te verbeteren. Voor een verdere optimalisatie en onderbouwing is meer onderzoek noodzakelijk.

Om dit te realiseren is een consortium samengesteld dat bestaat uit een samenwerking met marktleidende spuitmachinefabrieken, de gewasbeschermingsmiddelen industrie, de sector en waterschappen. Dit consortium heeft een projectvoorstel ingediend, waarbij de resultaten uit dit onderzoek worden ingebracht.

Het voorstel "**Innovatieve efficiënte toedieningstechnieken (KV1406 044)**", is ingediend in het kader van Publiek-Private Samenwerking voor onderzoek en innovatie inzake onderzoek, bij de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen.

Het voorstel bestaat uit de onderstaande onderdelen.

Ontwikkeling precisie spuittechnieken

Ontwikkeling van sensoren, spuittechnieken, rekenregels voor implementatie bij de verschillende spuitmachinefabrikanten. Sensorontwikkeling voor de bepaling van plaats en grootte van het gewas om gewasafhankelijk spuiten van gewasbeschermingsmiddelen mogelijk te maken. Ontwikkeling van spuittechnieken om precisie bespuitingen en gewasafhankelijk spuiten mogelijk te maken. Ontwikkelde sensoren en spuittechnieken worden in laboratorium en onder praktijkomstandigheden getest.

Vaststellen rekenregels depositie patroon

Om tot een rekenregel voor het depositiepatroon in de fruitboom te komen worden ter vaststelling van de uitgangssituatie spuitvloeistofdepositie metingen uitgevoerd in appel en peer. Hierbij is speciaal aandacht voor de rijen die van twee zijden tegelijk gespoten worden en de aansluitrijen die in twee keer van een zijde bespoten worden. Het effect van luchtinstellingen op het verdelingspatroon in appel en peer wordt vastgesteld. Het effect van gewasafhankelijk spuiten wordt door middel van gewasafhankelijk spuiten in combinatie met het effect van dooptypen op de verdeling in de bomen en enkele neerwaarts gespoten gewassen vastgesteld. Op basis hiervan worden rekenregels opgesteld. Voor de verschillende componenten worden instelparameters en verbeteringen geëvalueerd op effect van spuitvloeistofdepositie in de bomen en gewassen.

Vaststellen rekenregels dosering gewasbeschermingsmiddelen

Voor een adequate bestrijding is voor ieder middel een bepaalde hoeveelheid op het te bespuiten gewas nodig. Op basis van de depositiepatronen van de innovatieve toedieningstechnieken worden afhankelijk van het groeistadium rekenregels ontwikkeld die dit realiseren.

Vaststellen reductie middelgebruik

Aanvullend op de depositiemetingen worden bespuitingen uitgevoerd van praktijkpercelen appel en peer met verschillende boom- en snoeivormen om de reductie in spuitvolume en daarmee de potentiële middelbesparing vast te stellen. Deze metingen worden in drie bladstadia van de boom gedaan; kaal, half blad, vol blad. Middelreductie in neerwaarts gespoten gewassen zal in verschillende groeistadia van aardappel, aardbei en bloembolgewassen vastgesteld worden.

Vaststellen emissiereductie

Uitvoeren van metingen om het effect van middelreductie en toedieningstechniek op de emissie naar bodem, oppervlaktewater en lucht vast te stellen.

Het doel van deze PPS is het ontwikkelen van toedieningsmethoden en rekenregels om afhankelijk van toedieningstechniek en gewasstadium een uniforme bedekking van het te bespuiten gewas te hebben. Target is een emissiereductie van minimaal 95% door zowel techniek als een mogelijke besparing aan middel. Het toegepaste onderzoeksdoel is innovatieve toedieningstechnieken te ontwikkelen en met de ontwikkelde rekenregels te optimaliseren naar een meest efficiënte verdeling in het gewas en minimale spuitdrift.

Door de nieuw ontwikkelde spuittechnieken zullen er minder gewasbeschermingsmiddelen gebruikt worden terwijl de effectiviteit ervan wordt verbeterd en de kosten verlaagd. Door automatisering van het toedieningsproces en meerrijen toepassing in de fruitteelt is arbeidsbesparing mogelijk. De veiligheid van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen wordt verbeterd door een verlaging van het gebruik en de emissie van de middelen. De kennis van de instel variabelen van toedieningstechnieken op de spuitvloeistofdepositie en emissie wordt verbeterd waardoor weer nieuwe technieken en rekenregels ontwikkeld kunnen worden.

Looptijd van het PPS-project: 2015-2018.

5 Literatuur

Anonymus, 1998. Wijziging Regeling uitvoering milieutoelatingseisen bestrijdingsmiddelen. Staatscourant 153, 1998.

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.

Ctgb, 2012. Handboek Toelating Bestrijdingsmiddelen. <http://www.ctgb.nl/>

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

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

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, B. Heijne & M. Wenneker, 2001. Driftreductie bij bespuitingen in de fruitteelt (stand van zaken december 2001). Instituut voor Milieu- en Agritechniek, IMAG Rapport 2001-19, Wageningen. 36pp.

Zande, J.C. van de, H.J. Holterman & M. Wenneker, 2007. Doppenclassificatie fruitteelt. Vaststellen referentie spuitdoppen klassengrenzen. Wageningen UR, Plant Research International, WUR-PRI Report 150, Wageningen. 2007. 22p.