

# Onderzoek aan spuitdoppen uit de Albus CVI80-serie voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

H.J. Holterman, D.C. de Hoog en J.C. van de Zande



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH





# Onderzoek aan spuitdoppen uit de Albusz CVI80-serie voor classificatie op basis van driftgevoeligheid

H.J. Holterman, D.C. de Hoog en J.C. van de Zande

Dit onderzoek is in opdracht van ALBUZ-Solcera uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Agrosysteemkunde, onder projectnummer 3710469900.

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

Wageningen, augustus 2022

---

Rapport WPR-1122

---

Holterman, H.J., D.C. de Hoog, J.C. van de Zande, 2022. *Onderzoek aan spuitdoppen uit de Albuz CVI80-serie voor classificatie op basis van driftgevoeligheid*. Wageningen Research, Rapport WPR-1122. 30 blz.; 3 fig.; 6 tab.; 19 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/559241>

In deze studie zijn de doptypen Albuz CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 onderzocht om hun driftgevoeligheid te classificeren voor toepassingen in zowel neerwaartse (bij 300 kPa spuitdruk) als op- en zijwaartse toedieningen (bij 300 en 700 kPa spuitdruk). Voor de dopclassificatie bij neerwaartse toediening werden druppelgroottemetingen gedaan, waarvan de resulterende druppelgroottespectra en druppelsnelheden gebruikt werden in het IDEFICS driftmodel. Er zijn verschillende configuraties van de spuitboom onderzocht, door te variëren in dopafstand en spuitdophoogte. Van deze configuraties is eerst op een spuitbord vastgesteld of zij een voldoende gelijkmatige verdeling zouden geven, dat wil zeggen een variatiecoëfficiënt (VC) minder dan 10%. Vervolgens zijn driftsimulaties uitgevoerd, waarna driftreducties ten opzichte van de referentiesituatie werden berekend en de configuraties werden vergeleken met de classificatiegrenzen. Volgens het huidige classificatiesysteem zijn alleen de situaties van belang waarbij de spuitdophoogte 50 cm is. Bij deze spuitdophoogte en een dopafstand van 25 cm zouden de doptypen CVI 80 01, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 als DRD75 aangemerkt kunnen worden, bij een spuitdruk van 300 kPa. Evenzo zouden bij dezelfde spuitdophoogte maar met een dopafstand van 50 cm de doptypen CVI 80 04 en CVI 80 05 als DRD75 aangemerkt kunnen worden, bij een spuitdruk van 300 kPa. Een verlaging van de spuitdophoogte gaf een hogere driftreductie. Bij een spuitdophoogte van 40 cm en dopafstand van 25 cm leverden alle onderzochte doptypen bij 300 kPa spuitdruk een VC minder dan 10% en een driftreductie van meer dan 75%. Bij een spuitdophoogte van 30 cm en dopafstand van 25 cm bleken alleen doptypen CVI 80 025, CVI 80 04 en CVI 80 05 te voldoen aan het criterium van  $VC < 10\%$  bij 300 kPa spuitdruk; ze leverden daarbij een driftreductie van meer dan 90%, en kunnen op basis van nieuwe protocol aangemerkt worden als DRD75 voor gebruik in de DRT 'Verlaagde spuitboom'. Voor de dopclassificatie bij op- en zijwaartse toedieningen speelt alleen de volumefractie van kleinere druppels ( $V_{100}$ ) een rol. Deze  $V_{100}$  werd vergeleken met die van de grensdoppen voor driftreductieclassen bij op- en zijwaartse toedieningen, waarna een classificatie mogelijk was. Alle onderzochte doptypen bleken bij een spuitdruk van zowel 300 kPa als 700 kPa in aanmerking te komen voor classificatie als DRD75.

Trefwoorden: druppelgrootte, drift, driftreductie, classificatie, simulatie

© 2022 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](http://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-1122

Foto omslag: licentievrij (pexels.com: Nadi Lindsay)

---

# Inhoud

<b>Woord vooraf</b>	<b>5</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>11</b>
<b>2 Materiaal en methoden</b>	<b>12</b>
2.1 Selectie van spuitboomconfiguraties	13
2.2 Meetmethodiek druppelgrootte	13
2.3 Modelberekeningen	14
2.4 Indeling in driftreductieklassen	16
<b>3 Meetresultaten</b>	<b>17</b>
3.1 Vloeistofverdeling van spuitboomconfiguraties	17
3.2 Vloeistofafgifte	17
3.3 Druppelgroottespectrum	18
3.4 Driftdepositie en dopclassificatie neerwaarts	19
3.5 Dopclassificatie op- en zijwaarts	20
<b>4 Conclusie</b>	<b>21</b>
<b>Literatuur</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage 1 Overzicht metingen van druppelgroottes</b>	<b>23</b>

---

---

# Woord vooraf

Dit onderzoek naar de driftreducerende eigenschappen van spuitdoppen voor akkerbouw en fruitteelt is uitgevoerd in opdracht van ALBUZ-Solcera (Evreux, Frankrijk). Het onderzoek is begeleid door dhr. Patrick Levesque (ALBUZ).





---

# Samenvatting

In deze studie zijn de doptypen Albus CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 onderzocht om hun driftgevoeligheid te classificeren voor toepassingen in zowel neerwaartse (bij 300 kPa spuitdruk) als op- en zijwaartse toedieningen (bij 300 en 700 kPa spuitdruk).

Voor de dopclassificatie bij neerwaartse toediening werden druppelgroottemetingen gedaan, waarvan de resulterende druppelgroottespectra en druppelsnelheden gebruikt werden in het IDEFICS driftmodel. Er zijn verschillende configuraties van de spuitboom onderzocht, door te variëren in dopafstand en spuitdophoogte. Van deze configuraties is eerst op een spuitbord vastgesteld of zij een voldoende gelijkmatige verdeling zouden geven, dat wil zeggen een variatiecoëfficiënt (VC) minder dan 10%. Vervolgens zijn driftsimulaties uitgevoerd, waarna driftreducties ten opzichte van de referentiesituatie werden berekend en de configuraties werden vergeleken met de classificatiegrenzen. Volgens het huidige classificatiesysteem zijn alleen de situaties van belang waarbij de spuitdophoogte 50 cm is. Bij deze spuitdophoogte en een dopafstand van 25 cm zouden de doptypen CVI 80 01, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 als DRD75 aangemerkt kunnen worden, bij een spuitdruk van 300 kPa. Evenzo zouden bij dezelfde spuitdophoogte maar met een dopafstand van 50 cm de doptypen CVI 80 04 en CVI 80 05 als DRD75 aangemerkt kunnen worden, bij een spuitdruk van 300 kPa. Een verlaging van de spuitdophoogte gaf een hogere driftreductie. Bij een spuitdophoogte van 40 cm en dopafstand van 25 cm leverden alle onderzochte doptypen bij 300 kPa spuitdruk een VC van minder dan 10% en een driftreductie van meer dan 75%. Bij een spuitdophoogte van 30 cm en dopafstand van 25 cm bleken alleen doptypen CVI 80 025, CVI 80 04 en CVI 80 05 te voldoen aan het criterium van  $VC < 10\%$  bij 300 kPa spuitdruk; ze leverden daarbij een driftreductie van meer dan 90%. Volgens nieuw protocol wordt bij 0,30 m dophoogte beoordeeld op 0,50 m dophoogte waardoor deze doppen bij 0,30 m dophoogte als DRD75 aangemerkt worden voor toepassing in combinatie met een DRT met lage spuitboomhoogte.

Voor de dopclassificatie bij op- en zijwaartse toedieningen speelt alleen de volumefractie van kleinere druppels ( $V_{100}$ ) een rol. Deze  $V_{100}$  werd vergeleken met die van de grensdoppen voor driftreductieclassen bij op- en zijwaartse toedieningen, waarna een classificatie mogelijk was. Alle onderzochte doptypen bleken bij een spuitdruk van zowel 300 kPa als 700 kPa in aanmerking te komen voor classificatie als DRD75.



---

# Summary

In this study the nozzle types Albuz CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 and CVI 80 05 were investigated to establish their drift reduction classification for both downward (at 300 kPa liquid pressure) and upward and sideways application techniques (at both 300 and 700 kPa liquid pressure).

For downward applications, drop size distributions and drop speeds were measured, which were fed into the IDEFICS spray drift model. Various sprayer boom setups were tested by varying sprayer boom height and inter-nozzle distance. These configurations were tested first on a patternator to evaluate the evenness of the spray liquid distribution, by quantifying the coefficient of variation (CV) and selecting the configurations where  $CV < 10\%$ . Subsequently, drift simulations were carried out and drift reductions were determined with respect to a reference spray application. Finally, the configurations were classified regarding their drift reducing capabilities. Currently, the Dutch classification system is for boom heights of 0.50 m only. Respecting these conditions, with nozzle distance of 0.25 m the nozzle types CVI 80 01, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 and CVI 80 05 would classify as DRN75 at liquid pressure of 300 kPa. Similarly, with same boom height yet with nozzle distance of 0.50 m the nozzle types CVI 80 04 and CVI 80 05 would classify as DRN75 at liquid pressure of 300 kPa. A lower boom height led to a higher drift reduction. With a boom height of 0.40 m and nozzle distance of 0.25 m all tested nozzle types gave a drift reduction of more than 75%. With a boom height of 0.30m and nozzle distance of 0.25 m only nozzle types CVI 80 025, CVI 80 04 and CVI 80 05 gave a CV of less than 10% at 300 kPa liquid pressure; these configurations gave a drift reduction of more than 90%. According to the new protocol nozzles to be used at 0.30 m nozzle height are to be evaluated at 0.50 m nozzle height and the CVI 80 025, CVI 80 04 and CVI 80 05 are therefore classified as DRN75 for specific use in the Drift Reducing Technique (DRT) 'Low boom height'.

Nozzle classification for upward and sideways application techniques only depends on the volume fraction of smaller drops ( $V_{100}$ ). Measured values of  $V_{100}$  were compared with those of boundary nozzles from the nozzle classification for spray application in fruit orchards. All nozzle types would be classified as DRN75 at both 300 and 700 kPa liquid pressure.



---

# 1 Inleiding

Het Activiteitenbesluit Milieubeheer (I&M, 2012, 2017a) bepaalt dat bij bespuitingen van een gewas met veldspuitapparatuur het gehele veld bespoten moet worden met een 75% driftreducerende techniek (DRT75). Bijvoorbeeld een standaard veldspuit uitgerust met 75% driftreducerende doppen (DRD75). In de "Beoordelingssystematiek emissiereducerende maatregelen open teelt" (TCT, 2017) en de daarin beschreven testmethode "Meetprotocol voor het vaststellen van de driftreductie van spuitdoppen voor neerwaartse en op- en zijwaartse bespuiting - versie 2 november 2021" (I&W, 2021; hierna kortweg aangeduid als 'meetprotocol') worden de eisen beschreven waaraan de spectra van spuitdoppen moeten voldoen om als driftarm te worden aangemerkt. Ook is hierin de toe te passen meetmethode vastgelegd. Driftarme doppen kunnen onderling behoorlijk verschillen in werkelijke driftreductie. Door de Technische Commissie Techniekbeoordeling (TCT, 2021a) worden spuitdop-druk combinaties daarom ingedeeld in driftreductieklassen (DRD50, DRD75, DRD90, DRD95) voor gebruik in de verschillende driftreducerende technieken (DRT; TCT, 2021b) en ter bepaling van de teeltvrije zone bij intensief gespoten gewassen.

Dit onderzoek omvat zeven doptypen uit de serie Albus CVI80, te weten CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05. Bij een spuitdruk van 300 is de vloeistofverdeling gemeten op een spuitbord (ISO5682-1, 2014; ISO5682-2; 2017) voor verschillende combinaties van spuitdophoogte en dopafstand. Volgens ISO 16119-2 (2013) moet de variatiecoëfficiënt (VC) van deze vloeistofverdeling kleiner dan 7% bedragen; ISO 16122-2 (2015) noemt een VC kleiner dan 10%, overeenkomstig het TCT-DRD meetprotocol (I&W, 2021). Voor de genoemde dop-drukcombinaties zijn druppelgroottemetingen gedaan. De resulterende druppelgroottespectra zijn gebruikt in berekeningen met het driftmodel IDEFICS (Holterman *et al.*, 1997) om de drift te bepalen naar het wateroppervlak van een standaardslot, voor alle geteste situaties waarvoor de VC van de verdeling op het spuitbord kleiner dan 10% was. Aan de hand van de uit de modelsimulaties berekende driftreductie ten opzichte van een referentiebespuiting zijn de onderzochte dop-drukcombinaties ingedeeld naar driftreductieklassen 75, 90 en 95%, analoog aan de methode beschreven door Porskamp *et al.* (1999), ISO22369 (2006) en het meetprotocol voor de bepaling en de classificatie van de driftreductie van spuitdoppen (I&W, 2021).

De onderzochte doppen kunnen ook toegepast worden in op- en zijwaartse bespuitingen. In de dopclassificatie voor de fruitteelt (Holterman *et al.*, 2015) is beschreven welke referentiedop en grensdoppen voor de diverse driftreductieklassen van toepassing zijn. Voor de dopclassificatie in de fruitteelt worden druppelgroottespectra vergeleken met die van de grensdoppen van de driftreductieklassen, om zo tot een indeling in driftreductieklassen te komen.

---

## 2 Materiaal en methoden

Van de doptypen Albus CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 (Figuur 1) werden het druppelgroottespectrum en de druppelsnelheden bepaald met behulp van de optische methode phase-doppler anemometrie (PDA) bij spuitdrukken 300 en 700 kPa. Ook het druppelgroottespectrum van de grensdop Fijn/Midden voor neerwaartse toediening (F/M; Lurmark 31-03-F110 bij een spuitdruk van 300 kPa) van de klassenindeling volgens de British Crop Protection Council (BCPC, Southcombe *et al.*, 1997) is op soortgelijke wijze gemeten; deze referentiedop wordt verder aangeduid als BCPC-F/M. Voor classificatie voor de fruitteelt worden andere referentiedoppen en grensdoppen gehanteerd (Holterman *et al.*, 2015). Ook deze doppen zijn in de spectrummetingen meegenomen.

Als spuitvloeistof werd leidingwater toegepast. De resulterende spectra werden gebruikt in het simulatiemodel IDEFICS (versie 0.434; Holterman *et al.*, 1997) om de verwachte drift naar een standaardsloot te berekenen voor een gestandaardiseerde volvelds bespuiting. De evaluatiestrook voor driftdepositie komt overeen met de positie van het wateroppervlak; dit is 1,625-2,625 m vanaf de gewasrand. De simulaties met de onderzochte doptypen werden uitgevoerd voor een dopafstand van 0,50 m of een dopafstand van 0,25 m, voor zover de verdelingsmetingen op een spuitbord daartoe aanleiding gaven door een voldoende lage variatiecoëfficiënt. Recent is het meetprotocol voor driftreducerende doppen aangepast voor doppen met kleinere tophoek (80-90°), waarmee deze doppen getest mogen worden bij dopafstand van 0,25 m en een spuitdophoogte 0,50 m (I&W, 2021). Conform dit meetprotocol werd in alle situaties de buitenste spuitdop op 0,50 m binnen de gewasrand geplaatst. Daarmee komt de evaluatiestrook op 2,125-3,125 m vanaf de buitenste dop te liggen (zie ook paragraaf 2.3).

Driftdepositie wordt uitgedrukt als percentage van de uitgebrachte dosering per oppervlakte-eenheid. Aan de hand van de berekende drift van de BCPC F/M referentiedop en de geteste combinaties met de Albus CVI80-doppen werden de dop-drukcombinaties beoordeeld naar het systeem van driftreductieclassen (volgens ISO22369 t.o.v. de BCPC F/M grensdop) volgens het classificatiesysteem van de TCT (TCT, 2017).



**Figuur 1** Doptype Albus CVI 80 015 als voorbeeld van de CVI 80-serie ([albus-spray.com](http://albus-spray.com)).

## 2.1 Selectie van spuitboomconfiguraties

Op het spuitbord is de vloeistofverdeling gemeten voor verschillende combinaties van spuitdophoogte en dopafstand voor de doptypen CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 bij een spuitdruk van 300 kPa:

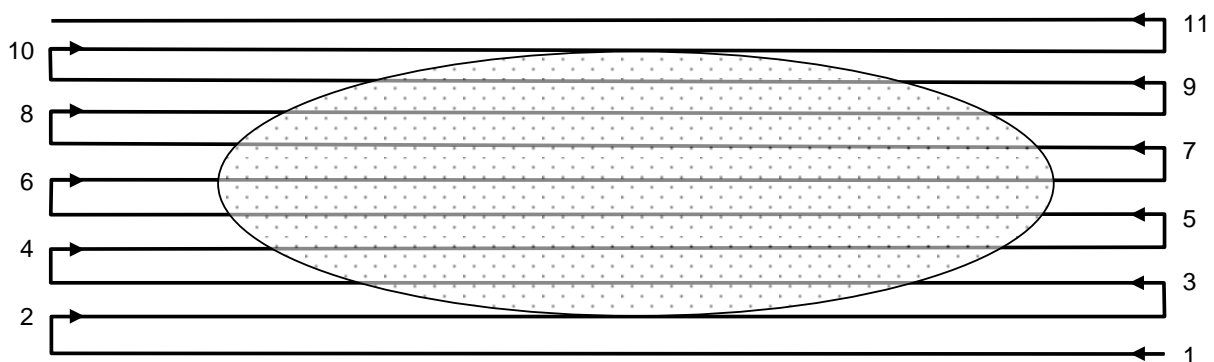
- Dopafstand 0,50 m bij spuitdophoogte 0,50 m boven het gewas
- Dopafstand 0,25 m bij:
  - spuitdophoogte 0,50 m (boven het gewas)
  - spuitdophoogte 0,40 m
  - spuitdophoogte 0,30 m

Bij een dopafstand van 0,25 m konden 10 doppen boven het spuitbord geplaatst worden. Bij een dopafstand van 0,50 m was er plaats voor 5 doppen. Het spuitbord had gootjes van 0,025 m breed. Voor de bepaling van de variatiecoëfficiënt (VC) zijn steeds 4 gootjes samengenomen om een effectieve gootbreedte van 0,10 m te verkrijgen. Vervolgens is de VC berekend over een breedte van 1,00 m uit het midden van de verdeling. Combinaties die een variatiecoëfficiënt (VC) lager dan 10% opleverden, zijn verder uitgewerkt in simulaties met IDEFICS om driftdeposities en driftreducties te bepalen voor een volvelds bespuiting, met uitzondering van enkele gevallen die buiten de condities van het meetprotocol vielen (zie paragraaf 3.1).

## 2.2 Meetmethodiek druppelgrootte

Van 10 exemplaren van de te onderzoeken doppen is de vloeistofafgifte bepaald bij een bepaalde vloeistofdruk. Uit deze waarden is de mediaan bepaald om vervolgens de 3 doppen te kunnen selecteren, waarvan de afgifte het dichtst bij de mediaan lag. Van de geselecteerde 3 doppen werden vervolgens het druppelgroottespectrum en druppelsnelheden bepaald met een Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA, TSI). De spuitvloeistof hierbij was leidingwater van 20°C. De meetruimte werd ingesteld op een temperatuur van 20°C en een relatieve luchtvochtigheid van 70%.

Bij de metingen van het druppelgroottespectrum beschreef de doppositie een patroon van 11 parallelle banen (Figuur 2). De lengte van de banen en hun onderlinge afstand werden per situatie zodanig ingesteld, dat het banenpatroon het totale spuitpatroon goed afdekte. De snelheid waarmee het banenpatroon werd doorlopen, werd daarbij zodanig afgesteld, dat ten minste 10000 druppels per meting werden gemeten. Voor zowel de Albus-doppen als de referentie- en grensdoppen was de dophoogte 0,35 m boven het meetvlak. De meethoogte boven de vloer bedroeg 0,70 m. Ten slotte werd de tophoek van de spuitkegel elke dopdrukcombinatie geometrisch bepaald.



**Figuur 2** *Patroon van de banen voor het scannen van de druppelgrootteverdeling in een horizontaal vlak 0,35 m onder een spuitkegel van een spleetdop. De baanlengte en de onderlinge baanafstand werden aangepast aan de spuitpatronen van de te meten doppen. Baan 6 is de middelste baan loodrecht onder de dop.*



---

Van elk van de drie geselecteerde doppen werd de druppelgroottebepaling in drievoud uitgevoerd. Per meetdag werden ook metingen uitgevoerd voor de referentiedop voor neerwaarts toediening BCPC F/M. Voor op- en zijwaartse toediening zijn druppelgroottemetingen gedaan voor de betreffende referentiedop (Albuz ATR80 Lila) en grensdoppen voor de verwachte driftreductieclassen van de op die dag geteste dop-drukcombinatie van de Albuz CVI80-doppen.

Voor de bepaling van het snelheidsverloop van druppels in de spuitkegel, zijn afzonderlijke metingen uitgevoerd met de PDPA. Deze puntmetingen zijn uitgevoerd in het centrum van de spuitkegel op 4, 6, 9, 12, 15, 20, 25 en 30 cm midden onder de dop. De meetresultaten bestonden uit de verticale snelheid en de diameter van elke gedetecteerde druppel. Hieruit werd de gemiddelde druppelsnelheid afgeleid als functie van druppelgrootte en afstand onder de dop. Deze resultaten werden vervolgens gebruikt om voor het IDEFICS driftmodel de entrainment te bepalen (de luchtstromingen in de spuitkegel) en de beginsnelheid van druppels bij het verlaten van de spuitdop.

De PDPA was tijdens de metingen als volgt ingesteld:

- Laservermogen in meetpunt 25 mW
- Focus frontlens transmitter 1000 mm
- Focus frontlens detector 1000 mm
- Expander/contractor contractor
- Detectiehoek 40o
- Detectorspanning 540 V
- Signaaldrempel 50 mV
- Meetbereik 5 - 1250  $\mu\text{m}$  (voor doppen in DRD95-bereik: 5 – 1500  $\mu\text{m}$ )
- Diameter resolutie 2,4  $\mu\text{m}$
- Probe Volume Correction ja

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

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

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

## 2.3 Modelberekeningen

De resultaten van de metingen van de druppelgrootteverdeling en de druppelsnelheden werden als invoer in het driftmodel IDEFICS-win (versie 0.434; maart 2020) gebruikt. Voor de modelberekeningen met de Albuz CVI80-doppen werden alleen de combinaties doorgerekend waarvoor de VC van de spuitbordmetingen minder dan 10% bedroeg; zie paragraaf 3.1. Dit betrof diverse combinaties van de volgende dopafstanden en spuitdophoogtes:

- Dopafstand 0,50 m en dophoogte 0,50 m boven het gewas
- Dopafstand 0,25 m bij:
  - spuitdophoogte 0,50 m (boven het gewas)
  - spuitdophoogte 0,40 m
  - spuitdophoogte 0,30 m



## 2.4 Indeling in driftreductieklassen

De driftreductie is berekend analoog aan de methode van Porskamp *et al.* (1999) ten opzichte van een referentiedop BCPC F/M en zoals weergegeven in het meetprotocol (I&W, 2021). Het referentiespectrum is op dezelfde dagen gemeten als waarop de druppelgroottemetingen van de onderzochte Albuz CVI-doppen zijn uitgevoerd.

Er is enige statistische spreiding te verwachten in zowel het gemiddelde druppelgroottespectrum (wat gevolgen heeft voor de berekende drift) als in de resultaten van de driftberekeningen op zich. Door de herhaalde metingen van druppelgroottespectra en de herhalingen in de driftsimulaties zijn deze onzekerheden sterk te reduceren. Het blijkt dat de onzekerheid in de berekende driftwaarden ongeveer 1% bedraagt. Hieruit is af te leiden dat bij een driftreductie van 75% de onzekerheid ca. 0,4% is, bij 90% ca. 0,2% en bij 95% ca. 0,1%. Bij de voorgestelde indeling van dop-drukcombinaties in driftreductieklassen is hiermee in deze rapportage geen rekening gehouden. Analoog aan de klassenindelingen in Duitsland (Ganzelmeier en Rautmann, 2000) en Engeland (Gilbert, 2000) en de beoordeling van resultaten van veldproeven (ISO-22369, 2006; I&M, 2017b) is uitgegaan van de absolute waarden 50, 75, 90 en 95% voor het vastleggen van de grenzen van de reductieklassen.

Voor de dopclassificatie voor op- en zijwaartse toediening wordt de  $V_{100}$  van de te onderzoeken dop-drukcombinatie vergeleken met de  $V_{100}$ -waarden van de grensdoppen voor driftreductieklassen die in de fruitteelt zijn vastgesteld (Holterman *et al.*, 2015). Een dop-drukcombinatie kan worden ingedeeld in een zekere driftreductieklasse als de gemeten  $V_{100}$  gelijk is aan of kleiner dan de  $V_{100}$  van de grensdop van die klasse, maar groter is dan de  $V_{100}$  van de grensdop bij de eerstvolgende hogere klasse. De referentie- en grensdoppen voor de fruitteelt staan vermeld in Tabel 1.

**Tabel 1** Referentiedop en grensdoppen voor classificatie van doppen naar driftreductie in de fruitteelt (Holterman *et al.*, 2015).

Doptype	Spuitdruk [kPa]	Grensdop
Albuz Lila (ATR 80)	700	REF
Teejet DG 8002	700	DRD50
Albuz AVI 80015	700	DRD75
Lechler ID 9001	500	DRD90
Albuz TVI 80025	700	DRD95

# 3 Meetresultaten

## 3.1 Vloeistofverdeling van spuitboomconfiguraties

Op het spuitbord zijn de verdelingspatronen gemeten van de Albus CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 bij een spuitdruk van 300 kPa en verschillende combinaties van spuitdophoogte en dopafstand zoals genoemd in paragraaf 2.1. De variatiecoëfficiënt (VC) bij een effectieve gootbreedte van 10 cm is bepaald over een lengte van 1,00 m uit het midden van de vloeistofverdeling. De resultaten staan in Tabel 2. De gevallen waarbij de VC kleiner dan 10% was, zijn gemarkeerd als een blauwe cel in de tabel. Deze combinaties zijn verder uitgewerkt in de driftsimulaties met IDEFICS voor de bepaling van driftreducties.

**Tabel 2** Variatiecoëfficiënt (VC) van onderzochte combinaties van spuitdophoogte en dopafstand voor Albus CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 bij 300 kPa spuitdruk.

Variatiecoëfficiënt [%] <sup>1</sup>				
Spuitdophoogte [m]	0,50	0,50	0,40	0,30
Dopafstand [m]	0,50	0,25	0,25	0,25
CVI 80 01	10,9	8,6	5,5	16,0
CVI 80 015	22,9	15,7	4,7	20,5
CVI 80 02	17,9	10,7	5,9	14,3
CVI 80 025	14,6	7,4	6,9	7,4
CVI 80 03	10,8	6,6	4,5	12,5
CVI 80 04	8,9	4,9	4,4	9,0
CVI 80 05	9,3	5,0	2,3	9,8

<sup>1</sup> Combinaties waarvoor VC < 10%, zijn blauw gekleurd.

## 3.2 Vloeistofafgifte

Tien exemplaren van elk van de zeven te testen doptypen werden genummerd en voor elk van deze doppen werd vervolgens de vloeistofafgifte gemeten bij vloeistofdruk van 300 kPa. De drie doppen met een afgifte het dichtst bij de mediaan werden geselecteerd voor de metingen van de druppelgrootteverdelingen met de PDPA. De gemeten afgifte, mediaan en nummers van de drie geselecteerde doppen staan vermeld in Tabel 3.

NB per abuis zijn de drie doppen geselecteerd die de geringste afwijking van de gemiddelde afgifte hadden, in plaats van de afwijking ten opzichte van de mediaan. In sommige gevallen is daardoor voor een van de drie doppen een andere selectie gemaakt dan op basis van afwijking tot mediaan het geval zou zijn geweest. Omdat de afwijkingen in afgifte van de hier gekozen doppen zeer gering is (hooguit 1% afwijking van de mediaan) en het hooguit één van de drie doppen betreft, wordt het onwaarschijnlijk geacht dat deze keuze het uiteindelijke meetresultaat en de conclusies significant beïnvloed kan hebben.

**Tabel 3** Afgiftemetingen voor tien exemplaren van de te testen Albuz CVI80-doptyen bij een vloeistofdruk van 300 kPa. In de laatste twee kolommen zijn de bijbehorende mediaan en de nummers van de drie geselecteerde doppen, waarvan de afgifte het dichtst bij de mediaan ligt, gegeven.

Doptye	Dopnummers en afgifte [ml/min]										mediaan [ml/min]	gekozen doppen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
CVI 80 01	394,7	393,1	395,2	406,3	400,7	391,9	409,1	404,6	395,7	403,4	398,2	5,9,10
CVI 80 015	592,7	593,4	603,0	599,4	582,5	591,5	585,4	590,5	592,8	597,9	592,7	1,2,9
CVI 80 02	781,7	784,9	774,6	820,1	788,7	795,8	792,6	781,1	804,4	794,1	790,6	5,7,10
CVI 80 025	986,5	986,5	986,5	988,0	993,5	978,5	983,5	986,5	980,0	972,0	986,5	3,7,8
CVI 80 03	1181,5	1183,0	1184,0	1197,0	1191,0	1197,0	1196,5	1188,0	1200,5	1201,5	1193,8	5,7,8
CVI 80 04	1555,5	1564,5	1564,5	1561,5	1571,5	1567,5	1575,5	1564,5	1571,0	1565,5	1565,0	2,6,10
CVI 80 05	1991,0	1964,0	2013,5	2007,5	2004,5	1994,0	1996,0	1997,0	1997,0	1993,0	1996,5	7,8,9

### 3.3 Druppelgroottespectrum

In Tabel 4 is het gemiddelde van de karakteristieke grootheden voor de geteste Albuz-doppen bij verschillende vloeistofdrukken samengevat, zoals bepaald met de PDPA. De bijbehorende metingen van de BCPC-F/M referentiedoppen voor de neerwaartse toedieningen zijn ook in de tabel opgenomen, evenals de Albuz-Lila referentiedop en de DRD75 en DRD90 grensdoppen voor op- en zijwaartse toedieningen. Van elk van de drie geselecteerde doppen (Tabel 3) werd de druppelgrootteverdeling in drievoud gemeten. De meetwaarden van de individuele druppelgroottemetingen staan in Bijlage 1. Voor alle geteste Albuz CVI80-doppen was de variatiecoëfficiënt van  $D_{V10}$  en  $D_{V50}$  kleiner dan 5% (zie Bijlage 1).

**Tabel 4** Samenvatting van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de Albuz-doppen CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 bij verschillende vloeistofdrukken. Tevens soortgelijke gegevens voor de referentiedop neerwaarts (BCPC F/M), referentiedop op- en zijwaarts (Albuz Lila) en de grensdoppen op- en zijwaarts. Gemeten met PDPA.

Doptye	Vloeistof- druk [kPa]	$D_{V10}$ [µm]	$D_{V50}$ [µm]	$D_{V90}$ [µm]	$V_{100}$ [%]	$v_{gem}$ [m/s]	Tophoek [°] <sup>1</sup>	Gem. aantal druppels
BCPC F/M: Ref	300	117	224	364	5,90	3,5	110	36300
Albuz Lila: Ref	700	75	122	171	26,6	1,4	-	18100
AVI 80015: DRD75	700	147	285	470	2,96	3,6	-	16200
ID 9001C: DRD90	500	257	542	872	0,69	2,2	-	14000
CVI 80 01	300	207	437	706	0,98	2,4	71	11500
	700	149	304	501	2,76	2,9	-	15000
CVI 80 015	300	217	450	731	0,93	2,6	73	13900
	700	155	317	522	2,61	3,2	-	20900
CVI 80 02	300	219	441	700	0,90	3,0	72	13300
	700	156	317	518	2,58	3,8	-	17600
CVI 80 025	300	214	433	682	0,97	3,3	74	13600
	700	153	313	506	2,67	4,2	-	16500
CVI 80 03	300	229	466	748	0,73	3,6	79	12300
	700	162	338	569	2,14	4,7	-	15300
CVI 80 04	300	223	463	746	0,80	4,2	69	13400
	700	157	324	565	2,32	5,5	-	19200
CVI 80 05	300	218	462	760	0,83	4,0	81	15100
	700	153	319	572	2,51	5,4	-	27000

<sup>1</sup> Voor de dop-drukcombinaties ten behoeve van op- en zijwaartse toediening is een tophoekbepaling niet nodig en daarom niet uitgevoerd.

Voor de driftsimulaties met IDEFICS is ook de tophoek van de spuitkegel van belang. Deze zijn eveneens in Tabel 4 vermeld. Voor dopclassificatie op- en zijwaarts worden geen driftsimulaties gedaan en is alleen het spectrum bepalend. Dit betreft de CVI80-doppen bij 700 kPa en de referentie- en grensdoppen voor op- en zijwaartse toediening; voor deze gevallen zijn dan ook geen tophoekbepalingen uitgevoerd.

### 3.4 Driftdepositie en dopclassificatie neerwaarts

Met het driftmodel IDEFICS zijn volvelds berekeningen uitgevoerd voor de gekozen situaties van vloeistofdruk, spuitdophoogte en dopafstand zoals geselecteerd op basis van VC; zie Tabel 2. De driftsimulaties zijn in vijfvoud uitgevoerd, waarvan vervolgens het gemiddelde en de standaardfout van het gemiddelde (SEM, standard error of mean) van de driftdepositie op de evaluatiestrook werden bepaald. Deze waarden staan in Tabel 5 vermeld. De gemiddelde driftreductie op die strook is bepaald ten opzichte van de driftdepositie voor een referentiebespuiting met BCPC-F/M doppen. Ten slotte is de verwachte indeling in driftreductieclassen op grond van deze driftreducties in de tabel opgenomen. De standaardfouten in de driftwaarden zijn erg klein, zodat de toevallige fout in de driftreducties ook klein is: 0,1% voor de hoogste driftreducties, oplopend tot 0,3% voor de laagste driftreducties in de tabel.

Volgens het huidige meetprotocol (I&W, 2021) moeten driftberekeningen en driftreductiebepaling uitgevoerd worden bij een spuitdophoogte van 0,50 m. Dit betreft de blauw gemarkeerde regels in Tabel 5.

**Tabel 5** Berekende driftdepositie en driftreducties op de strook 1,625-2,625 m vanaf de gewasrand 1 voor de Albuz CVI80-doppen bij verschillende vloeistofdrukken en spuitdophoogtes en voor de referentiebespuiting (BCPC F/M); met bijbehorende mogelijke indeling in driftreductieclassen. Voor de situaties met dopafstand 0,50 m en 0,25 m zat de buitenste dop 0,50 m vanaf de gewasrand.

Doptype	Vloeistofdruk [kPa]	Dopafstand [m]	Spuitdophoogte [m]	Drift		SEM <sup>2</sup> [% dosering]	Reductie <sup>3</sup> [%]	Driftreductie- klasse		
				[% dosering]	[% dosering]			50%	75%	90%
BCPC-F/M	300	0.5	0.5	2.099	0.015	-				
CVI 80 01	300	0.25	0.5	0.520	0.004	75	X			
		0.25	0.4	0.339	0.003	84	X			
CVI 80 015		0.25	0.4	0.306	0.005	85	X			
CVI 80 02		0.25	0.4	0.275	0.003	87	X			
CVI 80 025		0.25	0.5	0.423	0.004	80	X			
		0.25	0.4	0.283	0.006	87	X			
		0.25	0.3	0.182	0.002	91				X
CVI 80 03		0.25	0.5	0.346	0.003	84	X			
		0.25	0.4	0.230	0.003	89	X			
CVI 80 04		0.5	0.5	0.351	0.005	83	X			
		0.25	0.5	0.326	0.004	84	X			
		0.25	0.4	0.221	0.003	89	X			
		0.25	0.3	0.143	0.002	93				X
CVI 80 05		0.5	0.5	0.393	0.002	81	X			
		0.25	0.5	0.368	0.002	82	X			
		0.25	0.4	0.245	0.001	88	X			
		0.25	0.3	0.158	0.004	92				X

<sup>1</sup> Dit komt overeen met 2,125-3,125 m vanaf de buitenste dop.

<sup>2</sup> SEM = standard error of mean, rekening houdend met 5 onafhankelijke driftsimulaties in elke situatie.

<sup>3</sup> Reductie berekend ten opzichte van de gemiddelde driftdepositie voor een bespuiting met BCPC-F/M doppen.

### 3.5 Dopclassificatie op- en zijwaarts

Voor classificatie van de dop-drukcombinaties voor op- en zijwaartse toedieningen is de waarde van  $V_{100}$  van belang in relatie tot die van de grensdoppen van de diverse DRD-klassen; zie Tabel 6 (extract van relevante gegevens uit Tabel 4). De driftreductieklasse van een dop-drukcombinatie wordt dan bepaald door de hoogst mogelijke klasse van de grensdoppen, zodanig dat de  $V_{100}$  van de bijbehorende grensdop gelijk is aan of hoger dan de  $V_{100}$  van de onderzochte dop-drukcombinatie. De tabel laat zien dat voor alle onderzochte CVI-doppen bij 300 en 700 kPa spuitdruk de  $V_{100}$  ligt tussen de  $V_{100}$ -waarden van de DRD75- en DRD90-grensdop voor op- en zijwaartse bespuitingen. Daarmee komen de geteste dop-drukcombinaties in aanmerking voor een DRD75-classificatie.

**Tabel 6** Classificatie van Albuz CVI80-doppen bij 300 en 700 kPa spuitdruk voor op- en zijwaartse toediening, op basis van vergelijking van  $V_{100}$ -waarden met die van de diverse grensdoppen fruitteelt.

Doptype	Vloeistofdruk [kPa]	$V_{100}$ [%]	DRD50	DRD75	DRD90	DRD95
Albuz Lila: Ref	700	26,6				
AVI 80015: DRD75	700	2,96		X		
ID 9001C: DRD90	500	0,69			X	
CVI 80 01	300	0,98		X		
	700	2,76		X		
CVI 80 015	300	0,93		X		
	700	2,61		X		
CVI 80 02	300	0,90		X		
	700	2,58		X		
CVI 80 025	300	0,97		X		
	700	2,67		X		
CVI 80 03	300	0,73		X		
	700	2,14		X		
CVI 80 04	300	0,80		X		
	700	2,32		X		
CVI 80 05	300	0,83		X		
	700	2,51		X		



---

## 4 Conclusie

Voor de dooptypen Albus CVI 80 01, CVI 80 015, CVI 80 02, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05 zijn druppelgroottemetingen verricht bij een spuitdruk van 300 en 700 kPa. Aan de hand van verdelingsmetingen op een spuitbord is voor een aantal combinaties van dopafstand en spuitdophoogte bij een druk van 300 kPa onderzocht welke combinaties voldeden aan de norm van een variatiecoëfficiënt (VC) kleiner dan 10%. De dopafstand was 0,50 of 0,25 m; de spuitdophoogte kon daarbij waarden aannemen van 0,50, 0,40 of 0,30 m. Voor de configuraties met  $VC < 10\%$  zijn met het IDEFICS driftmodel simulaties van volvelds bespuitingen uitgevoerd. De resulterende driftdeposities werden vergeleken met de driftdepositie bij een gesimuleerde standaardbespuiting met BCPC-F/M referentiedoppen. Hieruit werd de driftreductie op een standaardsloot berekend, waarna de configuraties ingedeeld zouden kunnen worden in driftreductieklassen DRD75 of DRD90 (Tabel 5).

### **Classificatie neerwaartse toediening**

Voor de classificatie op basis van het huidige DRD-meetprotocol zijn alleen de situaties met spuitdophoogte 0,50 m en buitenste dop op positie 0,50 vanaf de gewasrand van belang (de blauw gemarkeerde regels in Tabel 5). Al deze gevallen komen bij 300 kPa spuitdruk in aanmerking voor indeling als DRD75. Bij een dopafstand van 0,25 m en 0,50 m dophoogte betreft dit de dooptypen CVI 80 01, CVI 80 025, CVI 80 03, CVI 80 04 en CVI 80 05. Bij een dopafstand van 0,50 m en 0,50 m dophoogte betreft dit de dooptypen CVI 80 04 en CVI 80 05. Merk op dat dooptypen CVI 80 015 en CVI 80 02 bij een spuitdophoogte van 0,50 m geen VC kleiner dan 10% opleverden.

Bij een spuitdophoogte van 0,40 m en dopafstand 0,25 m voldoen alle geteste CVI-doppen aan het criterium  $VC < 10\%$ . De driftreductie ligt in deze gevallen steeds tussen 75% en 90%.

Bij een spuitdophoogte van 0,30 m en dopafstand 0,25 m voldoen alleen CVI 80 025, CVI 80 04 en CVI 80 05 aan het criterium  $VC < 10\%$ . In deze drie situaties is de driftreductie bovendien meer dan 90%, en kunnen op basis van nieuwe protocol aangemerkt worden als DRD75 voor gebruik in de DRT 'Verlaagde spuitboom'.

### **Classificatie op- en zijwaartse toediening**

De doppenclassificatie voor op- en zijwaartse toedieningen vindt plaats op basis van de druppelgrootteverdeling. Daartoe werd de volumefractie  $V_{100}$  van druppels met een diameter kleiner dan 100  $\mu\text{m}$  vergeleken met de  $V_{100}$  van de grensdoppen voor de fruitteelt. Op basis hiervan zouden de onderzochte dopdrukcombinaties van de CVI80-doptypen zowel bij een spuitdruk van 300 kPa als bij 700 kPa in aanmerking komen voor indeling in klasse DRD75 (Tabel 6).

---

# Literatuur

- Ganzelmeier, H. & Rautmann D., 2000. Drift, drift reducing sprayers and sprayer testing. *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide application, 2000, p1-10.
- Gilbert, A.J., 2000. Local Environmental Risk Assessment for Pesticides (LERAP) in the UK. *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide Application, 2000, p83-90.
- Holterman, H.J., J.C. van de Zande, H.A.J. Porskamp en J.F.M. Huijsmans, 1997. Modelling spray drift from boom sprayers. *Computers and Electronics in Agriculture* 19(1997): p1-22.
- Holterman, H.J., J.C. van de Zande, M. Wenneker, 2015. Doppenclassificatie fruitteelt. Indeling van enkele Albus AVI TVI en Lechler AD IDK ITR spuitdoppen in driftreductieclassen op basis van grensdoppen. Plant Research International, Wageningen UR; PRI-rapport 638, 52 pp.
- Huijsmans, J.F.M., H.A.J. Porskamp en J.C. van de Zande, 1997. Drift(beperking) bij de toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Evaluatie van de drift van spuitvloeistof bij bespuitingen in de fruitteelt, de volveldsteelten en de boomteelt (stand van zaken december 1996). IMAG-DLO Rapport 97-04, IMAG, Wageningen, 38 pp.
- I&M, 2012. Activiteitenbesluit Milieubeheer, Staatsblad 2012 441/643.
- I&M, 2017a. Wijziging van het Activiteitenbesluit milieubeheer in verband met de vermindering van emissies van gewasbeschermingsmiddelen in de glastuinbouw en open teelten. Staatsblad 23 juni 2017. 305.
- I&M, 2017b. Meetprotocol voor het vaststellen van de driftreductie van neerwaartse en op- en zijwaartse spuittechnieken - versie 1 juli 2017. Op Helpdeskwater.nl.
- I&W, 2021. Meetprotocol voor het vaststellen van de driftreductie van spuitdoppen voor neerwaartse en op- en zijwaartse bespuiting - versie 2 november 2021. Op Helpdeskwater.nl.
- ISO 16119-2, 2013. Agricultural and forestry machinery — Environmental requirements for sprayers — Part 2: Horizontal boom sprayers. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 16122-2, 2015. Agricultural and forestry machinery — Inspection of sprayers in use — Part 2: Horizontal boom sprayers. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO-22369, 2006. Crop protection equipment – Drift classification of spraying equipment. Part 1. Classes. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 5682-1, 2014. Equipment for crop protection — Spraying equipment — Part 1: Test methods for sprayer nozzles. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 5682-2, 2017. Equipment for crop protection — Spraying equipment — Part 2: Test methods to assess the horizontal transverse distribution for hydraulic sprayers. International Organization for Standardization, Geneva.
- Porskamp, H.A.J., J.C. van de Zande, H.J. Holterman en J.F.M. Huijsmans, 1999. Opzet van een classificatiesysteem voor spuitdoppen op basis van driftgevoeligheid. IMAG-DLO Rapport 99-02, IMAG, Wageningen, 22 pp.
- Southcombe, E.S.E., P.C.H. Miller, H. Ganzelmeier, J.C. van de Zande, A. Miralles & A.J. Hewitt, 1997. The international (BCPC) spray classification system including a drift potential factor. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Weeds*, 1997. November 1997. Brighton. UK. p.371-380.
- TCT, 2017. Beoordelingssystematiek emissiereducerende maatregelen open teelt. Op Helpdeskwater.nl.
- TCT, 2021a. Lijst met indeling van spuitdoppen in DriftReducerende Dop-klassen (DRD-klassen). DRD-lijst. Op Helpdeskwater.nl. Versie 22 juli 2021.
- TCT, 2021b. Lijst met indeling van spuittechnieken in DriftReducerende Techniek-klassen (DRT-klassen). DRT-lijst. Op Helpdeskwater.nl. Versie 7 juni 2021.

# Bijlage 1 Overzicht metingen van druppelgroottes

In Tabel B.1 is een overzicht gegeven van druppelgroottemetingen voor de referentiedop BCPC F/M, zoals uitgevoerd op de dagen waarop ook de Albuz-doppen werden gemeten. Deze referentiemetingen zijn samengevoegd tot het druppelgroottespectrum voor de BCPC F/M referentiedop om te gebruiken in de IDEFICS simulaties.

In Tabel B.3 staat een overzicht van druppelgroottemetingen voor de referentiedop fruitteelt, Albuz Lila (ATR 80), zoals uitgevoerd op de dagen waarop ook de Albuz-doppen werden gemeten. In Tabel B.4 volgt dan een overzicht van de metingen voor de grensdoppen DRD75 en DRD90 in de fruitteelt.

De afzonderlijke druppelgroottemetingen voor de Albuz CVI-doppen staan in de tabellen Tabel B.4 t/m Tabel B.7, telkens bij 300 en 700 kPa spuitdruk.

**Tabel B.1** *Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de BCPC-F/M referentiedop bij 300 kPa vloeistofdruk; gemeten met PDPA gedurende de dagen dat ook de te onderzoeken doppen werden gemeten.*

Run	Datum	D <sub>v10</sub> [µm]	D <sub>v50</sub> [µm]	D <sub>v90</sub> [µm]	V <sub>100</sub> [%]	V <sub>gem</sub> [m/s]	Aantal druppels
1	7-8-2020	119.4	227.3	357.9	5.64	3.67	34500
2		118.1	220.5	354.3	5.72	3.45	37000
3		118.9	225.4	368.0	5.60	3.49	36800
4	11-8-2020	118.8	223.0	363.4	5.49	3.61	35500
5		115.5	220.9	357.0	6.19	3.53	38900
6		123.0	228.2	366.2	5.05	3.66	33700
7	12-8-2020	114.2	223.8	366.1	6.33	3.56	36300
8		114.3	219.9	363.6	6.36	3.52	39200
9		117.3	224.5	367.1	5.90	3.49	36000
10	14-8-2020	115.9	224.8	381.3	6.15	3.53	38500
11		117.2	226.5	370.9	5.82	3.57	36200
12		119.1	225.9	362.3	5.49	3.57	33700
13	17-8-2020	113.0	220.6	356.3	6.54	3.57	37500
14		118.5	229.0	382.2	5.73	3.60	36200
15		115.9	221.7	363.4	6.09	3.52	37400
16	8-9-2020	116.2	226.5	366.5	6.12	3.59	35700
17		116.8	223.2	359.8	5.86	3.46	36200
18		116.1	223.3	363.7	6.20	3.43	36400
19	15-9-2020	119.2	227.6	364.6	5.58	3.55	34800
20		116.6	224.5	365.7	5.93	3.67	35300
21		114.9	221.3	352.6	6.17	3.50	36700
	<b>gemiddeld</b>	<b>117.1</b>	<b>224.2</b>	<b>364.4</b>	<b>5.90</b>	<b>3.55</b>	<b>36300</b>

**Tabel B.2** Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de referentiedop voor fruitteelt, AlbuZ Lila (ATR 80) bij 700 kPa vloeistofdruk; gemeten met PDPA gedurende de dagen dat ook de te onderzoeken doppen werden gemeten.

Run	Dopnummer	Datum	D <sub>V10</sub> [µm]	D <sub>V50</sub> [µm]	D <sub>V90</sub> [µm]	V <sub>100</sub> [%]	V <sub>gem</sub> [m/s]	Aantal druppels
1	1	7-8-2020	75.6	122.5	172.5	26.05	1.51	18200
2	7		76.3	124.0	173.5	25.65	1.40	18200
3	9		76.8	124.1	172.5	24.93	1.36	17600
4	1	11-8-2020	75.4	122.6	171.9	26.09	1.39	18200
5	7		75.3	122.3	171.2	26.58	1.40	17300
6	9		75.3	122.1	170.0	26.38	1.43	18100
7	9	12-8-2020	74.8	121.1	172.6	27.10	1.37	18600
8	7		75.2	121.3	170.5	26.83	1.39	18200
9	1		75.7	121.1	168.5	26.70	1.42	18100
10	7	14-8-2020	74.9	120.8	167.6	27.66	1.39	17700
11	9		74.3	121.0	170.0	27.94	1.40	18300
12	1		75.1	120.2	169.1	27.78	1.36	18700
13	1	17-8-2020	75.4	121.4	169.8	27.14	1.33	17900
14	7		75.1	122.0	170.7	26.30	1.37	18600
15	9	7-8-2020	75.2	122.4	169.6	26.20	1.37	18000
		<b>gemiddeld</b>	<b>75.4</b>	<b>121.9</b>	<b>170.7</b>	<b>26.62</b>	<b>1.39</b>	<b>18100</b>

**Tabel B.3** Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de grensdoppen DRD75 en DRD90 voor fruitteelt; gemeten met PDPA gedurende de dagen dat ook de te onderzoeken doppen werden gemeten.

Grens- dop	Omschrijving doptype	Dop- nummer	Datum	D <sub>V10</sub> [µm]	D <sub>V50</sub> [µm]	D <sub>V90</sub> [µm]	V <sub>100</sub> [%]	V <sub>gem</sub> [m/s]	Aantal druppels
DRD75	AlbuZ	4	7-8-2020	142.2	274.6	472.6	3.32	3.47	17700
	AVI 80015	6		146.8	282.2	457.7	2.98	3.77	17400
	700 kPa	9		150.7	292.0	468.1	2.68	3.58	14500
		9	11-8-2020	148.4	293.9	476.8	2.88	3.59	15200
		6		149.3	283.2	468.7	2.76	3.73	16200
		4		143.5	276.1	458.2	3.06	3.56	17100
		4	12-8-2020	143.7	280.9	457.8	3.14	3.54	17500
		6		146.8	285.5	475.8	2.98	3.64	16500
		9		149.8	293.3	493.8	2.81	3.52	15200
		6	14-8-2020	144.3	280.9	450.6	3.12	3.64	17800
		4		143.5	281.8	480.9	3.13	3.61	17100
		9		153.4	294.3	482.7	2.50	3.72	13700
		4	17-8-2020	143.6	276.1	450.7	3.10	3.61	16400
		6		145.6	288.1	491.4	2.96	3.68	16400
		9		146.7	293.9	471.4	3.04	3.56	14800
			<b>gemiddeld</b>	<b>146.6</b>	<b>285.1</b>	<b>470.5</b>	<b>2.96</b>	<b>3.61</b>	<b>16200</b>
DRD90	Lechler	2	11-8-2020	253.0	541.8	861.1	0.78	2.13	14900
	ID 9001C	2		262.1	546.4	849.7	0.53	2.30	12200
	500 kPa	8		257.4	539.5	923.9	0.64	2.22	14300
		8	14-8-2020	254.5	528.1	869.5	0.68	2.18	13400
		8		254.7	528.5	843.3	0.72	2.15	14200
		2		256.3	546.6	879.8	0.74	2.06	14600
		2	17-8-2020	252.1	540.5	868.2	0.77	2.15	15000
		2		263.3	558.6	899.8	0.69	2.14	14100
		8		264.1	546.4	850.6	0.66	2.19	13500
			<b>gemiddeld</b>	<b>257.5</b>	<b>541.8</b>	<b>871.8</b>	<b>0.69</b>	<b>2.17</b>	<b>14000</b>

**Tabel B.4** Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de Albuz CVI 80 01 en CVI 80 015 bij 300 en 700 kPa. Voor  $D_{V10}$  en  $D_{V50}$  is de variatiecoëfficiënt (VC) toegevoegd.

Doptype	Spuitdruk [kPa]	Dop- nummer	Datum	$D_{V10}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V50}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V90}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$V_{100}$ [%]	$V_{\text{gem}}$ [m/s]	Aantal druppels
CVI 80 01	300	10	7-8-2020	210.7	450.8	730.2	0.91	2.38	11400
		9		209.7	446.4	712.5	0.86	2.39	10700
		5		207.3	426.4	680.4	0.96	2.34	11200
		5		207.1	426.6	702.2	1.03	2.32	11900
		9		204.6	435.3	712.5	1.01	2.33	11200
		10		203.1	439.2	730.5	1.14	2.34	12400
		10		211.7	450.3	715.5	0.85	2.42	10900
		9		200.4	424.3	663.7	1.11	2.30	11900
		5		206.9	436.0	710.4	0.92	2.37	11600
		<b>gemiddeld</b>				<b>206.8</b>	<b>437.3</b>	<b>706.4</b>	<b>0.98</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.8</b>	<b>2.4</b>				
CVI 80 01	700	5	11-8-2020	145.3	298.2	476.9	3.02	2.79	15600
		9		151.9	315.4	545.8	2.42	2.81	13000
		10		150.5	302.4	496.5	2.76	2.90	15300
		10		148.8	300.5	503.8	2.73	2.91	14900
		9		154.6	320.1	523.0	2.56	2.88	14800
		5		147.6	295.5	474.3	2.73	2.88	15100
		5		143.5	296.3	493.0	3.29	2.82	16900
		9		148.7	306.3	502.1	2.66	2.82	14500
		10		149.7	303.1	490.8	2.70	2.92	15200
		<b>gemiddeld</b>				<b>149.0</b>	<b>304.2</b>	<b>500.7</b>	<b>2.76</b>
<b>VC [%]</b>				<b>2.2</b>	<b>2.8</b>				
CVI 80 015	300	1	11-8-2020	219.3	461.9	728.6	0.83	2.60	12900
		2		216.5	448.6	739.5	0.97	2.59	15400
		9		216.0	449.4	738.2	0.93	2.55	13200
		9		220.4	452.6	732.0	1.00	2.54	14100
		2		211.7	441.9	746.1	1.01	2.54	15400
		1		220.7	458.5	747.1	0.83	2.55	12400
		1		222.4	452.9	702.6	0.82	2.60	12100
		2		207.8	427.9	699.8	1.12	2.55	15800
		9		220.9	457.6	743.7	0.87	2.54	13500
		<b>0 gemiddeld</b>				<b>217.3</b>	<b>450.1</b>	<b>730.8</b>	<b>0.93</b>
<b>VC [%]</b>				<b>2.2</b>	<b>2.3</b>				
CVI 80 015	700	9	11-8-2020	153.8	311.9	516.0	2.56	3.17	20100
		2		150.5	306.8	510.5	2.90	3.22	23100
		1		156.8	322.6	511.9	2.41	3.20	19400
		1		156.7	318.9	515.0	2.42	3.21	18900
		2		150.7	306.0	488.4	2.76	3.27	22500
		9		157.3	329.8	546.2	2.48	3.27	20100
		9		158.4	327.8	550.5	2.43	3.30	20300
		2		149.6	305.1	530.1	3.03	3.28	24300
		1		157.8	327.6	533.9	2.46	3.21	19800
		<b>gemiddeld</b>				<b>154.6</b>	<b>317.4</b>	<b>522.5</b>	<b>2.61</b>
<b>VC [%]</b>				<b>2.3</b>	<b>3.2</b>				

**Tabel B.5** Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de Albus CVI 80 02 en CVI 80 025 bij 300 en 700 kPa. Voor  $D_{V10}$  en  $D_{V50}$  is de variatiecoëfficiënt (VC) toegevoegd.

Doptype	Spuitdruk [kPa]	Dop- nummer	Datum	$D_{V10}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V50}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V90}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$V_{100}$ [%]	$V_{\text{gem}}$ [m/s]	Aantal druppels
CVI 80 02	300	5	12-8-2020	221.7	446.5	708.4	0.90	2.93	12900
		7		217.9	437.3	687.0	0.88	2.98	13500
		10		215.9	427.5	690.8	0.89	2.98	12700
		10		220.1	444.4	667.7	0.86	2.99	13300
		7		211.2	430.6	671.0	0.98	3.07	14100
		5		218.6	444.4	728.6	0.99	2.93	13700
		5		224.5	448.8	735.8	0.86	3.02	13200
		7		222.7	444.3	704.7	0.86	3.06	13400
		10		217.3	441.9	705.1	0.88	2.99	13000
		<b>gemiddeld</b>				<b>218.9</b>	<b>440.6</b>	<b>699.9</b>	<b>0.90</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.8</b>	<b>1.7</b>				
CVI 80 02	700	10	12-8-2020	156.3	323.4	521.5	2.66	3.77	18600
		7		151.6	307.7	512.0	2.69	3.70	17600
		5		156.6	316.9	541.7	2.58	3.77	17600
		5		160.8	323.3	522.7	2.28	3.89	16400
		7		153.2	307.9	492.0	2.66	3.78	18200
		10		153.0	317.8	521.7	2.71	3.73	17500
		10		159.5	327.4	529.7	2.49	3.79	17000
		7		154.6	310.9	509.0	2.60	3.81	18600
		5		157.8	318.6	513.7	2.55	3.90	16800
		<b>gemiddeld</b>				<b>155.9</b>	<b>317.1</b>	<b>518.2</b>	<b>2.58</b>
<b>VC [%]</b>				<b>2.0</b>	<b>2.2</b>				
CVI 80 025	300	8	12-8-2020	209.4	431.4	675.1	1.05	3.28	14000
		7		215.4	441.7	671.0	0.97	3.41	13500
		3		211.1	423.9	672.0	0.99	3.33	13900
		3		205.6	414.9	648.2	1.08	3.29	14400
		7		217.5	429.8	709.9	0.94	3.34	12900
		8		218.3	434.5	698.3	0.94	3.33	13400
		8		212.8	437.7	666.4	0.89	3.24	13000
		7		226.0	455.4	750.3	0.84	3.45	13100
		3		207.3	423.9	644.8	1.00	3.33	14000
		<b>gemiddeld</b>				<b>213.7</b>	<b>432.6</b>	<b>681.8</b>	<b>0.97</b>
<b>VC [%]</b>				<b>3.0</b>	<b>2.7</b>				
CVI 80 025	700	3	12-8-2020	150.0	310.6	507.6	2.87	4.28	17800
		7		152.5	319.0	529.4	2.66	4.19	15800
		8		153.2	310.8	502.6	2.65	4.16	16800
		8		152.7	308.5	487.9	2.55	4.15	15700
		7		153.1	312.6	492.8	2.61	4.28	16100
		3		147.1	307.6	509.2	2.93	4.09	17400
		3		149.3	307.9	477.5	2.91	4.27	17600
		7		159.7	321.1	518.4	2.41	4.28	15600
		8		156.6	323.2	525.8	2.45	4.31	16000
		<b>gemiddeld</b>				<b>152.7</b>	<b>313.5</b>	<b>505.7</b>	<b>2.67</b>
<b>VC [%]</b>				<b>2.5</b>	<b>1.9</b>				

**Tabel B.6** Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de Albus CVI 80 03 en CVI 80 04 bij 300 en 700 kPa. Voor  $D_{V10}$  en  $D_{V50}$  is de variatiecoëfficiënt (VC) toegevoegd.

Dootype	Spuitdruk [kPa]	Dop- nummer	Datum	$D_{V10}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V50}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V90}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$V_{100}$ [%]	$V_{\text{gem}}$ [m/s]	Aantal druppels
CVI 80 03	300	5	14-8-2020	226.8	469.6	789.7	0.77	3.54	12600
		7		229.4	471.3	742.9	0.72	3.54	12100
		8		230.9	457.8	755.1	0.74	3.57	12700
		8		231.6	468.0	748.2	0.71	3.63	12100
		7		224.2	463.4	725.5	0.82	3.58	12800
		5		226.6	455.7	718.7	0.69	3.59	11900
		5		228.7	463.0	748.9	0.76	3.53	12900
		7		235.8	474.6	765.8	0.67	3.59	11800
		8		229.0	467.0	740.5	0.72	3.55	11900
		<b>gemiddeld</b>				<b>229.2</b>	<b>465.6</b>	<b>748.4</b>	<b>0.73</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.5</b>	<b>1.3</b>				
CVI 80 03	700	8	14-8-2020	164.0	342.1	567.2	2.03	4.64	15200
		7		161.3	338.8	550.6	2.17	4.71	15300
		5		156.3	326.9	544.4	2.47	4.60	15700
		5		164.6	343.3	583.1	2.09	4.71	15500
		7		160.4	337.1	560.2	2.23	4.61	15500
		8		160.7	327.9	552.0	2.22	4.70	16200
		8		163.6	339.5	589.3	1.99	4.62	14400
		7		165.2	337.6	563.9	1.96	4.65	14500
		5		164.7	348.2	614.4	2.08	4.72	15700
		<b>gemiddeld</b>				<b>162.3</b>	<b>337.9</b>	<b>569.5</b>	<b>2.14</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.8</b>	<b>2.0</b>				
CVI 80 04	300	2	17-8-2020	228.1	471.5	775.1	0.75	4.27	13000
		6		219.4	459.7	740.2	0.84	4.12	13900
		10		221.0	463.1	776.4	0.80	4.12	13700
		10		222.1	467.3	737.1	0.86	4.20	14200
		6		222.8	457.9	766.0	0.73	4.18	12200
		2		224.3	467.4	715.0	0.76	4.20	13200
		2		223.4	466.7	748.3	0.78	4.23	13300
		6		222.1	460.1	745.5	0.81	4.23	13900
		10		220.5	457.2	714.8	0.84	4.19	13300
		<b>gemiddeld</b>				<b>222.6</b>	<b>463.4</b>	<b>746.5</b>	<b>0.80</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.1</b>	<b>1.1</b>				
CVI 80 04	700	2	14-8-2020	157.0	323.5	551.7	2.26	5.62	19900
		6		158.8	333.6	585.6	2.35	5.57	19800
		10		156.5	316.4	568.2	2.27	5.35	17700
		10		158.5	330.3	562.1	2.25	5.69	18500
		6		157.2	323.2	591.0	2.37	5.56	20200
		2		156.0	320.1	561.4	2.28	5.57	19200
		2		155.8	320.4	529.0	2.23	5.49	18300
		6		154.3	324.3	586.1	2.40	5.49	19500
		10		155.3	323.8	554.2	2.51	5.38	19800
		<b>gemiddeld</b>				<b>156.6</b>	<b>324.0</b>	<b>565.5</b>	<b>2.32</b>
<b>VC [%]</b>				<b>0.9</b>	<b>1.6</b>				



**Tabel B.7** Overzicht van de karakteristieke grootheden van het druppelgroottespectrum, gemiddelde druppelsnelheid en aantal gemeten druppels voor de Albus CVI 80 05 bij 300 en 700 kPa. Voor  $D_{V10}$  en  $D_{V50}$  is de variatiecoëfficiënt (VC) toegevoegd.

Doctype	Spuitdruk [kPa]	Dop- nummer	Datum	$D_{V10}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V50}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$D_{V90}$ [ $\mu\text{m}$ ]	$V_{100}$ [%]	$V_{\text{gem}}$ [m/s]	Aantal druppels
CVI 80 05	300	7	17-8-2020	216.1	458.8	750.4	0.92	3.95	15700
		8		215.9	459.3	757.0	0.88	3.86	15400
		9		220.6	469.1	786.9	0.82	4.01	15200
		9		217.1	453.4	730.3	0.79	4.06	14600
		8		221.1	460.9	728.0	0.85	4.06	15500
		7		218.4	458.1	765.9	0.74	4.09	14200
		7		219.4	467.4	793.3	0.78	3.97	14700
		8		217.5	467.5	758.0	0.84	3.97	15300
		9		214.8	462.7	768.5	0.85	3.95	15400
		<b>gemiddeld</b>				<b>217.9</b>	<b>461.9</b>	<b>759.8</b>	<b>0.83</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.0</b>	<b>1.1</b>				
CVI 80 05	700	9	17-8-2020	152.9	320.2	567.5	2.58	5.47	27000
		8		149.7	313.2	537.0	2.71	5.39	28400
		7		154.0	322.6	579.8	2.41	5.29	25700
		7		154.7	321.4	583.9	2.41	5.49	26500
		8		155.0	331.8	672.4	2.47	5.49	28800
		9		149.9	308.8	539.6	2.78	5.40	28300
		9		153.7	315.4	541.4	2.45	5.44	26600
		8		155.3	321.1	578.8	2.32	5.45	25600
		7		154.4	320.7	549.0	2.46	5.44	25800
		<b>gemiddeld</b>				<b>153.3</b>	<b>319.5</b>	<b>572.1</b>	<b>2.51</b>
<b>VC [%]</b>				<b>1.4</b>	<b>2.0</b>				



---

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[wur.nl/plant-research](http://wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1122



---

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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



---

Correspondentieadres voor dit rapport:  
Postbus 16  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[wur.nl/plant-research](http://wur.nl/plant-research)

Rapport WPR-1122

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers 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.

