
Helpdeskvraag Duurzaamheidseffecten van spuittechnieken

Wetenschappelijke en praktische onderbouwing van duurzaamheidsaspecten van spuittechnieken

David van der Schans¹

¹ Wageningen University & Research, Business Unit Praktijkonderzoek AGV

Dit onderzoek is uitgevoerd door Stichting Wageningen Research (WR), Business Unit Praktijkonderzoek AGV in het kader van het EZ Beleidsondersteunend Onderzoek thema Natuurinclusieve economie en natuurcombinaties. BO-11-012-000-PPO/PRI-4HD3592

Dit onderzoek was onderdeel van de Green Deal Duurzaamheid Doorgrond en is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van EZ en Stichting Veldleeuwerik.

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

Wageningen, september 2016

Wageningen University & Research
Rapport 728

Van der Schans, David, 2016. Wageningen Plant Research, Business Unit Praktijkonderzoek AGV. Rapport 728; blz. 26;

Stichting Veldleeuwerik heeft een aantal duurzaamheidsmaatregelen gekozen voor het thema 'Gewasbescherming'. Dit zijn achtereenvolgens a. een aantal spuittechniek gerelateerde maatregelen: gebruik van luchtondersteuning, Airtec, Wingsprayer, het gebruik van GPS met sectiecontrole, gebruik van high speed doppen; b. gebruik van leiding- of regenwater in plaats van bronwater en c. gebruik van tankmix additieven. In dit rapport worden deze maatregelen geëvalueerd op basis van bestaande kennis op de volgende vragen: 1. Leveren de maatregelen een bijdrage aan emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen? 2. Is er effect van op de effectiviteit van de bespuiting op de beheersing van ziekten, plagen en onkruiden? 3. Kan het middelengebruik (actieve stof/hectare) omlaag met deze maatregelen? 4. Zijn er risico's verbonden aan deze maatregelen? 5. Zijn er richtlijnen te formuleren voor de keus en de toepassing van deze maatregelen door Veldleeuwerik telers (best practices)?

Wageningen, © 2017 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Praktijkonderzoek AGV, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research

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

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat Wageningen University & Research, Business unit Praktijkonderzoek AGV heeft uitgevoerd in opdracht van het ministerie van EZ en Stichting Veldleeuwerik.

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.

Inhoud

	Inleiding	5
	1.1 Doel en vraagstelling	5
	1.2 Gebruikte begrippen	6
2	Bijdrage aan emissie reductie	9
	2.1 Druppeldrift	9
	2.2 Afspoeling van het perceel	9
	2.3 Uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater	10
	2.4 Afspoeling van het erf bij het reinigen van de spuit	10
3	Effectiviteit van de bespuiting	13
4	Middelengebruik	17
5	Risico's	19
6	Best practices	21
	Literatuur	23

Inleiding

Stichting Veldleeuwerik heeft onder het Duurzaamheidsthema Gewasbescherming een drietal maatregelen geformuleerd waarmee ondernemers hun gewassen optimaal kunnen beschermen tegen ziekten, plagen en onkruiden, waarbij de inzet van chemische middelen en de impact op de omgeving zoveel mogelijk wordt beperkt. In deze factsheet worden nog een aantal aanpalende maatregelen meegenomen die gerelateerd zijn aan driftreductie en effectiviteit van gewasbescherming (tabel 2).

Tabel 1 *Maatregelen onder het duurzaamheidsthema Gewasbescherming, Stichting Veldleeuwerik, 2016.*

Thema: Spuittechniek (GPS)

- 5.5.1: Ik gebruik een spuit met luchtondersteuning, Airtec of een Wingsprayer
- 5.5.2: Ik gebruik een spuit met GPS en sectiecontrole
- 5.5.3: Ik maak gebruik van high speed doppen

Tabel 2 *Aanpalende maatregelen onder het duurzaamheidsthema Gewasbescherming, Stichting Veldleeuwerik, 2016.*

Thema: Waterkwaliteit

- 5.2.1: Ik gebruik leidingwater voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)
- 5.2.2: Ik vang regenwater op en gebruik dit voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)

Thema: Middelengebruik

- 5.3.4: Ik maak gebruik van tankmixadditief om drift te reduceren (Squall, Motto, Silwet Gold, Elasto etc.)

1.1 Doel en vraagstelling

Doel van deze helpdeskvraag is om een beknopte, wetenschappelijke en praktische onderbouwing te geven van de effectiviteit van deze maatregelen. Eventuele vragen, tegenstrijdigheden en witte vlekken in de beschikbare kennis worden ook benoemd.

Vooraf: een aantal aspecten van deze maatregelen zijn wetenschappelijk getoetst, maar er zijn ook nog veel open vragen. In sommige gevallen is er voldoende praktijkervaring en algemene expertkennis om aan te geven of een specifiek effect aannemelijk is of niet.

Vandaar dat hier ook dat onderscheid wordt gemaakt:

- *Effectiviteit van maatregelen op basis van wetenschappelijk onderzoek*
- *Effectiviteit zoals gebleken in praktische toepassingen en projecten*
- *Effectiviteit is aannemelijk op basis van expertbeoordeling*

Op basis van Tabellen 1 en 2 formuleren we hier de volgende vragen voor dit helpdeskonderzoek:

1. *Leveren in tabel 1 genoemde maatregelen een bijdrage aan emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen?*
2. *Is er effect van in tabel 1 en 2 genoemde maatregelen op de effectiviteit van de bespuiting op de beheersing van ziekten, plagen en onkruiden?*
3. *Kan het middelengebruik (actieve stof/hectare) omlaag met deze maatregelen?*
4. *Zijn er risico's verbonden aan deze maatregelen?*
5. *Zijn er richtlijnen te formuleren voor de keus en de toepassing van deze maatregelen door Veldleeuwerik telers (best practices)?*

Bij de antwoorden op deze vragen worden heel beknopt resultaten uit wetenschappelijk onderzoek en resultaten uit praktijkprojecten vermeld, met doorverwijzing naar de literatuur waar meer informatie en details kunnen worden gevonden.

1.2 Gebruikte begrippen

Voordat een antwoord wordt gegeven op genoemde vragen eerst een korte beschrijving van enkele begrippen en de genoemde maatregelen en technieken.

Druppelspectrum

Gewasbeschermingsmiddelen worden met spuitdoppen over akkerbouwgewassen verdeeld. Bij het verspuiten ontstaat druppeltjes van verschillende grootte. Dit is het druppelgrootte spectrum. Druppels <150 micrometer vallen zeer langzaam en zijn gevoelig voor drift. Om druppeldrift zoveel mogelijk te beperken moeten zo weinig mogelijk driftgevoelige druppels in het druppelgrootte spectrum ontstaan. Het type spuitdop en de druk waarmee de vloeistof wordt verspoten hebben grote invloed op het druppelgrootte spectrum. Het aandeel driftgevoelige druppels is groter naarmate de opening van de spuitdop kleiner is en de spuitdruk groter is.

Effectiviteit in relatie tot Druppelgrootte. Het is belangrijk dat een gewasbeschermingsmiddel gelijkmatig over het doel oppervlak wordt verdeeld. Dat betekent echter niet dat voor elke toepassing iedere vierkante millimeter bedekt moet zijn met spuitvloeistof om optimaal te werken. Bij middelen die via de bodem werken, bijvoorbeeld bodemherbiciden is de verdeling veel minder belangrijk dan bij middelen die een beschermlaag op het gewas vormen tegen schimmelinfecties. Bij middelen die door de blad huid worden opgenomen is het belangrijk dat middel niet van het gewas afloopt. Je kunt dus niet stellen dat een fijnere druppelverdeling altijd beter is. Druppels die groter zijn dan 500 micrometer en met grote snelheid op een blad terecht komen, ketsen gemakkelijk af of rollen van moeilijk bevochtigbaar blad af. Hierdoor kan een deel van het middel op de grond komen en zijn werk niet doen. Bij het ideale druppelgroottespectrum wordt de spuitvloeistof verdeeld in druppels tussen 150 en 500 micrometer (0,15 mm en 0,5 mm). Het druppelgrootte spectrum van de gangbare spuitdoppen is echter breder dan 350 micrometer en bestaat bijna altijd uit een aandeel zeer fijne druppels en/of een aandeel zeer grote druppels.

Driftreductie

De mate van driftrisico wordt uitgedrukt als driftreductie percentage. De driftreductie geeft de verlaging van het driftrisico aan ten opzichte van een standaard spuitsysteem. Driftreductie van een spuitdop of spuitsysteem wordt vastgesteld door de dop of het systeem met de standaard te vergelijken. Er wordt vastgesteld in welke mate drift afneemt.

Luchtondersteuning is een techniek die is geïntegreerd op een conventionele landbouwspruit waarbij met behulp van ventilatoren een naar beneden gerichte sterke luchtstroom wordt gemaakt vlak achter de spuitdoppen. De spuitdruppels wordt hierdoor naar beneden geblazen. Hierdoor wordt het effect van horizontale luchtstroming (wind) sterk beperkt. Luchtondersteuning kan gebruikt worden met alle gangbare doptypen en drukniveaus.

De Wingssprayer is een 'vleugel' met spuitdoppen die onder een conventionele spuitboom is gemonteerd. De vleugel gaat door de bovenkant van het gewas of dicht boven de grond. Ongeveer 25 cm boven het gewas geven de spuitdoppen de spuitvloeistof schuin naar achteren af. Om bij deze geringe hoogte toch een goede verdeling te krijgen is de onderlinge afstand tussen de doppen 25 cm. De Wingssprayer wordt gebruikt in combinatie met kleine spuitdoppen met een groot aandeel zeer kleine spuitdruppels. Naast de kleine spuithoogte zorgt de aerodynamische werking van de wing ervoor dat de spuitdruppels snel omlaag worden gestuurd. Doordat de vleugel door de bovenkant van het bladerdek wordt getrokken, dringt de spuitvloeistof dieper in het gewas door dan bij de conventionele spuitboom.

Airtec is een specifieke spuitdop, waarbij lucht geïnjecteerd wordt in de spuitvloeistofstroom. Door de combinatie van vloeistofdruk en luchtdruk kan de druppelgrootte worden gestuurd en kan een druppelspectrum met een groter aandeel grove druppels worden bereikt. De driftreductie klasse van Airtec doppen bij een specifieke lucht- en vloeistofdruk zijn opgenomen in de Lijst TCT met driftarme spuitdoppen en technieken in het activiteitenbesluit (voorheen lozingenbesluit open teelten en veehouderij).

High speed doppen zijn eveneens specifieke spuitdoppen, die in dit geval twee spuitrichtingen hebben: een deel van de spuitdruppels wordt schuin naar voren gespoten, maar het grootste deel naar beneden (ten opzichte van de rijrichting).

Bij normale vlakstraaldoppen buigt de rijsnelheid, de uit de spuitdop komende druppels in de rijrichting naar voren weg. Het gevolg is dat deze niet loodrecht op het gewas komen, maar slechts eenzijdig bedekking geven in de rijrichting. De achterzijde van het gewas wordt slechts zwak, of geheel niet bedekt. Hoe hoger de snelheid, des te groter is dit effect. Het ontwerp van de HiSpeed is er op gericht dit effect te reduceren door een zeer grote straalhoek naar achteren en een kleinere straalhoek naar voren. Het gewas wordt hierdoor optimaal bedekt.

Doordat de spuitvloeistof door twee openingen per dop wordt verspoten, zijn de dopopeningen kleiner. Doppen met een kleinere opening geven bij dezelfde spuitdruk een fijner druppelspectrum met meer driftgevoelige druppels.

Leiding- of regenwater worden gebruikt als de samenstelling van bron- of oppervlaktewater niet optimaal is, bijvoorbeeld door een te hoog ijzer- of calciumgehalte (wat de werking van middelen kan beïnvloeden) of een hoge pH.

De invloed van formulering en toevoegmiddelen op druppelgrootte

Een gewasbeschermingsmiddel is een mengsel van één of meer werkzame stoffen en hulpstoffen. Dit noemen we formulering. De werkzame stof dient ter bestrijding van de ziekte of plaag. De hulpstof zorgt ervoor dat het gewasbeschermingsmiddel op een goede manier door de teler kan worden toegepast en zo effectief mogelijk wordt ingezet. Zo zorgen hulpstoffen er bijvoorbeeld voor dat de spuitvloeistof zich gelijkmatig over het bladoppervlak verdeelt, het middel goed hecht of beter in de blad huid indringt. Andere hulpstoffen leiden ertoe dat de werkzame stoffen beter oplossen in water, waardoor een fijnere verdeling ontstaat. Ook zijn er hulpstoffen die ervoor zorgen dat het gewasbeschermingsmiddel een opvallende kleur heeft of die fungeren als draagstof. Daarnaast is bij sommige middelen in het toepassingsvoorschrift opgenomen dat ze met een specifieke hulpstof moeten worden verspoten. Uitvloeiers en hechters kunnen extra aan een tankmix worden toegevoegd.

2 Bijdrage aan emissie reductie

Vraag 1: Leveren in tabel 1 genoemde maatregelen een bijdrage aan emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen?

Om deze vraag te beantwoorden, onderscheiden we vier emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen:

- Druppeldrift (kleine spuitdruppels worden door de wind buiten de perceelsgrens geblazen),
- Afspoeling van het perceel (oppervlakkige run-off),
- Uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater (m.n. middelen die niet snel afgebroken worden)
- Afspoeling van het erf bij het reinigen van de spuit.

Deze routes worden afzonderlijk besproken in relatie tot de genoemde maatregelen.

2.1 Druppeldrift

Het driftrisico neemt toe bij kleinere druppels, hogere windsnelheden en grotere spuitboomhoogte. Voor luchtondersteuning (Stallinga et al 2003) en Släpduk (de voorganger van de Wingsprayer, van de Zande 2012) is aangetoond dat drift van gewasbeschermingsmiddelen sterk gereduceerd wordt met beide technieken. Bij inzet van Wingsprayer is er een sterke reductie van drift door de geringe spuihoogte. Worden op de Wingsprayer bovendien driftarmedoppen gebruikt dan treedt een gecombineerd effect op en kan de drift worden gereduceerd naar 98% driftreductie ten opzichte van de standaard techniek.

Bij de combinatie luchtondersteuning en driftarme doppen treedt een vergelijkbaar effect op. Hierbij zorgt niet de verlaagde dophoogte maar de verticale luchtstroom voor een sterk verkorte valtijd van driftgevoelige druppels tussen dop en doel oppervlakte. Dit geeft een sterke reductie van drift. Wordt luchtondersteuning gecombineerd met een driftarme dop dan wordt drift net als bij de Wingsprayer nihil.

Voorbeeld:

Voor een bepaalde toepassing is een fijne druppel vereist die met een dop met 50% driftreductie wordt verkregen. De toepassing eist echter een driftreductie van > 90%. Door de dop te combineren met een windsprayer of luchtondersteuning neemt de driftreductie toe van 50% naar >90%. Bij Airtec wordt de druppelgrootte aangepast door de vloeistofdruk en de luchtdruk via de spuitcomputer aan te passen. Er hoeven geen doppen te worden gewisseld voor een hogere driftereductieklasse. De driftreductieklasse wordt in de TCT lijst gedefinieerd bij een specifieke vloeistofdruk en luchtdruk. De driftreductie klasse met Airtec technologie is maximaal 75%.

Over driftreductie van high speed doppen en zijn geen onderzoeksresultaten bekend. Uit onderzoek naar de invloed van tankmixadditieven blijkt dat het druppelspectrum soms grover wordt maar soms ook fijner. Tevens wordt het effect beïnvloed door spuitdruk en dop (Spanoghe 2005). Daarmee is het gebruik van adjuvants om een groter aandeel fijnere druppels te krijgen een oneigenlijk instrument. Dopkeuze en spuitdruk zijn de primaire instrumenten voor druppelvorming.

2.2 Afspoeling van het perceel

Afspoeling van middelen vindt plaats als middel wordt meegenomen door neerslag die oppervlakkig naar de sloot afloopt. Dat risico neemt toe als het middel niet goed is gehecht op het gewas en als water via snelle routes oppervlakkig afloopt naar de sloot (bolle percelen, gegraven greppels). Los van de techniek is het belangrijk dat de bespuiting niet wordt uitgevoerd als kort daarna een grote hoeveelheid neerslag wordt verwacht. Als het middel voldoende tijd krijgt na de toepassing en het middel heeft zich aan het gewas gehecht, wordt het risico van afspoeling van het gewas klein. In het literatuur onderzoek van Evenhuis (2012 en 2013) worden factoren m.b.t. eigenschappen van de actieve stof, bodem en topografie genoemd. Maximaal 5% van de toegepaste hoeveelheid middel kan

via oppervlakkige afvoer in het oppervlaktewater terechtkomen. Dit hangt onder andere af van de grondsoort, de infiltratie capaciteit en de helling van het perceel.

Er zijn diverse additieven beschikbaar, die zorgen dat de spuitvloeistof hecht/uitvloeit op het bladoppervlak en niet afketst of afrolt. Daarnaast heeft de druppelgrootte invloed: grove druppels ketsen of rollen eerder af dan fijne druppels. NB Bij grotere bladeren en meerdere bladlagen zal een deel van deze druppels nog steeds niet op de grond terechtkomen.

Omdat de Wingsprayer standaard werkt met een fijn druppelspectrum, is deze sowieso in het voordeel ten opzichte van conventionele spuitdoppen. Met andere spuittechnieken (conventioneel of luchtondersteuning) kan door doppenkeuze en hogere druk ook een fijner druppelspectrum worden verkregen daarmee het risico van afketsen/afrollen wordt verkleind. Bij conventionele spuittechniek neemt dan het risico op druppeldrift wel fors toe.

2.3 Uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater

Deze emissieroute treedt met name op bij persistente middelen: de meeste werkzame stoffen breken onder invloed van licht of in de bodem vrij snel af tot onschadelijke stoffen, voordat ze het oppervlaktewater (via de drains) of het grondwater (via infiltratie) kunnen bereiken. Een deel van de persistente middelen die momenteel in grond- en oppervlaktewater worden gevonden, is inmiddels niet meer toegelaten (na-ijl effect) en naar verwachting verdwijnen de toegelaten persistente middelen de komende tijd ook uit het middelenpakket.

Om het risico van uitspoeling te verminderen geldt hetzelfde als voor afspoeling: het is belangrijk om de bespuiting alleen uit te voeren als geen grote hoeveelheid neerslag wordt verwacht en de bodem (een groot deel van de) neerslag kan bergen. Ook hier is een goede hechting op het gewas van belang om te voorkomen dat middel op de grond terechtkomt en kan uitspoelen. Er is geen onderzoek gedaan naar het effect van additieven op het uitspoelingsrisico van gewasbeschermingsmiddelen. Nogmaals, dit risico is sowieso beperkt tot enkele persistente middelen.

2.4 Afspoeling van het erf bij het reinigen van de spuit

De genoemde maatregelen hebben voor zover bekend geen invloed op erfafspoeling. Daarvoor zijn andere maatregelen nodig, zoals het stallen van de spuit op onverhard terrein en het opvangen van water bij vul- en spoelplaatsen.

Tabel 3 Conclusie effect van maatregelen op emissies

<i>Thema: Spuittechniek (GPS)</i>	<i>Effect op emissies</i>
5.5.1: Ik gebruik een spuit met luchtondersteuning, Airtec of een Wingssprayer	<ul style="list-style-type: none">• Van de Wingssprayer en luchtondersteuningstechniek is bekend uit onderzoek dat ze druppeldrift sterk verminderen. Bij luchtondersteuning neemt de driftreductie toe bij grovere druppel. Bij Airtec is de driftreductie beperkt ten opzichte van Wingssprayer en luchtondersteuning en hangt het sterk af van de gerealiseerde druppelgrootte.• De combinatie van een grote driftreductie en een fijn druppelspectrum zorgt ervoor dat de Wingssprayer de meest effectieve maatregel is in het reduceren van emissies.• Er is geen effect van de technieken op erfafspoeling bekend en ook niet aanneemelijk.
5.5.2: Ik gebruik een spuit met GPS en sectiecontrole	<ul style="list-style-type: none">• Er is geen effect op emissies bekend en ook niet aanneemelijk. Maatregel voorkomt wel dat er wordt gespoten buiten perceelsgrenzen waardoor het risico kleiner wordt dat middel op een ander gewas of in het oppervlakte water terechtkomt. Ook beperkt GPS sectiecontrole het risico van gewasschade door overlap bij kopakkers en geroen.
5.5.3: Ik maak gebruik van high speed doppen	<ul style="list-style-type: none">• Geen effect op emissies bekend en ook niet aanneemelijk.
<i>Thema: Waterkwaliteit</i>	
5.2.1: Ik gebruik leidingwater voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none">• Geen effect op emissies bekend en ook niet aanneemelijk.
5.2.2: Ik vang regenwater op en gebruik dit voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none">• Geen effect op emissies bekend en ook niet aanneemelijk.
<i>Thema: Middelengebruik</i>	
5.3.4: Ik maak gebruik van tankmixadditief om drift te reduceren (Squall, Motto, Silwet Gold, Elasto etc.)	<ul style="list-style-type: none">• Geen effect op drift bekend.• Additieven kunnen een betere hechting geven van de spuitvloeistof op het gewas, en daarmee voorkomen dat middel op de grond terechtkomt en afspoelt of uitspoelt.

3 Effectiviteit van de bespuiting

Vraag 2: Is er effect van in tabel 1 en 2 genoemde maatregelen op de effectiviteit van de bespuiting op de beheersing van ziekten, plagen en onkruiden?

Voor een effectieve bespuiting geldt in de eerste plaats dat deze onder gunstige weersomstandigheden uitgevoerd moet worden. De temperatuur moet niet te hoog of te laag zijn, het gewas moet droog zijn, het moet een periode droog zijn na de bespuiting en er moet niet teveel wind staan. In dit kader is wind een relevante factor: wind zorgt niet alleen voor druppeldrift naar naastgelegen percelen of sloten (daarom is er ook een wettelijke bepaling dat er niet gespoten mag worden bij windsnelheden hoger dan 5 meter/seconde op spuitboomhoogte), maar ook voor een ongelijke verdeling van het middel over het perceel. Een ongelijke verdeling betekent dat de ene plek meer en de andere plek minder of geen actieve stof krijgt ten opzichte van de gekozen dosering.

Een ongelijke verdeling kan ook optreden als spuitbanen niet goed op elkaar aansluiten, o.a. bij kopakkers en gerende percelen. Dan treedt gemakkelijk overlap op (dubbele dosering) of onbespoten plekken. De ervaring van de bestuurder heeft hier zeker invloed op, maar gebruik van GPS met sectiecontrole is een effectieve manier om overlap of onbespoten plekken te voorkomen. Omdat boeren vaak op safe spelen, komt overlap vaak voor. GPS met sectiecontrole kan, afhankelijk van de perceelsgrootte en -vorm en de ervaring van de bestuurder, zo'n 1-8 % middel besparen. Bij een rechthoekig perceel van 500 x 200 meter (10 ha) en een overlap op de kopakker van gemiddeld 2 meter bij handbediening wordt 0,8% van de oppervlakte dubbel gespoten. Bij een rechthoekig perceel van 200 x 150 meter (3 ha) met de zelfde overlap wordt 2% dubbel gespoten. Bij percelen met onregelmatige vorm kan dit oplopen tot 4% van de oppervlakte. Als de overlap op geroen en kopakker niet 2 maar 4 meter bedraagt verdubbelen deze percentages.

Een veel gehoorde stelling is dat een goede gewasbedekking belangrijk is voor een goede werking van middelen. Dat hangt echter sterk af van het type middel: voor contactherbiciden is het inderdaad belangrijk dat iedere onkruidplant wordt geraakt met voldoende actieve stof, maar voor bodemherbiciden is een grove druppel even effectief als een fijne druppel. Het gebruik van additieven (uitvloeiers en hechters) kan een positief effect hebben bij een grove druppel, zeker bij planten met een vettig of harig bladoppervlak of een verticale bladstand. Bestaat het doeloppervlak uit kleine blaadjes (onkruidkiemplanten), blad waar druppels makkelijk afrollen (harig of vettig bladoppervlak) of verticaal gericht blad, bijvoorbeeld bij uien grassen en granen dan heeft de druppelgrootte een grotere invloed. Grote druppels ketsen of rollen eerder af dan fijne druppels. Uit onderzoek naar de invloed van druppelgrootte op de effectiviteit van herbicidenbespuitingen blijkt dat de effectiviteit met 20-30% kan afnemen bij doppen met >90% driftreductie (Heuting, 1999). De oorzaken zijn niet onderzocht, maar het is aannemelijk dat een deel van het middel van het blad afrolt/afketst, waardoor de benodigde hoeveelheid actieve stof te laag wordt voor een goede werking. Dat blijkt ook uit het gegeven dat een hogere dosering het verlies van effectiviteit weer compenseerde in dit onderzoek (Schans et al 2004).

De vraag is of dit effect optreedt bij middelen met een ander werkingsmechanisme en in ontwikkelde gewassen met meerdere bladlagen. Zo lang het middel grotendeels op het gewas terecht komt levert dit geen problemen op met systemische insecticiden en fungiciden, die worden opgenomen door de plant. Ook bij preventieve fungiciden is geen negatief effect bekend van grovere druppels.

Waarschijnlijk vloeit het middel door dauw uit en wordt herverdeeld over het bladoppervlak.

Insecticiden met een dampwerking zullen evenmin last hebben van grovere druppels. Niet-synthetische insecticiden kunnen ook met een grovere druppel worden gespoten, omdat insecten mobiel zijn en daardoor toch met het middel in aanraking komen. Alleen bij synthetische pyrethroiden is een fijne druppel gewenst, omdat ze niet systemisch zijn en niet herverdelen (door dauw).

Met deze kennis kunnen de verschillende maatregelen iets beter beoordeeld worden:

- Luchtondersteuning kan, zeker in combinatie met grove druppel, bijdragen aan een goede verdeling van het middel over het perceel. Luchtondersteuning brengt het middel ook wat beter in het gewas door een sterke naar beneden gerichte luchtstroom. Uit onderzoek kwam naar voren dat met luchtondersteuning de indringing van middel in het loofdek van aardappel verbetert (IJzendoorn 1995). Bij onderzoek in bonen bleek geen effect op de verdeling (Bauer 2003). Bij onderzoek in kassen werd geconcludeerd: Geen van de geteste technieken (luchtondersteuning)

lijkt dus op voldoende wijze het hoofd te bieden aan de afname van hoeveelheid spuitvloeistof die dieper in de plant terecht komt (Foqué 2011).

- Het belang van indringing en gewasbedekking zijn afhankelijk van de toepassing. Door druppelgrootte en hoeveelheid spuitvloeistof variëren kan de bedekking en de indringing worden beïnvloed. De gevolgen van druppelgrootte en indringing in het gewas voor de effectiviteit hangen sterk af van het middel en de toepassing.
- De Wingssprayer is nog beter dan luchtondersteuning in staat om het middel goed te verdelen over het perceel en in het gewas te brengen, omdat de boom met de wing over/in het gewas wordt getrokken. Door het grote aandeel fijne druppels is de gewasbedekking goed, maar de gevolg hiervan voor de effectiviteit hangt sterk af van het middel en de toepassing. Onderzoek met de Släpduk techniek in 2005 bij phytophthora bestrijding in aardappel resulteerde zelfs in een iets lager effectiviteit (Meier 2006).
- Met een Airtec systeem kan met een grovere druppel worden gespoten zonder van dop te hoeven wisselen. Airtec geeft bij een specifieke vloeistof en luchtdruk. In theorie zorgt dit voor een iets betere verdeling over het perceel (minder driftgevoelig). Door het ontbreken van een neerwaartse luchtstroom is dit effect beperkt en wordt het middel ook niet beter in het gewas gebracht dan bij conventionele driftarme spuitdoppen. Door grovere druppels is de gewasbedekking iets minder, maar het gevolg voor de effectiviteit hangt sterk af van het middel en de toepassing.
- High speed doppen claimen een lagere gevoeligheid voor (rij)wind door een voor- en achterwaartse spuitrichting van de doppen. In onderzoek is dit effect niet aangetoond. Gezien de druppelgrootte is het ook niet mogelijk om kleine druppeltjes zoveel beweging mee te geven als nodig om te corrigeren voor de beweging van de spuit en voor wind.
- GPS met sectiecontrole is een effectieve methode om overlap of onbespoten plekken tussen spuitbanen te voorkomen. Afhankelijk van de spuittechniek is het bij deze maatregel nog steeds mogelijk dat wind invloed heeft op de verdeling van het middel over het perceel, zoals hierboven is aangegeven. Het is denkbaar dat onbespoten plekken tussen spuitbanen wel problematisch zijn, zeker als het om hele planten/rijen gaat die onbespoten zijn.
- Het gebruik van additieven (hechters en uitvloeiers) heeft een positieve invloed op de hechting en verdeling van het middel op het gewas en kan deels compenseren voor een grovere druppel. Het gevolg voor de effectiviteit hangt sterk af van het middel en de toepassing (Bus et al. 2005). . Onderzoek met verschillende toevoegmiddelen toonde aan dat de effectiviteit van veel herbiciden beter werd met deze extra toevoeging. Keerzijde was dat ook het risico van groeiremming van het gewas groter werd. Additieven hebben invloed op de oppervlakte spanning van de spuitvloeistof en daardoor op de druppelvorming. Het effect van additieven hangt samen met de formulering van het middel.
- De kwaliteit van het spuitwater heeft bij een aantal middelen zeker invloed op de effectiviteit. Met name een hoog calcium- en ijzergehalte van het water heeft effect op de werking bij een klein aantal werkzame stoffen in herbiciden: glyfosaat, metsulfuron-methyl, MCPA-amine, sethoxydim. Naar het effect van waterkwaliteit op fungiciden en insecticiden is weinig onderzoek gedaan (van de Zande et al. 2004) en Bus et al. 2005



Figuur 1: Wingssprayer



Figuur 2: Wingssprayer in actie

Tabel 4 Conclusie effect van maatregelen op effectiviteit van de bespuiting

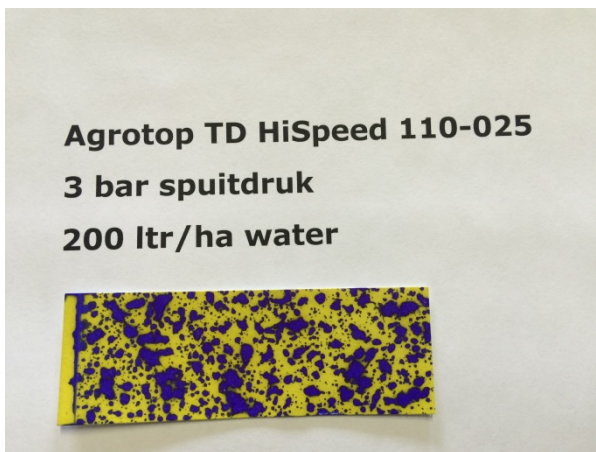
<i>Thema: Spuittechniek (GPS)</i>	<i>Effect op effectiviteit van de bespuiting</i>
5.5.1: Ik gebruik een spuit met luchttondersteuning, Airtec of een Wingsprayer	<ul style="list-style-type: none">• Omdat de Wingsprayer en luchttondersteuning de gevoeligheid voor wind beperken, wordt het middel beter verdeeld over het perceel.• De Wingsprayer zorgt ook voor een betere indringing en bedekking van het gewas door de combinatie van een fijne druppels en het slepen van de wing over het gewas.• Bij veel middelen en toepassingen is er geen verband aangetoond tussen druppelgrootte, indringing en gewasbedekking op de effectiviteit. Dit verband is ook niet aannemelijk, gezien het werkingsmechanisme van deze middelen. Echter, bij specifieke middelen en toepassingen kan de verdeling over het perceel en de indringing en bedekking van het gewas invloed hebben op de effectiviteit van de bespuiting. De Wingsprayer lijkt dan in het voordeel, maar dit is onvoldoende onderzocht.• Het effect van Airtec op de effectiviteit van de bespuiting is niet aangetoond.
5.5.2: Ik gebruik een spuit met GPS en sectiecontrole	<ul style="list-style-type: none">• Met deze maatregel wordt de verdeling over het perceel verbeterd. Het voorkomen van onbespoten plekken kan effect hebben op de effectiviteit, afhankelijk van de grootte van deze plekken.• Afhankelijk van de spuittechniek is er nog steeds het risico dat wind zorgt voor een ongelijke verdeling over het perceel, wat bij specifieke toepassingen kan leiden tot verminderde effectiviteit.
5.5.3: Ik maak gebruik van high speed doppen	<ul style="list-style-type: none">• Geen effect op de effectiviteit aangetoond en ook niet aannemelijk.
<i>Thema: Waterkwaliteit</i>	
5.2.1: Ik gebruik leidingwater voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none">• Deze maatregel is positief als bronwater een hoog calcium- en ijzergehalte heeft. De maatregel verbetert in dat geval de werking van een klein aantal werkzame stoffen in herbiciden: glyfosaat, metsulfuron-methyl, MCPA-amine, sethoxydim. Naar het effect van waterkwaliteit op fungiciden en insecticiden is weinig onderzoek gedaan.
5.2.2: Ik vang regenwater op en gebruik dit voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none">• Deze maatregel is positief als bronwater een hoog calcium- en ijzergehalte heeft. De maatregel verbetert in dat geval de werking van een klein aantal werkzame stoffen in herbiciden: glyfosaat, metsulfuron-methyl, MCPA-amine, sethoxydim. Naar het effect van waterkwaliteit op fungiciden en insecticiden is weinig onderzoek gedaan.
<i>Thema: Middelengebruik</i>	
5.3.4: Ik maak gebruik van tankmixadditief om drift te reduceren (Squall, Motto, Silwet Gold, Elasto etc.)	<ul style="list-style-type: none">• Additieven hebben een positief effect op de hechting van middelen op gewassen/onkruiden met een vettig of harig bladoppervlak of een verticale bladstand. Bij specifieke middelen en toepassingen vergroot dit de effectiviteit van de bespuiting. Op de toepassingsinstructie van het middel wordt in veel gevallen aangegeven of de formulering kan worden gecombineerd met hulpstoffen. Sommige middelen gaan veel agressiever werken als extra hulpstof wordt toegevoegd. Dit kan leiden tot gewasschade tenzij het middel met een lagere dosering wordt gespoten.



Figuur 3: Smitbeeld driftgevoeligheid



Figuur 4: Smitbeeld Hi-speeddoppen



Figuur 5: Beoordeling spuitbeeld Hi-speed



Figuur 6: Bargam luchtondersteuning

4 Middelengebruik

Vraag 3: Kan het middelengebruik (actieve stof/hectare) omlaag met deze maatregelen?

Een veel gehoorde redenering is dat een goede gewasbedekking (bijvoorbeeld door fijnere druppels, spuittechniek of additieven) leidt tot een effectievere bespuiting, waardoor de hoeveelheid actieve stof omlaag kan zonder gevolgen voor de effectiviteit. In extreme situaties is het inderdaad zo dat er te weinig middel op het gewas (of het onkruid) terecht komt bij een grote fractie zeer grove druppels (Heuting, 1999) en dat een hogere dosering daarvoor kan compenseren. Bij driftreductie doppen met >90% driftreductie is het aandeel druppels >0,5 mm groot en kan dit optreden. Als er wordt gespoten op blad met een steile bladstand, een bladoppervlak dat vloeistof slecht vasthoudt of kleine blaadjes is het risico van lagere effectieve dosering groter. Bij een gesloten loofdek is het risico gering. Het is daarom aannemelijk om te veronderstellen dat de adviesdosering aan de hoge kant is bij een goede gewasbedekking. Zoals al bij de beantwoording van vraag 2 beschreven, hangt de relatie tussen gewasbedekking en effectiviteit sterk af van het middel, de toepassing en het gewas. Het effect van de dosering (hoeveelheid actieve stof per hectare) op de effectiviteit is een thema op zich, waar ook heel veel onderzoek naar gedaan is. Als vuistregel zou men kunnen zeggen dat de adviesdosering ook effectief is onder ongunstige omstandigheden, zoals een hoge ziektedruk bij toepassing van fungiciden en grootte van de onkruiden en mate van afharding bij contact herbiciden. Onder normale en zeker onder gunstige omstandigheden zal een bespuiting met een veel lagere dosering nog steeds effectief kunnen zijn, ongeacht de spuittechniek. In diverse proeven met fungiciden is dat ook aangetoond: bij een dosering van 50% van de adviesdosering gaat het pas mis als de ziektedruk toeneemt. Dit is ook de basis van geleide bestrijdingssystemen / beslissingsondersteunende systemen, die afhankelijk van een aantal factoren tot een specifieke adviesdosering komen. Kortom, de spuittechniek is niet of nauwelijks bepalend voor de effectiviteit van de dosering, maar de omstandigheden. Ervaringen in de praktijk laten zien dat GPS met sectiecontrole GPS, afhankelijk van de perceelsvorm en de ervaring van de bestuurder, zo'n 5-15% middel kan besparen. Dat wordt voornamelijk veroorzaakt door de neiging van bestuurders om in ieder geval geen stukjes onbespoten te laten, waardoor in de praktijk vaak overlap ontstaat.

Tabel 5 Conclusie kan het middelengebruik omlaag door toepassing van deze maatregelen

<i>Thema: Spuittechniek (GPS)</i>	<i>Effect op middelgebruik per hectare</i>
5.5.1: Ik gebruik een spuit met luchtondersteuning, Airtec of een Wingssprayer	<ul style="list-style-type: none"> Onderzoek toont aan dat de omstandigheden (o.a. ziektedruk) grote invloed hebben op de minimale effectieve dosering. Het gebruik van geleide bestrijding en beslissingsondersteunende systemen is een effectieve maatregel om zonder extra risico's de dosering te verlagen waar mogelijk.
5.5.2: Ik gebruik een spuit met GPS en sectiecontrole	<ul style="list-style-type: none"> Niet aangetoond dat de spuittechniek invloed heeft op de benodigde hoeveelheid middel per hectare. Zoals al in tabel 4 gesteld: alleen in de gevallen dat een goede gewasbedekking (indringing, fijne spuitnevel) bijdraagt aan de effectiviteit, is aannemelijk dat de adviesdosering aan de hoge kant is. Hier is echter geen onderzoek naar gedaan.
5.5.3: Ik maak gebruik van high speed doppen	<ul style="list-style-type: none"> Ervaringen in de praktijk laten zien dat GPS met sectiecontrole 5-15% middel kan besparen door het voorkomen van overlap, afhankelijk van perceelsvorm en ervaring van de bestuurder. Niet aangetoond en niet aannemelijk dat deze maatregel invloed heeft op de minimale effectieve dosering.
<i>Thema: Waterkwaliteit</i>	
5.2.1: Ik gebruik leidingwater voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none"> Geen effect bekend, ook niet aannemelijk.
5.2.2: Ik vang regenwater op en gebruik dit voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none"> Geen effect bekend, ook niet aannemelijk.
<i>Thema: Middelengebruik</i>	
5.3.4: Ik maak gebruik van tankmixadditief om drift te reduceren (Squall, Motto, Silwet Gold, Elasto etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Hulpstoffen: hechters, uitvloeiers kunnen bij gewassen/onkruiden met een verticale bladstand, harig of vettig blad, zorgen voor een betere werking doordat de spuitvloeistof niet van het doeloppervlak afloopt of af ketst. Dat vertaalt zich ook in een lagere dosering en daarmee in een lager middelgebruik per hectare. Hierbij bestaat het gevaar van een agressievere werking van het middel op het gewas.

5 Risico's

Vraag 4: Zijn er risico's verbonden aan deze maatregelen?

Uit het hiervoor genoemde onderzoek komen een aantal risico's van deze maatregelen naar voren:

Gewas

- Een grove druppel (Airtec, luchtondersteuning met driftarme doppen) kan leiden tot een lagere effectiviteit van specifieke middeltoepassingen, met name door afketsen/afrollen van druppels van het gewas/onkruid. Bij toepassing van 50% driftreductie doppen is bij geen enkele toepassing een lagere effectiviteit vastgesteld. Bij 75% driftreductie doppen een geringe achteruitgang bij de bestrijding van onkruidkiemplanten met moeilijk bevochtigbaar blad en fungicide toepassingen in ui. Bij 90% driftreductie doppen neemt de effectiviteit van kritische toepassingen verder af.
- Bij conventionele herbicidentoepassingen in uien in een jong stadium wordt feitelijk gebruik gemaakt van het feit dat uienblad een verticale stand heeft en een vette blad huid, terwijl onkruiden meestal een meer horizontale bladstand hebben. Door een fijne spuitniveau (o.a. Wingsprayer of door gebruik van hogere spuitdruk) of het gebruik van additieven (uitvloeiers/hechters) kan er meer middel op de uienplantjes hechten, waardoor gewasschade kan optreden.
- Het gebruik van de diverse spuittechnieken (Wingsprayer, luchtondersteuning, Airtec en highspeed doppen) en additieven *zonder GPS met sectiecontrole* kan nog steeds leiden tot plaatsgewijze onder- of overdosering. Afhankelijk van de grootte van deze plekken en de specifieke toepassing kan dat leiden tot verminderde effectiviteit (onderdosering) of schade aan het gewas (overdosering).
- Druppeldrift is niet alleen een risico voor de natuurlijke omgeving (slootkanten, oppervlaktewater), maar ook voor het gewas in het naastgelegen perceel. Dit leidt tot schade aan het naastgelegen gewas, maar ook aan ongewenste residuen op het product. Dit risico is het laagst bij effectief driftreducerende technieken (Wingsprayer, luchtondersteuning) in combinatie met GPS met sectiecontrole.

Emissies

- Het gebruik van een fijnere druppelgrootte (om de effectiviteit te vergroten), verhoogt ook het risico op druppeldrift, behalve in combinatie met luchtondersteuning en met name de Wingsprayer. Dat risico neemt toe met de windsnelheid.
- Bij gebruik van genoemde maatregelen zonder GPS met sectiecontrole bestaat nog steeds het risico dat per ongeluk de sloot(kant) wordt meegespoten.

Tabel 6 Conclusie risico's van deze maatregelen

<i>Thema: Spuittechniek (GPS)</i>	<i>Risico's</i>
5.5.1: Ik gebruik een spuit met luchtondersteuning, Airtec of een Wingsprayer	<ul style="list-style-type: none"> • Gebruik van een grove druppel bij Airtec of luchtondersteuning kan leiden tot lagere effectiviteit van bepaalde toepassingen. • Een fijne druppel kan gewasschade geven bij vroege herbicidentoepassingen volgens adviesdosering in uien (Wingsprayer, fijne druppel bij Airtec en luchtondersteuning). • Het gebruik van een fijne druppel bij Airtec vergroot het risico op druppeldrift. Dit geldt in mindere mate voor luchtondersteuning en niet voor de Wingsprayer. • Drift is niet alleen ongewenst voor aanpalende sloten en natuurlijke elementen, maar soms ook schadelijk voor naastgelegen gewassen.
5.5.2: Ik gebruik een spuit met GPS en sectiecontrole	<ul style="list-style-type: none"> • Deze maatregel voorkomt overlap tussen spuitbanen, waardoor bij specifieke toepassingen gewasschade door dubbele dosering wordt voorkomen. • Daarnaast voorkomt deze maatregel onbespoten plekken tussen spuitbanen, waardoor pleksgewijze problemen met ziekten/plagen/onkruiden voorkomen worden. • Deze maatregel voorkomt ook effectief dat naastgelegen sloten/natuurlijke elementen en aanpalende gewassen worden meegespoten.
5.5.3: Ik maak gebruik van high speed doppen	<ul style="list-style-type: none"> • Geen onderzoek gedaan naar effect op gewas- en emissierisico's ten opzichte van conventionele spuittechniek, effect ook niet aannemelijk
<i>Thema: Waterkwaliteit</i>	
5.2.1: Ik gebruik leidingwater voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none"> • Geen effect bekend, ook niet aannemelijk
5.2.2: Ik vang regenwater op en gebruik dit voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen (omdat mijn bronwater minder geschikt is)	<ul style="list-style-type: none"> • Geen effect bekend, ook niet aannemelijk
<i>Thema: Middelengebruik</i>	
5.3.4: Ik maak gebruik van tankmixadditief om drift te reduceren (Squall, Motto, Silwet Gold, Elasto etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Een verbeterde hechting door gebruik van een additief kan gewasschade geven bij vroege herbicidentoepassingen volgens adviesdosering in uien.

6 Best practices

Vraag 5: Zijn er richtlijnen te formuleren voor de keus en de toepassing van deze maatregelen door Veldleeuwerik telers (best practices)?

Combinatie van effectieve gewasbescherming met emissiereductie

Vanuit de doelen van een Veldleeuwerik teler is het logisch dat hij tegelijkertijd streeft naar maximale effectiviteit van gewasbescherming met minimale inzet van middelen en zonder emissies naar de omgeving. De Wingssprayer mag hier zeker genoemd worden als een maatregel die op deze punten goed scoort: de gewasbedekking is goed (wat voor specifieke toepassingen relevant is), door de beperkte gevoeligheid voor wind kan de toepassing zonder driftrisiko toch worden uitgevoerd als het waait (vanzelfsprekend wel binnen de wettelijke norm). Bij specifieke gewassen is het gebruik van hechters en uitvloeiers een zinvolle (aanvullende) maatregel, zowel voor de effectiviteit van de bespuiting als voor het beperken van het risico op af- en uitspoeling.

Het gebruik van GPS met sectiecontrole is een zinvolle maatregel in combinatie met andere maatregelen, zeker op onregelmatige percelen. Het draagt bij aan een lager middelgebruik (minder overlap), het verlaagt het risico op schade in onbespoten of dubbel bespoten plekken en het verkleint het risico op emissie naar / meespuiten van naastgelegen gewassen, akkerranden, sloten etc.

Wees zorgvuldig met de (advies)dosering

Het gebruik van o.a. luchtondersteuning of Wingssprayer of het gebruik van additieven kan invloed hebben op de effectiviteit (overwegend positief). Echter, dit hangt sterk af van de toepassing, de omstandigheden en het gewas. Onder gunstige omstandigheden en bij specifieke toepassingen is het risico van een lagere dosering beperkt, zelfs ongeacht de techniek, zo laten onderzoek en praktijk steeds weer zien. Echter, er is onvoldoende basis voor een praktijk waarin gebruikers van deze maatregelen standaard een lagere dosering toepassen. Dat kan voor sommige toepassingen onder kritische omstandigheden tot grote problemen leiden in het gewas, wat eveneens blijkt uit onderzoek en praktijkervaringen. Het gebruik van geleide bestrijding en beslissingsondersteunende systemen wordt aangeraden om een onderbouwde keus te maken om al dan niet af te wijken van de adviesdosering.

Tot slot

- In het optimaliseren van de gewasbescherming is het essentieel om per toepassing een afweging te maken. De werkingsmechanismen van middelen zijn verschillend, de omstandigheden veranderen voortdurend en de gewassen zijn verschillend van elkaar en ontwikkelen ook in de tijd. Kortom: wat voor de ene situatie optimaal is, kan voor de andere situatie verkeerd uitpakken en omgekeerd.
- De besproken emissiebeperkende maatregelen komen niet in de plaats van andere (soms wettelijk verplichte) maatregelen, zoals spuitvrije zones, bufferstroken etc.
- Voor een goede gewasgezondheid en een effectieve beheersing van ziekten, plagen en onkruiden zijn ook allerlei andere maatregelen beschikbaar, volgens het principe van geïntegreerde landbouw: preventieve maatregelen (bouwplan, rassenkeus), niet-chemische maatregelen (o.a. mechanische onkruidbestrijding), geleide bestrijding (beslissingsondersteunende systemen op basis van waarnemingen en schadedrempels) en gerichte middelenkeus. De spuittechniek is onderdeel van dit pakket, maar ook niet meer dan dat.

Literatuur

1. Bauer, Fernando Cesar ; Carlos Gilberto Raetano(2003) Air-assisted boom sprayer and spray deposition on bean plants; Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) vol.60 no.2 Piracicaba 2003
2. Bus, Kees, Huub Schepers & Marieke van Zeeland (2005) Inventarisatie hulpstoffen gewasbeschermingsmiddelen, PPO nr. 520498 50 pp. , 2 bijlagen
3. Evenhuis, A.; W.H.J. Beltman; R.Y. van der Weide; M.G. van Zeeland; H.T.A.M. Schepers; J. Deneer (2012) Emissie door oppervlakkige afspoeling; Relevantie en preventie; tussenrapportage 2011 Wageningen UR – Ppo-AGV projnr 3250198911 58 pp. 4 bijlagen
4. Evenhuis, A.; R. Kruijne; J. Deneer en H.T.A.M. Schepers (2013) Oppervlakkige afspoeling van model tot praktisch. Welke maatregelen hebben impact? Wageningen UR -PPO-Agv PPO nr. 3250198912 32 pp. en 1 bijlage
5. Foqué, Dieter; Olav Van Malderen; David Nuytens (2011)Effect van spuitrichting en luchtondersteuning op de indringing, depositie en bedekkingsgraad van een grove spuitnevel in klimop potplanten (Hedera Algeriensis 'Montgomery'); mededeling ILVO 94 (ISSN 1784-3197) Mei 2011; 38 pp.
6. Holterman, H.J en J.C. van de Zande (2008)onderzoek aan de spuitdoppen Cleanacres Airtec 35 en 40 ter verkrijging van de status driftarm voor classificatie op basis van driftgevoeligheid, Wageningen UR- Plant research International B.V Rapport 515
7. IJzendoorn, ing. M.T. van, Ir J.C. van de Zande en ing. R. Meier (1995) Spuittechniek biologisch effect van luchtondersteuning, landbouwmechanisatie 46 (38-39pp.)
8. Meier ing. R. en Dr. Ir. H.T.A.M. Schepers 2005 Onderzoek naar de mogelijkheden om met sleepdoek inzet van middelen tegen Phytophthora infestans te verlagen.
9. Meier, Ing R.; Dr. Ir. H.T.A.M. Schepers (2006) Onderzoek naar de mogelijkheden om met sleepdoek inzet van middelen tegen Phytophthora infestans te verlagen. PPO nr. 500089 pp.8
10. Schans, D.A. van der en M.G. van Zeeland Driftarm spuiten gevolgen voor herbicide dosering 2004www.kennisakker.nl Home > Driftarm spuiten gevolgen voor herbicide-doseringen
11. Schepers Huub en Rinske Meier 2006 Biologische effectiviteit van emissiereducerende spuittechnieken bij de bestrijding van schimmelziekten in ui Proefresultaten 2002-2005, PPO nr. 520273-02 (25 pp. 2 bijlagen)
12. Spanoghe, P. 2005 Effect van additieven en adjuvantia op de effectiviteit van de spuittoepassing van gewasbeschermingsmiddelen. Universiteit Gent Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen 2005. 292 pp (3 bijlagen) ISBN 90-5989-069-8
13. Speelman L. ; J. W. Jansen (1974) The Effect of Spray-boom Movement on the Liquid Distribution of Field Crop Sprayers J. agric. Engng Res. (1974) 19, 117-129
14. Stallinga Hein, Jean-Marie Michielsen en Jan van de Zande (2003) Drift daalt sterk door verlaging spuitboomhoogte en luchtondersteuning, Landbouwmechanisatie 53 (18-19 pp.)
15. Stallinga, H.; J.C. van de Zande; R. Meier; H.T.A.M. Schepers; B. Verwijs; J.M.G.P. Michielsen 2009 Spuitvloeistofverdeling en biologische effectiviteit van een fungicide bij bespuitingen in aardappels effect doptype en dosering PRI-rapport 228 (37 pp. 5 bijlagen)
16. Zande, J.C. van de, D.A. van der Schans, A. Koster, 2004. Biologische effectiviteit van bespuitingen; effecten van druppelgrootte en waterkwaliteit. Wageningen University and Research Centre - Agrotechnology and Food Innovations, WUR-A&F Report 028, Wageningen. 2004. 90pp.
17. Zande, J.C. van de (2012), Classificatie Wingsprayer met kantdop in driftreductieclassen, PRI agrosysteemkunde Rapport 457.(14 pp. 1 bijlage)

Websites voor informatie en handige tools

www.toolboxwater.nl

www.erfemissiescan.nl

www.spuitedoppenkeuze.nl met keuzehulp driftreductie.

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 430
8200 AK Lelystad
T 0320 29 11 11
www.wur.nl/plant-research

Wageningen University & Research Rapport

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

