

Entwicklungen in der Düsenteknik

Development in nozzle technique

Dr. Robert Heinkel, Lechler GmbH, Metzingen

Kurzfassung

Entwicklungen in der Düsenteknik orientieren sich in erster Linie an technischen Parametern. Für die landwirtschaftliche Praxis sind darüber hinaus Fragen über pflanzenbauliche Anforderungen von entscheidender Bedeutung. Die möglichst gleichmäßige Anlagerung und Belagsbildung eines Pflanzenschutzmittels an der Zielfläche entscheidet über den Erfolg der Anwendung. Dazu stehen unterschiedliche Düsen und Vorrichtungen als Flachstrahl, Doppelflachstrahl und Unterblattspritzeinrichtungen zur Verfügung. Über eine gezielte Düsenwahl und die Nutzung ansteuerbarer Mehrfachdüsenträger wie dem VarioSelect[®] kann das Potential eines Pflanzenschutzgerätes gesteigert werden. Umweltbelange nehmen einen hohen Stellenwert ein und sind über die Düsenteknik mittlerweile bis zur Abdriftreduktionsklasse von 95 % darstellbar. Neue Techniken mit dem Dropleg^{UL} ermöglichen nicht nur eine hohe Abdriftreduktion sondern eröffnen gänzlich neue Aspekte zur Nützlingsschonung. Dem Anwenderschutz wurde in der Vergangenheit oft nicht die erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt. Mit der neuen IDTA Entwicklung als Düse-in-Kappe Design wurden hier neue Wege bestritten. Das Düsen-Handling und Wartung lassen sich mit Schutzhandschuhen leicht erledigen.

Abstract

The development of new nozzles is first of all oriented on technical parameters. In crop farming other requirements are of importance. An even deposition and coverage of a plant protection product on the target decides about the performance of the application. Therefore, different nozzle types are available such as flat fan, double flat fan or devices such as under leaf application units. To increase the sprayer capacity multiple nozzle holder systems such as VarioSelect[®] allow the selection of the proper nozzle on the go. Environmental aspects are more and more of importance and high drift reduction up to 95% can be achieved nowadays with nozzle technique. New technologies such as Dropleg^{UL} technique allow not only high drift reduction but on the other hand open completely new aspects for protection of beneficial organisms. In the past operator protection has not received that attention. With the cap in nozzle design of the IDTA nozzle new standards are set. The handling and maintenance can be done easily by using protective gloves.

1. Einführung

Die Mindestanforderungen an Düsen bezogen auf technische Parameter ergeben sich zum einen aus nationalen Richtlinien des Julius Kühn Instituts (JKI Richtlinie 1-1.1) [1] sowie internationalen ISO Normen (ISO 5682-1 [2], ISO 16119-2:2013 [3]). Dabei sind Düsen unverwechselbar zu kennzeichnen. Unter Angabe des Düsentyps, Strahlwinkels und Düsengröße ggf. auch des Materials kann eine eindeutige Zuordnung der Düse erfolgen. Für den Anwender wichtige Applikationsparameter zu Aufwandmenge in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeit, des empfohlenen Druckbereiches und der Gestängehöhe lassen sich ableiten.

Geprüfte und anerkannte Düsen (z.B. JKI, ENTAM) weisen max. eine Volumenstromtoleranz von +/- 5% zum in der Spritztabelle des Herstellers angegebenen Volumenstrom aus. Bei Verwendung der Düsen im Verband einer Feldspritze hat der Variationskoeffizient im gesamten Druckbereich und Zielflächenabstand kleiner 7% zu sein. Damit sind wichtige Voraussetzungen zu einer möglichst gleichmäßigen Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln geschaffen. Aus Sicht des Anwenders ergeben sich darüber hinaus weitere Gesichtspunkte wie die biologische Wirkung, Arbeitswirtschaft, Umweltauflagen und den Anwenderschutz. Diese werden im Folgenden beschrieben.

2. Pflanzenbauliche Anforderungen

Zur Absicherung eines hohen biologischen Wirkungsgrades sind neben dem Wirkstoffmechanismus des Pflanzenschutzmittels, die Zielfläche und deren Beschaffenheit von Bedeutung. Eine genaue Zielflächenansprache erleichtert die Auswahl der optimalen Düse für den Anwendungsfall. Dabei sind die Anforderungen an die Belagsbildung bei Kontaktwirkstoffen am Höchsten. (IDKT Düse mit höherer Tropfendichte) Für Wirkstoffe welche über den Boden aufgenommen werden, kann mit einem groben Tropfenspektrum noch eine gute Wirkung erzielt werden (z.B. PRE Düse mit 95% Abdriftreduzierung). Systemische Präparate welche in der Regel von der Pflanze aufgenommen werden, stellen geringere Anforderungen an die Belagsbildung als Kontaktwirkstoffe (z.B. mit ID Düse). Doppelflachstrahldüsen bieten im Vergleich zu Flachstrahldüsen Vorteile in Bezug auf eine gleichmäßige Anlagerung insbesondere an vertikalen Zielflächen. Dabei erhöht sich in Fahrtrichtung nach vorne und hinten durch die schräge Flugbahn der Tropfen die zu benetzende Oberfläche. Durch den in Fahrtrichtung rückwärtigen Flachstrahl kann effektiv ein Spritzschatten vermieden werden. Flachstrahldüsen lagern bekanntermaßen eher in Fahrtrichtung nach vorne an. Bei Anwendungen wo es auf eine gute Benetzung der Zielfläche ankommt, sichert der Doppelflachstrahl die Pflanzenschutzmaßnahme ab. Im weiteren Sinne kann dies auch als Maßnahme zum Resistenzmanagement angesehen werden. Anwendungsbeispiele sind die Herbizidvorauflaufbehandlung insbesondere auch bei Mulchsaaten, Gräserbekämpfung und Ährenbehandlung. Für Anwendungen z.B. in Getreide

lässt sich dies gut mit der Zweidüsenstrategie darstellen. Der normale Flachstrahl hat dann Vorzüge, wenn eine gute Bestandesdurchdringung gefordert wird. D.h. frühe Fungizidanwendungen gegen zum Beispiel Halmbruch oder auch Wachstumsregler im Stengelbereich anzulagern sind.

Eine weitere Optimierung des Doppelflachstrahlprinzips ergibt sich durch die asymmetrische Anordnung der Flachstrahle, die Strahlwinkel und die Volumenstromaufteilung. Im Hinblick auf die Erhöhung der Schlagkraft bei Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln bietet dieser Ansatz mit der IDTA Düse weitere wichtige Vorteile. Bei höherer Fahrgeschwindigkeit und Wind bzw. zunehmendem Luftwiderstand ist sichergestellt, dass in Fahrtrichtung nach vorne durch die 30° Anwinkelung des Flachstrahles in ausreichendem Maße eine Anlagerung stattfindet. Durch die 50° Anwinkelung des Flachstrahls aus der Senkrechten in Fahrtrichtung nach hinten in Kombination mit einem engeren Strahlwinkel liegt die Tropfengeschwindigkeit noch über der Fahrgeschwindigkeit der Pflanzenschutzspritze. Damit wird eine Anlagerung auf rückwärtige Zielflächen abgesichert. Durch zunehmenden Luftwiderstand bedingt durch höhere Fahrgeschwindigkeit als auch Windeinfluss wird ein Teil der nach vorne fliegenden Tropfen abgelenkt und nach hinten gedrückt. Diese Tropfen werden zum größten Teil vom rückwärtigen Flachstrahl erfasst und im Bestand angelagert. Die asymmetrische Volumenstromaufteilung von 60% Volumenstrom über das in Fahrtrichtung nach vorne und 40% Volumenstrom über das in Fahrtrichtung nach hinten gerichtete Mundstück auszubringen, führt unter den oben genannten Bedingungen an senkrechten Zielflächen zu einer ausgewogenen Anlagerung an der in Fahrtrichtung zu- als auch abgewandten Seite [4]. Die Strahlbreiten auf der Zielfläche der in Fahrtrichtung nach vorne und hinten gerichtete Flachstrahle mit 120° bzw. 90° Strahlwinkel ist gleich. Damit wird eine gleichmäßige Querverteilung erreicht. Der in Fahrtrichtung nach vorne gerichtete 120° Flachstrahl erzeugt ein etwas feineres Tropfenspektrum. Es wird in Folge eine höhere Tropfendichte erreicht, welche sich günstig auf eine gute Benetzung auswirkt. Dagegen ist der in Fahrtrichtung nach hinten gerichtete 90° Flachstrahl gröber im Tropfenspektrum und reduziert damit effektiv die Abdrift.

Für Anwendungen mit einer sehr definierten Zielfläche kommt das Dropleg^{UL} in Frage. Es handelt sich dabei um eine Unterblattspritzeinheit, welche ans Gestänge einer Feldspritze montiert werden kann. Die Düsenwahl und Orientierung richtet sich nach der Zielfläche. Die Besonderheit ist, dass im Bestand eine Anwendung Unterblatt (z.B. Herbizid in Mais, Flüssigdüngung), auf die Blattunterseite (z.B. Insektizid gegen weiße Fliege in Kohl), oder in eine Bestandsebene (z.B. Unterblütenbehandlung in Raps) durchgeführt werden kann. In Mais kann dabei entweder die zweite Herbizidanwendung oder ggf. eine notwendige Maßnahme bei Spätverunkrautung mit Problemunkräuter kulturverträglich ausgebracht

werden. In 6 jährigen Herbizidversuchen mit Sulfonylharnstoffen stellte die Landwirtschaftskammer Niedersachsen im Mittel einen TM-Minderertrag von 4,2% fest [5].

3. Arbeitswirtschaft

Zunehmende Betriebsgrößen wie auch extremere Witterungsbedingungen erfordern Maßnahmen zur Erhöhung der Schlagkraft. In erster Linie stellt sich dabei die Frage wie mit der bestehenden Gerätetechnik über eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit als auch eine Reduktion der Wasseraufwandmenge die Flächenleistung erhöht werden kann. Die Umsetzung der Maßnahmen sollte sich immer an den Vorgaben der guten fachlichen Praxis und den zulassungsbedingten Auflagen der Pflanzenschutzmittel orientieren. Mit Injektordüsen kann die Schlagkraft bei Verdopplung der Fahrgeschwindigkeit um ca. 50% gesteigert werden. Bei einer Halbierung der Wasseraufwandmenge in l/ha und gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit ist noch eine Steigerung um ca. 30% möglich. Werden beide Maßnahmen zugleich umgesetzt kann eine Verdoppelung der Flächenleistung erreicht werden. Die Beschaffenheit der Flächen und Topographie für höhere Fahrgeschwindigkeiten ist vorauszusetzen. Geräteseitig sollte die Gerätetechnik für höherer Fahrgeschwindigkeiten ausgelegt, die Gestängestabilität gewährleistet, eine Gestängehöhenführung sowie eine Achs- und Gerätefederung vorhanden sein. Wie Versuche zum Thema schneller Fahren gezeigt haben, ist in der Applikationsqualität auf der Zielfläche und am Ertrag in Winterweizen kein Unterschied festzustellen [6]. Nicht unerwähnt sollte aber das höhere Risiko zur Abdrift bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit bleiben.

Ein Pflanzenschutzgerät optimal standort- und kulturangepasst einzusetzen, erfordert eine variable Ausbringungsmengensteuerung. Damit lassen sich wechselnde Fahrgeschwindigkeiten, teilflächenspezifische Anwendungen und das Abstandsaufgabenmanagement sinnvoll abbilden. Das Potential des Pflanzenschutzgerätes kann dadurch ausgelastet und die Schlagkraft erhöht werden. Im Anwendungsfall stehen je nach Konfiguration zwei bis vier Düsen je Düsenträger bereit, die z.B. wie beim VarioSelect® pneumatisch einzeln oder in Kombination auch während der Fahrt zu- bzw. abgeschaltet werden. Dabei werden die Düsen immer im optimalen Druckbereich eingesetzt. Dies verbessert die Belagsbildung auf der Zielfläche. Bei einer Vierfach-Bestückung kann je nach Düsenwahl der Volumenstrom in einem Bereich von 1:14 verändert werden. Im Vergleich dazu liegt die Spanne bei einer einzelnen Düse im Idealfall bei 1:2. Durch die Kombination von Düsen ist in der Regel auch das Tropfengrößenspektrum von zwei Düsen gleicher Bauart aber kleinerem Kaliber etwas feiner als bei einem größeren Düsenkaliber gleichen Volumenstromes. Damit kann von pflanzenbaulicher Seite aus gesehen eine weitere Optimierung in der Belagsbildung trotz grobtropfiger Anwendung mit Injektordüsen erreicht werden. Die Bestückung des Mehrfachdüsenträgers richtet sich nach den Einzelbetrieblichen Anforderungen wie

Fahrgeschwindigkeit und Wasseraufwandmenge. Aus dem JKI-Verzeichnis Verlustmindernde Geräte stehen eine Vielzahl abdriftreduzierender Düsen auch in hohen Abdriftreduktionsklassen zur Verfügung. Damit lassen sich die Abstandsauflagen zu Gewässern und Saumstrukturen ohne Zeitaufwand durch Schalten vom Fahrersitz umsetzen.

Pflanzenschutz- und Düngemaßnahmen mit Dropleg^{UL} werden in der Regel im Bestand der Kulturpflanze durchgeführt. Damit eröffnen sich Vorteile in der Terminierung von Anwendungen, die termin- und witterungsunabhängiger geplant werden können. Insbesondere im Raps und auch in Mais ergeben sich für flächenstarke Betriebe wie auch Lohnunternehmer große Vorteile [7]. Anwendungen lassen sich gerade unter windigen Verhältnissen auch tagsüber und höheren Temperaturen bzw. niedriger Luftfeuchtigkeit durchführen, ohne dass ein erhöhtes Abdrift- oder Verdunstungsrisiko besteht.

4. Umwelt

NW- und NT-Auflagen von Pflanzenschutzmitteln sind zwingend einzuhalten [8]. Jedes Pflanzenschutzmittel weist auf die erforderlichen Abstandsauflagen und Verwendungsbestimmungen hin. Dabei können die Abstandsauflagen mit abdriftreduzierender Düsenteknik je nach Abdriftreduktionsklasse flexibilisiert und in der Regel reduziert werden.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) teilt in seiner ersten Bekanntmachung über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Feldspritzgeräten im Randbereich von Zielflächen vom 16. Oktober 2013 mit, dass eine Mitbehandlung der angrenzend nicht land- und forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Fläche verboten ist [9]. Auf die Verwendung einer geeigneten und im Verzeichnis Verlustmindernde Geräte des JKI eingetragenen Randdüse, welche gleichzeitig auch die Abdrift um mindestens 50% reduziert, wird verwiesen. Eine Besonderheit gilt es bei asymmetrischen Doppelflachstrahldüsen zu beachten. Angepasste Strahlwinkel ergeben bei der IDTA Air-Injektor Doppelflachstrahldüse eine gleiche Strahlbreite sowohl des in Fahrtrichtung nach vorne als auch nach hinten gerichteten Flachstrahles. Damit wird im Randbereich in Verbindung mit der IS-Randdüse gleicher Größe ein Überspritzen auf die angrenzende Fläche verhindert.

Feldspritzgestänge, welche sehr dicht am Pflanzenschutzgerät über einen Hubmast geführt werden, laufen je nach Gestängehöhe bei Verwendung von Doppelflachstrahldüsen Gefahr, dass der Geräterahmen oder auch gegebenenfalls ein Rad mit dem in Fahrtrichtung nach vorne gerichteten Flachstrahl getroffen wird. In diesem Fall sollte eine Mischbestückung im Gestängemittelteil mit Flachstrahldüsen gleicher Bauart und Düsengröße des gleichen Herstellers erfolgen. Die entsprechenden Kombinationen z.B. IDKT mit IDK/IDKN sind beim

Julius Kühn Institut geprüft und auch als Mischbestückung im Verzeichnis Verlustmindernde Geräte in der jeweils gleichen Abdriftminderungskategorie eingetragen. Durch diese Maßnahme werden die Anforderungen an eine gleichmäßige Querverteilung erfüllt. Das Anspritzen des Geräterahmens sowie in Folge ein Abtropfen der Spritzbrühe unterbleibt. Damit lassen sich bei anschließender Straßenfahrt Punkteinträge vermeiden.

Neue Wege in der Anwendungstechnik wurden bereits mit dem Dropleg^{UL} in Bezug auf eine deutliche Abdriftreduktion sowie auch Nützlingschonung bestritten. Erste Untersuchungen zum Abdriftverhalten von Anwendungen im Bestand mit dem Dropleg^{UL} bescheinigen für das Verfahren ein hohes Abdriftreduktionspotential. Trotz feintropfiger Ausbringung bei der Unterblütenbehandlung in Raps mit FT-Zungendüsen liegt die Abdriftreduktion bei bis zu 95% im Vergleich zum Abdriftdeckwert. Damit steht der Praxis ein sicheres Anwendungsverfahren auch unter ungünstigen Witterungsbedingungen zur Verfügung. Die Applikationszeiträume vergrößern sich dadurch erheblich. Durch eine saubere Trennung der Behandlungsebene von der Blühebene kann im Raps eine scharfe Abgrenzung erreicht werden. Dabei wurde festgestellt, dass im Vergleich zum konventionellen Verfahren mit Überkopfbehandlung der Raps honig frei von messbaren Wirkstoffen ist [10]. Es besteht die Hoffnung über das Dropleg^{UL}-Verfahren auch das Spannungsfeld zwischen Landwirtschaft und Imkerschaft zu entschärfen.

5. Anwenderschutz

Auch auf Ebene der Düsenentwicklung steht das Thema Anwenderschutz mittlerweile ganz im Vordergrund. Mit der auf der Agritechnica 2015 neu vorgestellten und von der DLG Neuheitenkommission mit Silber prämierten IDTA Düse wurde u.a. die Verbesserung zum Anwenderschutz bei der Montage am Pflanzenschutzgerät und der Demontage der Düse zu Reinigungszwecken bzw. Funktionsüberprüfung Rechnung getragen [11]. Durch das Düse-in-Kappe Design liegt die Düse auch mit Schutzhandschuhen gut in der Hand. Das ist eine Grundvoraussetzung für eine einfache Montage am Düsenträger. Das aufwendige Einführen bzw. Entnehmen der zum Teil kleinen Düsen in die Kappe entfällt. Um die Düse zu reinigen, lässt sich der patentierte Injektor über zwei außenliegende Schieber aus dem Gehäuse werkzeuglos schieben [12]. Die Schieber dienen gleichzeitig beim anschließenden Einbau als Fixierhilfe um den Injektor orientiert wieder einzubauen. Zahlreiche Studien weisen auf die Notwendigkeit des Tragens von Schutzhandschuhen beim Umgang mit in Gebrauch befindlichen Düsen hin, da hier die größte Gefahr der Anwenderkontamination besteht [13].

6. Literatur

[1] Julius Kühn-Institut: Richtlinie für die Prüfung von Pflanzenschutzgeräten 1-1.1 Anforderungen an Spritz- und Sprühgeräte für Flächenkulturen (Geräteart 1). (2013)

http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_AT/pr%C3%BCfverfahren/rilis/ger%C3%A4tepr%C3%BCfung_kontrolle_frw/1-

[1.1%20Anforderungen%20an%20Feldspritzgeraete_GA1_V2%20.pdf](http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_AT/pr%C3%BCfverfahren/rilis/ger%C3%A4tepr%C3%BCfung_kontrolle_frw/1-1.1%20Anforderungen%20an%20Feldspritzgeraete_GA1_V2%20.pdf)

[2] ISO 5682-1: Equipment for crop protection -- Spraying equipment -- Part 1: Test methods for sprayer nozzles. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=60053

[3] DIN EN ISO 16119-2:2013-09: Land- und Forstmaschinen - Pflanzenschutzgeräte zum Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln und flüssigen Düngemitteln - Umweltschutz - Teil 2: Feldspritzgeräte und vergleichbare Geräte (ISO 16119-2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 16119-2:2013 <http://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-16119-2/154654780>

[4] Doruchowski, G., Świechowski, W.: Spray coverage in wheat as affected by nozzle type, driving velocity and spray volume. Research Institute of Horticulture Department of AgroEngineering Skierniewice, Poland 2015

[5] Kettel, M.: Mais: Mindererträge nach Sulfonylharnstoff-Einsatz!. topagrar 08 (2010)

[6] Wygoda, H.J.: Hohe Fahrgeschwindigkeiten im Pflanzenschutz – Projektversuche 2009. JKI. 2010

[7] Schulze Ising, A.: Feuerwehrmaßnahme im Mais. Lohnunternehmen. 65 (2010) 9 S. 51 – 52

[8] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Kodeliste für Kennzeichnungstexte und sonstige Auflagen zum Pflanzenschutzmittelverzeichnis (Juli 2015)

http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/PSM_Kodeliste.rtf?__blob=publicationFile

[9] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: 1. Bekanntmachung über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit Feldspritzgeräten im Randbereich von Zielflächen (BVL 13/02/14). BAnz AT 25.10.2013 B7

[10] Wallner, K.: Düsen tiefer gelegt. Imkerzeitung ADIZ db IF 5 (2013) S. 15 – 17

[11] AGRITECHNICA Neuheiten 2015 – Wegweiser der Agrarbranche!

<https://www.agritechnica.com/de/neuheiten/neuheiten-2015/>

[12] DE 10 2014 205 399

[13] Honeycutt, R.C., Day, E.W.: Worker exposure to agrochemicals: methods for monitoring and assessment. Boca Raton London New York Washington D.C.: CRC Press LLC Lewis Publishers 2001