

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 76 (2014)
Heft: 2

Artikel: Düsenentwickler im Zielkonflikt
Autor: Burkhalter, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082122>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Mit einer LED-Düsenbeleuchtung lässt sich auch nachts die Funktion jeder einzelnen Düse sehr gut optisch kontrollieren. (Bilder Werkfotos)

Düsenentwickler im Zielkonflikt

Bei der Entwicklung neuer Düsentechnik steht heute vor allem die vielseitige Einsetzbarkeit im Zentrum. Man möchte mit einer Spritze am gleichen Tag völlig unterschiedliche Applikationen machen können, ohne viel Zeit für Umbau- und Einstellungsarbeiten zu verlieren. Wir haben zusammengestellt, was heute technisch möglich ist und unter welchen Bedingungen sich eine Neuinvestition lohnt.

Ruedi Burkhalter

Keine Düse kann alles. Die perfekte Alleskönner-Düse müsste ein wahres Multitalent sein: Sie müsste bei unterschiedlichen Aufwandmengen von unter 100 l/ha bis gegen 1000 l/ha eine beliebige Tröpfchengrösse erzielen können und diese Tröpfchen auf die gesamte Zielfläche (und nur dorthin) bringen. Die Spritzstrahlen müssten sich dazu bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten auch entsprechend ausrichten lassen, damit ein optimales Auftreffen auf den Pflanzenteilen gewährleistet ist. All das wird sich wohl nie in einer einzigen Düse vereinen lassen. Trotzdem kann die moderne Düsentechnik immer mehr Anforderungen unter einen Hut bringen. Grob lassen sich die heutigen Entwicklungstendenzen in vier

Bereiche einteilen, die teilweise untereinander in einem Zielkonflikt sind:

Bereich 1: bestmögliche Applikation

Aus agronomischen, ökonomischen und ökologischen Gründen geht es beim Pflanzenschutz darum, möglichst die gesamte Spritzflüssigkeit auf die eigentliche Zielfläche zu bringen. Dies ist insbesondere bei Wirkstoffen anspruchsvoll, die nur dort wirken, wo sie auf Pflanzenteile auftreffen, also nicht oder nur teilweise in der Pflanze transportiert werden. Je grösser und dicker der Pflanzenbestand ist, desto schwieriger ist dies zu erreichen. Doch gerade bei den dicksten Beständen ist auch der Krankheitsdruck am höch-

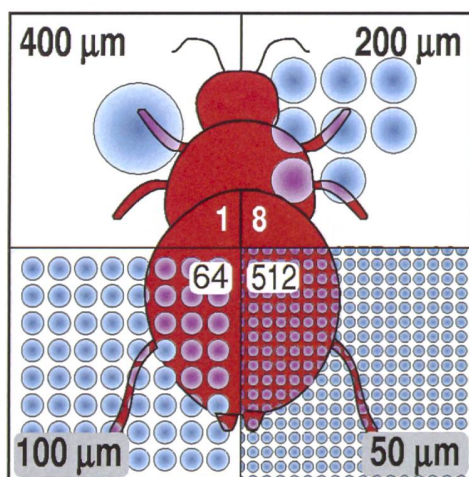
sten. Hier muss man sich bei der Düsenwahl bewusst sein, ob der Wirkstoff tief in den Bestand eindringen soll (Stängel und untere Blätter) oder vorwiegend die oberen Pflanzenteile (Ähren) benetzt werden sollen.

Tröpfchengrösse im Fokus

Die Wahl einer Düse mit einem auf die Anwendung abgestimmten Tropfengrößen-Spektrum ist ausschlaggebend für den Erfolg von Pflanzenschutzmassnahmen.

Risiken, wenn zu kleine Tröpfchen erzeugt werden:

- Erhöhte Abdriftgefahr, und der Wirkstoff dringt möglicherweise zu wenig tief in den Bestand ein.



Je grösser die Tröpfchen sind, desto geringer ist der Bedeckungsgrad auf der Zielfläche und umgekehrt.

- Ein bedeutender Teil der Flüssigkeit verdunstet bereits, bevor sie auf die Zielfläche trifft (insbesondere bei warmen Temperaturen und tiefer Luftfeuchtigkeit).

Risiken, wenn zu grosse Tröpfchen erzeugt werden:

- Ein zu geringer Anteil der Zielfläche wird effektiv benetzt und
- Tröpfchen kullern auf den Boden, wobei Wirkstoff verloren geht.

Je nach Bauart, Durchflussgrösse und Druck erzeugen Düsen unterschiedliche Tropfengrössen. Eine wichtige Kenngrösse für Grössenspektrum und Häufigkeitsverteilung von Tropfengrössen ist der mittlere volumetrische Durchmesser (MVD). Je kleiner die Durchflussgrösse einer Düse und je höher der Druck ist, desto geringer wird der MVD. Der Feintropfenanteil und damit auch das Abdriftpotenzial einer Düse steigen. Die Wahl

einer grösseren Durchflussgrösse oder aber die Verringerung des Spritzdruckes führen zu einer Erhöhung des MVD und damit zu einem größeren Tropfenspektrum.

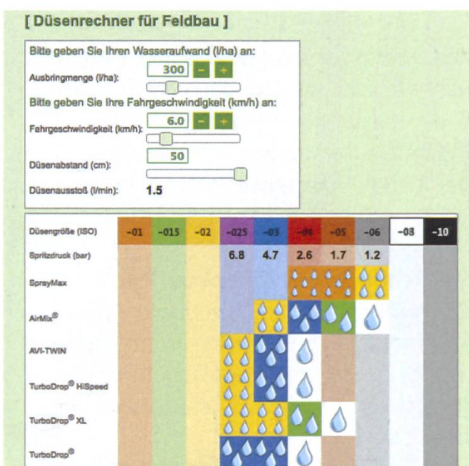
Enorme Vielfalt der Bauarten

In den letzten Jahren sind enorm viele unterschiedliche Düsenbauarten entstanden. Deshalb kann an dieser Stelle nur eine sehr grobe Einteilung der Düsenbauarten gezeigt werden. Bei den sogenannten Standarddüsen wird die Spritzflüssigkeit direkt aus der Leitung durch die Düsenöffnung gedrückt. Am häufigsten trifft man aus dieser Kategorie heute Flachstrahldüsen mit einer Öffnung an. Bei diesem Düsentyp findet die Dosierung und Verteilung am gleichen Ort statt. Um eine Verbesserung der Blattbenetzung zu erreichen, wurden auch viele unterschiedliche Typen von Doppel-Flachstrahldüsen entwickelt. Je nach Zielfläche (Ähre oder untere Blattetagen) und Fahrgeschwindigkeit sind unterschiedliche Abstrahlwinkel nach hinten und vorne ideal. Flachstrahl- bzw. Doppelflachstrahl-Standarddüsen gibt es schon sehr lange. Sie erzeugen aber bis heute die besten Bedeckungsgrade aller Düsentypen. Insbesondere ermöglichen sie eine gute seitliche Anlagerung an aufrecht stehenden Zielflächen und eine gute Durchdringung etagenförmiger Blattwerke. Andererseits erzeugen diese Düsentypen 15 bis 20 Prozent kleinste Tröpfchen und sind deshalb insbesondere bei hohen Drücken stark abdriftgefährdet. Bei Standarddüsen mit Doppelstrahl kann zudem der kleine Öffnungsdurchmesser Probleme bereiten (Verstopfung), denn statt einer Austrittsöffnung sind dann deren zwei mit nur halb so grosser Querschnittsfläche im Einsatz.

Dosierung und Verteilung getrennt

Wesentlich weniger verstopfungsanfällig sind Doppelflachstrahldüsen, bei denen die Dosierung und die Verteilung getrennt erfolgen: Zuerst passiert die Spritzflüssigkeit eine Dosieröffnung (auch bei Doppelflachstrahldüsen) und gelangt dann in eine zusätzliche Kammer. Die Verteilung erfolgt dann bei diesem Typ über eine oder zwei Prallflächen (siehe Grafik rechts). Diese Düsen werden beispielsweise bei Teejet mit der Bezeichnung «Turbo» angeboten. Sie erreichen gegenüber Standarddüsen bis zu 50 Prozent Abdriftreduktion und trotzdem einen hohen Bedeckungsgrad.

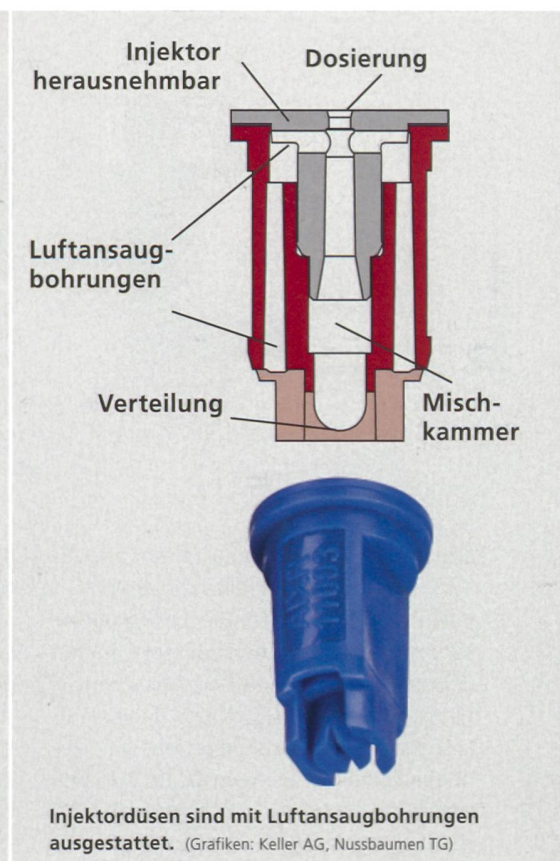
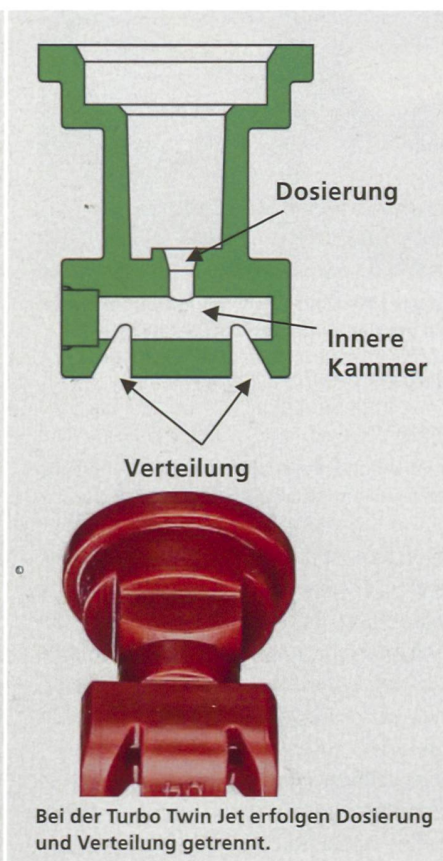
Vor rund zehn Jahren sind zur Abdriftreduktion Injektordüsen auf den Markt gekommen, die weniger als fünf Prozent feinste Tröpfchen erzeugen und somit die Abdrift um 75 bis über 90 Prozent reduzieren. Bei diesen erfolgt die Dosierung beim Eintritt in den Düsenkörper. Durch Bohrungen wird Luft angesaugt und durch den Injektor zusammen mit der Flüssigkeit in eine Mischkammer geleitet. Dies erzeugt wiederum grössere bzw. schwerere Tröpfchen, deren Verteilung beim Düsenaustritt erfolgt. Die ersten Generationen an Injektordüsen waren noch sehr lang und deshalb bruchgefährdet und zudem für gewisse Kontaktmittel nur bedingt geeignet, weil aufgrund der grösseren Tröpfchen nur eine geringe Blattbenetzung möglich war. Der Injektoreffekt dieser langen Düsen erforderte hohe Drücke von 6 bis 8 bar und somit kleinere Öffnungen bei gleicher Menge. Inzwischen sind zahlreiche Weiterentwicklungen auf den Markt gekommen, die auch in einem Druckbereich ab 2 bis 4 bar schon eine verbesserte Blattbenetzung bieten und über weitere Druckbereiche einsetzbar sind. Auch sind kürzere



Mit dem Agrotop-Düsenrechner kann man optisch gut verständlich ablesen, welcher Düsentyp in welcher Grösse welche Tröpfchengrösse erzeugt.

| Tropfengrößen | Injektordüsen | Standarddüsen | Bedeckungs- potenzial | Bestands- durchdringung | Abdriftisiko |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|
| besonders grob ca. +550µm | Systemische Mittel mit 300 l/ha und mehr | nicht optimal | | | |
| sehr grob ca. 400-550µm | Systemische Mittel | nicht optimal | | | |
| grob ca. 300-400µm | Systemische Mittel Kontaktmittel mit 200 l/ha und mehr | Systemische Mittel mit 400 l/ha und mehr | | | |
| mittel ca. 250-350µm | Systemische Mittel Kontaktmittel | Systemische Mittel | | | |
| fein ca. 150-250µm | Abdriftgefahr | Systemische Mittel Kontaktmittel Abdriftgefahr | | | |
| sehr fein ca. -100µm | nicht empfehlenswert | nicht empfehlenswert | | | |

Aus der Legende zum Düsenrechner lässt sich ableiten, für welche Behandlungen sich die vorher ermittelte Druck-Düsen-Kombination bzw. Tröpfchengrösse eignet. Rechts in der Legende sind das Bedeckungspotenzial, die Bestandesdurchdringung und das Abdriftisiko auf einen Blick ersichtlich. Zusätzlich müssen noch Strahlwinkel mit einbezogen werden.



Injektordüsen entwickelt worden. Unten abgebildet ist eine AI3070-Injektor-Doppelflachstrahldüse von Teejet, eine Neuentwicklung speziell zur Ährenbehandlung. Sie ist mit einem Splitter ausgerüstet, der in einem Flachstrahlverteiler 30 Grad nach vorne und einem zweiten 70 Grad nach hinten mündet.

Düsenrechner erleichtern Auswahl

Doch wie soll man in dieser enormen Vielfalt die richtige Düse auswählen? Früher wurden dafür meist Tabellen verwendet. Das Herauslesen aus einer Tabelle ist relativ mühsam und veraltet. Mittlerweile bieten die meisten bekannten Düsenhersteller für die Auswahl der passenden Düse im Internet wesentlich praktischere Hilfsmittel in Form von kleinen Programmen an. Ein gutes Beispiel hierfür ist der «Düsenrechner» von Agrotop.

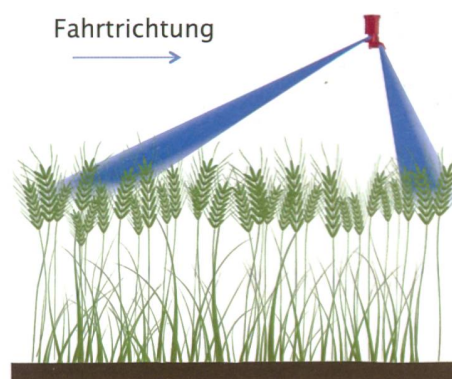
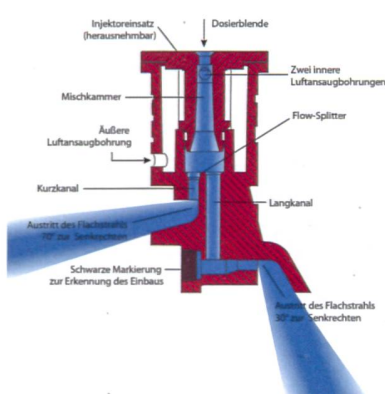
Mit einer gleichzeitig cleveren und einfachen optischen Darstellung wird nach der Eingabe von gewünschten Größen wie Ausbringmenge, Fahrgeschwindigkeit und Düsenabstand automatisch eine Auswahl von geeigneten Düsen angezeigt. Man kann hier direkt ablesen, welche Düse (Typ und Durchmesser nach ISO-Farbencode) unter den gesetzten Bedingungen welche Tröpfchengröße erzeugt. Mithilfe einer zusätzlichen Le-

gende lässt sich direkt ablesen, welches Ergebnis mit der ermittelten Tröpfchengröße bei verschiedenen Anwendungen zu erwarten ist (Grafik links unten).

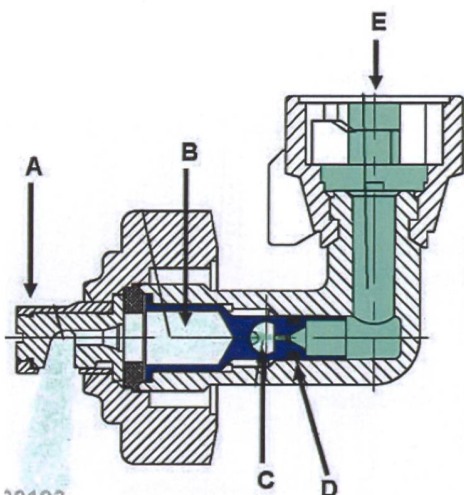
Unterstützung oder Schutz des Tröpfchenstrahls

Nur am Rande können wir hier verschiedene Hilfstechiken erwähnen, die weltweit zur Verbesserung des Spritzresultates eingesetzt werden. Sie dienen meist dazu, auch bei schlechteren Bedingungen noch valable Resultate zu erzielen. Als Erstes sind hier diverse Systeme mit Luftunterstützung zu erwähnen. Dabei können unterschiedlich eingesetzte Luftströme zwei Zwecken dienen. Beim «Dual Air

System» von Dammann beispielsweise dient je ein Luftstrom vor und nach der Düse dazu, den Spritzstrahl vor schädlichen Einflüssen abzuschirmen und zu stabilisieren. So kann man beispielsweise auch noch bei stärkerem Wind arbeiten oder auch mit höherer Fahrgeschwindigkeit. Als weiterer Effekt wird der Spritznebel tiefer in den Bestand hineingetragen. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das wohl bekannteste Luftsystem «Hardi Twin». Einen ganz anderen Ansatz verfolgt der dänische Hersteller Danfoil. Er hat ein System entwickelt, bei dem das Spritzmittel in der Düse selber mit viel Luft und wenig Wasser zerstäubt wird. Im Gegensatz zur oben beschriebenen Luftunter-



Die AI-3070-Injektor-Doppelflachstrahldüse ist speziell für die Ährenbehandlung geeignet. Sie vereint die Vorteile der Injektordüse mit einer guten beidseitigen Wirkstoffanlagerung.



Bei der TwinFluid-Düse von John Deere lässt sich mit der Steuerung vom Verhältnis Flüssigkeitsdruck zu Luftdruck die gewünschte Tröpfchengrösse erzeugen.

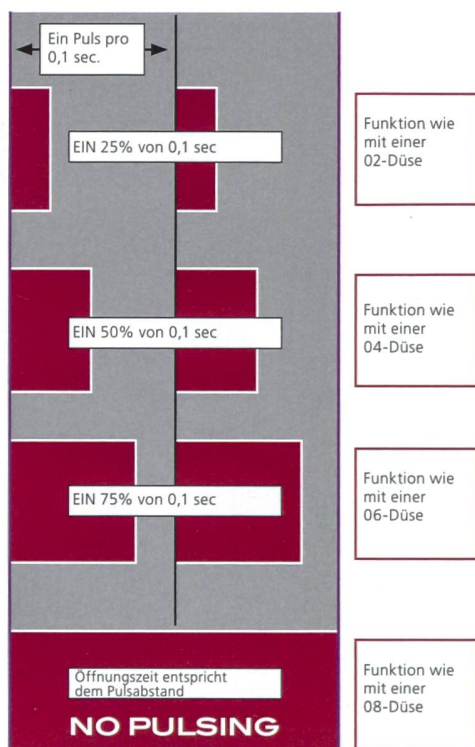
◀ A: Verteilung; B: Mischkammer; C: Druckluft; D: Dosierkammer; E: Spritzflüssigkeit

stützung wird hier der Luftstrom also direkt für den Transport des Spritznebels in den Bestand genutzt. Die komprimierte Luft wird über ein Aluminiumrohr zu den Düsen geführt, das raffinierterweise zugleich als tragendes Spritzgestänge dient. Das Danfoil-System arbeitet mit sehr geringen Brühmengen von 30 bis 100 l/ha und kann somit auch den Aufwand für das Spritzen insgesamt reduzieren: Mit einem 1000-Liter-Tank können mit diesem System also bis zu 20 ha behandelt werden. Danfoil will mit diesem System die Zielkonflikte der normalen Spritztechnik aushebeln: Man erzeugt sehr kleine

Tröpfchen und kann nicht zuletzt dank dem «Öffnen» des Bestands eine gute Anlagerung bzw. einen guten Benetzungsgrad erreichen. Weil die Tröpfchen aber im Luftstrom wie eingeschlossen sind, ist die Abdrift trotz kleinen Tropfen laut Danfoil sehr gering.

Zu erwähnen sind hier auch noch Schilde oder Konuse, die vorwiegend in windstarken Gebieten in Nordamerika zum Einsatz kommen. Sie schützen den Spritzstrahl sozusagen mechanisch vor Seitenwind. Eine weitere Hilfsttechnik für eine bessere Applikation in gewissen Kulturen sind die sogenannten Droplegs. Darüber berichten wir in der nächsten Ausgabe.

PWM-Technik am Beispiel einer 08-Flachstrahldüse



Zum Senken der Ausbringmenge wird beim SharpShooter die Öffnungsphase verkürzt.

Bereich 2: Einhaltung von gesetzlichen Auflagen

Auch in der Schweiz werden gesetzliche Auflagen schleichend der EU angenähert, wobei man in der EU doch bereits einige Schritte weiter ist. Alle Spritztechniken werden in sogenannte Abdriftreduktionsklassen eingeteilt (verglichen zur Standarddüse). Die Pflanzenschutzmittel

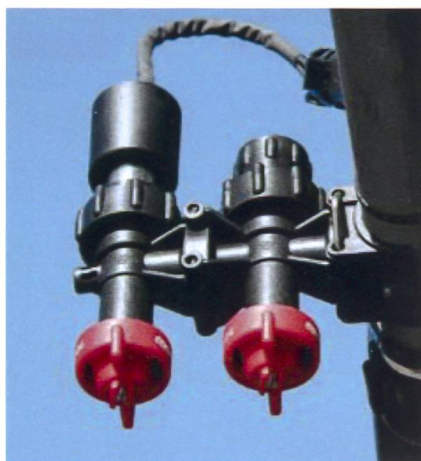
wiederum werden ebenfalls in Klassen eingeteilt. So können Mittel der Kategorie «Spe 3» beispielsweise mit Standarddüsen nur noch mit einem Mindestabstand von 20 Metern zu Gewässern angewendet werden. Wenn jedoch abdriftmindernde Massnahmen nachgewiesen werden können, kann dieser Mindestabstand mehr oder weniger unterschritten werden. Nebst dem Einsatz von Düsen der verschiedenen Abdriftminderungsklassen kann beispielsweise auch eine Windrichtungs- und Windstärkemessung als abdriftmindernde Massnahme geltend gemacht werden. Weht ein schwacher Wind vom Gewässer weg, ist eine Abdrift ins Gewässer nicht möglich.

Bereich 3: Höhere Leistung und Auslastung

Pflanzenschutzgeräte werden technisch immer komplexer und deshalb teurer. Deshalb macht der Trend hin zu höheren Flächenleistungen und Auslastungen auch vor der Pflanzenschutztechnik nicht halt. In diesem Bereich sind beispielsweise die sogenannten «Highspeed-Düsen» zu erwähnen. Sie sollen dank speziellen Strahlwinkeln auch noch mit hohen Fahrgeschwindigkeiten bis zu 15 oder gar 20 km/h eine gute Benetzung ermöglichen. Leeb bietet sogar eine Steuerung, die den Düsenwinkel automatisch an die Fahrgeschwindigkeit anpasst. Dank GPS-Lenkssystemen, LED-Düsenbeleuchtung sowie Fahrerassistenz- und Überwachungssystemen kann heute eine Spritze mit gleicher Arbeitsbreite rund um die Uhr eingesetzt werden und so viel mehr Fläche behandeln als noch vor zehn Jahren.

Bereich 4: Grössere Anwendungsflexibilität bei besserem Bedienungskomfort

Wie eingangs erwähnt, möchten die Anwender möglichst ohne grossen Aufwand beim Düsenwechseln zwischen verschiedenen Anwendungsprofilen wechseln können. Deshalb haben sich in den letzten Jahren Mehrfachdüsenträger stark verbreitet. Aber geht es nicht auch ganz ohne Absteigen? Es geht! John Deere präsentierte 2013 ein Isobus-taugliches System, bei dem der Mehrfachdüsenträger auf Knopfdruck von der Kabine aus geschaltet werden kann. So kann das System beispielsweise automatisch entlang von Gewässern auf abdriftmindernde Düsen wechseln. Auch eine Kombination mit Windmessung ist möglich.



Beim SharpShooter wird die Düse mit Magnetventil (links) durch eine normale Düse ergänzt.



Beim Dual Air System von Dammann wird der Spritznebel vorne und hinten von einem Luftstrom abgeschirmt.



Beim bekannten Hardy Twin System wird der Spritznebel in den Bestand gepustet.



Beim Düsensystem von Danfoil dient der Luftstrom zum Transport des Spritznebels in den Pflanzenbestand.

Eine Düse für alle Anwendungen

Die Königin in der Düsentechnik ist jedoch jene Düse, die über ein sehr breites Spektrum geeignet ist. Ein erster Ansatz dazu sind die sogenannten Zweistoffdüsen, die beispielsweise John Deere unter dem Namen «TwinFluid-System» oder Teejet unter dem Namen «Air Jet» anbieten. Bei der TwinFluid-Düse wird die Spritzflüssigkeit nach dem Eintritt zunächst über einen rechten Winkel durch einen austauschbaren Dosiereinsatz geführt (siehe Grafik). Dieser Dosiereinsatz kann je nach Einsatzspektrum beispielsweise bei John Deere für Ausbringmengen von 72 bis 200 l/ha oder 90 bis 300 l/ha ausgewählt werden. Nach dem Dosiereinsatz wird über einen Injektor aktiv Druckluft in den Strom eingeblasen, bevor Spritzflüssigkeit und Luft in eine Mischkammer und anschliessend in die Pralldüse geführt werden. Die Tröpfchengrösse ergibt sich durch das Verhältnis von Flüssigkeitsdruck zum Luftdruck. Der Fahrer kann im Computer vier Druckverhältnisse bzw. Tröpfchengrössen zwischen sehr grob und sehr fein abspeichern, zwischen denen er dann während der Arbeit wechseln kann. So kann beispielsweise entlang eines Gewässers mit der gleichen Düse auf Knopfdruck auf eine höhere Abdriftminderungsklasse gewechselt werden. Der Computer überwacht permanent den Flüssigkeits- und den Luftdruck. Wenn sich der Flüssigkeitsdruck ändert, wird der Luftdruck automatisch angepasst, sodass die Tröpfchengrösse beibehalten wird.

Pulsierende Ausbringung: Druck und Menge entkoppelt

Eine weitere vielversprechende Entwicklung ist die Düsenansteuerung über Pulsations-Weiten-Modulation (PWM). Sie ermöglicht erstmals eine echte Entkoppelung von Druck und Ausbringmenge. Anders gesagt lässt sich mit einer PWM-Steuerung

die Ausbringmenge und somit auch die Fahrgeschwindigkeit während der Arbeit verstellen, ohne dass dabei der Druck und die Tröpfchengrösse mit verändert wird. Eine solche Steuerung funktioniert im Prinzip ähnlich wie die CommonRail-Einspritzung beim Dieselmotor: In den Druckleitungen herrscht ein konstanter, der Anwendung entsprechender Druck. Jede Düse ist mit einem elektronisch angesteuerten Magnetventil ausgestattet. Diese Ventile öffnen und schliessen mit einer Impulsfrequenz von zehn pro Sekunde. Die Ausbringmenge lässt sich nun ganz einfach verstellen, indem die Offenphase verlängert bzw. verkürzt wird (siehe Grafik auf der linken Seite).

Anforderungen unterschiedlich

Dieses System ist nicht ganz neu: Bereits 1996 präsentierte der nordamerikanische Hersteller «Capstan Ag Systems» eine erste marktreife Version dieser Technik. Sie war zunächst unter dem Namen «Aim Command» ausschliesslich auf Selbst-

fahrspritzen von Case-IH erhältlich. Seit 1998 wird die Technik auch unter dem Namen «SharpShooter» für die Aus- bzw. Nachrüstung auf Spritzen anderer Marken angeboten. In Europa jedoch wird die Technik bis heute noch nicht vertrieben. Mit dem «Dyna Flex 7120» präsentierte Teejet kürzlich ein System, das ebenfalls nach dem PWM-Prinzip arbeitet. Es befindet sich aber noch in der Entwicklungsphase, und das Datum der Markteinführung ist noch nicht bekannt. Ob sich dieses System eines Tages auch in Europa zum Standard hocharbeiten wird, lässt sich nicht sagen, da auch noch keine Preisangaben für die Technik in Westeuropa verfügbar sind. In Anbetracht der vielen technischen Möglichkeiten sollte man aber eines nicht vergessen:

Die Anforderungen an die Düsentechnik sind je nach Region und Strukturen sehr unterschiedlich: Auf einem 30-ha-Betrieb im Schweizer Mittelland herrschen in der Regel oft genug günstige Spritzbedingungen mit geringem Windaufkommen bzw. hoher Luftfeuchtigkeit. Hier lassen sich in den meisten Jahren mit einfacher Spritztechnik die Aufgaben zweckdienlich erfüllen. Man kann auch mal langsamer fahren und wird trotzdem rechtzeitig fertig. Auf einem 3000-ha-Ackerbaubetrieb hingegen muss man tagelang und sogar in der Nacht arbeiten können. Befindet sich ein solcher Betrieb zusätzlich in einer trockenen Region mit starkem Windaufkommen, wird man oft auch bei ungünstigen Bedingungen arbeiten. Von daher sind die Anforderungen an Abdriftanfälligkeit, Bedienungskomfort und Fahrgeschwindigkeit hier wesentlich höher. Nicht vergessen sollte man auch: Eine gute Applikation ist nicht nur vom Wissen des Fahrers und der technischen Ausstattung abhängig. Auch der Unterhalt der Spritztechnik, insbesondere das rechtzeitige Ersetzen von verschlissenen Düsen, beeinflusst das Spritzbild in hohem Mass. ■



Mit Dyna Jet Flex 7120 stellte Teejet kürzlich eine PWM-gesteuerte Düsentechnik vor.