

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 81 (2019)
Heft: 3

Artikel: Das Ziel sicher treffen
Autor: Hunger, Ruedi
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082286>

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: 03.02.2026

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

Das Ziel sicher treffen

Grundlegende Neuerungen betreffend der Zerstäubungstechnik sind seit der letzten Agritechnica nicht zu verzeichnen. Dennoch gibt es «Neuheiten», die sich auf reine konstruktive Detailverbesserungen beschränken.

Ruedi Hunger



Optimal: Mehrere Düsen stehen für unterschiedliche Anwendungen zur Verfügung. Bild: R. Hunger

Die richtige Düsenwahl ist abhängig von der Anwendung, der Kultur, der Zielfläche und den Umweltauflagen. Mitbestimmend sind neben den verwendeten Wassermengen, die Witterungsbedingungen und natürlich die Fahrgeschwindigkeiten. Nicht zu vergessen sind Druck und Tropfengrösse, welche die Düsenwahl ganz entscheidend mit beeinflussen. Schliesslich müssen die Anforderungen des verwendeten Mittels mitberücksichtigt werden: Ist es ein Herbizid oder ein Fungizid und handelt es sich um einen Kontakt-Wirkstoff oder einen systemischen Wirkstoff?

Ein- oder Mehrfachdüsen

Der Anwender muss sich entscheiden zwischen der Einzeldüsen- oder einer Mehrdüsen-Strategie. Die Einzeldüsen-Strategie erfordert keinen Düsenwechsel. Dafür müssen immer wieder Kompromisse bei verschiedenen Anwendungen in Bezug auf Wassermenge, Druck und Fahrgeschwindigkeit eingegangen werden. Anders bei der Mehrfachdüsen-Strategie: Durch Mehrfachdüsenträger wird ein schneller Düsenwechsel möglich. Damit steht für jede Anwendung die richtige Düse zur Verfügung. Klar ist, dass die An-

schaffungskosten für mehrere Düsen mit entsprechenden Düsenträgern im Vergleich zu den Kosten der ganzen Spritze oder den Ausgaben für Pflanzenschutzmittel eine Kleinigkeit sind. Deshalb darf hier keinesfalls gespart werden. Mit Sicht auf den heutigen Stellenwert des chemischen Pflanzenschutzes ist nur das Beste gut genug.

Spritzschatten

Allein mit dem richtigen Tropfenspektrum ist es nicht getan, auch die Flugbahn der Tropfen muss stimmen. Beispielsweise

verlässt der Spritzschleier einer Standarddüse diese in senkrechter Richtung nach unten. Aus Fahrgeschwindigkeit und Fallgeschwindigkeit der Tropfen ergibt sich aber eine Flugbahn, die schräg nach vorne gerichtet ist. Dies mit der Folge, dass die einzelnen Pflanzen in Fahrtrichtung «von hinten» stärker benetzt werden als von vorne. Deshalb spricht man von Spritzschatten.

Universalfachstrahldüsen

Diese Düsenart verfügt über ein sehr weites Tropfengrössenspektrum. Universalfachstrahldüsen «produzieren» einen hohen Anteil abdriftgefährdeter Feintropfen. Der mittlere Volumendurchmesser (MVD) liegt zwischen 200 und 300 Mikrometer. Der optimale Spritzdruck beträgt 1,5 bis 2,5 bar. Universalfachstrahldüsen haben ein sehr gutes Bedeckungspotential. Der Einsatz ist nur bei optimalen (windstillen) Witterungsbedingungen empfehlenswert.

Antidriftdüsen

Antidriftdüsen sind nicht mit Injektordüsen der Abdriftminderungskategorie 50% bis 90% zu verwechseln. Sie sind also nicht

als abdriftmindernde Düsen anerkannt, obwohl sie gegenüber einer Universalfachstrahldüse bereits ein reduziertes Abdriftverhalten aufweisen. Dosierung (mittels Blende) und die Zerstäubung (im Mundstück) erfolgen getrennt. Damit vermindert sich der Feintropfenanteil etwas. Der MVD liegt zwischen 300 und 400 Mikrometer. Optimal werden sie mit 1,5 bis 3,0 bar eingesetzt.

Injektordüsen

Dosierung und Verteilung sind bei Injektordüsen getrennt. Funktionsprinzip: Sie saugen Luft durch einen in der Injektionsdüse erzeugten Unterdruck an und vermischen diese Luft mit der Spritzflüssigkeit. Durch das Vermischen verringert sich der Feintropfenanteil sehr stark. Die Tropfen verlassen die Düsenöffnung mit etwas erhöhter Geschwindigkeit und damit folglich auch mit mehr Energie. Der MVD ist unterschiedlich gross, dies beruht auf unterschiedlichen Bauarten und abweichender Innengeometrie. Weil Injektordüsen wenig Feintropfen erzeugen, werden sie zum grossen Teil als «verlustmindernde Düsen» vom Julius-Kühn-Institut (JKI*) anerkannt.

a. Flachstrahlinjektordüsen mit Strahlablenkung

Diese Düse lenkt den Flachstrahl um 15° aus der Senkrechten ab und «biegt» ihn entgegen der Fahrtrichtung. Die einzelnen Tropfen sind bei allen Düsengrössen und dem jeweiligen Druck nahezu gleich gross. Die Düsen arbeiten verhältnismässig grostropfig und können auch bei ungünstigen Wetterverhältnissen eingesetzt werden.

b. Doppelfachstrahl-Injektordüsen

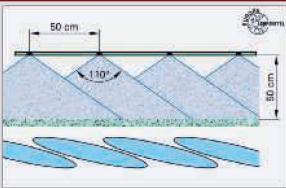
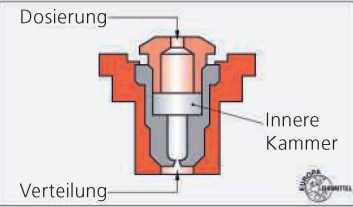
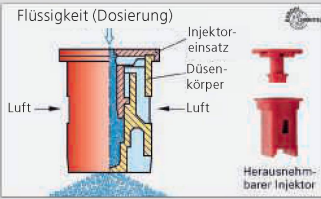

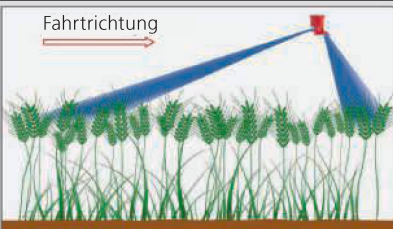

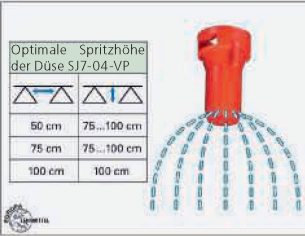

Doppelfachstrahl-Injektordüsen lenken einen Flachstrahl um 30° aus der Senkrechten in Fahrtrichtung und einen Flachstrahl um 30° aus der Senkrechten gegen die Fahrtrichtung. Damit wird auf einer senkrechten Zielfläche eine «umhüllende» Anlagerung erreicht. Diese sogenannten symmetrischen Doppelfachstrahl-Düsen können für Fahrgeschwindigkeiten bis max. 10 km/h verwendet werden. Bei höheren Geschwindigkeiten sind asymmetrische Düsen erforderlich. Diese haben eine nach vorne und hinten unterschiedliche Flachstrahlführung (z.B. 30°/70°). Mit einem 30°-Strahl nach vorne (Fahrtrichtung) erreichen sie den oberen Ährenbereich

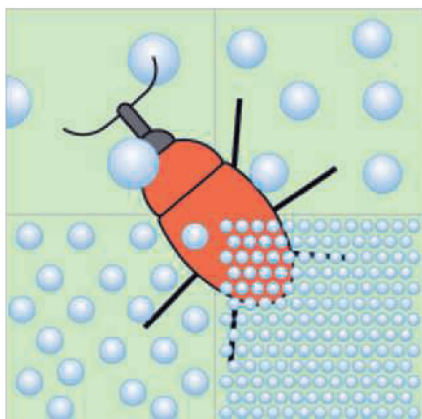
Universaltabelle für Feldspritzen mit 50 cm Düsenabstand nach ISO 10625 (Agrotop)

Wasseraufwand l/ha									Düsen- ausstoss l/min	Düsengrösse (Code)							
125	150	175	200	225	250	300	400	500		01	015	02	025	03	04	05	06
Fahrgeschwindigkeit										Druck in bar							
4,8									0,50	4,7	2,1	1,2					
5,3									0,55	5,7	2,5	1,4					
5,8	4,8								0,60	6,7	3,0	1,7	1,1				
6,2	5,2								0,65	7,9	3,5	2,0	1,3				
6,7	5,6	4,8							0,70	9,2	4,1	2,3	1,5	1,0			
7,2	6,0	5,1							0,75		4,7	2,6	1,7	1,2			
7,7	6,4	5,5	4,8						0,80		5,3	3,0	1,9	1,3			
8,2	6,8	5,8	5,1						0,85		6,0	3,4	2,2	1,5			
8,6	7,2	6,2	5,4	4,8					0,90		6,8	3,8	2,4	1,7			
9,1	7,6	6,5	5,7	5,1					0,95		7,5	4,2	2,7	1,9	1,1		
9,6	8,0	6,9	6,0	5,3	4,8				1,00		8,4	4,7	3,0	2,1	1,2		
10,1	8,4	7,2	6,3	5,6	5,0				1,05		9,2	5,2	3,3	2,3	1,3		
10,6	8,8	7,5	6,6	5,9	5,3				1,10		10,1	5,7	3,6	2,5	1,4		
11,0	9,2	7,9	6,9	6,1	5,5				1,15			6,2	4,0	2,8	1,5	1,0	
11,5	9,6	8,2	7,2	6,4	5,8	4,8			1,20			6,7	4,3	3,0	1,7	1,1	
12,0	10,0	8,6	7,5	6,7	6,0	5,0			1,25			7,3	4,7	3,3	1,8	1,2	
12,5	10,4	8,9	7,8	6,9	6,2	5,2			1,30			7,9	5,1	3,5	2,0	1,3	
13,0	10,8	9,3	8,1	7,2	6,5	5,4			1,35			8,5	5,5	3,8	2,1	1,4	
13,4	11,2	9,6	8,4	7,5	6,7	5,6	s		1,40			9,2	5,9	4,1	2,3	1,5	1,0

Lesbeispiel: 200 l/ha bei 7,2 km/h erfordert 1,20 l/min je Düse. Das heisst: 6,7 bar Druck bei Grösse 02; 4,3 bar bei Grösse 025; 3,0 bar bei Grösse 03 usw.

Für Feldspritzen stehen folgende Düsen-Bauarten zur Verfügung:

Düsentyp	Grafik	Bau und Anwendungszweck
Flachstrahldüsen und Flachstrahldüsen mit erweitertem Druckbereich		Flachstrahldüsen, auch Universaldüsen genannt, haben überwiegend eine elliptische Austrittsöffnung und bilden durchweg ein Flachstrahlspritzbild. Flachstrahldüsen sind in einem Verschränkungswinkel von 7,5° bis 12° am Spritzgestänge montiert, damit sich die Spritzfächer nicht gegenseitig beeinflussen.
Antidriftdüsen		Bei einer Anti-Driftdüse ist der Düsenausstoss nicht mehr nur von der Grösse der Schlitzöffnung abhängig, sondern auch von einer vorgeschalteten Dosierblende. Durch die Trennung von Dosierung und Zerstäubung werden grössere Tropfen erzeugt. Damit nimmt der Feintropfenanteil ab und parallel dazu reduziert sich im Vergleich zur Universaldüse auch die Abdriftgefahr.
Injektordüsen		Auch bei der Injektordüse sind Dosierung und Verteilung getrennt. Ihr Merkmal liegt darin, dass sie Luft durch einen in der Injektordüse erzeugten Unterdruck ansaugen und diese Luft mit der Spritzbrühe vermischen. Durch das Vermischen der Flüssigkeit mit Luft verringert sich der Feintropfenanteil sehr stark. Die Tropfen verlassen die Düsenöffnung mit etwas höherer Geschwindigkeit und damit mit mehr Energie.
Flachstrahl-Injektordüsen mit Strahlablenkung		Die Flachstrahldüse mit Strahlablenkung lenkt den Flachstrahl um 15° aus der Senkrechten ab. Damit wird der Pflanzenbestand besser durchdrungen und die Spritzflüssigkeit lagert sich besser an. Der Grund für diesen Effekt ist ein durch die Fahrgeschwindigkeit hervorgerufene Luftwiderstand, der auf den Flachstrahl wirkt und ihn entgegen der Fahrtrichtung «biegt». Alle Tropfen sind bei diesem Düsentyp nahezu gleich gross.
Doppelflachstrahl-Injektordüsen		Die Doppelflachstrahl-Injektordüse lenkt einen Flachstrahl um 30° aus der Senkrechten in Fahrtrichtung und einen Flachstrahl um 30° aus der Senkrechten gegen die Fahrtrichtung ab. Ziel ist eine «umhüllende» Anlagerung auf der Zielpflanze. Andere Doppelflachstrahl-Injektordüsen weisen eine asymmetrische Strahlführung, z.B. 30°/70°, auf. Diese Aufteilung erreicht bei einer optimalen Spritzhöhe von 30 bis 50 cm den oberen Ährenbereich besonders gut.
AirJet-Düsen		Die spezielle Konstruktion der AirJet-Düse ermöglicht die Wahl der Tropfengrösse indem Luft und Spritzflüssigkeit in der Düse gemischt werden. Die abschliessende Prallzerstäubung erfolgt am Düsenausgang. Eine Dosierblende im Düseninsatz gibt für die Flüssigkeit einen Volumenstrombereich vor. Dank unterschiedlich grosser Dosiereinsätze können sehr breite Bereiche von Ausbringmengen abgedeckt werden.
Düsen für Flüssigdünger		Damit AHL (Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung) mit Feldspritzen ausgebracht werden kann, kommen spezielle, beispielsweise Siebenloch-Düsen zum Einsatz. Alternativ dazu werden an Feldspritzen auch Schleppschlauchsysteme verwendet. Damit wird die Verätzungsgefahr für empfindliche Pflanzenteile reduziert.
Dropleg		Dropleg-Systeme werden in Reienkulturen eingesetzt. Mit Dropleg wird eine optimale Pflanzenschutzmittelanlagerung seitlich und von unten erreicht. Insbesondere die Ballunterseiten und Stängel der Kulturpflanze werden optimal besprüht. Mit Dropleg ist eine Abdriftreduktion von bis zu 95% möglich. Damit vergrössert sich der Applikationszeitraum und die einzelne Applikation wird witterungsunabhängiger.



200 l/ha entsprechen auf der gleichen Fläche entweder 3 Tropfen mit 0,4 mm Durchmesser oder 192 Tropfen mit 0,1 mm Durchmesser.

besonders gut. Gleichzeitig bedeckt ein nach hinten gerichteter 70°-Strahl die rückwärtige Zielfläche. Ein steilerer Spritzfächer in Fahrtrichtung von beispielsweise 10° verhindert dass Geräteteile bespritzt werden. Die optimale Distanz zwischen Düse und Zielfläche liegt zwischen 30 und 50 cm.

Sonderdüsen

a. Puls-Weiten-Modulierung

Eine Neuentwicklung der letzten Jahre ist die Puls-Weiten-Modulierung. Streng genommen handelt es sich um eine Düsensteuerung. Damit verbunden ist aber die Frage: Wo beginnt die Düse und wo endet die Steuerung? Die Düsen werden in Sekundenbruchteilen geöffnet und geschlossen, um so die Ausbringmengen zu regeln. Diese Düsensteuerung ist mit dem Vorteil verbunden, dass sich auch bei einer Änderung der Fahrgeschwindigkeit oder der Ausbringmenge das Tropfenspektrum nicht verändert. Die Schaltfrequenz der Magnetventile beträgt 20 Hz.

b. Bandspritzdüsen

Für die Bandspritzung in Reienkulturen, wie beispielsweise Mais oder Zuckerrüben, werden Bandspritzdüsen benötigt. Sie bilden ein rechteckiges Spritzbild bereits ab 1 bar. Düsen mit bis zu 90% Abdriftminderung sind auf dem Markt. Äusserlich sind sie am Kennbuchstaben «E» nach der Zahl für die Düsengrösse erkennbar (z.B. ...015E...).

c. Zweistoffdüsen (AirJet)

Feldspritzen mit Zweistoffdüsen haben zwei unterschiedliche Regelungssysteme: Im volumenstromgeregelten Flüssigkeitssystem fördert die Spritzmittelpumpe die Spritzflüssigkeit zu den AirJet-Düsen in den Teilbreiten. Im Pneumatiksystem (Tropfengrößenregelung/AirMatic-System) fördert ein Kompressor eine geregelte Luftmenge ebenfalls an jede AirJet-Düse. Beide Regelsysteme zusammen sorgen für eine gleichbleibende, vorgewählte Tropfengrösse. Luft und Spritzflüssigkeit werden in der Düse intensiv gemischt. Am Düsenausgang erfolgt eine abschliessende

Prallzerstäubung. Mit unterschiedlich grossen Dosiereinsätzen können sehr breite Bereiche von den Ausbringmengen abgedeckt werden.

d. Flüssigdüngung

Für das Ausbringen von Flüssigdünger (AHL) sind spezielle Düsen erforderlich. Dazu kommen Mehrlochdüsen, beispielsweise Siebenlochdüsen, zum Einsatz. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von Schleppschläuchen, die mittels Überwurfmutter montiert werden. Die Dosierung erfolgt mit Hilfe unterschiedlicher Dosierblenden (0,8 bis 1,8 mm)

Der Einsatz einer Feldspritze erfolgt immer im sensiblen Bereich der Umwelt. Abdrift ist daher ein wichtiger Aspekt. Gefährdet sind insbesondere die feinen Tropfen <100 µm! Diese ergeben sich durch falsche Düsenwahl und/oder hohen Druck (mit Flachstrahldüsen).

*Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI), Deutschland.



Der Einsatz einer Feldspritze erfolgt immer im sensiblen Bereich der Umwelt. Abdrift ist daher ein wichtiger Aspekt.

Die Grösse der Zielfläche und die Aufwandmenge je m² bestimmen die Düsen-Bauart und die Düsengrösse.

Anwendungsbereich	Zielfläche	Grösse (m ² /ha)	200 l/ha Spritzbrühe	300 l/ha Spritzbrühe
Herbizid Vor-Auflauf	Boden	10 000 m ²	20 ml/m ²	30 ml/m ²
Herbizid Nach-Auflauf	Unkraut Ungras	bis 25 000 m ²	bis 8 ml/m ²	bis 12 ml/m ²
Wachstumsregler Halbbruch	Halmbasis	50 000– 70 000 m ²	2,8–4 ml/m ²	4,2–6,0 ml/m ²
Blattkrankheiten (Fungizid)	Gesamte Pflanze	70 000– 125 000 m ²	1,6–2,8 ml/m ²	2,4–4,2 ml/m ²
Ährenkrankheiten	Ähre und oberer Blattbereich	50 000– 100 000 m ²	2–4 ml/m ²	3–6 ml/m ²