

# Sp(r)itzentechnik

## Präzise Geräte für den Acker

Landwirte nutzen Feldspritzen, um Pflanzenschutzmittel und Flüssigdünger auszubringen und damit den Pflanzen gesundes Wachstum zu sichern. Damit die Mittel gezielt auf den Pflanzen ankommen, sind die richtige Technik und das passende Wetter ausschlaggebend. Dazu gehören bei einer Feldspritze v.a. die Düsen und die Mengenregulation. Der Baustein erklärt die spannende Technik und deren Einsatz.

### SACHINFORMATION

#### Was braucht die Pflanze?

Die Wirkstoffe der Herbizide, Fungizide und Insektizide sowie die Nährstoffe der Flüssigdünger sollen möglichst effizient und bedarfsgerecht mit dem Spritzwasser auf der jeweiligen Zielfläche (Blätter, Stängel oder Boden) ankommen. Die Wasseraufwandmenge variiert je nach Zulassung des Pflanzenschutzmittels zwischen 100 und 400 Liter/Hektar, also deutlich weniger als vor 25 Jahren. Die moderne Landwirtschaft arbeitet nach dem Schadschwellenprinzip und folgt den Vorgaben für Bienen-, Gewässer- und allgemeinen Umwelt- und Anwenderschutz sowie der Resistenzvermeidung. Für eine optimale Wirkung werden auch die Witterungsbedingungen berücksichtigt.

Auch wenn eine Feldspritze im Wesentlichen wie früher aus einem Spritzmitteltank inkl. Rührwerk und Pumpen, Leitungen und einem Spritzbalken mit Düsen besteht, hat sich doch eine ganze Menge geändert. Landwirte nutzen zunehmend Hightech und automatisierte Funktionen bei der Planung und auf dem Feld. GPS und Spurassistenten sind nicht mehr wegzudenken.

#### Spritzentypen im Ackerbau

Man unterscheidet zwischen Selbstfahrern und angebauten bzw. angehängten Feldspritzen, die mit einem Traktor über das Feld bewegt werden. Bei einer Anbauspritze sind Tank und Gestänge direkt am Schlepper montiert. Manche Modelle, teils mit Zusatztank vorne am Traktor, fassen mehr als 3.000 Liter Inhalt, was meist genug Spritzbrühe für ein Feld mit 10 Hektar darstellt. Anbauspritzten sind auf schrägen Flächen wendiger und stabiler zu fahren als ein Schlepper mit Anhänger.

Die meisten Betriebe mit großen Flächen arbeiten hingegen mit angekuppelten Anhängerspritzen, denn sie sind schneller gerüstet und oft leistungsstärker als Anbaumodelle. Mit ihren großen Behältern und Arbeitsbreiten eignen sie sich besonders für Großbetriebe mit festen Fahrspuren und Abläufen. Groß und zugleich flexibel sind Selbstfahrer mit eigenem Motor. Sie besitzen eine hohe Bodenfreiheit von meist einem Meter (z.B. praktisch bei Raps-Blütenspritzung) und eine variable Spurweite. Sie lohnen sich v.a. für Lohnunternehmen und Maschinenringe,

### LERNZIELE UND KOMPETENZEN:

**Fächer:** Erdkunde, Biologie, Mathematik, Physik, Natur und Technik (ab Klasse 9)

Die Schülerinnen und Schüler

- » lesen den Text und erläutern Bauteile einer Feldspritze;
- » lösen Rechenaufgaben zu Aufwandsmengen und weiteren Faktoren;
- » führen einen Versuch zur Zerstäubung von Wasser durch.

die bei diversen Betrieben professionell aushelfen. Je größer die Fläche und je knapper die Zeit ist, umso wichtiger ist die Schlagkraft (Arbeit pro Zeit). Einfach schneller fahren geht nicht (s. unten). Große Arbeitsbreiten bringen mehr Schlagkraft beim selben Tempo. Auch die richtige Tankgröße und der Zeitaufwand zum Nachfüllen spielen eine Rolle. Große Modelle besitzen ein Tankvolumen von bis zu 8.000 Litern und eine Arbeitsbreite von bis zu 36 Metern.

#### Vom Tank zur Düse

Die Spritzbrühe läuft aus dem Tank durch Leitungen zu beiden Seiten entlang des Gestänges zu den Düsen und durch diese nach draußen. Reste laufen zurück in den Spritztank. Pumpen sorgen für den nötigen Druck. Die gesamte Länge des Gestänges unterteilt sich in ausklappbare Teilbreiten (Sektionen) von z.B. drei Metern. Am Gestänge sitzen die Düsen mit je 50 cm Abstand, selten 25 cm. Die Ausleger sind in der Höhe hydraulisch verstellbar. Das geht teilweise automatisch: Ultraschallsensoren erfassen den Abstand zu den Pflanzen und melden ihn der Steuerung, die die Höhe des Auslegers stetig an unebenes Gelände anpasst. Optimal sind 50 cm Abstand.

Zudem können einzelne Teilbreiten automatisch ohne Aussteigen und GPS-gesteuert ausgeschaltet werden. Die Teilbreitenschaltung (Section Control) hilft am Feldrand und bei unregelmäßigen Feldern, bei denen sich Überschneidungen (z.B. in Kurven) nicht verhindern lassen. Das spart Spritzmittel und vermeidet falsche Dosierung. Bei manchen Geräten ist jede Düse einzeln ein-/abzuschalten. Oft sitzen mehrere Düsen zum Wechseln an einem Düsenkörper (vgl. Mikroskop mit mehreren Linsen).

Die Steuerung der Feldspritze erfolgt aus dem Schlepper heraus. Das setzt voraus, dass Schlepper und angehängte Arbeitsgeräte miteinander kom-

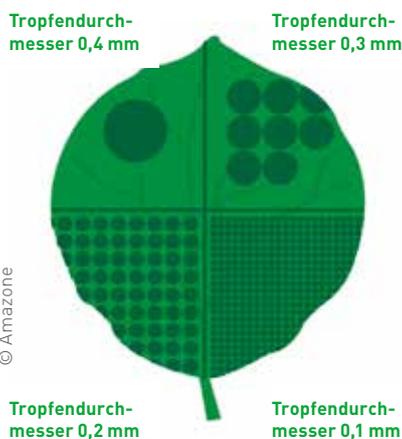


Randdüsen außen an den Spritzgestängen helfen beim Einhalten der Abstandsauflagen und an der Fahrgasse beim Einsparen von Mitteln.

munizieren können (z.B. über ISOBUS oder CANBUS). Die Spritze liefert dem Fahrer kontinuierlich Daten zur Kontrolle und Dokumentation, z.B. erfassen Drucksensoren den Füllstand im Spritzmitteltank. Am Gestänge sitzen zudem spezielle Lampen und hinter der Spritze eine Kamera, die dem Landwirt helfen, den Spritznebel zu beobachten, ob z.B. eine Düse verstopft ist. Damit alles ordentlich arbeitet, werden die Düsen und die ganze Spritze regelmäßig gereinigt und gewartet, wofür es auch Programme gibt.

### Kleines Bauteil – große Wirkung

Die ausgebrachten Mittel können nur optimal wirken, wenn sie gut auf den Zielflächen verteilt sind (Benetzung). Dafür ist die Tropfengröße sehr wichtig. Tropfen zwischen 0,1 und 0,3 Millimeter Durchmesser driften kaum mit dem Wind ab, benetzen die Fläche breitflächig und rollen nicht vom Blatt. Bei dichtem Pflanzenbestand sind große Tropfen besser. Auch die Art des Spritzmittels spielt eine Rolle: Die Hersteller empfehlen bei Herbiziden eher große Tropfen, bei Insektiziden eher eine feine Verteilung.



Dieselbe Wassermenge in vielen kleineren Tropfen (statt einem großen) benetzt viel mehr Oberfläche. Feine Tropfen sind jedoch windanfälliger.

Je nach Situation ist ein anderes Düsenmodell vorteilhaft, denn jede Düse erzeugt je nach Aufbau und Funktionsweise ein anderes Tropfenspektrum und andere Spritzbilder (Winkel, Breite usw.). Es kommen immer wieder neue Düsenmodelle auf den Markt, die z.B. deutlich weniger Abdrift als früher mit gezielter Ährenbenetzung verbinden. Manche Düsen können unterschiedlich steil und breit nach vorne und hinten sprühen und ihren Strahl aufteilen. Damit optimieren sie bei höherem Tempo (über 8 km/h) die Flugbahn der Tropfen und minimieren Spritzschatten.

### DIE WAHL DER RICHTIGEN DÜSE

Dabei geht der Landwirt wie folgt vor: Er schaut, welche Wasseraufwandmenge (l/ha) der Hersteller des Mittels empfiehlt und welche Fahrtempo das Gelände, der Boden und die Kultur zulassen. Daraus ergibt sich der nötige Düsenausstoß, also die Menge pro Zeit (l/min). Je nach gewünschtem Tropfenspektrum empfiehlt der Hersteller eine bestimmte Düse und den erforderlichen Spritzdruck für den richtigen Spritzwinkel. Bei all diesen Schritten helfen eine Wahlscheibe, Tabelle oder App vom Hersteller. Der Landwirt rüstet die Feldspritze entsprechend und testet die Funktion mit reinem Wasser (Auslitern).

Bei höherem Tempo schwingt zudem das Gestänge vor und zurück, was Mengenabweichungen pro Pflanze verursacht. Dagegen entwickeln die Hersteller ausgeklügelte Sensor-, Düsen- und Steuertechnik, die einzelne Düsen in Millisekunden öffnet und schließt und so die Menge anpasst.

### „Digital Farming“

Bei Feldspritzen erweisen sich Sensoren und ihre Daten als hilfreich, um wirksam und umweltschonend zu arbeiten. Gepaart mit Geodaten von früheren Erträgen und Behandlungen (Applikationskarten) helfen sie bei der Mengenregulierung. Ziel ist die teilflächenspezifische Ausbringung, wie sie heute schon bei Stickstoffdüngern und Fungiziden möglich ist. So können z.B. optische Sensoren, die Pflanzen und ihr Blattgrün (Chlorophyll) anhand von Fluoreszenz und Wärmestrahlung aus der Fotosynthese erkennen. Die Forschung arbeitet daran, Nährstoffbedarf, Krankheiten und Unkräuter/-gräser zu erkennen und dann gezielt das Feld nur dort zu behandeln.

Die Zukunft bringt viele weitere Möglichkeiten, Feldarbeiten zu optimieren: mit Blick auf mehr Ertrag, Betriebskosten und Effizienz, Anwendungsschutz und Umweltschutz. Natürlich liegt es weiterhin am Landwirt, seiner Erfahrung und seinen Entscheidungen, welche Technik und Mittel er wie einsetzt.



Je nach Situation auf dem Feld werden am Gestänge ganz unterschiedliche Düsen montiert, teils auch Rohre oder Schläuche für die Unterblattspritzung oder Bodenausbringung.

### METHODISCH-DIDAKTISCHE ANREGUNGEN

Das Thema passt gut als Exkurs in verschiedenen Fächern, z.B. auch in Physik, wenn es um optische Geräte, Steuer-/Regeltechnik, Digitalisierung oder um Bewegungsenergie geht. Zum Einstieg sammeln die Klassen ihre Assoziationen zum Thema Feldspritze auf einem Plakat. Die SchülerInnen der höheren Klassen lesen und erarbeiten sich danach den anspruchsvollen Sachinfo-Text selbst. Er dient ihnen als Basis, um die wichtigsten Eigenschaften moderner Feldspritzen anhand von Fotos auf **Arbeitsblatt 1** zu beschreiben. Mit den Rechenaufgaben auf **Arbeitsblatt 2** und dem Versuch auf der **Sammelkarte** können sie konkret nachvollziehen, wie sich Faktoren auf das Spritzbild auswirken. Am Ende gleichen sie ihr neues Wissen mit ihrem bisherigen Bild ab: Was hat sie besonders überrascht?

### LINK- UND MATERIALTIPPS

- » Anknüpfende Materialien in Heft 5 (GPS auf Acker), 29–31 (Pflanzenschutz), 2 und 16 (Pflanzenernährung), 10 (Ressourcenschutz) und 26 (Multikopter) unter [ima-lehrermagazin.de](http://ima-lehrermagazin.de)
- » Materialien zu ISOBUS, GPS und Sensoren in Düngerstreuern in Unterrichtsmappe „Landtechnik“ des VDMA e.V., z.B. Kapitel „Physik/Technik I“, unter [ima-shop.de](http://ima-shop.de)
- » [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de) → „Feldspritze“
- » Studie zum technischen Stand deutscher Landwirte unter [www.boeckler.de/pdf/p\\_fofoe\\_WP\\_052\\_2017.pdf](http://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_WP_052_2017.pdf)
- » Videos bei YouTube, z.B. „#FARM TO FUTURE Digital Farmmanagement“ und „Erntehelfer aus dem All“

# Was macht die Spritze spitze?

① Lies den Text und schreibe zu jedem Foto, warum die dargestellte Technik die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und Blattdüngern genauer und effizienter macht.

<p><b>Düsen</b></p>  <p>© Amazone</p>	<p><b>GPS-Steuerung</b></p>  <p>© Yara</p>	<p><b>Section Control</b></p>  <p>© Kverneland</p>	<p><b>Fernsteuerung von z. B. Düsen aus Cockpit</b></p>  <p>© Hardi</p>
<p>weniger Abdrift, Mittelleinsparung ...</p>	<p>Spurassistent, Geodaten</p>	<p>weniger Spritzfehler, Abdrift</p>	<p>weniger Handarbeit, Zeitersparnis</p>

<p><b>Beleuchtung an Gestänge und Kamera</b></p>  <p>© Amazone</p>	<p><b>Ultraschallsensor für hydraulische Höhenanpassung</b></p>  <p>© Amazone</p>	<p><b>Apps zur Maßnahmenplanung</b></p>  <p>© OCI Agro</p>	<p><b>Wartungs- und Reinigungsprogramme</b></p>  <p>© Lemken</p>
<p>bessere Kontrolle, Funktion Düsen</p>	<p>optimaler Abstand zu Pflanzen für optimales Spritzbild</p>	<p>Ausbringung in günstigen Zeitfenstern für optimale Wirkung</p>	<p>für Arbeitserleichterung und Vermeidung von Fehlern</p>

② Begründe in wenigen Sätzen, warum eine effiziente Ausbringung wichtig ist.

---



---



---



---

# Wertvolle Tropfen

Die Flüssigkeit, die mit der Feldspritze auf den Pflanzen versprüht wird, heißt Spritzbrühe. Sie ist eine wässrige Lösung der Nährstoffe (Flüssigdünger) und/oder der Wirkstoffe (Pflanzenschutzmittel). Das Wasser ist ihr Transportmedium. Bei der Ausbringung spielen viele Faktoren eine Rolle. Berechne die folgenden Beispiele in deinem Heft und erfahre, warum.

## ① Im Spritzwassertank

Der Landwirt füllt 3.000 Liter Wasser in seine Spritze und rührt 1 Liter eines Pflanzenschutzmittels ein. Das Mittel enthält 50 Gramm Wirkstoff pro Liter. Der Hersteller empfiehlt eine Aufwandmenge von 300 l/ha.

- a) Für wie viele Hektar reicht der Inhalt des Tanks?  $3.000 \text{ l} : 300 \text{ l/ha} = 10 \text{ ha}$   
 b) Wie viel Gramm Wirkstoff stecken in einem Liter Spritzbrühe?  $50 \text{ g/l} : 3.000 \text{ l} = 0,016 \text{ g} = 16,6 \text{ mg}$   
 c) Wie viele Liter Spritzbrühe landen auf einem Quadratmeter Feld/Pflanzen?  $300 \text{ l/ha} : 10.000 \text{ m}^2 = 0,03 \text{ l}$   
 d) Wie viel Gramm Wirkstoff landen auf einem Quadratmeter Feld/Pflanzen?  $0,03 \text{ l} \times 16,6 \text{ mg} = 0,5 \text{ mg}$

## ② Arbeitsbreite

**Hilfe: 1 ha = 10.000 qm = 100 m x 100 m**

Das zu behandelnde Feld ist etwa 400 Meter lang und etwa 250 Meter breit. Der Betrieb besitzt zwei Feldspritzen: eine mit einer Arbeitsbreite von 18 Metern, eine mit einer Arbeitsbreite von 24 Metern. Wie oft müssen die größere bzw. die kleinere Feldspritze längs über das Feld fahren, um alle Pflanzen zu behandeln?  $250 \text{ m} : 18 \text{ m} = 14 \text{ Bahnen (minimale Überschneidung)}$ ;  $250 \text{ m} : 24 \text{ m} = 10 \text{ Bahnen und } 10 \text{ Meter übrig}$

## ③ Düsen und Aufwandmenge

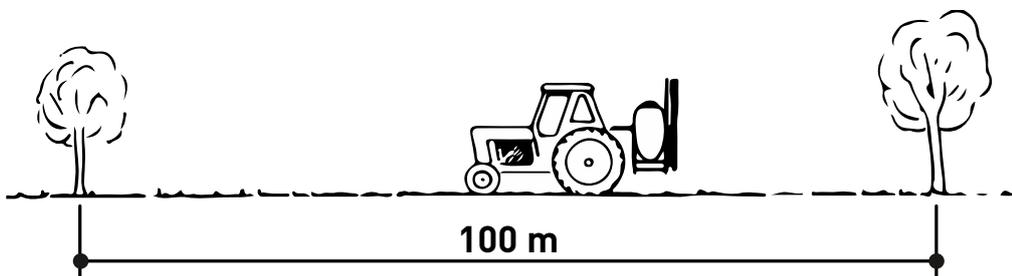
Die Düsen beeinflussen die ausgebrachte Menge pro Fläche (Aufwandmenge). Am Gestänge sitzt alle 50 cm eine Düse. Wenn auf 1 m<sup>2</sup> 30 ml Spritzbrühe kommen sollen, welche Menge soll dann pro Meter Fahrtweg aus jeder Düse kommen?  $1 \text{ m Breite} : 0,5 \text{ m Düsenabstand} = 2 \text{ Düsen} \rightarrow 30 \text{ ml} : 2 = 15 \text{ ml}$

## ④ Fahrgeschwindigkeit

Sie beeinflusst den Winkel, in dem die Tropfen auf die Pflanzen treffen, und die dort ankommende Menge. Der Landwirt soll z. B. 300 l/ha ausbringen. Aus seiner ausgewählten Düsengröße fließen bei 2 bar Druck 1,3 l/Min. Laut Tabelle bzw. App erreicht der Landwirt die 300 l/ha, wenn er genau 5,2 km/h fährt.

- a) Rechne das Tempo in m/Sek. um.  $5.200 \text{ m} : 3.600 \text{ Sek.} = 1,44 \text{ m/Sek.}$   
 b) Wenn die Ausbringmenge kleiner sein soll, muss der Schlepper dann schneller oder langsamer fahren? Berechne das Tempo für 200 l/ha. **schneller.**  $1,44 \text{ m/Sek.} \times (300 : 200) = 2,16 \text{ m/Sek.}$

Quelle: AgroConcept nach Hardi



### ABWEICHUNGEN VERMEIDEN:

Wind prüfen: Ideales Spritzwetter ist bei Windgeschwindigkeiten von unter 4 m/Sek. Bei über 6 m/Sek. (waagerechte Windhose) ist das Spritzen nur mit Spezialausrüstung erlaubt. Gegen Abdrift helfen z. B. große Düsen, geringer Druck, langsame Fahrt und niedriges Gestänge nah über den Pflanzen.  
 Spritze prüfen: Damit die Spritze auch genau so arbeitet, wie sie eingestellt wird, kontrolliert der Landwirt die Funktion und Mengen mit reinem Wasser vor jeder Nutzung (Auslitern) und reinigt das Gerät während/nach jeder Nutzung.