

Lehrmodule DIALOG (Skript)

MODUL

OB03

Arbeitsübersetzung

Pflanzenschutztechnik



**Einstellung der Geräte zur Ausbringung von
Pflanzenschutzmitteln auf Obstkulturen.
Berechnung der Dosierung.**

Einführung

Die Vermittlung von praxis- und anwendungsorientiertem Wissen und Know-how steht im Mittelpunkt des bilateralen Kooperationsprojektes "Deutsch-Ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors von Winnyzja" (www.dualog-ukraine.de), das aus Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat der Bundesrepublik Deutschland (BMLEH) gefördert wird.

Als ein wichtiger Baustein zur besseren Qualifizierung von Beratern und Erzeugern wurde dafür die Reihe "**Lehrmodule DUALOG**" in Form von 23 Modulen in deutscher und ukrainischer Sprache vom Projektdurchführer erstellt. Diese fachlichen Wegweiser sollen Beratern/innen, Spezialisten und Erzeugern im Obst- und Gemüsesektor in gedruckter Form sowie digital als Hilfsmittel und Nachschlagewerk bei der Beratungsarbeit und in der Praxis behilflich sein. Jedes Modul erklärt kompakt und verständlich wesentliche Zusammenhänge des jeweiligen Themas und vermittelt so praktische Tipps, handwerkliches Know-how und Erfahrungen.

Zur Erreichung des Projektziels – die Verbesserung der Erzeugung und Vermarktung von Obst und Gemüse in der Oblast Winnyzja – kommt insbesondere der Beratung von staatlichen Schlüsselinstitutionen und dem Ausbau der beruflichen Aus- und Weiterbildung eine Schlüsselrolle zu. Dem trägt diese Reihe, die von Spezialisten mit profundem und aktuellem Fachwissen und langjähriger Praxiserfahrung verfasst wurde, in vollem Umfang Rechnung.

Über das Modul „Pflanzenschutztechnik“

Dieses Modul beschreibt in kompakter und praxisrelevanter Form die grundlegenden Geräte, Gerätetypen, mechanische Details wie Filtersysteme, verschiedene Arten von Düsen und gibt detaillierte Anleitungen zur Ausbringung der Pflanzenschutzlösung. Das umfasst die Themen Wasserqualität, Mischanleitung, Wartung der Geräte, Berechnung der Ausbringmenge in Abhängigkeit von Fahrgeschwindigkeit, Druck und Düsentypen, sowie die Berücksichtigung von Windströmungen und Abdriften von Sprühnebel.

Herausgeber: "Deutsch-Ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors" (DUALOG-Projekt). Email info@adtproject.de Web: www.adtproject.de

Text / Autor: Anna Sakhonchyk. **Bildnachweis:** Anna Sakhonchyk

© 2026 Deutsch-Ukrainischer Fachdialog zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors" (DUALOG-Projekt). Alle Rechte vorbehalten.

Haftungsausschluss: Dieses Lehrskript wird unter der Verantwortung des „Deutsch-Ukrainischen Fachdialogs zur nachhaltigen Entwicklung des Obst- und Gemüsesektors“ (DUALOG-Projekt) veröffentlicht. Jegliche Meinungen und Ergebnisse, Schlussfolgerungen, Vorschläge und Empfehlungen beziehen sich auf den Autor/die Autorin und müssen nicht den Ansichten des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) entsprechen.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 – Aufbau des Sprühgeräts	5
1.1 Ventilatoren	5
1.1.1 Axialventilator	6
1.1.2 Radialventilator	7
1.1.3 Tangentialventilator / Querventilator	7
1.2 Sprühgeräte	8
1.2.1 Rundstrahlsprühgeräte	8
1.2.2 Flachstrahldüsen	8
1.2.3 Injektorsprühdüse	9
1.2.4 Grenzsprayer	10
1.2.5 Was bedeuten die Farbe und die Grösse der Sprühdüsen?	11
1.2.6 Material der Sprühdüsen	12
1.2.7 Verschleiss von Sprühdüsen	12
1.2.8 Wartung und Pflege von Sprühdüsen	13
1.3 Filtersystem	13
1.3.1 Auswahl der Filter	14
1.4 Behälter, Mischer, Pumpe	16
1.4.1 Behälter	16
1.4.2 Mischer	17
1.4.3 Pumpe	17
1.5 Steuerung des Sprühgeräts	17
1.5.1 Sprayer-Computer	18
1.5.2 Sensor-Technologie	18
Kapitel 2 – Ausbringung der Arbeitslösung	19
1.6 Tropfengrösse	19
1.7 Meteorologie	23
1.8 Technik	28
1.8.1 Düsen und Druck	28
1.8.2 Luftzufuhr	29
1.8.3 Fahrgeschwindigkeit	30
1.8.4 Sichere Abstände und physische Barrieren	31
Kapitel 3 – Wasserqualität, Mischverfahren	32
Kapitel 4 – Technische Wartung und Überprüfung der Ausrüstung	34

Kapitel 5 – Berechnung der Wasserausbringung.....	37
Kapitel 6 – Anpassung des Sprühgeräts an die Pflanzung.....	40
Kapitel 7 – Reinigung des Sprühgeräts	43
Kapitel 8 – Sicherheitstechniken beim Sprühen.....	44
Quellen	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Aufbau eines Sprühgeräts	5
Abbildung 2 - Axialventilator	6
Abbildung 3 - Radialventilator	7
Abbildung 4 - Tangentialventilator	7
Abbildung 5 - Schema eines Rundstrahlsprühers	8
Abbildung 6 - Anordnung von Rundstrahlsprühköpfen.....	8
Abbildung 7 - Anordnung der Flachstrahldüsen	9
Abbildung 8 - Aufbau einer Injektordüse.....	10
Abbildung 9 - Grenzspritzen	11
Abbildung 10 - Übereinstimmung von Kalibrierungen und Farben der Düsen	11
Abbildung 11 - Diagnose des Verschleißes der Düsen.....	12
Abbildung 12 - Maßstab der Sprühfilter.	14
Abbildung 13 - Filtersystem in einem Gartensprüngerät.	15
Abbildung 14 - Varianten der Installation des Düsenfilters.....	15
Abbildung 15 - Düsentyp und Filtergröße.....	16
Abbildung 16 - Klassifizierung der Tröpfchengröße	20
Abbildung 17 - Tropfengröße in Abhängigkeit vom Druck derselben Düse.	21
Abbildung 18 - Wie unterschiedlich große Tropfen auf wasserempfindlichem Papier aussehen	21
Abbildung 19 - Tropfengröße im Verhältnis zum Schädling	22
Abbildung 20 - Veränderung der meteorologischen Indikatoren im Laufe des Tages.....	24
Abbildung 21 - Auswahl der Bedingungen für das Sprühen	25
Abbildung 22 - Windstärke in Bodennähe nach der Beaufort-Skala	27
Abbildung 23 - Empfohlener Druck und Tropfengröße für verschiedene Sprühdüsen von Lechler.....	29
Abbildung 24 - Geräte zur Messung des pH-Werts und der Wasserhärte.	33
Abbildung 25 - Beispiel für ein Luftverteilungsdiagramm eines Obstspritzgeräts	36
Abbildung 26 - Berechnung der Fahrgeschwindigkeit des Traktors.	37
Abbildung 27 - Visuelle Kontrolle des Sprühnebelabtrags zwischen den Reihen während des Sprühvorgangs.	40
Abbildung 28 - Visuelle Kontrolle des Abtrags der Arbeitslösung über den Bäumen während des Sprühens.....	40
Abbildung 29 - Richtig und falsch eingestellter Sprühapparat (Quelle: Beratungsring)	42

Kapitel 1 – Aufbau des Sprühgeräts

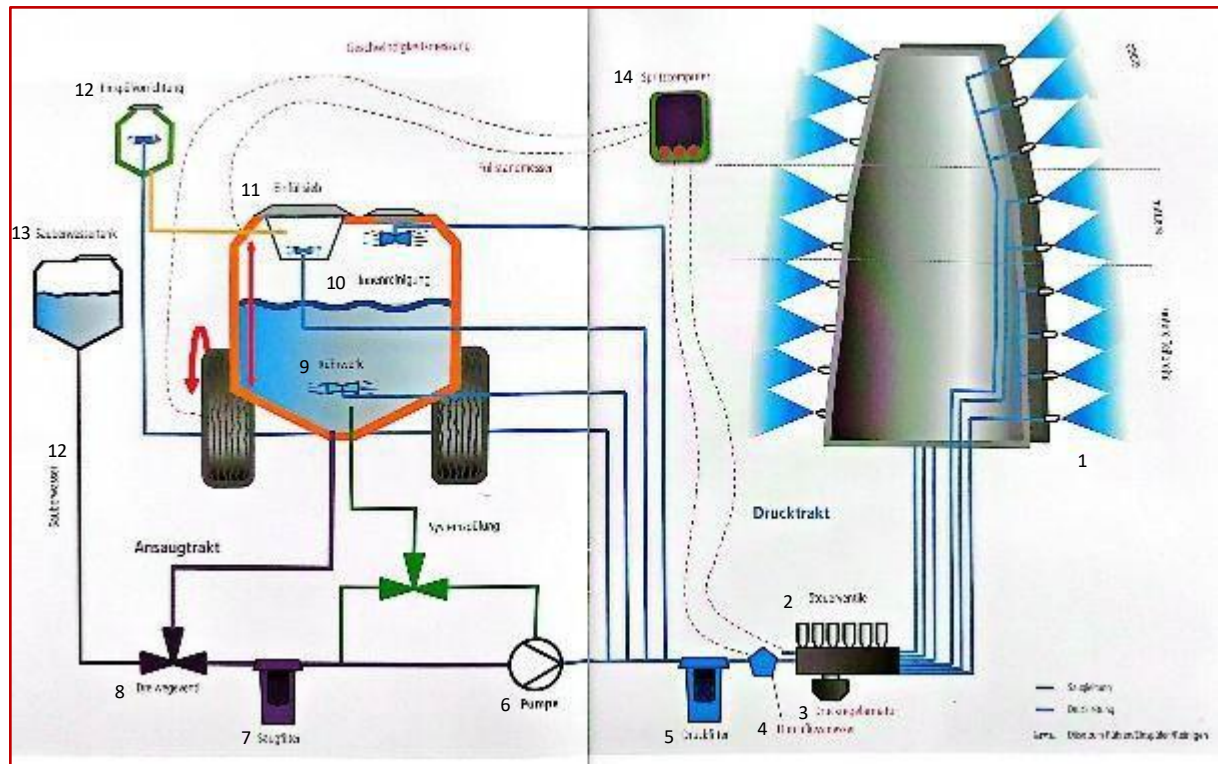


Abbildung 1 - Aufbau eines Sprühgeräts

1 – Sprühgerät-Schacht, 2 – Magnetventile, 3 – Druckregler, 4 – Manometer, 5 – Druckfilter, 6 – Pumpe, 7 – Ansaugfilter, 8 – Dreiwegeventil, 9 – Mischer, 10 – Innenreiniger, 11 – Einfüllstutzen-Sieb, 12 – sauberes Wasser, 13 – Behälter für sauberes Wasser, 14 – Computer.

1.1 Ventilatoren

In der Gartenbauindustrie werden Pflanzen in der Regel mit Pflanzenschutzmitteln aus der Luft behandelt,

d. h. die Tropfen der Lösung werden mit Hilfe eines Luftstroms von den Düsen zur Zielfläche (Bäume) transportiert. Der Luftstrom wird mit Hilfe eines Ventilators erzeugt. Die Luftgeschwindigkeit, die Luftmenge und die Strömungsrichtung bestimmen die Qualität der Besprühung. Um eine möglichst hohe Konzentration der Lösung auf dem Besprühungsobjekt zu gewährleisten und gleichzeitig Verluste durch Abdrift oder Abfließen zu vermeiden, muss der Luftstrom an die jeweilige Kultur angepasst werden. Somit ist der Ventilator eine der zentralen Komponenten des Sprühgeräts. Auf dem Markt ist eine große Auswahl an Typen erhältlich. Die verschiedenen Ventilatorarten weisen erhebliche Unterschiede in der Geometrie des Luftstroms (Geschwindigkeit, Volumen und Richtung) auf.

Grundsätzlich werden drei Arten von Ventilatoren zur Erzeugung eines Luftstroms unterschieden:

- Axialventilator/Rückwärtsaxialventilator

- Radialventilator
- Tangentialventilator/Querstromventilator

1.1.1 Axialventilator

Der Axialventilator ist derzeit der am häufigsten verwendete Ventilator in Sprühgeräten für den Garten- und Weinbau. Die Luft wird durch einen Propellerventilator mit feststehenden Leitschaufeln entweder in Fahrtrichtung (axial) von hinten oder entgegen der Fahrtrichtung (rückwärts axial) von vorne angesaugt und in Richtung der Achse beschleunigt. Der so entstehende horizontale Luftstrom wird im Ventilatorgehäuse um 90° abgelenkt.

Propeller, wird mit Hilfe von Luftleitblechen in zwei Teile geteilt und in Richtung des Zielobjekts geblasen. Durch die Drehrichtung der Flügel entsteht auf beiden Seiten ein asymmetrischer Luftstrom (Wirbel). Das Volumen und die Geschwindigkeit der Luft beim Austritt auf beiden Seiten können sehr unterschiedlich sein. In modernen Geräten wird der Wirbel durch die gezielte Luftführung in der geschlossenen Konstruktion des Ventilators sehr gut ausgeglichen. Die Konstruktion des Ventilators ermöglicht durch die schräge oder quer verlaufende Luftströmung auch eine gezieltere Luftführung, als dies mit einem offenen Axialventilator (ohne Aufsatz) möglich wäre. Der Propeller von Axialventilatoren wird in der Regel mechanisch über die Zapfwelle des Traktors angetrieben. Einige Hersteller sind auf einen hydraulischen Antrieb des Propellers umgestiegen. Dadurch kann die erforderliche Drehzahl der Flügel unabhängig von der Drehzahl des Traktormotors geregelt werden. Dies erleichtert die Anpassung des Luftvolumens an verschiedene Vegetationsstadien mit unterschiedlicher Blattdichte. Bei der Luftverteilung gibt es keine wesentlichen Unterschiede zwischen Axial- und Umkehr-Axialventilatoren. Beide Ventilortypen lassen sich durch die gezielte Luftführung in der geschlossenen Ventilatorbauweise sehr gut an Obstkulturen anpassen. Axialventilatoren sorgen für ein großes Luftvolumen bei niedriger Ausgangsgeschwindigkeit. Im Vergleich zu beispielsweise einem Radialventilator verbraucht ein Axialventilator weniger Energie.

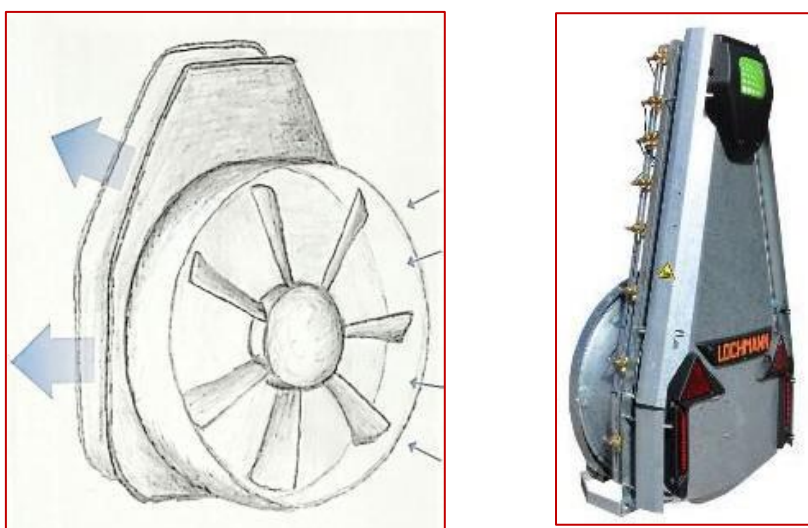


Abbildung 2 - Axialventilator

1.1.2 Radialventilator

In einem Radialventilator wird die Luft beschleunigt, d. h. die Luft wird in axialer Richtung durch das Flügelrad angesaugt und vom Zentrum aus beschleunigt. Der Luftstrom wird hinter dem Propeller im Ventilatorgehäuse mit hoher kinetischer Energie in radialer Richtung ausgestoßen. Im Vergleich zu Axialventilatoren saugt ein Radialventilator relativ wenig Luft an, gibt sie jedoch mit sehr hoher Geschwindigkeit aus den Auslassöffnungen ab. Dadurch ermöglicht der erhöhte statische Druck, den Luftstrom durch Schläuche oder ähnliche Systeme zu leiten und an beliebiger Stelle auszugeben. Radialventilatoren haben eine höhere Leistung als Axialventilatoren.

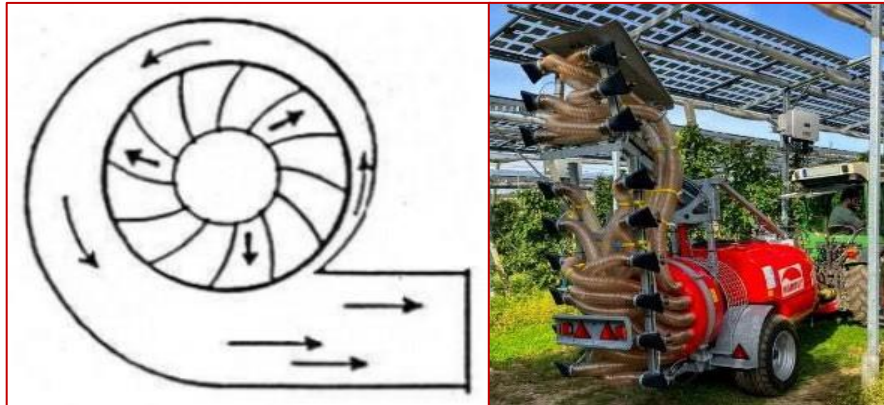


Abbildung 3 - Radialventilator

1.1.3 Tangentialventilator / Querventilator

Bei Tangentialventilatoren wird der Luftstrom durch zwei vertikal angeordnete, mit Lamellen versehene zylindrische Trommeln erzeugt. Die Luft wird über die gesamte Breite der Trommelrotoren angesaugt und tangential zum Zielobjekt abgelenkt. Dadurch entsteht ein nahezu horizontaler Luftstrom mit vertikalem Profil. Der Luftstrom kann im Bereich der Spitze genau begrenzt werden. Dies ist hinsichtlich der Abtragung sehr vorteilhaft. Um die Pflanzenkronen vollständig zu erfassen, muss die Höhe des Tangentialventilators der Höhe der Kultur entsprechen, da die Luft nur horizontal und nicht nach oben strömt. Somit können Sprühgeräte mit Tangentialventilator auch als echte Querstromsprühgeräte bezeichnet werden. Die transportierten Luftmengen und die erzeugten Luftgeschwindigkeiten erreichen Werte, die denen eines Axialventilators ähneln.



Abbildung 4 - Tangentialventilator

1.2 Sprühgeräte

Die in der Gartenbaukultur verwendeten Sprühgeräte gehören zu den sogenannten hydraulischen Sprühgeräten. Dabei wird die Sprühlösung unter einem bestimmten Druck so in die Düse gesprüht, dass eine optimale Abdeckung zum Schutz der Pflanzen erreicht wird. Die Konstruktion und die Wirkungsweise des Sprühgeräts bestimmen die Form des Sprühkegels und das Tropfenspektrum.

Die Form des Sprühkegels kann rund (in der Regel hohl) oder flach sein. Rund- und Flachstrahldüsen sind die gängigsten Konstruktionen für hydraulische Sprühgeräte. Flachstrahldüsen gibt es als Schlitzdüsen (in der Regel mit einem Sprühwinkel von 80–90°) oder als Schrägdüsen (Herbizidbalken). Rund- und Flachstrahlsprühgeräte können als Injektorsprühgeräte ausgeführt sein.

1.2.1 Rundstrahlsprühgeräte

Bei Rundstrahldüsen bildet sich am Düsenausgang ein runder, hohler Sprühkegel. Die Düsenöffnung dient als Dosierscheibe und bestimmt, wie viel Sprühflüssigkeit pro Minute bei einem bestimmten Druck austritt. Darüber hinaus bestimmen diese Parameter auch das Tropfenspektrum.

Hohlkegelsprühdüsen müssen so angeordnet werden, dass sich ihre Strahlen in der Nähe der Zielfläche leicht überlappen.

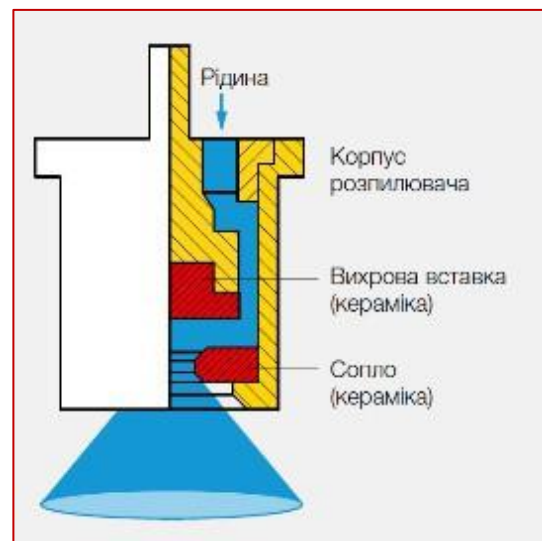


Abbildung 5 - Schema eines Rundstrahlsprühers

Vorteile von Rundstrahlsprühköpfen:

- Optimiertes schmales Tropfenspektrum
- Kleine Tropfen sorgen für eine hohe Abdeckung
- Verstopfungsresistent dank runder Öffnung

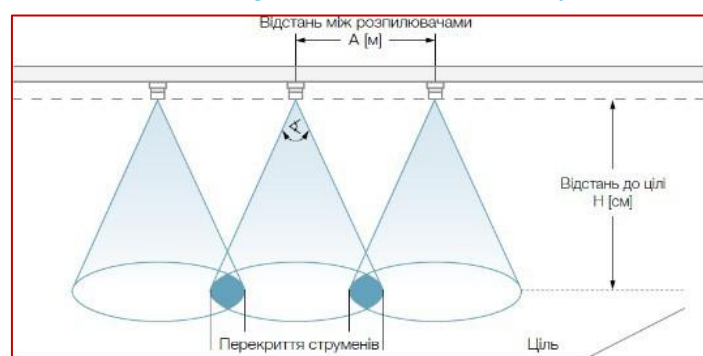


Abbildung 6 - Anordnung von Rundstrahlsprühköpfen

1.2.2 Flachstrahldüsen

Bei Flachstrahldüsen entsteht am Düsenaustritt (Schlitz) ein flacher Strahl in Form eines symmetrischen Dreiecks. Das Tropfenspektrum variiert je nach Düsenöffnung und Druck.

Für das Ausbringen von Herbiziden werden auch häufig Düsen mit schrägem Strahl verwendet. Sie bilden am Düsenausgang nur ein Halbdreieck, um einerseits besser auf die

Herbizidspur zu treffen und diese zu bedecken und andererseits kein Herbizid zu verschwenden.

Um eine Kollision der Sprühstrahlen zu vermeiden, werden die Ebenen der flachen Strahlen um etwa 7,5° bis 10° gegenüber der Achse des Verteilerrohrs gedreht.

Richten Sie die Sprühstrahlen der Flachdüsen parallel zum Luftstrom des Sprühgeräts aus, verwenden Sie dazu den Steckschlüssel AF 10.

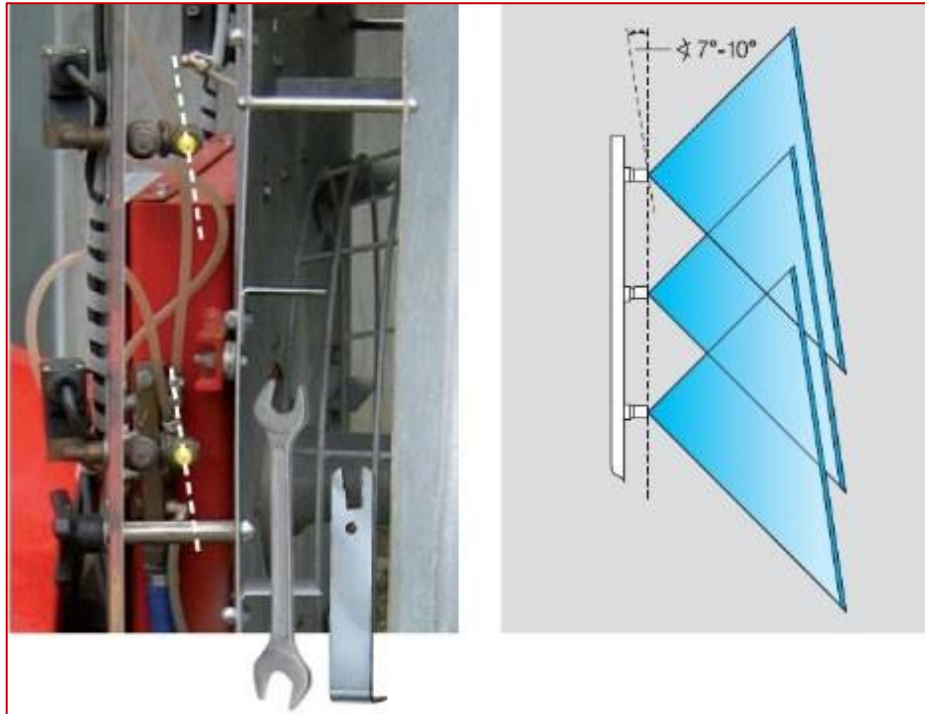


Abbildung 7 - Anordnung der Flachstrahldüsen

1.2.3 Injektorsprühdüse

Die sogenannte Injektordüse ist eine weiterentwickelte Düsenkonstruktion, deren Ziel es ist, Verluste durch Abdrift zu reduzieren und Wasser oder Pflanzenschutzmittel zu sparen. Injektordüsen sind selbstansaugende Düsen, die den Sprühstrahl nach dem Venturi-Prinzip mit Luft aufblasen. Dabei entstehen am Ausgang der Düse Tropfen mit einem Luftkern und somit einem größeren Durchmesser. Die mit Luft gefüllten Tropfen zerplatzen auf der Oberfläche des Zielobjekts und sorgen für eine gleichmäßige Benetzung.

Venturi-Prinzip

Wenn die Pflanzenschutzmittellösung durch die Einspritzdüse fließt, entsteht an der Verengung der Düse ein Druck. Dies führt zu einer Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit an dieser Stelle. Die Strömungsgeschwindigkeit steigt proportional zum Querschnitt. Links eine Injektordüse mit flachem Strahl, rechts eine hohle Konusdüse zur gleichmäßigen Verteilung der Spritzlösung. Durch den größeren Durchmesser sind die Tropfen auch schwerer und daher weniger anfällig für Windverwehungen. Der Nachteil schwererer Tropfen kann ein höherer Verlust durch das Abfließen aus der Düse sein, was zu einem Druckabfall in dieser Verengung führt. Dank des seitlichen Einlasskanals kann der entstandene Unterdruck

genutzt werden, um Luft in die Düse zu leiten, die den Sprühstrahl mit Luft aufbläst und das typische Tropfenspektrum einer Injektordüse erzeugt.

Bei einer Schlitzdüse erfolgt die Aufteilung des Flüssigkeitsstroms in Tropfen, nachdem die Flüssigkeit die Düsenkante passiert hat. Das Tropfenspektrum hängt stark vom Arbeitsdruck ab und ist sehr heterogen, d. h. es sind sowohl große als auch sehr kleine Tropfen in relativ großer Menge vorhanden. Bei steigendem Druck verschiebt sich das Spektrum in Richtung kleiner und sehr kleiner Tropfen. Unter optimalen (Wetter-) Bedingungen sind kleine Tropfen erforderlich, da sie die Blattoberfläche der Kulturpflanzen mit kleiner Blattfläche gleichmäßiger bedecken, was bei der Arbeit mit Kontaktpräparaten auf Pflanzen ohne Blattbehaarung wichtig ist. Es gibt jedoch auch Nachteile: beispielsweise die geringe Durchdringungsfähigkeit in die Krone.

Die praktische Erfahrung sowohl westlicher als auch einheimischer Betriebe zeigt: Investitionen in höhere Technologien (Injektordüsen) amortisieren sich schneller als üblicherweise angenommen. Dies ist auf die Minimierung von Verlusten bei der Verwendung von Injektordüsen zurückzuführen. Durch einfache Verdunstung gelangt ein Teil der Tropfen aus dem Sprühgerät nicht auf die Pflanzen, und dieser Anteil kann recht groß sein.

Nachteile von Injektorsprühgeräten:

- Sie sind anfälliger für Verschmutzungen, daher benötigen sie einen feineren Filter (100 Mesh) und müssen häufiger gereinigt werden (nach jedem Sprühen).
- Sie hinterlassen deutlichere chemische Rückstände auf den Früchten, was bei Spritzungen gegen Ende der Saison wichtig ist. Daher verwenden einige Landwirte in dieser Zeit immer noch alte Sprühgeräte.
- ➔ Die Tropfen sind größer und daher schwerer. Sie werden weniger vom Wind verweht, können aber schneller herunterfallen. Wenn Sie sehr hohe Bäume haben und der Ventilator schlecht/nicht ausreichend funktioniert, können die Tropfen die Baumkronen nicht erreichen und früher fallen.
- Es wird etwas mehr Wasser pro Hektar benötigt als bei der Verwendung von Wirbelzerstäubern, etwa 20-25 % mehr

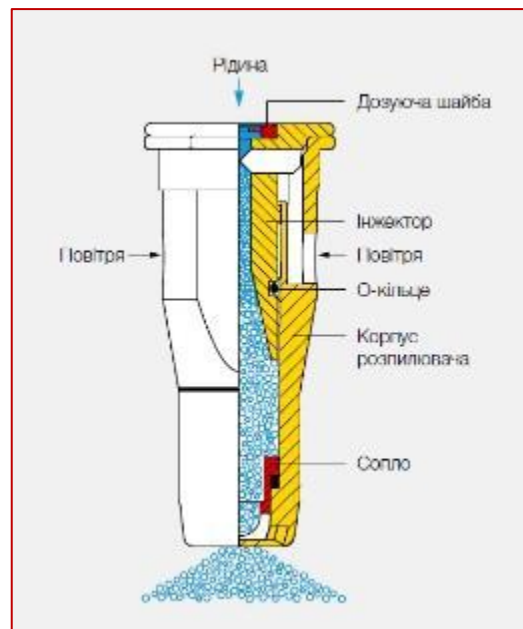


Abbildung 8 - Aufbau einer Injektordüse

1.2.4 Grenzsprayer

Anwendungsbereich:

- Ausbringen von Herbiziden in Obst- und Weinbergen.
- Herbizidbehandlung von Reihenkulturen.
- Endsprühgerät für Feldfrüchte.



Abbildung 9 - Grenzspritzen

1.2.5 Was bedeuten die Farbe und die Grösse der Sprühdüsen?

Kaliber	Farbe	Durchflussmenge l/min bei 3 atm.
01	orange	0,39
01	grün	0,59
02	gelb	0,80
025	lila	0,99
0	blau	1,19
0	rot	1,58
05	braun	1,97
06	grau	2,36
08	weiß	3,16
10	hellblau	3,86
15	salatfarben	6,12
20	schwarz	7,72

Abbildung 10 - Übereinstimmung von Kalibrierungen und Farben der Düsen

Die Farbe/Nummer des Sprüher bedeutet nur eines: den Wasserverbrauch pro Minute bei einem bestimmten Druck. Der Volumenverbrauch der Sprüher wird anhand einer internationalen Farbcodierung gemäß den ISO-Normen gekennzeichnet. Beispielsweise bedeutet die Größe 05 (braune Farbe), dass bei einem Druck von 40 PSI (2,81 bar) der Durchfluss 0,5 US-Gallonen pro Minute (entsprechend 1,89 l/min) beträgt. Umgerechnet in europäische Maßeinheiten sind das 1,94 l/min bei 3,0 bar.

ACHTUNG! Diese Kennzeichnung wird nicht von allen Sprühgeräteherstellern verwendet (ALBUZ verwendet eine eigene)!

1.2.6 Material der Sprühdüsen

Auf dem Markt sind verschiedene Arten von Düsen erhältlich: Keramikdüsen (genauer gesagt mit Keramikdüse und/oder Keramikkerne), Polymerdüsen (aus Polyoxymethylen – POM oder Polyvinylidenfluorid – PVDF) sowie Edelstahldüsen (bei uns sind sie selten, aber bei Landwirten in den USA sehr beliebt) oder aus Messing (sie werden in Handsprühgeräten verwendet). Im Gartenbau werden meist Keramikdüsen verwendet.

1.2.7 Verschleiss von Sprühdüsen

Sprühköpfe nutzen sich auch bei sachgemäßer Verwendung ab und haben daher eine begrenzte Lebensdauer. Der Sprühdruck, die Abrasivität der Arbeitslösung und das Material des Sprühkopfes bestimmen, wie schnell sich der Sprühkopf abnutzt. Es ist wichtig, den Sprühkopf während des Betriebs und der Reinigung nicht zu beschädigen. Die Verwendung verschlissener Sprühdüsen führt zu einer ungleichmäßigen Ausbringung der Arbeitslösung. Wie in der Abbildung unten zu sehen ist, ist die Verteilung der Arbeitslösung bei Verwendung verschlissener oder beschädigter Sprühdüsen äußerst ungleichmäßig. Da dies nur anhand des Sprühstrahls visuell nicht festgestellt werden kann, muss der gesamte Düsenatz ausgetauscht werden. Eine einfache Methode, um den Verschleiß der Düsen zu überprüfen, besteht darin, die Ausbringmenge mit einem Messbecher, einer Stoppuhr und einem Manometer an der Düsenleitung zu messen (siehe unten). Die Ausbringmenge der gebrauchten Düsen wird mit dem Tabellenwert neuer Düsen derselben Größe verglichen. Gebrauchte Düsen müssen ausgetauscht werden, sobald die Ausbringmenge den Tabellenwert bei Stangenspritzgeräten um mehr als 10 % und bei Gebläse-Sprühgeräten. Darüber hinaus liefert die Prüfung der Sprühgeräte auf dem Sprühgerät-Prüfstand Informationen über den Zustand des Sprühgeräts hinsichtlich der Querverteilung, wobei die Qualität der Querverteilung und die Änderung der Ausbringmenge in Bezug auf den berechneten Variationskoeffizienten miteinander in Wechselbeziehung stehen können.

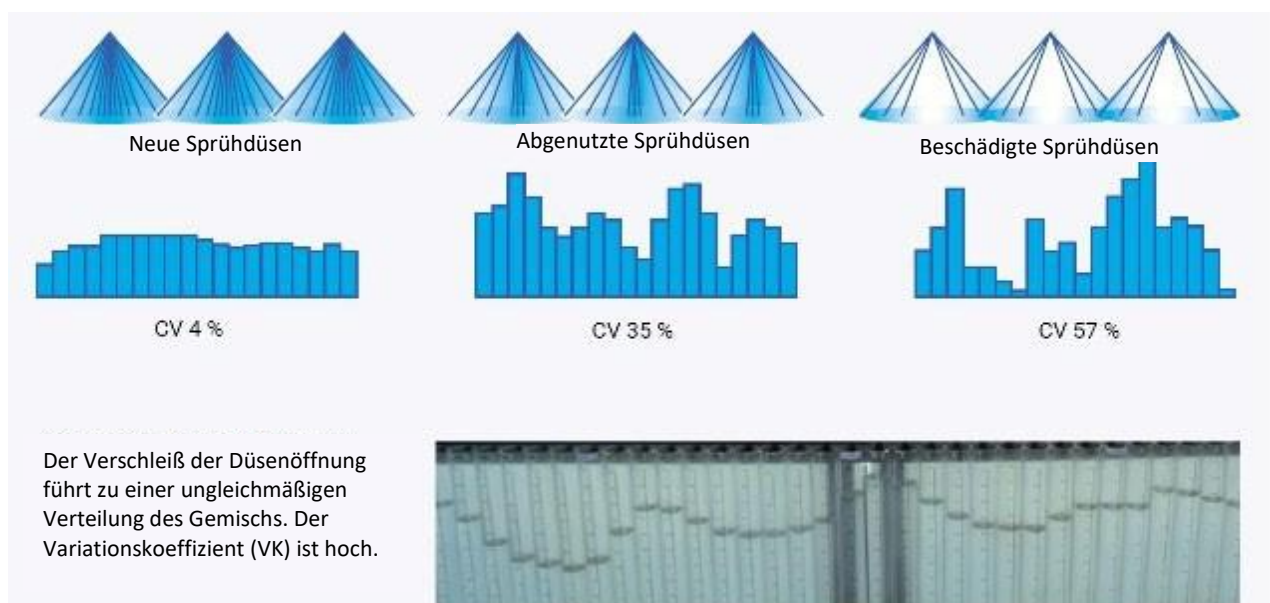


Abbildung 11 - Diagnose des Verschleißes der Düsen

Die Effizienz jedes Sprühgeräts (auch der teuersten) nimmt drastisch ab, wenn der einfache und rechtzeitige Austausch der Düsen vernachlässigt wird, deren Kosten gering sind und in keinem Verhältnis zu den Kosten des Sprühgeräts und der Präparate stehen.

Ein teures Sprühgerät hebt die Gesetze der Physik nicht auf, und seine Wartung und Einstellung muss sorgfältiger durchgeführt werden. Die Wirksamkeit der Präparate wird meist nicht durch den Preis des Sprühgeräts bestimmt, sondern durch den Typ und den Verschleiß der Düsen – eines der billigsten Teile des Geräts.

1.2.8 Wartung und Pflege von Sprühdüsen

Eine der Voraussetzungen für eine lange Lebensdauer der Düsen ist die richtige Pflege. Die Empfehlungen zur Pflege der Düsen sind sehr einfach. Um Ablagerungen zu vermeiden, spülen Sie die Düsen nach jedem Sprühen gründlich mit einer alkalischen Lösung. Dies verringert den Verschleiß, da die Kristallisation der Lösung reduziert wird, die bei Temperaturen über +25 °C beschleunigt wird

°C beschleunigt wird. Spülen Sie die Düsen mindestens unmittelbar nach dem Einsatz mit Druckwasser. Dies ersetzt natürlich nicht das Spülen der ausgebauten Düsen mit einer alkalischen Lösung, verlängert aber zumindest geringfügig ihre Lebensdauer.

Es ist strengstens verboten, Metallgegenstände zum Reinigen zu verwenden. Es gibt spezielle Bürsten zum Reinigen der Düsen (Sie können auch Zahnbürsten verwenden). Nach der Saison müssen die Düsen demontiert und gereinigt werden (wenn sie nach der Überprüfung in der nächsten Saison wiederverwendet werden können). Es wird empfohlen, die Düsenfilter täglich zu überprüfen und bei Bedarf zu spülen. Vor der Reinigung sollten sie in Wasser eingeweicht werden, um Ablagerungen aufzuweichen. Reinigen Sie sie nur mit einer weichen Bürste (am einfachsten mit einer Zahnbürste). Verschiedene Pflanzenschutzmittel beeinflussen auch in unterschiedlichem Maße die Abnutzungsgeschwindigkeit der Sprühgeräte. Halten Sie die Einwirkzeit so kurz wie möglich, z. B. durch tägliche Reinigung nach Beendigung des Spritzvorgangs. Die Arbeitsmischung sollte nicht unnötig lange im Spritzgerätetank verbleiben.

1.3 Filtersystem

Am Sprühgerät müssen mehrere Filter installiert werden, um die verschiedenen Komponenten vor Verschmutzung zu schützen und einen reibungslosen Betrieb der Düsen zu gewährleisten. In der Regel werden drei Filterstufen installiert: Einlassfilter, Ansaugfilter und Druckfilter. Diese werden nach und nach immer feiner und können mögliche Partikel aus dem Wasser oder der Spritzlösung herausfiltern.

Das **EINFÜLLSTUTZEN**-SIEB hat eine Maschenweite von maximal 10 Mesh (Mesh = Maschenweite, 10 Mesh entsprechen 2 mm). Je höher die Zahl, desto feiner die Maschenweite. Es verhindert, dass grobe Partikel aus dem Wasser oder Klumpen von Pflanzenschutzmitteln in den Tank gelangen.

Der **SAUGFILTER** hat eine Maschenweite von ca. 32 Mesh. Seine Aufgabe ist es, kleinere Partikel, die sich im Tank befinden können, zu filtern, damit sie nicht in die Pumpe gelangen.

Der **DRUCKFILTER** hat eine Maschenweite von ca. 80 Mesh. Seine Aufgabe ist es, die kleinsten Partikel zu entfernen. Dieser Filter ist selbstreinigend. So wird eine Verstopfung des Filters verhindert.

Mit Hilfe eines zusätzlichen **Düsenfilters** kann das Problem der Verstopfung der Düsen zusätzlich verringert werden. Der Düsenfilter wird direkt vor der Düse installiert und fängt mögliche Ablagerungen in den Rohrleitungen zwischen dem Druckfilter und der Düse auf. Die Maschenweite ist oft die gleiche wie beim Saugfilter.

1.3.1 Auswahl der Filter

Ein selbstreinigendes oder automatisches Rückspülsystem für Filter ist eine der Grundvoraussetzungen für den einwandfreien Betrieb von Einspritzdüsen. Die automatische Rückspülung erfolgt mit Hilfe eines Rührwerks oder eines Regelventils. Bei der Rückspülung mit einem Rührwerk wird der Filter mit der Menge an Lösung gereinigt, die über das Rührwerk in den Lösungsbehälter zurückgeführt wird. Beim zweiten System wird der Filter mit der gesamten zugeführten Lösungsmenge gespült. Beide Systeme haben eine gemeinsame Eigenschaft: Durch die Rückspülung in den Lösungsbehälter wird das Filterelement ständig gereinigt, wodurch dessen Verstopfung verhindert wird.

Die Größe der Filterzellen wird in „Maschen“ angegeben. In der Regel ist ein Saugfilter mit einem Filter von 30 bis 50 Maschen ausgestattet. Für die Verwendung von Injektordüsen (bis ISO 010/orange im Gartenbau) wird für den Saugfilter eine Zellengröße von mindestens 80 Maschen empfohlen. Eine weitere Filterfunktion können Düsenfilter übernehmen. Ihre Maschenweite sollte jedoch nicht kleiner sein als die eines Hochdruckfilters. Düsenfilter der neuen Generation haben eine größere Filterfläche und sind daher die bessere Wahl als die älteren, kleineren Düsenfilter. Bei Verwendung von Düsenfiltern ist jedoch eine regelmäßige Reinigung erforderlich.

Die Farbe des Filters gibt die Größe der Zellen an:



Abbildung 12 - Maßstab der Sprühfilter.

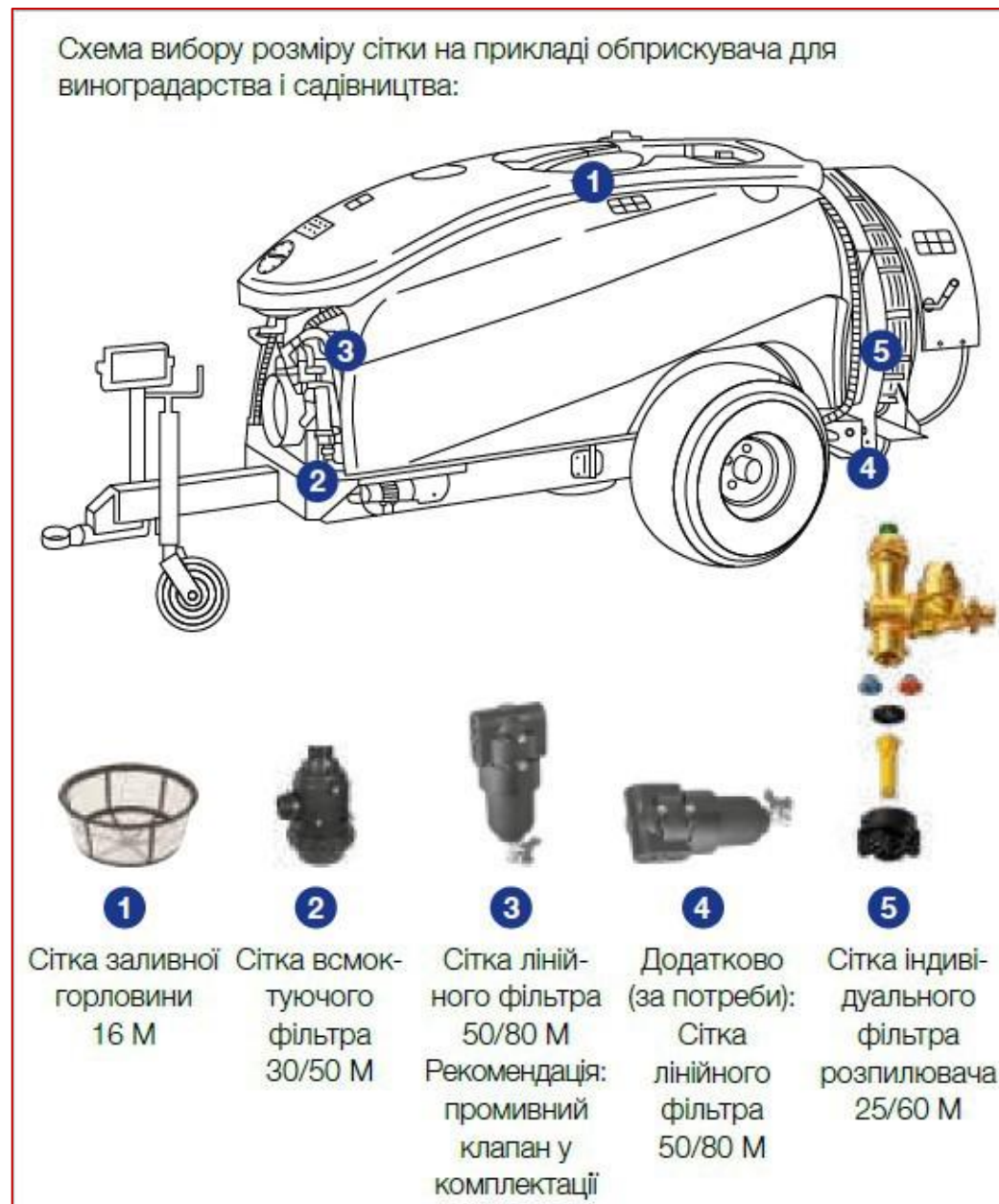


Abbildung 13 - Filtersystem in einem Gartensprühgerät.

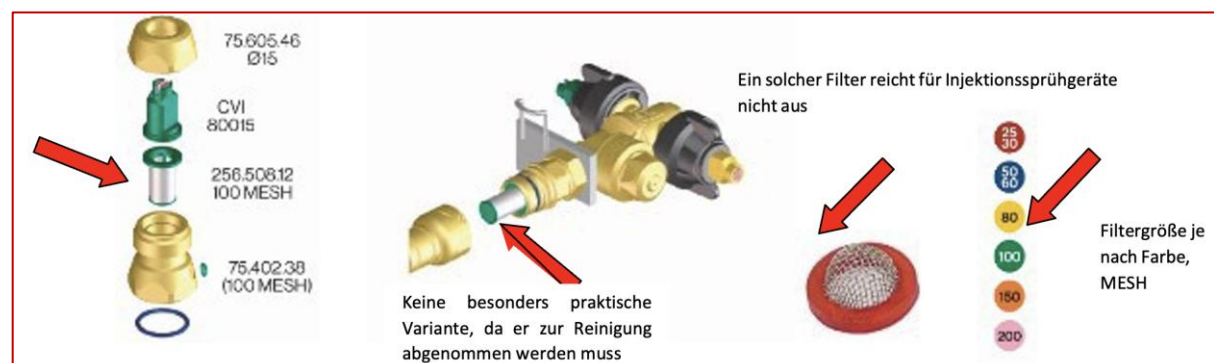


Abbildung 14 - Varianten der Installation des Düsenfilters.

In Katalogen wird häufig die Filtergröße für jeden Düsentyp angegeben. Beispiel:



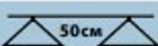
ДЮЗА	Бар	РАЗМЕР КАПЕЛЬ		ПРО-ДВИЖЕ-НІСТЬ ОДНОЇ НАСАД-КИ В ДМ/ХВ	Л/ГА 													
		80°	110°		4	5	6	7	8	10	12	16	18	20	25	30	35	
		КМ/Ч	КМ/Ч		КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	КМ/Ч	
AI80015 AI110015 (100)	2,0	UC	UC	0,48	144	115	96,0	82,3	72,0	57,6	48,0	36,0	32,0	28,8	23,0	19,2	16,5	
	3,0	XC	XC	0,59	177	142	118	101	88,5	70,8	59,0	44,3	39,3	35,4	28,3	23,6	20,2	
	4,0	XC	XC	0,68	204	163	136	117	102	81,6	68,0	51,0	45,3	40,8	32,6	27,2	23,3	
	5,0	VC	VC	0,76	228	182	152	130	114	91,2	76,0	57,0	50,7	45,6	36,5	30,4	26,1	
	6,0	VC	VC	0,83	249	199	166	142	125	99,6	83,0	62,3	55,3	49,8	39,8	33,2	28,5	
	7,0	C	C	0,90	270	216	180	154	135	108	90,0	67,5	60,0	54,0	43,2	36,0	30,9	
AI8002 AI11002 (50)	2,0	UC	UC	0,65	195	156	130	111	97,5	78,0	65,0	48,8	43,3	39,0	31,2	26,0	22,3	
	3,0	XC	XC	0,79	237	190	158	135	119	94,8	79,0	59,3	52,7	47,4	37,9	31,6	27,1	
	4,0	XC	XC	0,91	273	218	182	156	137	109	91,0	68,3	60,7	54,6	43,7	36,4	31,2	
	5,0	VC	VC	1,02	306	245	204	175	153	122	102	76,5	68,0	61,2	49,0	40,8	35,0	
	6,0	VC	VC	1,12	336	269	224	192	168	134	112	84,0	74,7	67,2	53,8	44,8	38,4	
	7,0	C	C	1,21	363	290	242	207	182	145	121	90,8	80,7	72,6	58,1	48,4	41,5	
AI80025 AI110025 (50)	2,0	UC	UC	0,81	243	194	162	139	122	97,2	81,0	60,8	54,0	48,6	38,9	32,4	27,8	
	3,0	XC	XC	0,99	297	238	198	170	149	119	99,0	74,3	66,0	59,4	47,5	39,6	33,9	
	4,0	XC	XC	1,14	342	274	228	195	171	137	114	85,5	76,0	68,4	54,7	45,6	39,1	
	5,0	VC	VC	1,28	384	307	256	219	192	154	128	96,0	85,3	76,8	61,4	51,2	43,9	
	6,0	VC	VC	1,40	420	336	280	240	210	168	140	105	93,3	84,0	67,2	56,0	48,0	
	7,0	C	C	1,51	453	363	303	258	222	181	151	113	101	89,5	73,5	60,4	51,9	

Abbildung 15 - Düsentyp und Filtergröße

1.4 Behälter, Mischer, Pumpe

1.4.1 Behälter

Grundsätzlich gibt es drei Hauptbehälter auf einem Sprühgerät: einen Behälter für Pflanzenschutzmittel, einen Behälter für sauberes Wasser und einen Behälter für Handwaschwasser.

Im Tank für Pflanzenschutzmittel werden Pflanzenschutzmittel zum Ausbringen aufgelöst. Der Frischwassertank enthält sauberes Wasser zum Spülen der Pumpen, Düsen und des Tanks für Pflanzenschutzmittel. Die Rückstände können wieder auf das Feld auf die Zielfläche ausgebracht werden. Der Handwaschtank enthält sauberes Wasser zum Händewaschen.

Das Fassungsvermögen des Lösungsbehälters muss an die Größe des Betriebs angepasst sein. Jedes kleinere Fassungsvermögen verringert die Effizienz der Pflanzenschutzmaßnahmen. Allerdings muss unbedingt die zu behandelnde Fläche berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere für Hanglagen. Befinden sich die zu behandelnden Kulturen an steilen Hängen, ist das Gewicht und dessen Verteilung ein sehr wichtiger Aspekt, der beim Vergleich der Geräte vor dem Kauf unbedingt berücksichtigt werden muss. Je weniger ebene Innenflächen der Lösungsbehälter hat und je geringer die Restmenge im Behälter ist, desto einfacher und effektiver ist die Innenreinigung. Wenn das Einfüllsieb über eine Einfüllvorrichtung verfügt, erleichtert dies das

„Einfüllen“ bestimmter Pflanzenschutzmittelformulierungen in den Spritzbrühebehälter. Unzureichend gelöste Wirkstoffe sind häufig die Ursache für Verstopfungen von Filtern oder Düsen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, das Spritzgerät mit Vorrichtungen zum Spülen der Pflanzenschutzmittelbehälter auszustatten. Ein ausreichend großer Frischwassertank ermöglicht eine erste und wichtige Außenreinigung des Spritzgeräts und möglicherweise auch des Traktors in der zuletzt bearbeiteten Anlage. Ein leicht zugänglicher und vor

Beschädigungen geschützter Ablasshahn erleichtert die Innenreinigung sowie die Vorbereitung des Spritzgeräts auf die Winterperiode und die Entnahme aus der Winterperiode.

Wenn der Rückfluss für eine ausreichende Durchmischung der Lösung nicht ausreicht, können zusätzliche Injektordüsen im Spritzmittelbehälter eingebaut werden. Die Lösung muss in jedem Fall gut durchmischt sein, insbesondere wenn sie über einen längeren Zeitraum im Behälter verbleibt. Je tiefer die Rührdüsen im Behälter sitzen, desto später oder weniger bildet sich Schaum. Wenn der Rührer ausgeschaltet wird und der Rückfluss über ein separates Absperrventil nicht mehr in den Spritzmittelbehälter gelangt, können die Pumpe und alle Rohrleitungen mit klarem Wasser gespült werden, ohne die Konzentration der Spritzlösung zu verändern.

1.4.2 Mischer

Der Mischer erfüllt folgende Aufgaben:

- Einbringen von Pflanzenschutzmitteln in das Wasser
- Ständige Aufrechterhaltung der Mischung der Pflanzenschutzmittel
- Sicherstellung einer konstanten Konzentration des Pflanzenschutzmittels während des Sprühvorgangs.

1.4.3 Pumpe

Die Hauptaufgabe der Pumpe besteht darin, die Lösung aus dem Tank durch den Ansaugfilter anzusaugen und über einen Linearfilters und Regelarmaturen auf die Düsenkrone am Heck zu verteilen. Zusätzlich kann die Pumpe auch einen Rührer, ein Tankreinigungssystem, einen Ansauginjektor und einen Flaschenreiniger antreiben.

Am häufigsten werden Membranpumpen mit unterschiedlicher Leistung (l/min) verwendet. Um einen konstanten Flüssigkeitsstrom der Membranpumpe zu gewährleisten, werden Ungleichmäßigkeiten durch einen Luftbehälter ausgeglichen (dies ist ein Druckbehälter, der zur Speicherung von Energie und zum Ausgleich von Druckschwankungen dient).

1.5 Steuerung des Sprühgeräts

Elektronische Steuerungssysteme am Sprühgerät ermöglichen eine genauere Dosierung von Pflanzenschutzmitteln. Eine digitale Füllstandsanzeige und die Kombination aus teilweiser Abschaltung von Sektoren und gleichzeitigem Schließen der Lüfterabdeckung sorgen für eine genaue Befüllung des Lösungsmitteltanks und geringe Abweichungen beim Versprühen von Pflanzenschutzmitteln.

Die Erfassung von Umweltdaten, z. B. GPS-Daten und Windverhältnisse, ermöglicht eine noch genauere Dosierung von Pflanzenschutzmitteln und trägt zur Verringerung möglicher Verluste bei.

1.5.1 Sprayer-Computer

Relativ einfache Modelle von Spritzcomputern ermöglichen das Öffnen und Schließen von Sektionen und die Regulierung des Drucks. Der Arbeitsdruck wird auf dem Display oder Manometer angezeigt. Der Füllstand des Tanks kann ebenfalls auf dem Display oder am Tank abgelesen werden.

Andere Spritzcomputer ermöglichen es, Daten über die Feldabschnitte und die ausgebrachten Pflanzenschutzmittel zu speichern, um deren Menge automatisch zu berechnen. Es ist auch möglich, GPS-Daten und die Fahrgeschwindigkeit zu erfassen und die Ausbringmenge pro Minute oder Hektar entsprechend anzupassen.

1.5.2 Sensor-Technologie

Die Sensortechnik ermöglicht eine genauere Erfassung der Umwelteinflüsse. So können bestimmte Parameter während der Pflanzenbehandlung kontinuierlich an die Bedingungen angepasst werden.

Durch die kontinuierliche Messung der Fahrgeschwindigkeit oder der GPS-Koordinaten kann die Ausbringmenge pro Minute flexibel an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden.

Kapitel 2 – Ausbringung der Arbeitslösung

Was ist Abdrift?

Bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln kann es vorkommen, dass Tropfen der Spritzlösung in der Luft transportiert werden und auf nicht zu behandelnden Flächen absinken. Dieses Phänomen wird als Abdrift bezeichnet.

Es lassen sich zwei Arten von Drift unterscheiden: direkte und indirekte Drift.

Direkte Drift umfasst alle Verdriftungen, die während der Anwendung selbst auftreten.

Unter **indirekter Drift** versteht man die erneute Verdriftung bereits abgelagerter Wirkstoffpartikel durch Verdunstung oder Bodenpartikeltransport.

Wenn Pflanzenschutzmittel auf nicht vorgesehene Flächen gelangen, kann dies verschiedene negative Folgen haben:

- Rückstände oder Schäden an benachbarten Kulturen.
- Verschmutzung von Gewässern und anderen natürlichen Ökosystemen.
- Risiken für die Gesundheit von Menschen und Tieren.

Für den Landwirt ist jede Form der Abdrift problematisch. Je mehr Pflanzenschutzmittel nicht auf die Zielfläche gelangt, desto geringer ist die Anreicherungsgeschwindigkeit oder die Wirksamkeit des Pflanzenschutzmittels auf der Zielfläche.

Der Abdrift spielt eine besonders wichtige Rolle beim Anbau von Kulturen wie Obst. Bei der Sprühung von Pflanzenschutzmitteln aus der Luft müssen die Tropfen über die gesamte Höhe der Pflanze verteilt werden.

1.6 Tropfengröße

Die Abdrift ist ein dynamischer Prozess, der vor allem durch technische und meteorologische Ursachen beeinflusst wird. Den größten Einfluss auf die Abdrift hat die Tröpfchengröße der versprühten Lösung. Je kleiner die Tröpfchen sind (Durchmesser unter 200 µm), desto leichter können sie durch Luftbewegungen (Wind, Ventilator) oder andere klimatische Faktoren aus dem Anwendungsbereich weggetragen werden.

Sicherlich haben viele schon einmal gehört, dass eine bestimmte Düse Tropfen einer bestimmten Größe erzeugt. Oder dass für eine bestimmte Gruppe von Präparaten eine bestimmte Tropfengröße optimal ist – nehmen Sie also diese Düse. Leider, leider und nochmals leider... Tatsächlich wird dabei etwas diskutiert, was in Wirklichkeit nicht stimmt. Jede Düse erzeugt ein breites Spektrum an Tropfen, die sich in Anzahl, Größe und Masse um ein Vielfaches unterscheiden. Und wenn von der Tröpfchengröße die Rede ist, ist damit ein konventioneller Wert gemeint, der das Spektrum der Tröpfchen nach Anzahl, Volumen oder Masse in zwei gleiche Teile teilt (es ist immer sehr interessant, welche Größe gemeint ist, wenn die oben genannten Empfehlungen gegeben werden...). Dies ist das schwierigste technische Problem – derzeit gibt es keine Technologie, mit der sich Tropfen einer genau festgelegten Größe herstellen lassen, die gleichzeitig für den praktischen Massengebrauch geeignet sind. Und dieses Problem hat eine Fortsetzung

— Während des Fluges verdampfen die Tropfen und verringern sich in Anzahl, Masse und Volumen. Daher lässt sich nicht sagen, wie viele Tropfen und mit welcher Masse tatsächlich auf die Pflanze gelangen (tatsächlich muss man sich auf langjährige praktische Erfahrungen und Experimente stützen). Beim Sprühen entsteht eine große Anzahl von Tropfen unterschiedlicher Größe. Wenn man von der Tröpfchengröße einer Düse spricht, beispielsweise 300 µm (Mikrometer oder Mikron), bedeutet dies, dass nicht alle gebildeten Tröpfchen diese Größe haben. Tatsächlich gibt es drei bekannte Merkmale für die durchschnittliche Tröpfchengröße (insgesamt gibt es mehr als 20):

Класифікація розмірів крапель

BCPC (до 2019)	ISO 25358 (з 2020)		
VF	VF	Дуже дрібні	 Дуже дрібні
F	F	Дрібні	 Дрібні
M	M	Середні	 Середні
C	C	Великі	 Великі
VC	VC	Дуже великі	 Дуже великі
UC	EC	Екстремально великі	 Екстремально великі
	UC	Ультра великі	 Ультра великі

Переведення з BCPC в ISO 25358.

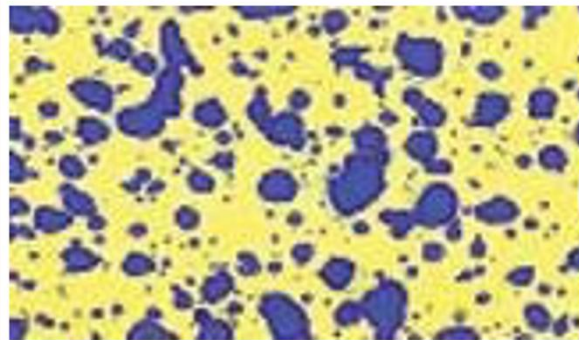
Abbildung 16 - Klassifizierung der Tröpfchengröße

Der mittlere Massendurchmesser (MMD) ist die Tröpfchengröße, die das gesamte Spektrum in zwei gleich große Teile nach Masse teilt. Das heißt, die Hälfte der Masse aller Tröpfchen ist kleiner als der MMD, die andere Hälfte größer.

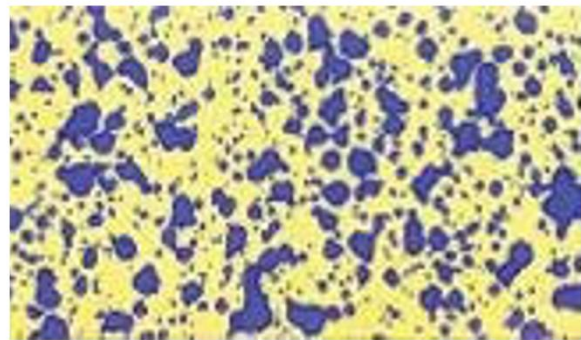
Der mittlere numerische Durchmesser (MND) ist die Tröpfchengröße, die das gesamte Spektrum in zwei gleich große Teile teilt. Das heißt, die Hälfte aller Tröpfchen ist kleiner als der MND, die andere Hälfte größer. Der mediane Volumendurchmesser (MOD) ist die Tröpfchengröße, die das gesamte Spektrum in zwei gleich große Teile nach Volumen teilt. Das heißt, die Hälfte aller Tröpfchen hat ein Volumen unterhalb des MOD, die andere Hälfte ein Volumen oberhalb.

Wenn in der Landwirtschaft von der durchschnittlichen Tröpfchengröße die Rede ist, ist meist der letztgenannte Wert gemeint. Ein Indikator für die Feinheit des Sprühnebels ist der Wert von 10 % des Volumendurchmessers (OD10), der den potenziellen Verschleiß der Tröpfchen charakterisiert. Ein Anstieg des Drucks auf die Düse führt zu einer Verringerung der

Durchmesser MOD und OD10. Je größer der Durchmesser der Düse, desto größer sind beide Werte. Es ist zu beachten, dass beim Sprühen eine minimal zulässige Oberflächendichte gewährleistet sein muss. Für Voraufbauherbizide beträgt sie 20–30 Tropfen/cm², für Nachaufbauherbizide 30–40 Tropfen/cm², für Insektizide 30 Tropfen/cm² und für Fungizide 50–70 Tropfen/cm².



Lechler IDK 03: 2,0 bar



Lechler IDK 03: 4,0 bar

Abbildung 17 - Tropfengröße in Abhängigkeit vom Druck derselben Düse.

Theoretisch beträgt die optimale Tröpfchengröße somit etwa 250 Mikrometer. Tröpfchen mit einer Größe von weniger als 200 Mikrometern sind jedoch extrem anfällig für Abtragung und Verdunstung. Gleichzeitig steigt bei Tropfen mit einer Größe von mehr als 500 Mikrometern die Wahrscheinlichkeit, dass sie bei Tauwetter vom Blatt abrollen. Daher werden in der Praxis Sprühgeräte mit einer durchschnittlichen Tropfengröße von 200 bis 450 Mikrometern verwendet, die einen Tropfenstrom mit einer Größe von 10 bis 700 Mikrometern erzeugen, wobei große Tropfen überwiegen.

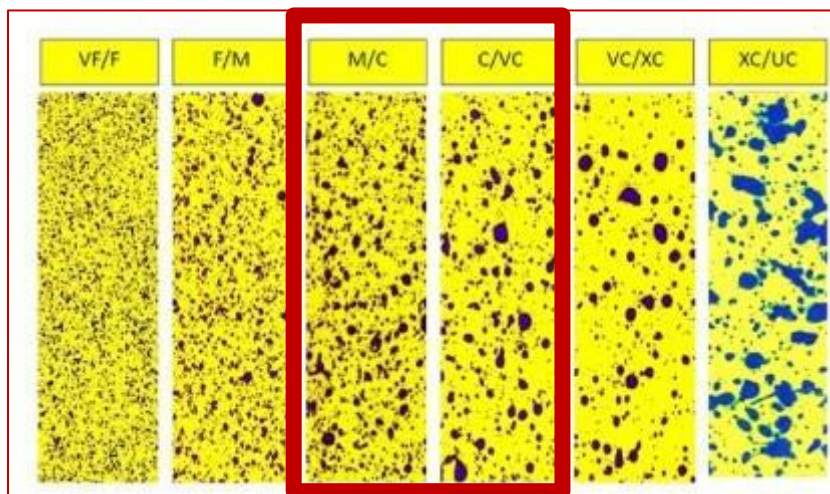


Abbildung 18 - Wie unterschiedlich große Tropfen auf wasserempfindlichem Papier aussehen

Die gewünschte Tröpfchengröße ist rot markiert.

Daher ist die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln immer ein Kompromiss, der den gewünschten Parametern so nahe wie möglich kommt. Es sollte eine möglichst geringe

Tröpfchengröße unter den gegebenen Wetterbedingungen und physikalischen Eigenschaften der zu behandelnden Oberfläche angestrebt werden. Je höher die Luftfeuchtigkeit und je geringer die Windgeschwindigkeit, desto günstiger sind die Arbeitsbedingungen.

Optimale Tropfengröße:

- für Herbizide 100–500 μm
- für Insektizide 200–350 μm
- für Fungizide 236–430 μm

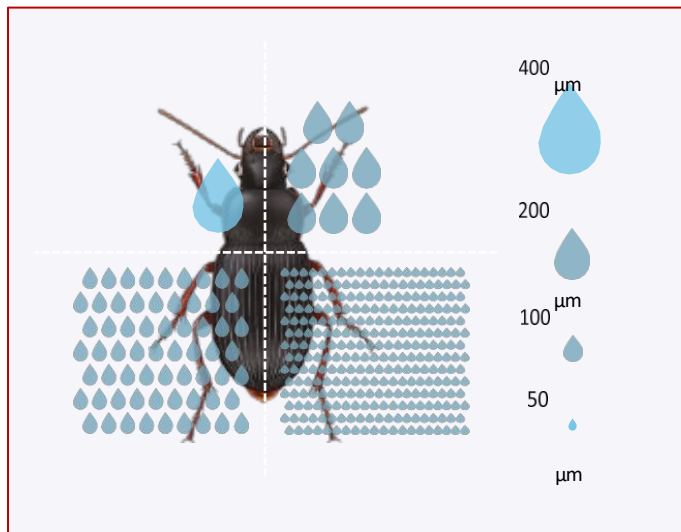


Abbildung 19 - Tropfengröße im Verhältnis zum Schädling

Bei Mikrodüngern ist es wichtig, dass die Tropfen, die größer als 250 μm sind, auf das Blatt fallen, es gut benetzen, nicht abperlen und langsam einziehen. Das Trocknen der Tropfen der Arbeitsflüssigkeit auf den Pflanzen sollte allmählich erfolgen. Die Zeit, in der verschiedene Nährstoffe in das Blatt gelangen, ist sehr unterschiedlich. Beispielsweise gelangt Stickstoff aus Harnstoff innerhalb der ersten Stunden in die Blätter, während gewöhnliche Formen von Phosphaten mehrere Tage benötigen. Kalzium aus Kalziumnitrat benötigt mehrere Tage, Kalzium in Verbindung mit Aminosäuren mehrere Stunden (dazu ist die Anwesenheit von Feuchtigkeit auf den Blättern wünschenswert). Es ist wichtig, dass es in den ersten zwei Stunden nach der Behandlung nicht regnet. Die Ausbringungsmenge der Arbeitsflüssigkeit muss eine gute Benetzung der Pflanzen gewährleisten – genau darauf orientieren sich die Hersteller von Mikrodüngern in ihren Empfehlungen. Eine Verringerung der Ausbringungsmenge bei niedriger Luftfeuchtigkeit kann aufgrund der starken Verdunstung der Tropfen zu erheblichen Düngemittelverlusten führen, oder die Düngemittel können aufgrund des schnellen Austrocknens der geringen Menge an Arbeitsflüssigkeit nicht rechtzeitig aufgenommen werden.

Bei uns herrscht in den meisten Betrieben die Meinung vor, dass die Verwendung kleiner Tropfen sehr gut ist. Diese Sichtweise verhindert jedoch eine gute Wirksamkeit der Pflanzenschutzmittel. Denn Sprühgeräte sind oft mit Schlitzdüsen ausgestattet oder arbeiten mit hohem Druck.

Hohe Geschwindigkeiten, starke Winde und kleine Tropfen führen dazu, dass ein Teil des Produkts vom Objekt abgetragen wird und nicht genügend Zeit bleibt, damit die Pflanze das

Pflanzenschutzmittel aufnehmen kann. Auf den Etiketten der Hersteller von Pflanzenschutzmitteln gibt es keine Empfehlung zur Tropfengröße, sondern nur Angaben zum Volumen der Arbeitslösung, was für moderne Präparate und die Intensität des Anbaus nicht ausreicht. Wenn auf dem Etikett beispielsweise 400 l/ha angegeben ist, ohne dass präzisiert wird, mit welcher Tropfengröße gearbeitet werden soll, ist dies eine sehr schwache Empfehlung. Diese Menge kann ausgegossen werden, und in der Praxis kommt es vor, dass die Größe 200 µm nicht überschreitet, ein Großteil des Präparats erreicht das Zielobjekt einfach nicht, und der Teil, der dennoch darauf gelangt, befindet sich nur für eine kurze Zeit auf der Pflanze, um aufgenommen zu werden. Besonders hervorzuheben ist die Ausbringung von Bodenherbiziden, für die die Tröpfchengröße bei 400-500 µm liegen sollte.

1.7 Meteorologie

Von den meteorologischen Faktoren, die den Abtrieb bestimmen, hat die Windgeschwindigkeit den größten Einfluss.

Bereits bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s weichen die Tropfen zunehmend von ihrer Flugbahn ab und werden vom Wind mitgerissen. Auch die Temperatur und Luftfeuchtigkeit haben einen großen Einfluss auf die Abdrift. Bei einer Umgebungstemperatur von über 25 °C und einer niedrigen relativen Luftfeuchtigkeit von unter 60 % verdunsten die Tropfen der Sprühlösung und bilden noch kleinere Tropfen. Unter dem Einfluss warmer Aufwinde steigen diese kleinen Tropfen in höhere Luftschichten auf und werden vom Wind verweht. Sehr kleine Tropfen erreichen hingegen die Zielfläche gar nicht, da sie vorher verdunsten. Ein Teil des Pestizids fließt auf den Boden und kann durch Regen oder Bewässerung in gelöster Form (Oberflächenabfluss) transportiert werden. Darüber hinaus können die Wirkstoffe des Pflanzenschutzmittels an Bodenpartikeln haften bleiben und mit diesen durch Erosion transportiert werden. Insbesondere an Hängen besteht die Gefahr, dass die Wirkstoffe auf diese Weise in Oberflächengewässer gelangen. In der Ebene führt starker Regen dazu, dass der Wirkstoff in tiefere Bodenschichten bis hin zum Grundwasser gelangt (Auswaschung).

Um den Abtrag zu verringern, sollte der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln nur bei günstigen Wetterbedingungen erfolgen. In den Sommermonaten sollte beispielsweise auf kühlere Tageszeiten umgestellt werden. Auch die Eigenschaften des einzelnen Wirkstoffs beeinflussen dessen Drift (Flüchtigkeit, Stabilität).

Praktisch jeder weiß, dass die optimale Temperatur für die Behandlung bei +25 Grad liegt, obwohl es für eine Reihe von Präparaten, beispielsweise Insektizide aus den Gruppen der Anthranilamide, Carbamate und Oxadiazin, keine solche Grenze gibt – sie sind auch bei hohen Temperaturen hochwirksam. Oxadiazine werden bei hohen Temperaturen sogar noch schneller aktiviert. Allerdings wissen nur wenige, dass die Luftfeuchtigkeit tatsächlich viel wichtiger ist als die Temperatur. Der Tropfen muss mindestens einen halben Meter von der Düse bis zur Pflanze zurücklegen (tatsächlich ist die Entfernung aufgrund der gekrümmten Flugbahn und des Windes größer). Während des Fluges kann er vollständig verdunsten oder stark an Volumen verlieren, wobei die Verdunstungsgeschwindigkeit in erster Linie von der Luftfeuchtigkeit abhängt: Wenn diese unter 65 % liegt, sind die Verluste durch Verdunstung erheblich. Wenn die Umgebungstemperatur bei niedriger Luftfeuchtigkeit +25 °C überschreitet, sind kleine Tropfen besonders stark der Verdunstung ausgesetzt. Die

Lebensdauer eines Wassertropfens und die Flugweite bis zur vollständigen Verdunstung hängen von der Größe des Tropfens, der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit ab.

So fliegen bei einer Luftfeuchtigkeit von 20 % und einer Temperatur von +30 °C Wassertropfen mit einem Durchmesser von 70 µm bis zur vollständigen Verdunstung nur 15 cm weit, Tropfen mit einem Durchmesser von 150 µm 2,3 m. Die Verdunstungsgeschwindigkeit der Tropfen verdoppelt sich bei jeder Verringerung der relativen Luftfeuchtigkeit von 95 auf 85 %, von 85 auf 70 % und von 70 auf 45 %. Sie verdoppelt sich auch bei einem Anstieg der Lufttemperatur um 10 °C im Bereich von +10 bis +30 °C. Tropfen <100 Mikrometer unter ungünstigen Wetterbedingungen (hohe Temperatur, über +25 °C, niedrige Luftfeuchtigkeit, Wind, Aufwinde) erreichen die zu behandelnde Oberfläche praktisch nicht. Bei einer Luftfeuchtigkeit von weniger als 50 % trocknen Tropfen mit einer Größe von weniger als 200 Mikrometern innerhalb von 20 bis 30 Minuten vollständig aus. Übrigens hängen zahlreiche Fragen zur Wirksamkeit von Glyphosaten bei heißem Wetter und bei reduzierten Verbrauchsrate der Arbeitsflüssigkeit genau mit diesem Effekt zusammen. Auf das Blatt gelangt eine konzentrierte Glyphosat-Lösung, die in das Innere der Pflanze eindringt und schnell auf das Blattgewebe wirkt. Dabei dringt der verbleibende Teil des Präparats aufgrund seiner schnellen Trocknung und der blockierten Stoffwechselprozesse im Blatt nicht ins Innere ein, und in anderen Organen der Pflanze wird nicht die erforderliche Glyphosatkonzentration erreicht, sodass die Unkräuter nicht vollständig vernichtet werden. Selbst große Tropfen verringern sich im Volumen, und eine Verringerung des Tropfendurchmessers um das Zweifache verringert das Volumen und Gewicht des Tropfens um das Achtfache (und damit auch die Menge des Präparats, die auf die Pflanze gelangt).

Ein weiteres äußerst unangenehmes Phänomen: Bei Temperaturen über +20 °C nimmt die Kristallisation der Präparate bei ihrer Ausbringung stark zu. In dieser Form können sie nicht in das Innere der Pflanze eindringen. Der Kristallisationsprozess findet kontinuierlich im Inneren der Düsen aus jedem Material statt und verringert allmählich die Wirksamkeit der Arbeit. **WICHTIG!** In der Regel ist allgemein bekannt, dass bei hohen Temperaturen nicht gespritzt werden sollte, aber die Luftfeuchtigkeit wird oft außer Acht gelassen, obwohl sie oft wichtiger ist als die Temperatur. Selbst wenn die Lufttemperatur unter +25 °C liegt, sind bei niedriger Luftfeuchtigkeit die Verluste durch Verdunstung kleiner Tröpfchen erheblich.



Abbildung 20 - Veränderung der meteorologischen Indikatoren im Laufe des Tages.

Die Abbildung 20 zeigt die Veränderung der Windgeschwindigkeit, Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Laufe des Tages. Die ungünstigste Zeit zum Sprühen ist zwischen 13 und 17 Uhr aufgrund der hohen Temperatur, der niedrigen Luftfeuchtigkeit oder des starken Windes zu dieser Tageszeit. Somit ist die Wirksamkeit von Pestiziden morgens zwischen 5 und 11 Uhr am höchsten, sinkt dann zwischen 11 und 15 Uhr um etwa die Hälfte, steigt bis 17 Uhr wieder an und nähert sich nach 19 Uhr der morgendlichen Wirksamkeit an, erreicht diese jedoch nicht. Diese Gesetzmäßigkeiten gelten, wenn die Temperatur +25 °C nicht überschreitet.

Wenn die Temperatur den ganzen Tag über +30...+35 °C beträgt, ist die Wirksamkeit in jedem Fall geringer als bei optimaler Temperatur.

Für praktische Zwecke kann man eine Tabelle verwenden, in der die Sprühbedingungen in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufgeführt sind. Wenn Sie aufgrund der Wetterbedingungen in den gelben oder gar roten Bereich geraten, sollten Sie versuchen, diese Situation durch eine Änderung der Sprühmodi auszugleichen, und dennoch darauf vorbereitet sein, dass die Wirksamkeit der verwendeten Präparate abnimmt. Seien Sie jedoch vorsichtig, denn diese Tabelle beschreibt nur die Sprühbedingungen hinsichtlich der Verdunstung der Tropfen. Bei hohen Temperaturen sind die Stoffwechselprozesse in den Pflanzen praktisch blockiert, und selbst wenn das Präparat in das Innere der Pflanze gelangt, ist seine Wirksamkeit geringer (leider kann es in einigen Fällen zu einer Toxizität der Präparate kommen). Welches Wetter gilt als ideal für das Sprühen? Dies ist eine Temperatur von +10 bis +15 °C (je nach Präparat) bis +20 °C und eine Luftfeuchtigkeit von 65–90 %.

Der größte Teil unseres Landes liegt in einer Zone mit kontinentalem Klima und heißen Sommern. Günstige meteorologische Bedingungen für die Behandlung von Pflanzen sind nicht immer gegeben. Unter unseren Bedingungen, wo das Sprühgerät den ganzen Tag über eingesetzt wird, sind solche Empfehlungen schwer umzusetzen. Was tun, wenn gesprüht werden muss, das Wetter aber heiß oder umgekehrt kalt ist? Zunächst einmal müssen die Temperaturbeschränkungen für die Anwendung der Präparate berücksichtigt werden, die auf dem Etikett angegeben sind.



Abbildung 21 - Auswahl der Bedingungen für das Sprühen

Selbst innerhalb einer Produktgruppe können die Temperaturanforderungen zum Zeitpunkt der Behandlung und danach erheblich variieren:

- Pyrethroid-Insektizide dürfen nicht bei Temperaturen über +25 °C angewendet werden, da die Wirksamkeit von Pyrethroiden abnimmt;
 - Insektizide Anthranilamide und Oxadiazine sind temperaturneutral, d. h. sie wirken sowohl bei optimaler als auch bei erhöhter Temperatur gleichermaßen effektiv;
 - Fungizide für Triazol-Fungizide haben eine optimale Temperatur von +12 °C, für Strobilurine reicht +10 °C aus, bei hohen Temperaturen über +25 °C werden Strobilurine jedoch nicht empfohlen.
- > Und man sollte besonders vorsichtig mit Fungiziden der Morpholin-Gruppe sein: Sie können Verbrennungen an Pflanzen verursachen.

Oft ist es so, dass die Temperatur tagsüber +14...+15 °C beträgt und nachts auf +2...+3 °C sinkt. Temperaturen unter +5 °C sind für die meisten Präparate besonders gefährlich. In einer solchen Situation darf nicht gearbeitet werden – man muss warten, bis die minimale Tagestemperatur steigt. Bei hohen Tagestemperaturen wird empfohlen, das Sprühen nach Möglichkeit zu verschieben und auf einen Temperaturrückgang zu warten. Nach dem Temperaturrückgang sollte man im Idealfall 2-3 Tage warten, bis sich der Stoffwechsel der Pflanzen wieder normalisiert hat. Bei heißem Wetter sollte die Behandlung, falls erforderlich, bei der niedrigstmöglichen Temperatur durchgeführt werden – spät abends, nachts und früh morgens. Erhöhen Sie den Verbrauch der Arbeitsflüssigkeit und die Tröpfchengröße auf mindestens 350 µm. Der Verbrauch kann durch Verringerung der Bewegungsgeschwindigkeit und Umstellung auf Sprühdüsen größerer Größe erhöht werden. Zusätzliche Hilfsstoffe sollten mit Vorsicht hinzugefügt werden, wobei die in der Mischung enthaltenen Wirkstoffe zu berücksichtigen sind. In modernen Präparaten der weltweit führenden Hersteller von Pflanzenschutzmitteln werden sehr starke Hilfsstoffe verwendet, die beim Mischen und unbewussten Hinzufügen sehr leicht zu Verbrennungen führen können. Es gibt wohl kaum Betriebe, die bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln nur ein einziges Präparat verwenden, und das Mischen der Wirkstoffe führt sowohl zu Antagonismen zwischen den Pflanzenschutzmitteln als auch zu starken Synergien, die Verbrennungen verursachen.

Warum wird eine Erhöhung der Arbeitsflüssigkeitsmenge empfohlen? Bei trockenem Wetter bildet sich auf den Blättern eine verdickte Wachsschicht, und die Präparate benötigen mehr Zeit, um in das Innere der Pflanzenblätter einzudringen. Während dieser Zeit nimmt die Verdunstung zu und es kommt zur Kristallisation des Präparats.

Ein weiterer Faktor: Bei niedriger Luftfeuchtigkeit kann die Luftschicht (Entfernung vom Schacht zur zu behandelnden Oberfläche) theoretisch etwa 100 Liter Wasser aufnehmen, d. h. die Lösung in den Tropfen geht in den gasförmigen Zustand über und erhöht die Luftfeuchtigkeit. Ohne ausreichenden Verbrauch der Arbeitsflüssigkeit kann die Wirksamkeit daher erheblich sinken.

Eine solche Situation ist in der Praxis möglich, wenn mehrere ungünstige Faktoren gleichzeitig auftreten: sehr niedrige Luftfeuchtigkeit, hohe Temperatur, fein verteilte Schlitzdüse im oberen Druckbereich – MOD 70–100 µm.

Da Arbeiten bei Hitze meist bei Temperaturen durchgeführt werden, die über der empfohlenen Höchsttemperatur liegen, geschieht dies außerhalb der genehmigten Anwendungsvorschriften, d. h. faktisch auf eigene Gefahr.

Es sollte die Möglichkeit einer erhöhten Phytotoxizität der Präparate berücksichtigt werden, jedoch lässt sich deren Ausmaß nicht im Voraus vorhersagen, da es nicht nur von den Pflanzenschutzmitteln und der Temperatur/dem Wetter abhängt, sondern auch von der Sorte, der Bodenart, dem Befallsgrad durch Krankheiten und Schädlinge, der Versorgung mit Mineralstoffen und anderen Faktoren, insbesondere Stressfaktoren, die das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen beeinflussen.

Die Standardbeschränkung für die Windgeschwindigkeit beim Sprühen beträgt 5 m/s. Bei dieser Windgeschwindigkeit schwanken Blätter und kleine Äste an den Bäumen. Siehe Abbildung unten.

- Für Schlitzdüsen gilt eine strenge Begrenzung von 3-4 m/s.
- Für besonders hochdruckfähige Injektoren wird die Grenze manchmal auf über 5 m/s angehoben – in der Literatur findet man Werte von bis zu 8 m/s. --> Die Windgeschwindigkeit kann mit einem Anemometer genauer gemessen werden.

Windgeschwindigkeit in Höhe der Sprühstange, m/s	Beaufort-Skala	Wortliche Angabe der Windstärke	Visuelle Darstellung	Beschreibung	Spritzbehandlung, Empfehlungen
0	0	Windstille		Der Rauch steigt senkrecht auf	Mittlere und große Tröpfchen verwenden, größer als 250 µm
0,2–1,5	1	Ruhig		Die Richtung ist im Verhältnis zum Rauch erkennbar	Mittlere und große Tröpfchen verwenden, größer als 250 µm
1,6–3,3	2	Leicht		Man spürt den Wind im Gesicht, die Blätter rascheln	Mittlere und große Tröpfchen verwenden, größer als 250 µm
3,4–5,4	3	Schwach		Die Blätter und kleinen Äste der Bäume wiegen sich ständig	Hohe Abtragungsgefahr. Fahrgeschwindigkeit bis zu 15 km/h. Tropfengröße mindestens 350 µm
5,5–7,9	4	Mäßig		Der Wind wirbelt Staub und Papierfetzen auf	Von der Anwendung der meisten Pflanzenschutzmittel wird abgeraten. Fahrgeschwindigkeit bis zu 8 km/h. Tröpfchengröße mindestens 450 µm
8–10,7	5	Frisch		Die dicken Äste der Bäume schwanken	Von der Anwendung der meisten Pflanzenschutzmittel wird abgeraten. Fahrgeschwindigkeit bis zu 8 km/h. Tröpfchengröße mindestens 450 µm

Abbildung 22 - Windstärke in Bodennähe nach der Beaufort-Skala

1.8 Technik

Technische Ursachen, die die Abdrift beeinflussen, hängen mit der Anwendungstechnik selbst, den entsprechenden Geräteeinstellungen und dem Sprühverfahren zusammen:

1.8.1 Düsen und Druck

Die Art und Größe der Düsen haben einen erheblichen Einfluss auf die Abdrift. Je kleiner die Düse und je höher der Druck, desto kleiner sind die Tropfen und desto größer ist der Anteil kleiner Tropfen, die zur Abdrift neigen. Zahlreiche Studien belegen, dass Injektordüsen mit flachem Strahl, die Luft ansaugen, im Vergleich zu anderen Düsentypen 75 % weniger Abdrift verursachen. Diese Düsen erzeugen ein gröberes Tropfenspektrum mit einem geringeren Anteil (2 %) an kleinen, abträglichen Tropfen (Tropfendurchmesser unter 100 µm). Auf diese Weise kann eine Sprühwolke vermieden werden, die aus der Ferne gut sichtbar ist. Außerdem verbessert sich die Haftung der Pflanzenschutzmittel auf den Blättern. Für die meisten Pflanzenschutzmittel ist die Sprüheffizienz mit hohlen Kegel- oder Injektor-Flachstrahldüsen gleich. Daher werden Injektor-Flachstrahldüsen mit einem Sprühwinkel von 80 bis 90° empfohlen. Diese engen Sprühwinkel ermöglichen ein sehr präzises Aufsprühen des Mittels auf Kulturpflanzen.

Damit die Sprühtechnik mit minimalem Verschleiß einwandfrei funktioniert, müssen folgende Regeln beachtet werden:

- Die Wasserleitungen zwischen dem Druckfilter und den Düsen müssen immer sauber sein.
- Nach jedem Sprühen müssen alle Wasserleitungsteile mit sauberem Wasser gespült werden.
- Das Sprühgerät muss mit einem selbstreinigenden oder automatischen Rückspülsystem für den Filter
- ausgestattet sein.
- Vor dem Hinzufügen eines neuen Mittels muss das vorherige vollständig aufgelöst sein.
- Die Sprühwinkel der flachen Injektordüsen müssen vertikal mit einer leichten Neigung eingestellt werden.

Am einfachsten lässt sich die Beschichtung auf wasserempfindlichem Papier überprüfen (an der Stelle, an der der Tropfen auf das wasserempfindliche Papier trifft, ändert sich die Farbe von gelb zu blau – und die Qualität der Beschichtung kann visuell verglichen werden).

Seien Sie sehr vorsichtig, wenn Sie diese schönen gelb-blauen Streifen in Zeitschriftenartikeln sehen. In der Regel werden alle Experimente unter optimalen Bedingungen durchgeführt (und meistens auf speziellen Laborprüfständen zur Simulation von Geschwindigkeit/Druck) und angesichts der Tröpfchenverteilung sehen Schlitzdüsen immer besser aus (bei hohen Temperaturen und niedriger Luftfeuchtigkeit verdampfen kleine Tropfen jedoch einfach während des Fluges oder verdampfen schnell auf der Pflanze, ohne in sie eindringen zu können). Jeder Düsentyp hat einen zulässigen Arbeitsdruckbereich und innerhalb dieses Bereichs einen optimalen Arbeitsdruckbereich. Es ist nicht zulässig, außerhalb der zulässigen Druckbereiche zu arbeiten, da die Ergebnisse in diesem Fall schwer vorhersehbar sind. Es wird auch nicht empfohlen, innerhalb des zulässigen Druckbereichs, aber nahe an dessen Grenzen

zu arbeiten. Häufig wird versucht, mit einem zu niedrigen Druck (etwa 1 bar) zu arbeiten. Dabei wird leider nicht berücksichtigt, dass ein hoher Verbrauch an Arbeitslösung von 250–300 l/ha erforderlich ist, um die Sprühqualität bei niedrigem Druck aufrechtzuerhalten.

Der beste Ansatz ist es, im mittleren Bereich des optimalen Druckbereichs zu arbeiten (in der Abbildung für jeden Düsentyp fett gedruckt), dann bleibt er auch bei Druckschwankungen im optimalen Bereich. Befolgen Sie dazu die Empfehlungen der Düsenhersteller, in denen der optimale Arbeitsdruckbereich für jede Düse sowie die Tröpfchengröße angegeben sind. Leider geben einige Hersteller nur den allgemeinen zulässigen Druckbereich an, und der optimale Druckbereich ist nirgendwo zu finden (im Gegensatz zur Firma Lechler, die die optimalen Druckbereiche klar angibt – sie sind in den Broschüren fett gedruckt).



Abbildung 23 - Empfohlener Druck und Tropfengröße für verschiedene Sprühdüsen von Lechler.

1.8.2 Luftzufuhr

Verschiedene Sprüheräte verwenden unterschiedliche Technologien, um den Verschleiß zu reduzieren. Die Luftverteilung in den Sprüheräten spielt dabei eine entscheidende Rolle. Ein möglichst horizontaler Luftstrom sorgt für eine gute und gleichmäßige Benetzung der Ober- und Unterseite der Blätter vom Stamm bis zur Baumkrone. Großes Potenzial haben Sprüheräte mit Querstromtechnologie, Tangentialventilatoren, Tunnelsprüheräten sowie Sensortechnologie (Vegetationsdetektoren). Bei axialen und rückaxialen Spritzgeräten wird die gezielte Luftführung durch eine hohe Schachtkonstruktion erreicht. Dies verringert einerseits den Abstand zwischen Düse und Zielfläche und optimiert andererseits den Luftstromwinkel. Je geringer der Abstand zwischen der Pflanzenhöhe und der Ventilatorstruktur ist, desto geringer ist die Abdrift. Wenn an den Rändern der Parzellen Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, verhindert die Ventilatorabdeckung die Abdrift in Richtung des geschlossenen Düsenkreises, indem sie die Auslassöffnung des Ventilators umleitet oder verschließt.

Neben der Luftführung sind auch die Luftgeschwindigkeit und der Luftvolumenstrom wichtige Faktoren, die die Effizienz und die Abtragung beeinflussen. Ein angemessener Luftvolumenstrom und eine angemessene Luftgeschwindigkeit sorgen dafür, dass der Wirkstoff die Zielfläche erreicht und sich optimal darauf absetzt. Daher muss die Leistung des Ventilators an die Höhe und das Volumen der zu behandelnden Kultur angepasst werden. Auch die Bewegungsgeschwindigkeit spielt eine große Rolle. Das Luftvolumen muss an die Bewegungsgeschwindigkeit angepasst werden. Bei höherer Bewegungsgeschwindigkeit muss

auch das Luftvolumen erhöht werden, um die gesamte Zielfläche zu erreichen. Bei zu geringer Bewegungsgeschwindigkeit und zu hohem Luftvolumen steigt das Abdriftrisiko. Ein optimal an die Pflanzen angepasstes Sprühgerät (Höhe und Dichte der Pflanzen) erhöht die Effizienz der Behandlung und verringert den Abdrift. Auf einem Luftprüfstand wird die Luftverteilung in Sprühgeräten gemessen und reguliert.

1.8.3 Fahrgeschwindigkeit

Die offiziellen Empfehlungen der Düsenhersteller zur Fahrgeschwindigkeit des Spritzgeräts sind recht streng: für Schlitzdüsen bis zu 5–6 km/h, für Injektordüsen bis zu 8–10 km/h (in letzter Zeit ist von Geschwindigkeiten über 12 km/h die Rede, aber mehr als 16 km/h wird dennoch nicht empfohlen). Bei der Wahl der optimalen Geschwindigkeit müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden:

- Eigenschaften des Pflanzenschutzmittels – empfohlener Verbrauch der Arbeitslösung, l/ha.
- Der Druck, den das Sprühgerät gewährleisten kann.
- Typ der Düse.

Beispiel: Wenn 200 l/ha ausgebracht werden müssen, der vom Sprühgerät erzeugte Druck 4 bar beträgt und eine Injektordüse der Größe 03 installiert ist, muss die Fahrgeschwindigkeit 8 km/h betragen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dieselben 200 l/ha mit einer Schlitzdüse der Größe 03 bei einer Geschwindigkeit von 8 km/h mit viel kleineren Tropfen versprüht werden. Dementsprechend muss die Größe der Düse geändert werden, da sonst die Gefahr des Abdriftens erheblich zunimmt. Bereits bei leichtem Wind erreicht ein Großteil des Präparats nicht sein Ziel. Wenn Sie mit höherer Geschwindigkeit arbeiten oder den Verbrauch der Arbeitslösung erhöhen möchten, können Sie den Druck erhöhen, aber im Idealfall ist es besser, eine Düse mit größerem Kaliber zu verwenden.

Grundregeln für alle Berechnungsvarianten: Der Druck sollte möglichst nahe am Optimum liegen, die Geschwindigkeit unter der empfohlenen Höchstgeschwindigkeit, der Verbrauch der Arbeitslösung sollte den Empfehlungen des Pestizidherstellers entsprechen, und die Tröpfchengröße sollte mindestens 250 µm betragen.

Man kann sich an den Parametern aus eigener Erfahrung orientieren, aber bei erheblichen Abweichungen von den empfohlenen Werten liegt die Verantwortung für das Ergebnis vollständig beim Betrieb.

Zu erhöhten Verlusten durch Abdrift und Verdunstung aufgrund starker Luftströmungen zusätzlich zum Wind. So wirkt bei einer optimalen Fahrgeschwindigkeit des Sprühgeräts (bis zu 8 km/h) ein Luftstrom mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s auf die Tropfen ein, bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h (theoretisch) bereits 8 m/s. Wir erinnern daran, dass es bei einer Windgeschwindigkeit von mehr als 10 m/s keinen Sinn macht, zu arbeiten. Sicherlich wissen alle, dass die maximal zulässige Windgeschwindigkeit beim Sprühen 5 m/s beträgt. Eine Geschwindigkeit von 5 m/s entspricht 18 km/h. Das heißt, wenn sich der Sprühapparat mit einer Geschwindigkeit von 18 km/h bewegt, bedeutet dies, dass der Tropfen einen Luftwiderstand überwinden muss, der einem Wind von 5 m/s bei einem stillstehenden Traktor entspricht.

Nun sind verschiedene Varianten möglich:

- Gegenwind, 5 m/s entspricht einem Wind von 10 m/s (tatsächlich addieren sich für die fliegenden Tropfen der Arbeitslösung die Geschwindigkeiten der Luftströme aufgrund der Windgeschwindigkeit und der Fahrgeschwindigkeit) – es ist sinnlos, zu arbeiten;
- Rückenwind, 5 m/s – ideale Variante: Die Tropfen erreichen ihr Ziel hervorragend (es kommt zu einer gegenseitigen Kompensation der Luftströme durch die Windgeschwindigkeit und die Bewegungsgeschwindigkeit);
- Alle möglichen Variationen des Seitenwinds führen zu unvorhersehbaren Effekten.

Es stellt sich heraus, dass bei einer solchen Geschwindigkeit niemand das Ergebnis vorhersagen kann. Wir können dem Wind keine Richtung vorschreiben. Es ist auch unrealistisch, sich immer mit dem Wind zu bewegen, zumal dessen Richtung schwankt. Das heißt, wir riskieren immer, einen erheblichen Teil der Arbeitslösung zu verlieren, die in eine unvorhersehbare Richtung getragen wird und sich irgendwo niederlässt – im benachbarten Wald (Schaden für die Waldflora und -fauna), auf benachbarten Kulturen (unvorhersehbare Folgen) oder in Gewässern (Schaden für den aquatischen Lebensraum).

1.8.4 Sichere Abstände und physische Barrieren

Ein sehr geringer Wasserverbrauch erfordert zwangsläufig die Verwendung kleiner Düsen, was die Wahrscheinlichkeit einer Verfrachtung erhöht. Vor der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln muss das Etikett gelesen und die darin enthaltenen Anwendungshinweise befolgt werden. Der empfohlene Wasserverbrauch sollte nicht überschritten werden.

Die Menge der übertragenen Pflanzenschutzmittel nimmt mit zunehmender Entfernung vom Ausbringungsort schnell ab. Daher ist es bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln besonders wichtig, die festgelegten Anwendungsbeschränkungen und Sicherheitsabstände einzuhalten. Physikalische Barrieren (Hecken, Netze) eignen sich ebenfalls zur Verringerung der Abdrift. Beispielsweise kann eine Windschutzhecke am Feldrand die Abdrift um 75 % reduzieren, vorausgesetzt, sie ist dicht mit Laub bewachsen und mindestens einen Meter höher als die zu behandelnde Kultur. Auch Hagelschutznetze können die Abdrift verringern.

FAZIT

Das Ausmaß des Befalls kann durch bestimmte Maßnahmen erheblich verringert werden. Dabei muss der Anwender folgende Regeln beachten:

- Pflanzen nur bei geeigneten Wetterbedingungen mit Schutzmitteln behandeln
- Verwenden Sie eine geeignete Anwendungstechnik.
- Sprühgeräte an die Ausrüstung anpassen
- Halten Sie sich an die Anwendungsbeschränkungen und Sicherheitsabstände.
- Nur Sprühgeräte verwenden, die regelmäßig gewartet werden.

Kapitel 3 – Wasserqualität, Mischverfahren

Bei der Verwendung von Wasser für die Blattdüngung sind zwei wichtige Parameter zu berücksichtigen:

1. Temperatur.
2. Wasserhärte und pH-Wert.

Wenn kaltes Wasser mit einer Temperatur unter 10 °C (aus einem Brunnen) verwendet wird, lösen sich die meisten Pflanzenschutzmittel und Blattdünger bei dieser Temperatur schlechter auf. Unter solchen Bedingungen können Klumpen entstehen, die sich schlecht in der Lösung verteilen und die Düsen verstopfen können. Unter solchen Bedingungen ist es besser, den Tank einen Tag vor dem Sprühen zu 75 % zu füllen.

Je härter das Wasser ist, desto mehr freie Ionen enthält es. Insbesondere Kalzium- und Magnesiumionen verursachen viele Probleme. Sie verbinden sich mit dem Wirkstoff des Präparats und können dessen Wirksamkeit in unterschiedlichem Maße beeinträchtigen. Am besten ist es, wenn das Wasser eine Härte von weniger als 14° hat. Eine weitere wichtige Rolle spielt der Wert der Hydrokarbonathärte. Er sollte nicht mehr als 2,5 mmol pro Liter Wasser betragen.

Der pH-Wert wiederum beeinflusst die Löslichkeit und den Zerfall der Wirkstoffe. Die optimale Wirkung der meisten Fungizide und Insektizide wird bei einem pH-Wert von 5,5-6,5 erreicht. Bei einem pH-Wert von 7 und höher zerfallen die Präparate deutlich schneller. In der Regel treffen die Hersteller von Präparaten alle Maßnahmen, damit die Präparate auch unter ungünstigen Bedingungen wirken, aber bei einem hohen pH-Wert sind selbst diese Maßnahmen nicht immer wirksam. Hier muss der pH-Wert durch Zugabe von sauren Salzen oder Säure korrigiert werden.

Mit schwefelhaltigem Ammoniak, Magnesiumsulfat und Monoammoniumphosphat kann der pH-Wert der Lösung gesenkt werden. Auf diese Weise kann jedoch die Hydrokarbonathärte nicht verringert werden. Diese Düngemittel haben den Vorteil, dass sie den pH-Wert nicht stark senken (auf 5,5). Wenn die Anzahl der Ionen im Wasser sehr hoch ist, wird eine größere Menge an Düngemitteln benötigt, was zu unerwünschten Reaktionen und Verstopfungen der Düsen führen kann. In diesem Fall ist es besser, eine kostengünstige Alternative zu verwenden – Zitronensäure. Die Zugabe von Zitronensäure kann den pH-Wert senken und verringert auch die Hydrokarbonathärte. Sie reagiert mit Kalzium- und Magnesiumionen und bildet Citrate, die nicht mit den Wirkstoffen der Präparate reagieren. Allerdings kann Zitronensäure in hohen Dosen den pH-Wert stark senken.

Am besten überprüfen Sie das Wasser vor der Verwendung mit speziellen Geräten (pH-Meter, Lackmuspapier, TDS-Meter) auf seinen pH-Wert und seine Härte.

Es gibt keine festgelegte Menge an Salzen oder Säuren, die dem Wasser hinzugefügt werden muss, um den pH-Wert zu senken. Die Menge muss in der Praxis überprüft werden.



Abbildung 24 - Geräte zur Messung des pH-Werts und der Wasserhärte.

Zubereitung der Arbeitslösung:

1. Füllen Sie den Sprüher zu 75 % mit Wasser.
2. Fügen Sie granulierte Düngemittel hinzu.
--> Bei Bedarf wird der pH-Wert gemessen und zur Korrektur des pH-Werts Säure hinzugefügt.
3. Es werden Pflanzenschutzmittel in der Formulierung WP (wasserlösliches Pulver oder Granulat) hinzugefügt.
4. Es werden Pflanzenschutzmittel in der Formulierung CS (Kapsel-Suspensionen) hinzugefügt.
5. Es werden Pflanzenschutzmittel in der Formulierung SC (Suspensionskonzentrat) und SE (Suspensionsemulsion) hinzugefügt.
6. Es werden Pflanzenschutzmittel in der Formulierung SL (wasserlösliches Konzentrat) hinzugefügt.
7. Es werden Haftmittel hinzugefügt.
8. Es werden Pflanzenschutzmittel in der Formulierung OD (Öldispersionen), EO (Emulsion, Wasser in Öl), EW (Emulsion in Wasser), EC (emulgierbares Konzentrat).
9. Flüssigdünger und Spurenelemente werden hinzugefügt.
--> Bei Bedarf wird der pH-Wert erneut gemessen und das Wasser auf den erforderlichen Wert angesäuert.
10. Das restliche Wasser wird hinzugefügt.

Kapitel 4 – Technische Wartung und Überprüfung der Ausrüstung

PRÜFUNG VON SPRÜHGERÄTEN IN DER EU

Die Überprüfung von Sprühgeräten für den Gartenbau und Weinbau ist eine regelmäßige Funktionsprüfung. Die EU-Gesetzgebung sieht vor, dass diese Überprüfung bis 2020 alle fünf Jahre und ab 2021 alle drei Jahre durchgeführt werden muss.

WAS WIRD GEPRÜFT

Im Wesentlichen werden bei der Funktionsprüfung Sichtprüfungen und Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse in speziell dafür vorgesehenen Protokollen festgehalten werden.

VISUELLE ÜBERPRÜFUNG

- Zustand des Sprühgeräts: Das Gerät muss außen und innen gereinigt sein, damit der Inspektor alle weiteren Überprüfungen des Geräts durchführen kann.
- Gelenkwelle: Sie muss in einwandfreiem Zustand sein und der Schutz muss vorhanden sein.
- Pumpe/Rührwerk: Es wird visuell beurteilt, ob eine ausreichende Wasserzirkulation im Mischbehälter gewährleistet ist.
- Mischbehälter: Muss dicht sein. Außerdem muss er über eine Füllstandsanzeige verfügen, die vom Fahrerplatz aus sichtbar ist.
- Filter und Rohrleitungen: müssen in einwandfreiem Zustand sein und dürfen keine Flüssigkeit durchlassen.

KONTROLLMESSUNGEN

- Manometer: Die Düsen für den Anbau von Kulturpflanzen arbeiten in einem Druckbereich von 5 bis maximal 20 bar. Zu diesem Zweck muss das Kontrollmanometer über eine Skala mit einer Teilung von mindestens 1 bar, einer Abweichung von maximal 10 % und einem Minstdurchmesser von 63 mm aufweisen.
- Verhindern von Tropfen an den Düsen: Fünf Sekunden nach dem Schließen der Düsen darf kein Tropfen mehr zu sehen sein.
- Düsen: Der Durchfluss jeder einzelnen Düse wird in Litern pro Minute gemessen. Dabei darf jede einzelne Düse maximal 10 % vom Nennwert abweichen, und alle Düsen untereinander um maximal 10 % vom gemessenen Durchschnittswert.
- Fahrgeschwindigkeit: Gemessen werden die Geschwindigkeiten der verschiedenen Gänge in dem Bereich, der für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verwendet wird.
- Drehzahl der Zapfwelle: An verschiedenen Stufen der Zapfwelle wird die Drehzahl pro Minute gemessen. Diese Werte werden benötigt, um später die optimale Drehzahl der Flügel für verschiedene Pflanzensysteme zu bestimmen.
- Verteilung der Lösung auf dem vertikalen Prüfstand: Dabei wird auf einem luftdurchlässigen Lamellenprüfstand die Verteilung des Wassers gemessen.
- Hier wird auf einem Prüfstand bis zu einer maximalen Höhe von 4,5 m ermittelt, in welchem Bereich mehr oder weniger Wasser austritt. Das Ziel ist eine möglichst

gleichmäßige Wasserverteilung auf beiden Seiten der Düsenkrone sowie eine Verteilung, die der Form des Baumes möglichst gut entspricht.

Wird eine relativ ungleichmäßige Wasserverteilung oder eine schlecht an die Baumform angepasste Verteilung festgestellt, werden verschiedene Einstellungen vorgenommen, um die Verteilung der Lösung zu optimieren. Der erste Schritt ist die Verschiebung einzelner oder aller Düsengehäuse. Wenn dennoch kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden kann, kann es sinnvoll sein, die Luft zu messen und ihre Zufuhr zu optimieren.

LUFTPRÜFUNG

Das Ziel besteht darin, die Anwendungsqualität zu verbessern und den Verschleiß zu minimieren. Dabei spielt die Luftverteilung eine zentrale Rolle. Derzeit werden vor allem neue Geräte überprüft. Bei alten Sprüheräten mit Gebläse lässt sich die Luftverteilung oft verbessern, aber selten eine optimale Luftverteilung erreichen. Gebläse der neuen Generation werden unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Luftmessprüfstands entwickelt. Sie sorgen in der Regel für eine optimale, an die zu bearbeitende Kultur angepasste Luftverteilung.

Im Luftmessprotokoll wird die Luftgeschwindigkeit als horizontaler Balken dargestellt. Je länger der Balken, desto höher die gemessene Luftgeschwindigkeit. Der blaue Bereich zeigt das nutzbare Luftvolumen an, das erforderlich ist, damit der Sprühnebel vom Boden bis zur Spitze der zu behandelnden Kulturpflanze vordringen kann. Der grüne Bereich hingegen stellt das gesamte vom Ventilator erzeugte Luftvolumen dar. Je mehr sich die beiden Bereiche überschneiden, desto effizienter ist der Ventilator.

Sobald die Luftgeschwindigkeit unter den unteren Grenzwert fällt, setzt die Software des Prüfstands eine horizontale Grenze. Bis zu dieser Höhe wird mit Hilfe eines geprüften Geräts eine ausreichende Verteilung und Anhaftung der Sprühlösung erreicht. Die zweite Linie, die sich einen halben Meter darüber befindet, markiert die Grenze, oberhalb derer idealerweise fast keine Luft mehr gemessen werden sollte. Je mehr Luft oberhalb dieser Grenze gemessen wird, desto größer ist die Gefahr, dass die Sprühlösung weggeweht wird.

Der Strömungswinkel (schwarze Pfeile in der Mitte des Diagramms) wird ebenfalls über die gesamte Messhöhe angezeigt. Je steiler die Pfeile, desto steiler ist der Winkel der durchströmenden Luft. Ein steiler Strömungswinkel kann zu einem hohen Abtrag führen, der durch eine Sprühwolke verursacht wird, die über die Höhe der zu behandelnden Kultur hinausragt. Je kleiner der Luftstromwinkel, desto gleichmäßiger ist die Benetzung der Ober- und Unterseite der Blätter und desto geringer ist die Abdriftgefahr.

Daher sollte eine hohe Spritzgestänge-Konstruktion bevorzugt werden. Je geringer der Höhenunterschied zwischen der Gestänge-Konstruktion und der Kultur ist, desto besser ist die Benetzung und desto geringer ist die Abdrift.

Der gepunktete Bereich in drei verschiedenen Farben zeigt die Breite des Luftstroms und die Position der gemessenen Höchstgeschwindigkeit in der entsprechenden Messhöhe.

PRÜFUNG DER AUSTRÜSTUNG FÜR DEN EINSATZ VON HERBIZIDEN

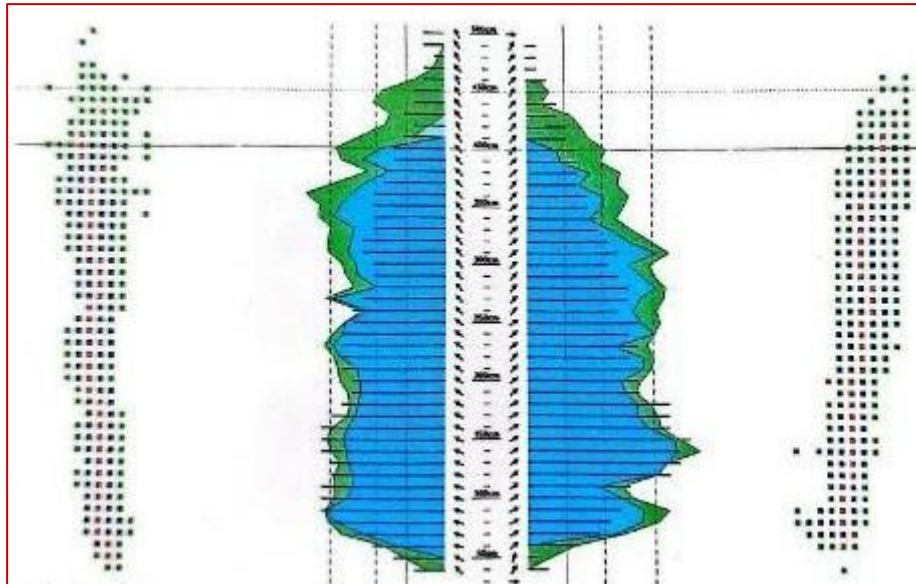


Abbildung 25 - Beispiel für ein Luftverteilungsdiagramm eines Obstspritzgeräts

Die Überprüfung der Herbizidgeräte sollte alle fünf oder sechs Jahre erfolgen. Wenn eine driftmindernde Düse und/oder eine Düsenabdeckung verwendet wird, sollte das Herbizidgerät mindestens alle sechs Jahre überprüft werden. Wenn keine driftmindernde Düse oder Abdeckung vorhanden ist, verkürzt sich der Überprüfungsintervall auf fünf Jahre.

WAS WIRD GEPRÜFT

Wie bei der Funktionsprüfung von Sprühgeräten werden auch Herbizidgeräte einer Sichtprüfung und Messungen unterzogen, deren Ergebnisse in einem Prüfprotokoll festgehalten werden.

Empfohlene Videos zur Überprüfung und Einstellung von Sprühgeräten:



Geräteeinstellung Düsen und Gebläseluft

<https://www.youtube.com/watch?v=3ZuRTKJj8SI>



Ausliterung von Sprühgeräten

<https://www.youtube.com/watch?v=8YPwOmQmvjY>

Kapitel 5 – Berechnung der Wasserausbringung

Grundlage für einen effizienten Einsatz ist auch eine optimale Wassernutzung. Die erforderliche Wassermenge hängt von der zu behandelnden Kultur, der Kronenhöhe und der Anbauform ab.

Für Äpfel/Birnen und Kirschen wird empfohlen, bei der Ausbringung von Fungiziden/Düngemitteln 300 bis 600 Liter Wasser pro Hektar und bei der Verwendung von Insektiziden 750 bis 1000 Liter Wasser pro Hektar zu verwenden.

Im Gartenbau wird eine Fahrgeschwindigkeit von 6 bis 8 km/h empfohlen.

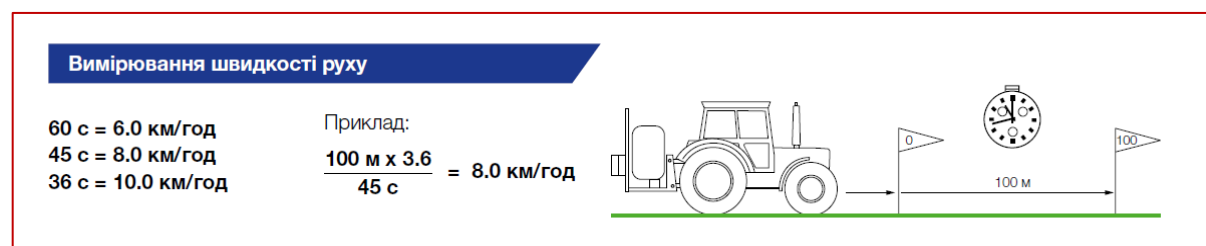


Abbildung 26 - Berechnung der Fahrgeschwindigkeit des Traktors.

In Spalierpflanzungen lässt sich der Wasserverbrauch sehr gut an Veränderungen des Vegetationszustands anpassen. Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie im Abschnitt „Anpassung des Sprühgeräts an Pflanzungen“.

Wie wird der Wasserverbrauch berechnet?

Die Farbe der Düse bedeutet nicht automatisch eine bestimmte Konzentration. Wie viel Wasser tatsächlich pro Hektar von einem Gerät versprüht wird, hängt von folgenden Faktoren ab:

- Typ der Düse
- Anzahl der Düsen
- Arbeitsdruck
- Fahrgeschwindigkeit

Berechnung, wenn das Sprühgerät mit Sprühdüsen einer Größe ausgestattet ist. Die Flüssigkeitsausbringung einzelner Sprühdüsen wird berechnet, indem die Gesamtleistung der Sprühdüsen durch die Anzahl der in Betrieb befindlichen Sprühdüsen geteilt wird. Die Größe der Sprühdüsen und der Druck werden anhand der Ausbringung auf der Grundlage von Tabellen bestimmt. Die Arbeitsbreite entspricht der Reihenbreite.

$\dot{V} = \frac{M \times v_F \times B}{600}$	$\dot{V}$ = Загальний вихід з розпилювачів [л/хв] M = Норма літрів на гектар [л/га] v_F = Швидкість обприскувача [км/год] B = Робоча ширина/міжряддя [м]
---	--

Wenn auf dem Sprühgerät gleichzeitig Sprühdüsen unterschiedlicher Größe verwendet werden, wird zunächst die Größe bestimmt, die möglich wäre, wenn alle Sprühdüsen gleich wären. Die Anzahl der Sprühdüsen der nächstkleineren Größe wird entsprechend der

Gesamtzahl der Sprühdüsen berücksichtigt. Um die vorgegebene Ausbringmenge (erforderlicher Wert) zu erhalten, muss der Druck gemäß der nebenstehenden Formel erhöht werden.

$$\text{Тиск (задане значення)} = \text{Тиск (фактичне значення)} \times \left[\frac{\text{Загальний вилив з розпилювачів (задане значення)}}{\text{Загальний вилив з розпилювачів (фактичне значення)}} \right]^2$$

Приклад:
 Швидкість руху обприскувача — 6.5 км/год, норма виливу — 600 л/га. Робоча ширина — 2.0 м.
 Тоді загальний вилив з розпилювачів обприскувача буде:

$$\frac{600 \times 6.5 \times 2.0}{600} = 13.0 \text{ л/хв}$$

Якщо використовуються розпилювачі однакового 10 розміру, то вилив кожного розпилювача — 13.0 : 10 = 1.3 л/хв.
 Обирайте розпилювач/тиск у відповідності до таблиці:

ID-90-02/жовтий при 8.0 бар

Замість розпилювача ID-90-02, нижній і два верхніх розпилювачі мають бути наступного меншого розміру 6 x ID-90-015/зелений по обидві сторони обприскувача. Загальний вилив розпилювачів (фактичне значення) виглядає при 8 барах (фактичне значення) так:

$$(6 \times 0.96 + 4 \times 1.30) \text{ л/хв} = 10.96 \text{ л/хв}$$

Тоді задане значення тиску встановлюється на 600 л/га (задане значення) і складає:

$$8 \times \left[\frac{13.0}{11.0} \right]^2 = 11.2 \text{ бар}$$

Bestimmung der Dosierung des Präparates

Anforderungen an die Dosierung des Präparats in verschiedenen Ländern:

Ukraine	Angegeben ist die maximal zulässige Dosis pro Hektar.
Niederlande	In der Regel werden die für normale ausgewachsene Bäume angegebenen Dosierungen verwendet. Normale ausgewachsene Bäume in den Niederlanden sind 3,25 bis 3,5 m hoch (nach dem Schnitt). Bei jüngeren/niedrigeren Bäumen passen wir die Dosis prozentual an. → Für eine größere Anzahl von Präparaten ist auf dem Etikett die maximal zulässige Dosis pro Hektar angegeben.
Schweiz	Hier erfolgt die Dosierungsberechnung pro m ² Blattfläche pro Hektar in Kombination mit der Kronenform. Für die meisten Präparate wird jedoch die maximal zulässige Dosis pro Hektar angegeben.
Deutschland	Es wird die Dosis pro Meter Kronenhöhe verwendet. Optimales System. Wenn Sie also auf Präparate mit deutschem Etikett stoßen, sollten Sie dies berücksichtigen. Für die meisten Präparate wird die maximal zulässige Dosis pro Hektar
Belgien	Hier wird das System der Obstwand verwendet. Die Grundlage bilden Bäume mit einer Höhe von 3 m und einem Reihenabstand von 3,5 m. Da die Bäume in Belgien höher sind, bedeutet dies in der Praxis, dass die Dosis um 10-20 % höher ist als in den Niederlanden für Bäume gleicher Größe. Für eine größere Anzahl von Präparaten wird die maximal zulässige Dosis pro Hektar angegeben.
Italien	Angegeben wird die Dosis pro Hektoliter. Pro 1 Meter Kronenhöhe beträgt die empfohlene Wassermenge 450 l und eine 5- bis 6-fache Konzentration. Außerdem wird die maximal zulässige Dosis pro Hektar angegeben.

Kapitel 6 – Anpassung des Sprühgeräts an die Pflanzung

Vorgehensweise zur Einstellung

Die Einstellung des Sprühgeräts auf die Pflanzung muss mit Hilfe einer zweiten Person erfolgen, die die Sprühleistung in den angrenzenden Reihen visuell beurteilt. Für die Einstellung sollte die Düse mit dem höchsten Durchfluss gewählt werden.

Die Verteilung der Lösung muss sowohl an die Höhe der Bäume als auch an die Blattfläche angepasst werden. Daher wird empfohlen, zweimal im Jahr eine visuelle Kontrolle durchzuführen: das erste Mal vor der Blüte, wenn die Blätter noch nicht ausgetrieben sind, und das zweite Mal, wenn die Blätter vollständig ausgetrieben sind. Auf diese Weise kann die wachsende Blattfläche berücksichtigt werden.

Bei der visuellen Beurteilung ist Folgendes zu beachten:

- Der Sprühkopf sollte gut bis zur Baumkrone reichen, aber nicht deutlich darüber hinausragen.
- Der Sprüher sollte in den Baum eindringen, aber nicht die nächste Baumreihe erreichen. Zu Beginn der Vegetationsperiode sollte die Drehzahl der Flügel deutlich verringert und die Bewegungsgeschwindigkeit erhöht werden.



Abbildung 27 - Visuelle Kontrolle des Sprühnebelabtrags zwischen den Reihen während des Sprühvorgangs.



Abbildung 28 - Visuelle Kontrolle des Abtrags der Arbeitslösung über den Bäumen während des Sprühens.

Die Arbeitslösung darf nicht die benachbarte Reihe erreichen oder hoch über die Pflanzung steigen.

Richtwerte für die Korrektur

Die unten angegebenen Richtwerte dienen nur zur Orientierung. Für eine genaue Einstellung, wie oben beschrieben, müssen die Einstellungen in den Einstellungen vorgenommen werden. Die Leistung des Sprühgeräts hängt in hohem Maße von der Größe der Flügel, der Drehzahl der Flügel sowie der Neigung der Flügel ab. Je größer der Durchmesser der Schaufeln ist, desto geringer sollte die Drehzahl der Schaufeln sein.

Die optimale Größe der Schaufeln hängt von der Neigung des Geländes, der Fahrgeschwindigkeit und der Motorleistung des Traktors ab. Wenn aufgrund der Neigung des Geländes eine geringere Fahrgeschwindigkeit und gleichzeitig eine höhere Drehzahl des Traktormotors erforderlich ist, sollten Schaufeln mit einer Größe von 33 Zoll (80 cm) bevorzugt werden.

Anleitung zur Kontrolle der Wasserverteilung mit wasserempfindlichem Papier

Um zu überprüfen, ob der Sprühapparat optimal auf die Ausrüstung eingestellt ist, gibt es neben der visuellen Beurteilung durch eine zweite Person noch eine weitere Möglichkeit: die Verwendung von wasserempfindlichem Papier.

Dazu benötigen Sie zwei gerade Holzplatten mit einer Länge von jeweils vier Metern und vier Streifen wasserempfindlichen Papiers. Die Streifen werden in unterschiedlicher Höhe an den Holzplatten befestigt (siehe Abbildung).

Die Holzplatten werden links und rechts vom Durchgang zwischen den Baumreihen angebracht, wobei darauf zu achten ist, dass sie so frei wie möglich stehen und die Streifen nicht von Ästen verdeckt werden. Die Streifen selbst müssen in Richtung des Durchgangs ausgerichtet sein.

Zwischen den Holzplatten wird einmal mit einem Sprühgerät (nur Wasser) gesprüht, um den Sprühvorgang zu imitieren. Es wird empfohlen, die Düsen zu verwenden, die im Unternehmen am häufigsten zum Einsatz kommen.

Bewertung des Ergebnisses

Nach der Behandlung werden die Streifen von der Holzleiste genommen und auf ein Blatt Papier mit den aufgetragenen Höhen gelegt. Es ist wichtig darauf zu achten, dass die Streifen auf der richtigen Seite oder Höhe liegen. Auf diese Weise kann man die Wasserverteilung links und rechts auf verschiedenen Höhen der Bäume beurteilen. Die Bereiche, auf die Tropfen fallen, färben sich blau. Die Bereiche, die nicht blau gefärbt sind, wurden nicht benetzt. Das Ziel ist eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Lösung, sowohl links als auch rechts, sowie im unteren Teil des Baumes und in seiner Krone. Abbildung 29 a zeigt eine sehr gute Wasserverteilung. Abbildung 29 b zeigt hingegen das Ergebnis eines Sprühgeräts mit ungleichmäßiger Wasserverteilung zwischen den verschiedenen Bereichen des Baumes und auf beiden Seiten. In diesem Fall muss ein weiterer Test durchgeführt werden. Zunächst wird empfohlen, die Bewegungsgeschwindigkeit zu verringern. Reicht dies nicht aus, sollte die Drehzahl der Flügel erhöht werden. Eine Erhöhung der Drehzahl der Flügel ist nur innerhalb bestimmter Grenzen sinnvoll. Wenn sie zu stark erhöht wird, überwiegen Nachteile wie z. B. erhöhter Verschleiß und unzureichende Lösungseintragung im unteren Bereich des Baumes. Es kann mehrere Durchgänge erfordern, bis die Einstellung des Sprühgeräts zufriedenstellend ist. Bei jedem Durchgang müssen acht neue Streifen verwendet werden.

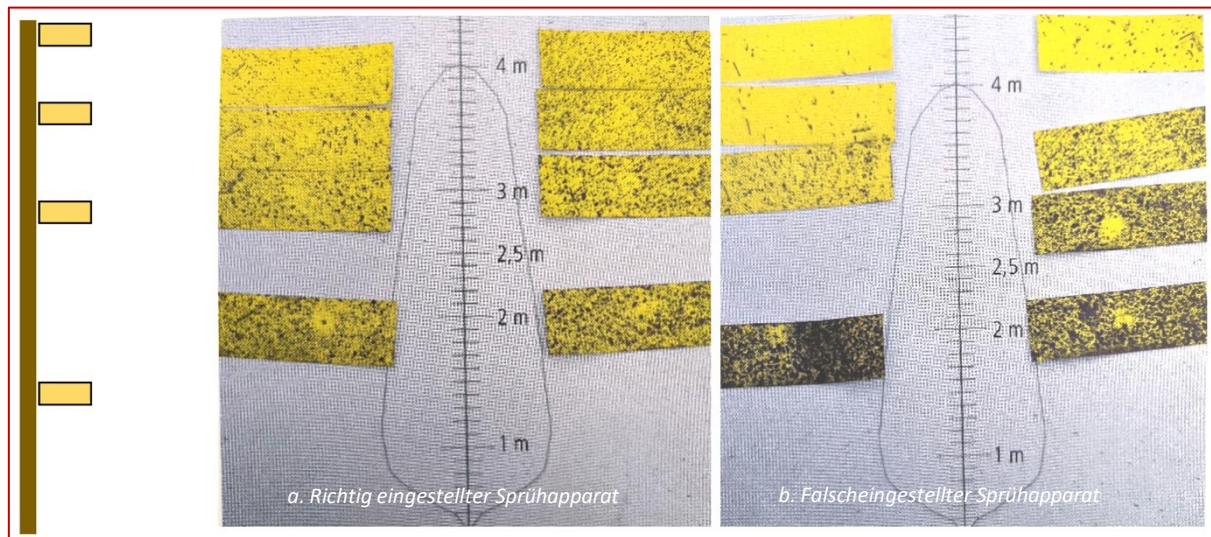


Abbildung 29 - Richtig und falsch eingestellter Sprühapparat (Quelle: Beratungsring)

Begrenzung der Baumhöhe

Möglicherweise müssen auch die Anlagen selbst angepasst werden. Bei zu hohen Bäumen ist eine gleichmäßige Bewässerung selbst mit der besten Technik schwierig oder unmöglich. Die Höhe der Bäume sollte im Sommer bei voller Vegetation vier Meter nicht überschreiten.

Kapitel 7 – Reinigung des Sprühgeräts

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass das Befüllen und Reinigen von Sprühgeräten ein Risiko für sogenannte Punktemissionen und Verschmutzungen, beispielsweise von Oberflächengewässern, darstellen kann. Werden die Geräte beispielsweise immer am selben Ort befüllt oder gereinigt, kann dies zu einer Verschmutzung des Bodens führen. In der Praxis wird die Außen- und Innenreinigung von Sprühgeräten unterschiedlich durchgeführt. Die einfachste Variante ist die Reinigung auf dem Feld. Dazu sollte der Lösungsbehälter nach Beendigung der Behandlung mit klarem Wasser gespült werden. Die so verdünnte Sprühlösung wird dann auf dem zuletzt behandelten Feld ausgebracht. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Geräteteile in unterschiedlichem Maße mit Rückständen von Pflanzenschutzmitteln verunreinigt sind. Diese Rückstände können durch Regen oder bei der Außenreinigung auf den Boden gespült werden. Wenn die Außenreinigung auf dem Feld durchgeführt wird, sollte sie nicht immer an derselben Stelle erfolgen. Dadurch wird das Risiko einer punktuellen Bodenverschmutzung verringert. Für eine gründlichere Außenreinigung empfiehlt es sich, heißes Wasser in Kombination mit einem Hochdruckreiniger zu verwenden.

Kapitel 8 – Sicherheitstechniken beim Sprühen

Das Abwiegen, Dosieren und Anmischen der Spritzbrühe birgt das größte Gesundheitsrisiko für den Anwender, da er direkt mit dem unverdünnten Pflanzenschutzmittel arbeitet. Daher muss auch bei dieser Arbeit persönliche Schutzausrüstung getragen werden. Alle persönlichen Schutzausrüstungen müssen zertifiziert sein.

Bei der Zubereitung der Spritzbrühe müssen Maske, Handschuhe und Schutzanzug den Anforderungen der höchsten Kategorie für chemische Risiken entsprechen. Um Schäden für Mensch und Umwelt zu vermeiden, dürfen Pflanzenschutzmittel niemals am Arbeitsplatz verwendet werden. Es ist auch darauf zu achten, dass der Behälter für die Spritzbrühe nicht überläuft.

Für die Zubereitung der Spritzlösung sind folgende PSA erforderlich:

- Halbmaske zum Schutz der Atemwege
- Die Maske muss Mund, Nase und Kinn bedecken. Es sollte eine Maske mit einem kombinierten Filter der Klasse gegen Gase und Dämpfe organischer Verbindungen mit geringer Absorptionskapazität der Klasse 1-a1 und einem Partikelfilter der Kategorie II mit mittlerer Abscheideleistung. Bei unangenehmem Anstieg des Einatemwiderstands oder nach Ablauf der Haltbarkeitsdauer sind die Filter zu ersetzen.
- Schutzhandschuhe gegen Chemikalien. Schutzhandschuhe zum Schutz vor chemischen Risiken müssen aus synthetischem Latex, z. B. Nitril oder Neopren. Sie sind mit einem Piktogramm mit einem Erlenmeyerkolben gekennzeichnet.
- Schutzanzug für chemische Risiken.

Schutzkleidung gegen flüssige Chemikalien (sprühfest) vom Typ 5 ist für die Arbeit mit den für uns typischen Pflanzenschutzmitteln ausreichend. Ein Schutzanzug, der den ganzen Körper bedeckt, muss zwischen den verschiedenen Kleidungsstücken (z. B. Schuhen, Handschuhen) spritzwasserfest sein.

Wenn für die Arbeit mit einem bestimmten Pflanzenschutzmittel gemäß Sicherheitsdatenblatt und/oder Etikett PSA mit höheren Anforderungen als den hier beschriebenen erforderlich ist, muss diese verwendet werden.

Vor der Verwendung muss das Etikett gelesen werden, da es unter anderem wichtige Hinweise zum Umgang mit dem Pflanzenschutzmittel und zu den Gesundheitsrisiken für den Anwender enthält.

Für jedes Pflanzenschutzmittel gibt es ein eigenes Sicherheitsdatenblatt. Es enthält Informationen, die es dem Anwender ermöglichen, alle notwendigen Maßnahmen zum Schutz seiner Gesundheit und Sicherheit zu ergreifen.

Sicherheitsdatenblätter für Pflanzenschutzmittel erhalten Sie bei Ihrem Händler oder im Internet in der Pflanzenschutzmittel-Datenbank.

Wenn die Lösung mit einem Traktor ohne Kabine versprüht wird, muss der Anwender die gleichen persönlichen Schutzausrüstungen tragen wie bei der Zubereitung der Lösung. Bei Verwendung eines Traktors mit Kabine ist der Anwender der Sprühlösung wesentlich weniger

ausgesetzt. Um einen ausreichenden Schutz zu gewährleisten, sind ein einwandfrei funktionierender Staubfilter und ein Aktivkohlefilter erforderlich. Traktorkabinen müssen für den Betrieb zugelassen und zertifiziert sein.

In der Traktorkabine müssen Schutzhandschuhe gegen Chemikalien vorhanden sein, wie dies bei der Zubereitung der Spritzlösung vorgesehen ist. Diese müssen beispielsweise beim Reinigen verstopfter Düsen getragen werden. Ansonsten ist beim Sprühen keine spezielle persönliche Schutzausrüstung erforderlich.

Nach Beendigung des Sprühvorgangs sollten alle verschmutzten Teile der PSA gereinigt werden. Für Schutzanzüge sind die Reinigungsanweisungen des Herstellers zu beachten. Nicht zusammen mit anderer Kleidung waschen. Für Einweg-Schutzanzüge sind die Entsorgungsanweisungen zu beachten. Schutzhandschuhe, Gummistiefel und Schutzbrillen sollten mit Wasser und Seife gereinigt werden. Alle Teile der PSA sollten außerhalb des Pflanzenschutzmittel-Lagers an einem trockenen und sauberen Ort, vorzugsweise in einem Schrank, aufbewahrt werden.

Bei allen Pflanzenschutzmitteln sollten vor dem Trocknen der Spritzbrühe keine Arbeiten im Garten durchgeführt werden. Der Zutritt zum Garten ist innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Behandlung nur mit persönlicher Schutzausrüstung, die für das jeweilige Pflanzenschutzmittel vorgesehen ist (siehe Sicherheitsdatenblatt). Auch wenn auf dem Etikett eine kürzere Wartezeit bis zum erneuten Betreten angegeben ist, muss diese Regel eingehalten werden. Wenn der Gesetzgeber auf dem Etikett eine Wartezeit von mehr als 24 Stunden angibt, muss diese eingehalten werden (siehe Liste der Mittel).

Für einige Mittel gelten zusätzliche Vorschriften für Schutzkleidung, die während der Arbeit nach Ablauf der Wartezeit zu tragen ist. Diese Informationen sind ebenfalls auf dem Etikett oder im Sicherheitsdatenblatt angegeben.

Die Staatliche Dienststelle für Lebensmittel- und Verbraucherschutz betont die Notwendigkeit, dass Wirtschaftssubjekte die Sicherheitsvorschriften bei der Behandlung von Feldern mit Pflanzenschutzmitteln gegen Schädlinge, Unkraut und Krankheiten, insbesondere mit Pestiziden, einhalten müssen.

Die chemische Behandlung von landwirtschaftlichen Flächen wird durch die Gesetze der Ukraine [„Über die Gewährleistung der sanitären und epidemiologischen Gesundheit der Bevölkerung“](#), [„Über den Schutz von Pflanzen“](#), [„Über Pestizide und Agrochemikalien“](#), [„Über die Bienenzucht“](#) sowie durch die Vorschriften DSP 8.8.1.2.001-98 [„Transport, Lagerung und Anwendung von Pestiziden in der Volkswirtschaft“](#) vom 03.08.1998, DSP Nr. 382-96 [„Staatliche Hygienevorschriften für den Einsatz von Pestiziden und Agrochemikalien in der Luftfahrt in der Volkswirtschaft der Ukraine“](#) vom 18.12.1996.

Quellen

1. <https://wissen.obstwein-technik.eu/>.
2. Leitfaden APFEL, Beratungsring.
3. Applikationstechnik im Obst- und Gemüsebau, Beratungsring.
4. Sprühverfahren von A bis Z, 3. AUFLAGE, „THEORIE UND PRAXIS DES SPRÜHVERFAHRENS“
5. <https://dpss.gov.ua/>

Lehrmodule DUALOG



- Die Reihe 'Lehrmodule DUALOG' besteht aus 23 Modulen und richtet sich an
- Jedes Modul erklärt kompakt und verständlich wesentliche Zusammenhänge und vermittelt praktische Tipps und handwerkliches Know-how basierend auf langjährigen Erfahrungen
- Die Module sind in gedruckter Form sowie digital verfügbar.

Obstbau (OB)	Modul OB01: Planung und Organisation einer neuen Apfelbaumanlage
	Modul OB02: Bodenkunde: Bodenanalyse, Grundprinzipien der Düngung und Einstellung der Geräte für die Düngung im Obstbau
	Modul OB03: Pflanzenschutztechnik: Einstellung der Geräte zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln auf Obstkulturen. Berechnung der Dosierung
	Modul OB04: Bewässerung im Obstbau. Berechnung des Wasserbedarfs. Fertigation für Apfelbäume
	Modul OB05: Umfassende Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen bei Apfelbaumzucht
	Modul OB06: Zapfenschnitt in Apfelanlagen. Formung von Apfelbaumkrone auf M9 Unterlage
	Modul OB07: Schutz von Obstplantagen vor Frost
	Modul OB08: Organisation der Apfelernte
Gemüsebau (GB)	Modul GB01: Planung und Anbau von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben)
	Modul GB02: Aussaat von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben); Einstellung der Sämaschine
	Modul GB03: Bewässerung im Gemüsebau. Berechnung des Wasserbedarfs. Fertigation für den Anbau von „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Karotten, Rüben)
	Modul GB04: Bekämpfung von Krankheiten bei „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Möhren, Rüben, Weißkohl)
	Modul GB05: Bekämpfung von Schädlingen bei „Borschtschgemüse“ (Zwiebeln, Möhren, Rüben, Weißkohl)
	Modul GB06: Organisation der Ernte von „Borschtschgemüse“
Übergreifende / Umfassende Themen (UT)	Modul UT01: Vorbereitung der Lagerräume für die Apfelerntesaison. Lagerung von Äpfeln
	Modul UT02: Vorbereitung der Lagerräume für die Kohlerntesaison. Lagerung von Kohl
	Modul UT03: Wirtschaftlichkeit des Gemüseanbaus: Rentabilität, Planung und Analyse der Tätigkeit
	Modul UT04: Ökonomie im Obstbau: Wirtschaftlichkeitsaspekte, Betriebsplanung und -analyse
	Modul UT05: Qualitätssicherung von Obstrohstoffen während der Lagerung
	Modul UT06: Qualitätssicherung von Gemüserohstoffen während der Lagerung
	Modul UT07: Energieeffiziente Technologien für die Lagerung und Erstverarbeitung von Obst und Gemüse
Pflanzenschutz im ökologischen Obst- & Gemüsebau (OEK)	Modul OEK01: Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Gemüse im ökologischen Anbau
	Modul OEK02: Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei Obst im ökologischen Anbau

<http://www.dualog-ukraine.de>

