

# Applikationstechnik im Obstbau, Teil I

## Gezielte Applikation – eine technische Herausforderung

**Pflanzenschutzmittel werden im Obstbau zur Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen eingesetzt. Der moderne Pflanzenschutz in der Obstproduktion erfordert heute ein hohes Fachwissen hinsichtlich Geräte- und Applikationstechnik. Ziel ist, mit der richtigen Technik den höchsten Wirkungsgrad von Pflanzenschutzmitteln zu erreichen. Durch eine gezielte Applikation kann der Obstbauer ökonomisch und ökologisch qualitativ hochwertiges Obst erzeugen.**

ALOIS F. GEYRHOFFER, VERFAHRENSTECHNIK; LEHR- UND FORSCHUNGSZENTRUM WEIN- UND OBSTBAU KLOSTERNEUBURG (A)  
[alois.geyrhofer@weinobst.at](mailto:alois.geyrhofer@weinobst.at)

Der moderne Pflanzenschutz in Obstkulturen ist heute durch eine konstruktiv aufwendige und kostspielige Technik gekennzeichnet. Trotz hoch entwickelter Gerätetechnik verfehlt aber ein mehr oder weniger hoher Pflanzenschutzmittelanteil die Zielfläche und schlägt einerseits als erhöhter Spritzmittelaufwand sowie andererseits als Umweltbelastung für Atmosphäre, Boden und Wasser zu Buche. Von grosser Bedeutung ist daher eine Optimierung und Neuausrichtung der Applikationstechnik, da nur so der hohe Qualitätsanspruch im Obstbau erfüllt werden kann. Um diese zielgerichtet verwirklichen zu können, ist eine entsprechende Sach-

**Abb. 1:** Auf die gezielte Applikation kommt es an.



kenntnis über die Applikation von Pflanzenschutzmitteln erforderlich. Das heisst, dass von Seiten des Obstbauers eine gewisse Bereitschaft gegeben sein muss, sich mit den Grundlagen der applikationstechnischen Kenngrössen sowie ihrer Bedeutung für die Praxis auseinanderzusetzen. Damit soll auch dem Grundziel ein Schritt nähergekommen werden, nämlich die Abdrift bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren, um so die Umweltbelastung auf ein Minimum zu begrenzen. Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit, die durchgeführten Pflanzenschutzarbeiten auf ihre Qualität zu überprüfen. Dies kann mit einfachen Mitteln wie Teststreifen aus wasserempfindlichem Papier durchgeführt werden.

### Applikationstechnische Kenngrössen

Die Aufgabe eines Pflanzenschutzgeräts besteht darin, eine definierte Wirkstoffmenge mit einer bestimmten Konzentration gleichmässig verteilt und unter minimierten Abdrift- und Abtropfverlusten auf die zu benetzende Oberfläche der Obstgewächse zu bringen (Abb. 1).

Als wichtige technische Kenngrössen bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln im Obstbau können angeführt werden:

- **Düsentechnik:** Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass je kleiner die Tropfen sind, desto niedriger die Pflanzenschutzmittelmenge, die Abtropfverluste beziehungsweise die Existenzzeit und umso höher die Abdrift. Grosse Tropfen hingegen sind weniger abdriftgefährdet und verweilen länger, tropfen aber stärker ab und benetzen die Oberflächen schlechter.
- **Gebläsetechnik:** Konstruktionstechnisch bedingt stellen die Luftgeschwindigkeit (Meter pro Sekunde), die Luftmenge (Kubikmeter pro Stunde) und die Ausbreitungsrichtung die wichtigsten luftgeometrischen Kriterien dar. Daneben spielen die Vertikalverteilung,

### Düsenfunktion und -arten

Die Funktion der Düsen besteht darin, das Flüssigkeitsvolumen in Tropfen zu zerteilen, wobei die wesentliche Kenngrösse das Tropfenspektrum und hier insbesondere der Feintropfenanteil ist. Bei herkömmlichen Hohlkegel- und Flachstrahldüsen herrscht am Düseneingang und -ausgang der gleiche Druck. Hingegen wird bei Injektor- und Antidriftdüsen der Druck im Düsenkanal deutlich reduziert. Im Obstbau werden unterschiedliche Düsenbauarten eingesetzt, wobei die grosstropfigen Düsen mit einem kleinen Anteil an Feintropfen (Durchmesser kleiner 100 µm) einen immer grösser werdenden Stellenwert einnehmen. Konstruktions-technisch können Düsenbauarten wie folgt eingeteilt werden:

**Hohlkegeldüsen (Dralldüsen):** Zur Erzeugung des hohlkegelförmigen Strahls wird ein integrierter Drallkörper im Düsenmundstück verwendet. Das Tropfenspektrum ist fein, was den Nachteil eines hohen Abdriftpotenzials mit sich bringt.

**Flachstrahldüsen:** Aufgrund der geschlitzten Bohrung am Düsenausgang entsteht ein fächerförmiger Strahl. Bei diesen Düsen werden auch grosse Tropfen vom Luftstrom erfasst, weshalb sie für eine grosstropfige Applikation prinzipiell als geeignet erscheinen.

**Injektordüsen:** Das Besondere besteht hier darin, dass dem Pflanzenschutzmittel über eine Luftansaugöffnung vor der Tropfenausbreitung Luft beigegeben wird. Der Feintropfenanteil wird bei diesem Konstruktionstyp mehr oder weniger eliminiert, was zur Folge hat, dass die Abdriftgefahr stark vermindert ist.

**Antidriftdüsen:** Über eine eingebaute Dosierblende wird die Flüssigkeit in die Düsenvorkammer dosiert eingeleitet. In Abhängigkeit vom Druck reicht bei diesen Düsen das Tropfenspektrum von grob bis fein, wobei im niederen Druckbereich (2 bis 4 bar) Grosstropfen produziert werden.

das Penetrationsverhalten, die Abdriftposition, der Leistungsbedarf sowie die Geräuscentwicklung eine gewisse Rolle.

- **Gerätetechnik:** Abhängig von den Bedingungen bilden die Fahrgeschwindigkeit und der Betriebsdruck die wichtigsten Komponenten.
- **Sonstige Kenngrössen:** Grosse Bedeutung bei der Applikationstechnik haben am Zielobjekt selbst (Obstbaum und -strauch) die Parameter Verteilung und Bedeckungsgrad.

### Bedeckung versus Abdrift

Eine grosse Bedeutung in der Applikationstechnik wird der Spritztropfengrösse beigegeben. Dabei kann grundsätzlich festgehalten werden, dass die Bedeckung der Oberfläche von Obstbäumen und -sträuchern mit Pflanzenschutzmittel umso grösser ist, je kleiner der Durchmesser der Tropfen ist, was sich auch in einem re-

duzierten Spritzmittelaufwand zeigt. So erhält man beispielsweise bei einem halben Tropfendurchmesser eine Verachtfachung der Tropfenzahl und somit eine Verdoppelung der Bedeckungsfläche. Der geringe Durchmesser der Tropfen geht jedoch zu Lasten der Oberflächenbedeckung der Obstgewächse, weil die kleinen Tropfen abdriften. Unter Abdrift wird jener Mengenanteil des Pflanzenschutzmittels verstanden, der während der Applikation durch horizontale und vertikale Luftbewegungen oder durch Verdunstung die Zielobjektfläche nicht erreicht. Tropfen, die kleiner als 100 µm sind, werden generell als abdriftgefährdet angesehen, da sie fast keinen freien Fall mehr haben und daher mehr oder weniger schweben. Zusätzlich zu dieser Problematik kommt noch, dass die «Lebensdauer» der kleinen Tropfen bei höheren Temperaturen oder geringer relativer Luftfeuchtigkeit sehr begrenzt ist.

### Gezielte Applikation

Die vorrangige Entwicklungsaufgabe ist eine gezielte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln, das heisst, die eingesetzten Wirkstofftropfen sollen sich an die Zielflächen der Objekte anlagern. Bei der Behandlung von Obstkulturen stellt ein Problem die morphologische Struktur dar – beispielsweise die Blattgrösse beziehungsweise -anordnung, da diese die Penetration der Sprühtropfen in die Kulturen wesentlich reduzieren kann. Dabei ist hinsichtlich Pflanzenschutzmittelanlagerung gerade das schwer zugängliche Kulturinnere relevant, da sich hier viele pathologische Zielflächenbereiche befinden. In der modernen Applikationstechnik hat deshalb die Verbesserung des Penetrationsverhaltens hohe Priorität. Eine Grundvoraussetzung zur Erreichung dieser Forderung ist die Auseinandersetzung mit applikationstechnischen Zusammenhängen und Kenngrössen. Als erste Massnahme zu einem verbesserten Pflanzenschutz im Obstbau kann die Überprüfung der Benetzung der Obstgewächse mit Pflanzenschutzmitteln (Applikationsqualität) gesehen werden. Die visuelle Beurteilung mit wasserempfindlichem Papier WSP (Water-Sensitive-Paper) stellt dabei eine Möglichkeit dar, sich rasch und einfach ein Bild vom Erfolg der durchgeführten Applikation zu machen.

Abb. 2 u. 3: Water-Sensitive-Paper vor und nach der Applikation.





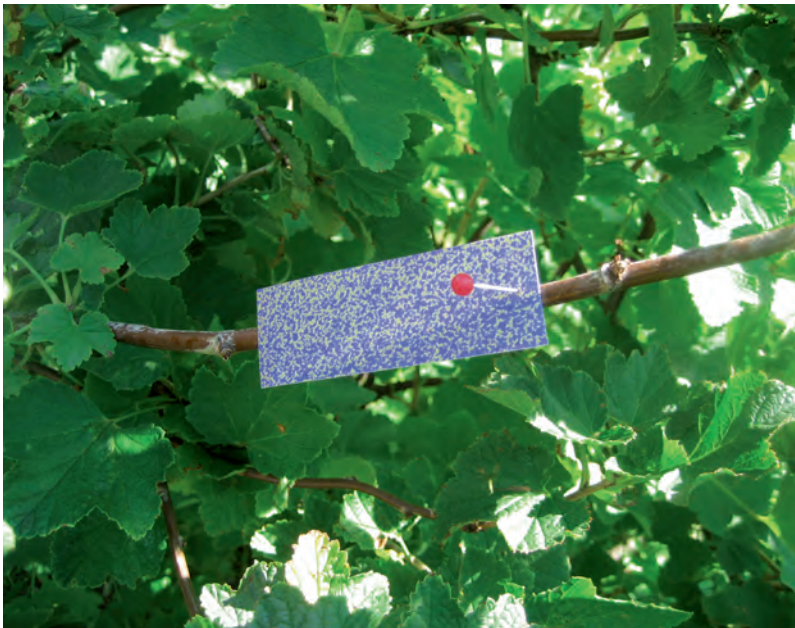


Abb. 4 (oben): Zufriedenstellende Wirkstoffbenetzung der Obstkultur.



Abb. 5 (rechts): Geringe Tropfenanzahl aufgrund von Abdrift.



Abb. 6 (links): Hohe Tropfendichte verbunden mit Abtropfverlusten.

Abb. 7 (oben): Ungleichmässige Pflanzenschutzmittelverteilung verursacht durch Spritzschatten.

### Water-Sensitive-Paper (WSP)

Anfang der 1980er-Jahre wurde das wassersensitive Papier entwickelt, um die Sprühverteilungen von Pflanzenschutzmitteln auch bei geringen Ausbringmengen visuell und quantitativ beurteilen zu können. Hierbei handelt es sich um ein Spezialpapier, dessen beschichtete Oberfläche bei Berührung mit Flüssigkeiten (die Mindestgrösse der Tropfen muss 30 µm betragen) einen Farbumschlag von gelb auf dunkelblau ergibt (Abb. 2 u. 3).

Zur visuellen Abschätzung der Applikationsqualität wird das verwendete WSP mit Referenzstreifen vergli-

chen, die einen unterschiedlichen Bedeckungsgrad aufweisen und das Ergebnis anschliessend in Prozent angegeben. Dagegen werden bei der quantitativen Auswertung die Anzahl der Tropfen pro cm<sup>2</sup> entweder durch Auszählen oder mithilfe automatisierter Bildanalysesysteme ermittelt. Ab einer Tropfenanzahl von 400 je cm<sup>2</sup> kann es allerdings zu Überlappungen kommen, weshalb das Ergebnis der Auszählmethode dann ungenau wird.

Vorteil des WSP ist, dass die Applikationsqualität schnell und ohne aufwendige Gerätetechnik beziehungsweise zusätzlichen Chemikalienzusatz überprüft werden kann. Deshalb wird das WSP-Verfahren heute zu

unterschiedlichen Analyse Zwecken eingesetzt: Neben der Auswertung der Flüssigkeitsverteilung können unter anderem auch der Bedeckungsgrad, die Tropfendichte und die Penetration der Tropfen in der Obstkultur gemessen werden (Abb. 4 bis 7). Betreffend Einsatzgrenzen des WSP muss erwähnt werden, dass einerseits bei einer relativen Luftfeuchtigkeit höher als 70% sowie nas sen Obstbäumen und -sträuchern (Tau, Regen) sich das WSP automatisch zu verfärben beginnt und anderer seits bei Temperaturen unter 8 °C die Flüssigkeitstropfen am WSP nicht mehr gehalten werden. Zudem ist das Retentionsvolumen des WSP relativ begrenzt.

Quantifizierung der Applikation mit WSP

Für die quantitative Erfassung der Pflanzenschutzmittel benetzung an Obstbäumen beziehungsweise -sträuchern mittels WSP wurden am LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg (Versuchsgut Haschhof) zahlreiche Messungen durchgeführt, deren Ergebnisse in der Tabelle aufgeführt sind. Die applikationstechnischen Kenngrößen bei den Versuchen waren: Fahrgeschwindigkeit des Traktors zwischen 1 und 4 km/h und Spritzdruck von 3 bis 5 bar. Nach erfolgter Applikation der Wassertropfen mit Luftunterstützung (Radialgebläse) wurden die WSP abgenommen und anschliessend mit der Auszählmethode ausgewertet (prozentuale Schätzung).

Es kann der Tabelle entnommen werden, dass der Benetzungsgrad mit grösser werdendem Abstand von der

| Benetzungsgrad in der Obstkultur.        |                        |              |                        |
|------------------------------------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Sorten                                   | düsenzuge wandte Seite | Kultur mitte | düsenabge wandte Seite |
| Apfelsorte «Golden Delicious»            | 75%                    | 40%          | 15%                    |
| Marillensorte «Klosterneuburger Marille» | 80%                    | 45%          | 20%                    |
| Schwarze Johannisbeersorte «Titania»     | 80%                    | 70%          | 60                     |

Applikationsdüse abnimmt. Ebenfalls spielen die Pflanzenmorphologie und die Erziehung bei der Applikationsqualität eine Rolle. Bei der dicht wüchsigen Apfelsorte «Golden Delicious» nimmt deshalb die Benetzung mit Pflanzenschutzmitteln im Vergleich zur dünnlaubigen Marillensorte «Klosterneuburger Marille» stärker ab. Hingegen lässt sich die gute Pflanzenschutzmittelpenetration bei der Schwarzen Johannisbeersorte «Titania» einerseits auf die Elastizität des Pflanzenmaterials und andererseits auf die durch den Gebläseluftstrom hervorgerufenen Ausweichbewegungen der Pflanzenteile zurückführen. In Summe konnte mit der WSP-Methode die Qualität der Applikation rasch festgestellt werden. Einschränkung bei der Applikationsbeurteilung war jedoch, dass die Tropfendichte grossteils sehr hoch war, sodass nur eine prozentuale Abschätzung der Bedeckung mit Pflanzenschutzmitteln möglich war.

Technique d'application dans l'arboriculture,  
1re partie  
L'application ciblée – un défi technologique

R É S U M É

Les enjeux de la technique d'application dans l'arboriculture sont aujourd'hui multiples: ils vont de l'efficacité des produits phytosanitaires utilisés à la diminution de l'impact écologique. Dans la pratique arboricole, cela signifie que les gouttelettes appliquées devraient se déposer sur les surfaces visées des sujets traités avec un minimum de dérive. En d'autres termes, l'utilisation de produits phytosanitaires donnera seulement entière satisfaction lorsque leur application pourra être parfaitement ciblée. Si la quantité de produit appliquée est insuffisante, les surfaces traitées risquent d'être insuffisamment couvertes, avec les pertes de récolte et de qualité que cela suppose. A l'inverse, si les quantités pulvérisées dépassent le strict nécessaire, il en résulte un danger de dérive et un impact négatif sur l'environnement. Le premier pas vers une application ciblée consiste à optimiser les paramètres techniques de l'application. Dans une deuxième phase, il faudra vérifier la qualité de l'application, autrement dit, la couverture des cultures de fruits par les produits traitants. En résumé, force est de constater qu'un grand travail de perfectionnement demeure à accomplir pour atteindre une application ciblée et que le thème restera à l'avenir aussi un défi à relever par les techniciens de l'arboriculture.