



Applikationstechnik im Obstbau, Teil II

Automatisierung von Applikationsgeräten

Die moderne Applikationstechnik in der Obstproduktion versucht ein hohes Ertragsniveau sowie eine hohe Produktqualität zu erzielen. Aufgrund technischer Innovationen in den letzten Jahrzehnten kam man diesen Zielen näher. Mit der Sensortechnik zur Erkennung von Lücken in der Obstkultur steht eine Technologie zur Verfügung, mit der eine Optimierung möglich gemacht wird. Hinter dieser Technik verbirgt sich auch der Gedanke einer vollkommenen Automatisierung von Obstbaumaschinen.

ALOIS F. GEYRHOFFER, BETRIEBSTECHNIK; LEHR- UND FORSCHUNGSZENTRUM WEIN- UND OBSTBAU KLOSTERNEUBURG (A)
alois.geyrhofer@weinobst.at

In den letzten Jahren kristallisierte sich ein Trend beim Pflanzenschutz im Obstbau heraus, bei dem mit immer niedrigeren Wirkstoffmengen immer bessere Erfolge erzielt werden. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren aufgrund von Innovationen in der Applikationstechnik fortsetzen. Neue Techniken – namentlich die Sensortechnik – ermöglichen es, die Wirkstoffverluste bei der Applikation zu reduzieren. Die Sensortechnik erkennt Bestandslücken in der Obstkultur sowie an den Obstreihen-Enden und dort werden keine Pflanzenschutzmittel appliziert. So ist es möglich geworden, die Umweltbelastung auf ein Minimum herabzusetzen und umweltgerecht qualitativ hochwertiges Obst zu produzieren. Neben der Sensortechnik spielt im modernen Obstbau auch der Einsatz zeitgemässer Pflanzensprühgeräte in Verbindung mit geeigneten Düsen (Antidriftdüsen) eine wichtige Rolle. Darüber hinaus bestehen heute unter Obstbautechnikern keine Zweifel mehr, dass nur dann eine zufriedenstellende Applikationsqualität erreicht wird, wenn die Obstbaupraktiker ihrerseits ein gewisses Interesse an der Applikationstechnik und ihren Parameter haben – zum Beispiel an der Strömungsgeschwindigkeit der Pflanzenschutzmitteltropfen. Nur wenn Techniker und Obstbauern eng zusammenarbeiten, können die verschiedenen Zielsetzungen bei der An-

wendung von Applikationsgeräten im Obstgarten realisiert werden.

Sensortechnik

Prinzipiell wird bei Anwendung der Sensortechnik als applikationstechnisches Ziel eine Reduzierung der Pflanzenschutzmittelverluste bei der Behandlung von Obstkulturen angestrebt. Die Sensortechnik leistet dabei zwei Hauptfunktionen: Zum Einen werden beim Erkennen von Lücken in der Laubwand die Düsen abgeschaltet, wodurch der Pflanzenschutzmittelstrom unterbrochen wird. Dies spielt insbesondere im oberen und unteren Grenzbereich der Laubwand eine erhebliche Rolle. Zum Anderen wird die Unterbrechung des Pflanzenschutzmittelstroms auch beim Ein- und Ausfahren aus der Gasse sowie an Durchgängen und Fehlstellen eingesetzt.

Das Sensorsystem besteht aus folgenden Komponenten:

- **Optische Sensoren:** Diese arbeiten nach dem Reflexprinzip im Infrarotbereich und tasten die Obstbaumreihen ab (siehe Kasten S. 9). Der erreichbare Empfindlichkeitsbereich liegt bei einem Meter Abstand zur Zielobjektfläche.
- **Messwertaufnehmer:** Mit dessen Hilfe wird die Fahrgeschwindigkeit ermittelt.
- **Magnetventile:** Die Funktion der Magnetventile besteht darin, dass der Pflanzenschutzmittelausstoß der Düsen gestoppt werden kann. Jeder Düsenstation ist ein Magnetventil zugeordnet.

- **Controller:** Im Controller (Mikroprozessor) werden die Steuersignale der optischen Sensoren erfasst und verrechnet.
- **Bedienungsterminal:** Durch das Terminal gestaltet sich die Handhabung der Sensortechnik ausserordentlich einfach. Am Display kann der Obstbauer nach jeder Arbeitsfahrt die Menge der Einsparung an Pflanzenschutzmittel ablesen.

Die optischen Sensoren sind wegen ihrer Aufgabe vor den Düsen angebracht. Deshalb erfolgen die Schaltung der Magnetventile und damit die Düsenfunktionsänderung mit einer entsprechenden Verzögerung auf die Wahrnehmung durch den optischen Sensor. Der korrekte zeitliche Ablauf setzt die Erfassung der Traktor-Fahrtgeschwindigkeit voraus, die mittels induktiven Impulzzählers am Vorderrad des Traktors oder am Rad des Nachläufers gemessen wird. Wird die Fahrt unterbrochen, werden sofort alle Düsen geschlossen.

Insgesamt leistet die Sensortechnik aufgrund der Einsparungsraten einen nicht zu vernachlässigenden ökologischen Beitrag. Mit diesem Verfahren verfügt der Obstbau über eine Technologie, die erstens einfach in ihrer Anwendung ist (zum Beispiel erfolgt das Öffnen und Schließen der Düsen am Reihenanfang und -ende automatisch), zweitens einen effizienten und sparsamen Pflanzenschutzmittel-Einsatz ermöglicht und drittens auch zu einer Reduzierung der Abdrift von Pflanzenschutzmitteltropfen beiträgt.

Automatisierung von Applikationsgeräten

Der Wirkstoffanteil, der bei der Applikation die Zielfläche verfehlt, ist trotz moderner Gerätetechnik im heutigen Obstbau noch immer relativ hoch (siehe Teil I dieses Beitrags in der SZOW-Ausgabe 12/2010: «Gezielte Applikation – eine technische Herausforderung»). Im Rahmen der Automatisierung von Obstbaumaschinen und im Besonderen von Applikationsgeräten wurden am Lehr- und Forschungszentrum Wein- und Obstbau Klosterneuburg (LFZ Klosterneuburg) Untersuchungen zur Applikationstechnik durchgeführt. Bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln stellt die Strömungsgeschwindigkeit der Tropfen einen wichtigen Parameter dar. Aus diesem Grund wurde die Strömungsgeschwindigkeit mit einem Laser-Doppler-Anemometer (LDA) gemessen. Das LDA ist ein optisches Messverfahren zur Erfassung der Geschwindigkeiten von Flüssigkeiten und Gasen (Abb. 1 und 2, Kasten S. 10). Als Versuchsobjekte dienten die Apfelsorte «Golden Delicious», die Marillensorte «Klosterneuburger Marille» und die Schwarze Johannisbeersorte «Titania» vom Versuchsgut Haschhof am LFZ Klosterneuburg. Von der mess- beziehungsweise gerätetechnischen Seite her sind folgende Daten anzuführen: Die Strömungsgeschwindigkeitsmessungen wurden in einer Messhöhe von 100 cm unter Verwendung einer Antidriftdüse bei einem Betriebsdruck von 8 bar durchgeführt. Erzeugt wurde die Strömung mit einem Radialgebläse. In der Tabelle sind die bei dem Versuch erhaltenen Messdaten aufgelistet.

Das Ergebnis der Strömungsgeschwindigkeitsmessungen widerspiegelt eindeutig die Problematik bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Die Strömungsgeschwindigkeit der Tropfen nimmt mit zunehmender



Abb. 1: Positionierung des Anemometers in der Kulturmitte.



Abb. 2: Messung der Strömungsgeschwindigkeit mit dem Anemometer.

Tiefe der Obstkultur ab. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass mit zunehmender Raumtiefe immer weniger Tropfen in die Obstkultur penetrieren und deshalb auch die Zielfläche nicht erreichen. Hinsichtlich der Differenz der Strömungsgeschwindigkeit zwischen den verschiedenen Obstsorten kann festgehalten werden, dass bei der Apfel- und Marillensorte die Wuchsstruktur auf die Raumströmung einen Einfluss hat. So kann bei der Sorte «Golden Delicious» der dichtere Wuchs beziehungsweise die dichtere Belaubung im Vergleich zur Sorte «Klosterneuburger Marille» verantwortlich für die

Sensoren

Ein Sensor ist ein technischer Bauteil, der im Allgemeinen der Messwertaufnahme dient. Er erfasst bestimmte physikalische oder chemische Eigenschaften (zum Beispiel Beschleunigung) und/oder den stofflichen Aufbau seiner Umwelt qualitativ oder als Messgrösse quantitativ. Die aufgrund physikalischer oder chemischer Effekte aufgenommenen Grössen werden anschliessend mit sogenannten Wandlern in weiterverarbeitbare Grössen umgeformt – in der Regel elektrische Signale. In jüngster Zeit ist die Sensortechnik zunehmend auch in das Bewusstsein von Obstbautechnikern sowie technisch interessierten Obstbauern getreten. Dies beruht unter anderem auf der Tatsache, dass Sensoren als Signalgeber in automatisierten Prozessen der Obstproduktion eine immer wichtigere Rolle spielen.

Strömungsgeschwindigkeit in der Obstkultur (Angaben in m/sec). Sekunde).

Sorten	50 cm vor Kultur	Kulturmitte	50 cm nach Kultur
Apfelsorte «Golden Delicious»	18.0	8.5	1.1
Marillensorte «Klosterneuburger Marille»	17.2	10.1	4.6
Schwarze Johannisbeersorte «Titania»	18.0	14.9	12.0

Laser-Doppler-Anemometer

Das Laser-Doppler-Anemometer (LDA) stellt ein optisches Messverfahren zur mehrdimensionalen Messung lokaler Geschwindigkeiten in Fluidströmungen dar. Bei dieser Technik kommen das Laserprinzip und der Dopplereffekt zur Anwendung.

Unter dem Laserprinzip versteht man eine Lichtverstärkung durch eine erzwungene Aussendung von Strahlung (LASER = light amplification by stimulated emission of radiation). Als Dopplereffekt wird die Veränderung der wahrgenommenen oder gemessenen Frequenz von Wellen jeder Art bezeichnet, bei der die Quelle und der Beobachter eine Relativbewegung zueinander ausführen, das heisst sich einander nähern oder voneinander entfernen.

Für den berührungslosen Messvorgang bei der LDA-Methode sind keine eventuell die Strömung beeinflussenden Sensoren erforderlich. Bei diesem Verfahren bleiben die Messfehler infolge von Temperatur-, Dichte- oder chemischen Änderungen relativ klein. Da der Messpunkt eine sehr geringe räumliche Ausdehnung besitzt, sind auch Grenzschichtmessungen in unmittelbarer Nähe von Obstbaumblättern möglich. Es ist hierbei trotz mannigfaltiger Messmöglichkeiten zu beachten, dass das Medium in der Obstkultur lichtdurchlässig ist und die Anzahl der enthaltenen Kleinpartikel gering ist.

höhere Geschwindigkeitsabnahme gemacht werden. Hingegen ist bei der Sorte «Titania» die grössere Elastizität der Strauchkultur und damit verbunden der kleinere Widerstand gegen das Eindringen von Pflanzenschutzmitteltröpfchen der Grund für die geringe Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit.

Optimierung der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln

Die vorliegenden Strömungsgeschwindigkeitswerte der Pflanzenschutzmitteltröpfchen liefern die Basis für eine Optimierung der Applikation im engeren und eine Automatisierung der Applikationsgeräte im weiteren Sinne. Hinsichtlich des Abdriftminderungspotenzials und somit der Einsparungsrate von Pflanzenschutzmitteln mit Hilfe der Sensortechnik kann zunächst festgehalten wer-

den, dass diese sehr unterschiedlich sind. So werden in frühen Entwicklungsstadien oder Obstbeständen mit Lücken Pflanzenschutzmitteleinsparungen von zirka 25% erreicht. Allerdings sinkt diese Rate auf bis zu 10% bei Obstbäumen mit voller Belaubung. Diese Mengen machen sehr deutlich, dass die Pflanzenschutzmittelausbringung im Obstbau trotz moderner Technik doch noch einiger Verbesserung bedarf.

Zur Erreichung eines nachhaltigen Pflanzenschutzes in der Obstproduktion besteht der erste Schritt in der Erfassung der wesentlichen Applikationsparameter und der zweite Schritt in einer optimalen Einstellung des Applikationsgeräts. Zu Ersterem zählen neben den Zielobjektparametern (Obstanlage) die primären Applikationskenngrößen (zum Beispiel Tropfendurchmesser und Luftvolumen) und sekundären Applikationskenngrößen wie beispielsweise Abdrift und Bedeckungsgrad. Der zweite Schritt betreffend Geräteoptimierung umfasst die Auseinandersetzung mit den fixen Geräteparametern (unter anderem Düsen, Gebläse) sowie den variablen Geräteparametern – zu diesen zählt neben der Fahrgeschwindigkeit, der Gebläsedrehzahl usw. eben auch die Strömungsgeschwindigkeit der Pflanzenschutzmitteltröpfchen. Zwischen diesen Faktoren ist eine Interaktion möglich, sodass ein Parameter, der sich bei der Applikation im suboptimalen Bereich befindet, in Kombination mit einem Parameter im optimalen Bereich dennoch zu guten Applikationsbedingungen führt. Als konkretes Beispiel dafür kann die Interaktion zwischen Pflanzenschutzmittelaufwandmenge und Strömungsgeschwindigkeit erwähnt werden. ■

Technique d'application dans l'arboriculture, IIe partie Automatisation des appareils applicateurs

La mise en oeuvre de la technologie des senseurs dans l'arboriculture permet une application plus parcimonieuse des produits phytosanitaires. Un effet bénéfique résulte notamment dans la diminution de la pollution de l'environnement. Dans l'arboriculture, la technologie des senseurs a pour fonction de détecter les failles dans les cultures fruitières. L'avantage du système des senseurs, c'est qu'il demande peu de travail de construction et que les applicateurs de produits phytosanitaires que l'on possède déjà peuvent

facilement en être équipés. La technologie des senseur va indubitablement encore être perfectionnée à l'avenir et l'automatisation de la technique d'application également progresser. Dans ce contexte, les Global Positioning Systems (GPS) vont sans doute jouer un rôle prépondérant dans l'arboriculture de précision de l'avenir. En l'état actuel de la technologie, l'automatisation des machines arboricoles – en l'occurrence les appareils applicateurs – dans les prochaines décennies, ne paraît pas du tout utopique.

R É S U M É