

Sprühgeräte und Applikationstechnik im Bioobstbau

Sprühtechnik auf Obstanlage abstimmen

Edward Irla und Jakob Heusser, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen
E-Mail: edward.irla@fat.admin.ch

Ein erfolgreicher Bioobstbau erfordert eine fachgerechte, der Produktionsrichtung und dem Standort angepasste Anbau-, Pflege- und Pflanzenschutztechnik. Es werden robuste, krankheitsresistente Kernobstsorten und eine grosse Sortenvielfalt in Niederstammanlagen angestrebt. Die Erzeugung von Qualitätsobst setzt neben vorbeugenden Massnahmen einen direkt wirksamen Schutz der Bäume vor Krankheiten und Schädlingen voraus. Weil die Bio-Pflanzenschutzmittel gegenüber jenen der Integrierten Produktion eine bedeutend geringere Wirksamkeit aufweisen, müssen sie mehrmals und be-

sonders gleichmässig auf Blättern sowie Früchten verteilt und angelagert werden. Obstanlagen sind bezüglich Reihen- und Baumabstand, Baumgrösse und -form sowie Baumvolumen und Belaubungsdichte recht heterogen. Die wechselnden Einsatzbedingungen während der Vegetationsperiode von der Austrieb- bis zur Abschlussspritzung stellen hohe Anforderungen an die Ausrüstung und Handhabung der Sprühgeräte. Versuchsmässige Einsätze der Sprühgeräte in drei Apfelanlagen zeigen, dass eine gute Applikationsqualität eine gezielte, an den jeweiligen Entwicklungsstand der

Bäume angepasste Geräteeinstellung erfordert. Dabei sind Luftleistung und -führung, Düsenart und -positionierung, Wassermenge (300 bis 1000 l/ha) und Tropfengrösse sowie die Fahrgeschwindigkeit von 5 bis 8 km/h massgebend. Sprühgeräte mit Umkehraxialgebläse mit Aufsatz zeichnen sich durch eine bessere Luftführung und Mittelanlagerung sowie geringere Abdriftverluste als jene mit Axialgebläsen aus (Abb. 1). Letztere erfordern für ihre Einstellung einen etwas grösseren Arbeitsaufwand.



Abb. 1: Mit Sprühgerät mit Umkehraxialgebläse-Aufsatz lassen sich die Pflanzenschutzmittel pflanzen- und umweltgerecht ausbringen (Fischer 900 Hi).

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Obstanlagen und Sprühgeräte	2
Vertikalverteilung und Mittelanlagerung	2
Handhabung der Sprühgeräte	6
Schlussfolgerungen	8
Literatur	8

Problemstellung

Im Biokernobstbau können Krankheiten wie Schorf, Mehltau und Regenflecken sowie Schädlinge wie Blattläuse, Apfelwickler, Sägewespe usw. grosse Ertrags- und Qualitätsverluste verursachen. Neben vorbeugenden Massnahmen sind mehrmalige Behandlungen mit Fungi- und Insektiziden erforderlich. Die Bioschutzmittel sind in der Regel weniger wirksam und anhaltend als die chemisch-synthetisch hergestellten Mittel. Sie stellen auch höhere Anforderungen an die Sprühgeräte und Applikationstechnik. Besonders Tonerdepräparate sind abrasiv und können zu Geräteverstopfungen und erhöhtem Verschleiss führen. Folglich waren Sprühgeräte mit Rotationsdüsen, die für eine Brühmenge von 80 bis 200 l/ha vorgesehen sind, kaum funktionsfähig (verstopfte Düsenlager und -verzahnung). Die diesbezüglichen Probleme führten zur Durchführung applikationstechnischer Erhebungen in ausgewählten Biobetrieben.

Obstanlagen und Sprühgeräte

Die versuchsmässigen Einsätze der Praxis-Sprühgeräte wurden anfangs September 2004 an drei Standorten bei drei Apfelsorten mit Vollbelaubung durchgeführt (Tab. 1, Abb. 2, 3, 4). Die aufgeführten Kenn-da-

ten beziehen sich nur auf den Anlageteil, an dem die Applikationsversuche erfolgten (= Einsatzbedingungen). Ansonsten bauen die Betriebe rund zehn bis 30 Sorten an, die ein Baumvolumen von maximal 12 000 bis 15 000 m³/ha erreichen.

Die Einstellung der Sprühgeräte und die Wahl der Wassermenge/ha sowie der Fahrgeschwindigkeit erfolgten aufgrund betriebseigener und aus Sprühgeräte-Prüfung oder «Spritzentest» resultierenden Erfahrungen (Tab. 2). Die mit einer Winkellehre gemessenen Düsen- und Luftleitblech-Anstellwinkel definieren ihre Positionierung am Gebläse-Ausblasgehäuse. Die Spritzungen in den Apfelanlagen erfolgten bei günstigen Wetterbedingungen; Windgeschwindigkeit 0 bis 1 m/s, Lufttemperatur 20 bis 22°C und abgetrockneten Blättern.

Vertikalverteilung und Mittelanlagerung

Die Blattflächenverteilung über die Baumhöhe ist je nach Erziehungsform und Sorte recht unterschiedlich. In einer Apfelspindelanlage nimmt sie von unten nach oben stark ab. Um Über- oder Unterdosierungen zu verhindern, ist eine Anpassung der vertikalen Brühverteilung erforderlich. Die der Baumform angepasste Grundeinstellung der Sprühgeräte lässt sich mit zwei Lamellenprüfständen anlässlich der Praxis-Spritzentests exakt ermitteln. Diese stellt eine Grundlage für eine optimale Mittelanlagerung dar, wobei zusätzlich noch der Belaubungszustand der Bäume, die Witte-

lung sowie die Gebläse-Luftleistung und die Fahrgeschwindigkeit zu berücksichtigen sind (Abb. 5). Bei einem Gebläseaufsatz sind die Düsen-Zielflächen-Abstände kürzer, was zur besseren Mittelanlagerung und Abdriftreduktion führt.

Die Brühverteilung und -anlagerung in den Bioobstanlagen wurde mit Wasser und wassersensitiven Papierstreifen überprüft. Mit auf 3 m-Holzlaten beidseitig befestigten Papierstreifen in den Baumreihen wurde die Vertikalverteilung auf der linken und rechten Geräteseite ermittelt (Abb. 6). Die Anlagerungen auf den Blattober- und Blattunterseiten wurde in vier Baumpositionen erhoben und bonitiert. Mit Sprühfahrten in fünf benachbarten Fahrgassen konnte der Seiteneinfluss mit berücksichtigt werden. Die Sprühqualität ist in den Abbildungen 7, 8 und 9 ersichtlich.

Mit dem Sprühgerät **Tifone** wurde bei der Messhöhe von 0,5 bis 3 m meist eine gute vertikale Tropfenverteilung erzielt (Abb. 7). Bei der Behandlung einer Baumreihe mit der linken und dann rechten Geräteseite kann ein relativ homogenes Verteilungsbild erwartet werden. Die Blattober- und Blattunterseiten weisen praktisch in allen Baumpositionen eine gute Tropfenverteilung auf. Die Wassermenge von 300 l/ha und das geringe Tropfenspektrum hingegen waren für das Baumvolumen von 10 000 m³/ha zu knapp bemessen. Infolge relativ grosser Luftleistung trat teilweise ein Wiederansaugen der Tropfen auf. Im Jahre 2005 werden eine Brühmenge von 500 l/ha und die grösseren Düsen «Albuz orange» verwendet.

Mit dem Sprühgerät **Fischer** mit Umkehraxialgebläse und Aufsatz wurde beidseits

Tab. 1: Bioobstanlagen und Ausrüstung der Sprühgeräte.

Standort		Bad Ragaz SG	Remigen AG	Steinebrunn TG
Obstanlage	ha	18	9 / mit Hagelschutznetz	2
Apfelsorte		Ariwa	Gravensteiner	Cox Orange
Reihen-/Baumabstand	m	3,5 / 1,2	3 / 1	3,1 / 0,9
Baumform/-höhe	m	Spindel / 3,2	Spindel / 3	schmale Hecke / 2,5
Baumvolumen	m ³	10 000	10 000	6 400
Sprühgerät		Tifone Storm 32	Fischer Viromax 900 Hi	Berthoud Arbo BX 10
Anhänger mit:		Zugmaul	Drehdeichsel	Zugmaul
Bereifung	mm, Zoll	235 / 75-15	11,5 / 80-15,3	11,5 / 80-15,3
Behälter/Rührwerk	l	1000 / 1 Injektor	1000 / 2 Injektoren	1000 / 2 Injektoren
Pumpe:		TE 110 / 50	APS 100 / 40	G 82 F / 40
- Typ/max. Druck	bar	3 Kolbenmembran-/107	3 Kolbenmembran-/99	3 Kolbenpumpe/85
- Art/Fördermenge	l/min.	-/Saug-, Druckfilter	E/Saug-, Druck-, Düsen-	E/Saug-, Druck-, Düsen-
Einfüllsieb = E / Filter		Albuz ATR; braun ¹⁾ , grün	Teejet TX; gelb, rot	Albuz ATR; gelb, grün
Düsen:		2 x 16	2 x 14	2 x 12
Hohlkegel		Axial	Umkehraxial mit Aufsatz	Axial
Anzahl		16	16	10
Gebläse				
Luftleitbleche verstellbar	Stk.	30 300 / 37 800 / 40 500	35 500 / 40 900	36 300 / 41 600
Luftfördermenge bei 540 U/min	m ³ /h	Federdruckventil	Membranmengenregler	Federdruckventil
Bedienungsarmatur: Elektrisch ²⁾		60 / 0,2 bei 0-15	60 / 0,5 bei 0-30	60 / 0,2 bei 0-15
Manometer: Max. Druck/Skala	bar			

¹⁾ Neu ATR orange

²⁾ Gleichdruckarmatur



Abb. 2: Anlagen mit einem grossen Baumvolumen erfordern ein gutes Abstimmen der Luftleistung und der Fahrgeschwindigkeit. Dies ist durch eine manuelle stufenlose Schaufelwinkelverstellung möglich (Tifone).



Abb. 3: Anhänger mit drehbarer Zugdeichsel zeichnen sich durch Spurtreue und gute Wendigkeit aus. Durch Luftansaugen von vorne findet kaum ein Wiederansaugen der Tropfen statt (Fischer).

Abb. 4: Eine schmale Baumhecke erfordert eine entsprechend reduzierte Brühmenge/ha und Luftleistung. Axialgebläse ohne Aufsatz (Berthoud).

Tab. 2: Einstellung der Sprühgeräte für die Versuchseinsätze in den Apfelanlagen.

Sprühgerät		Tifone Storm 32				Fischer Viromax 900 Hi				Berthoud Arbo BX 10			
Wasserausbringmenge	l/ha	300				500				500			
Hohlkegeldüsen	Stk.	Albuz braun / 16				Teejet gelb / 14				Albuz gelb / 11			
Betriebsdruck	bar	13				9				12			
Gebläsestufe / Zapfwellendrehzahl	U/min	2,5 / 450				1 / 400				1 / 400			
Luftfördermenge	m³/h	32 600				26 300				26 800			
Fahrgeschwindigkeit	km/h	6,5				7,5				5,0			
Anstellwinkel der Düsen und Luftleitbleche		Düsen				Luftleitbleche				Düsen			
in Grad von oben nach unten:		L		R		L		R		L		R	
L = links	1	42	66	56	61	56	60	74	73	69	zu	43	45
R = rechts	2	39	62	52	44	48	48	59	53	53	36	55	35
	3	27	45	48	34	38	34	51	48	39	15	34	21
	4	21	43	36	31	24	24	42	45	25	8	18	-7
	5	20	27	16	13	18	17	36	35	11	0	-8	-12
	6	11	24	10	10	6	-5	21	24	-4	-20		
	7	-6	8	3	5	5	-8	15	21				
	8	2	22	5	5			-2	2				

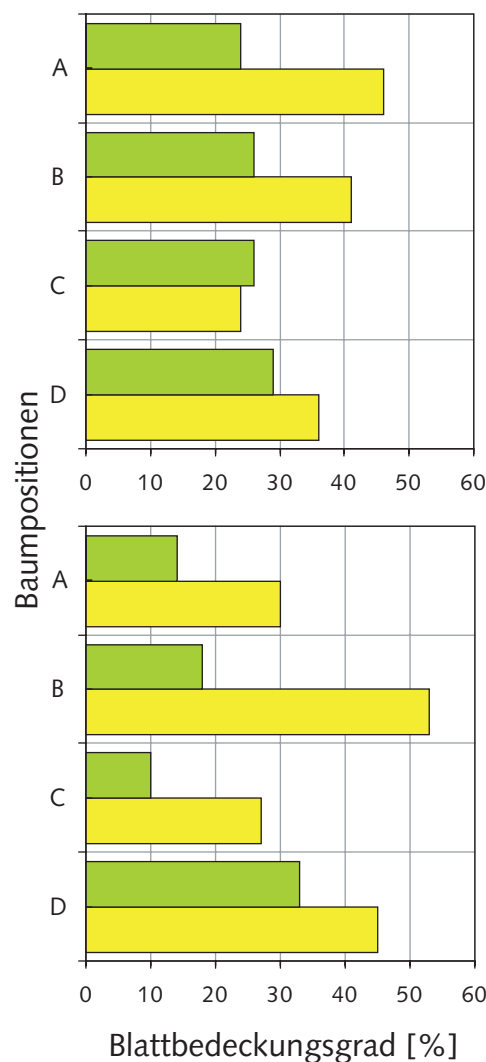
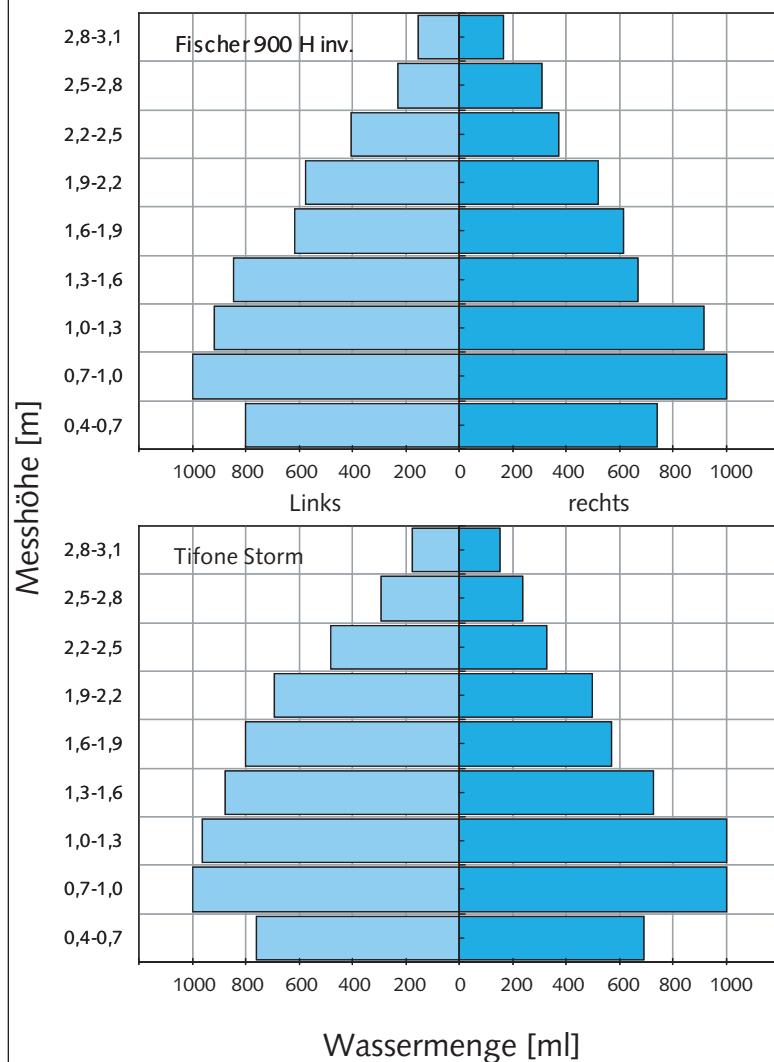
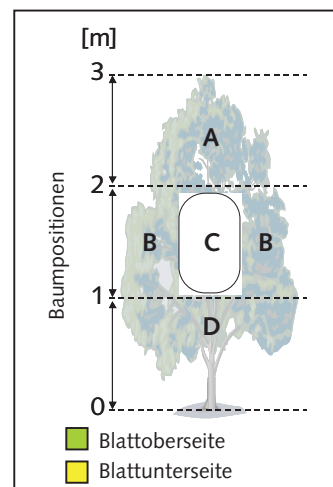


Abb. 5: Oben: Mit zwei FAT-Lamellenprüfständen kann die Grundeinstellung des Sprühgerätes auf die Baumform optimiert werden. Links: Beispiele der vertikalen Wasserverteilung. Rechts: Obwohl im Oberbereich weniger Wassermenge eingestellt war, weisen praktisch alle Baumpositionen einen guten oder einen heterogenen (mit/ohne Gebläseaufsatz) Blattbedeckungsgrad auf.



Abb. 6: Mit wassersensitivem Papier wurden die Vertikalverteilung und die Anlagerung auf beiden Blattseiten (rechts) überprüft.

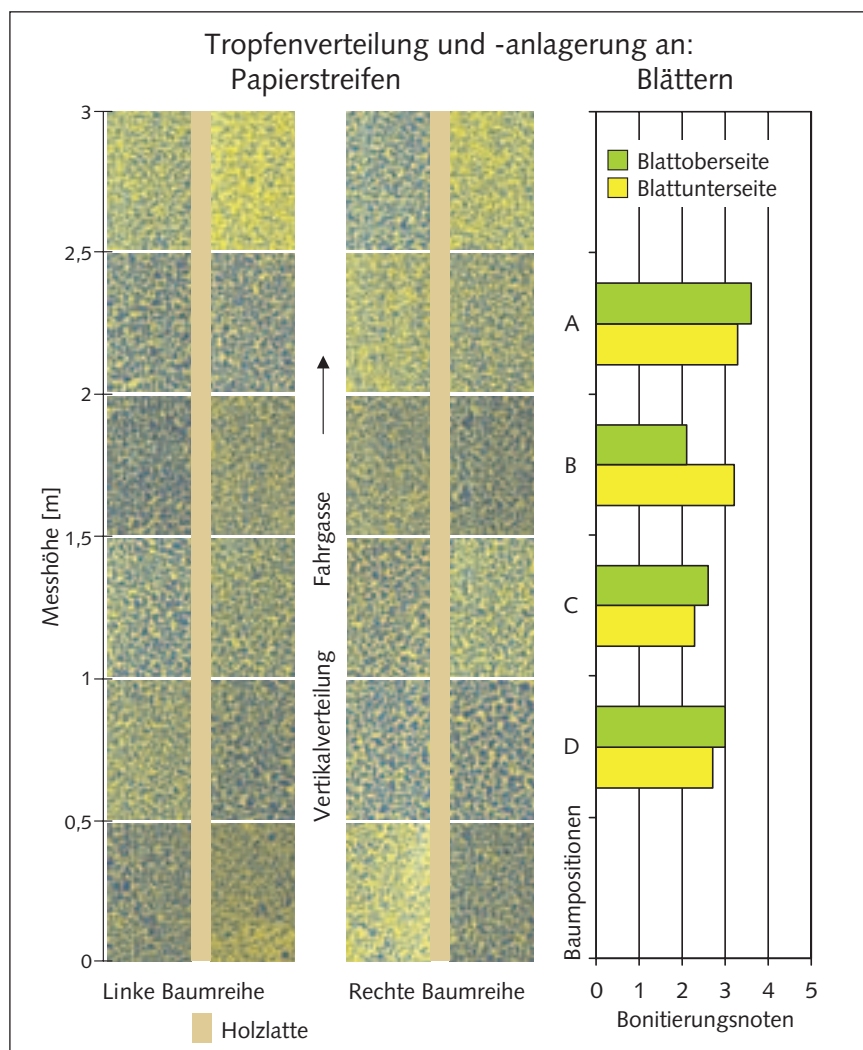


Abb. 7:
a) Vertikalverteilung und Tropfenanlagerung an Blättern (Tifone).

der Fahrgasse und auf der gesamten Messhöhe eine gute Vertikalverteilung erreicht (Abb. 8). Die Tropfenbedeckung in 2,5 bis 3 m Höhe nimmt zwar stark ab, reicht aber noch aus. Die Blattoberseiten weisen mehrheitlich eine wesentlich bessere Bedeckung als die Blattunterseiten auf. Dies ist offensichtlich auf die sorten- und vegetationszeitpunktabhängige Blattwinkelstellung sowie die Luftstromrichtung und -widerstände in der Obstanlage mit Hagelschutznetz und die relativ hohe Fahrgeschwindigkeit von 7,5 km/h zurückzuführen.

Das Sprühgerät **Berthoud** ergab in der relativ lockeren Apfelanlage mit nur 6400 m³/ha Baumvolumen ebenfalls eine gute Vertikalverteilung (Abb. 9). Das fleckenartige Verteilungsbild hängt mit der Wassermenge von 500 l/ha und der relativ geringen Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h zusammen, wobei die Papierstreifen an den frei stehenden Holzlatten mehrmals mit Tropfen getroffen wurden. Der Einfluss des Abstellens einer Düse oben rechts wegen des Luftdralls und der 2,5 m Baumhöhe ist im obersten Messabschnitt deutlich sichtbar. Die Tropfenverteilung auf den Blattoberseiten war bis zu 2 m Baumhöhe bedeutend besser als auf den Blattunterseiten. Die blattanhebende Luftrichtung des Axialgebläses kam erst in der obersten Baumposition (A) mit etwas besserer Anlagerung auf den Blattunterseiten zur Geltung. Mit der Brüheverteilung in 0,2 bis 0,5 m Höhe sollen die tiefhängenden Äste und Früchte behandelt werden.

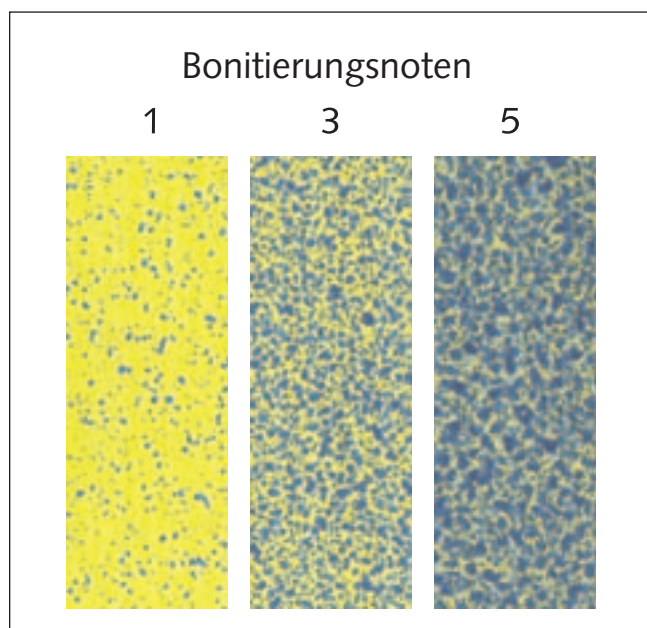


Abb. 7:
b) Beurteilung der Anlagerungen an Blättern:
1 = befriedigend, 2 = gut, 3 = sehr gut.

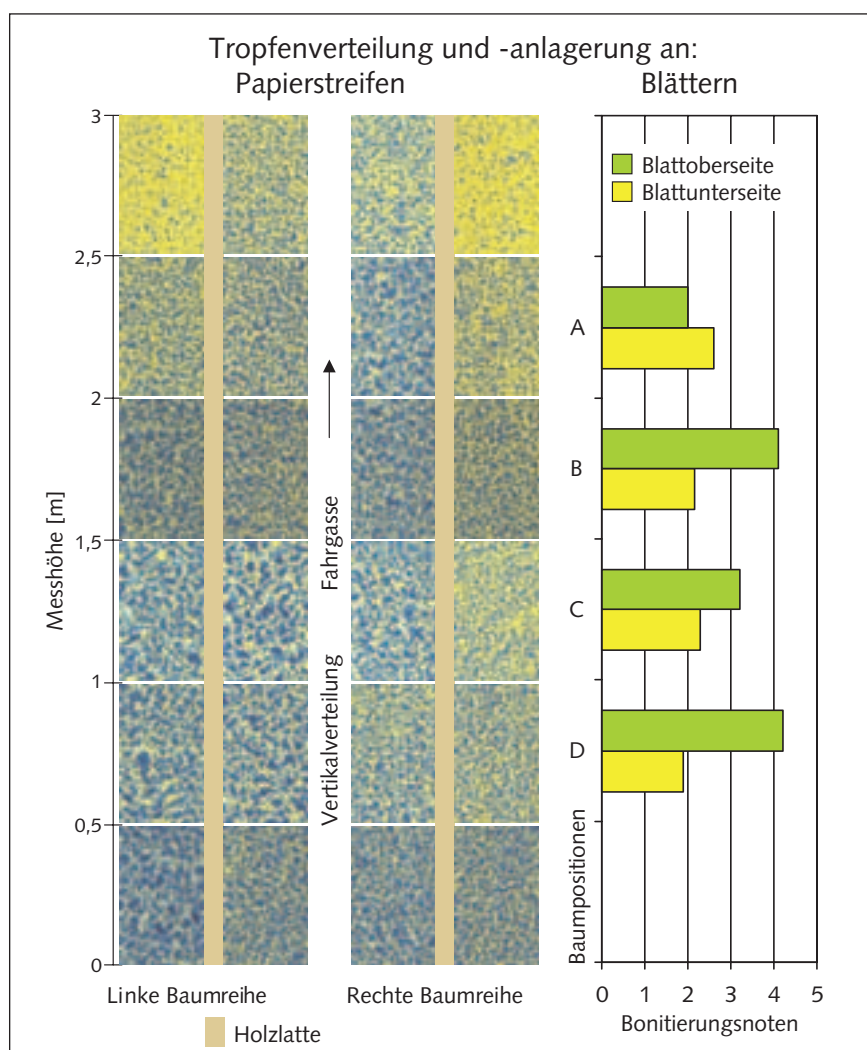


Abb. 8: Vertikalverteilung und Tropfenanlagerung an Blättern (Fischer).

Handhabung der Sprühgeräte

Eine fachgerechte Ausrüstung und Handhabung des Sprühgerätes sind eine wichtige Voraussetzung für ein pflanzen- und umweltgerechtes Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln. Eine möglichst optimale Einstellung des Gerätes erfordert unter anderem auch gute Kenntnisse der Obstanlage, der Krankheiten und Schädlinge, der physikalischen Eigenschaften und Wirkungsart der Pflanzenschutzmittel sowie ein Bestimmen des Baumvolumens/ha und der Mitteldosierung (siehe FiBL-Merkblatt «Pflanzenschutz im Biokernobstbau»).

Die Brühemenge richtet sich hauptsächlich nach dem Baumvolumen, dem Schaderreger und dem Pflanzenschutzmittel. Für ein Baumvolumen von 10 000 m³/ha werden als Standard 500 l/ha verwendet. Damit werden Behandlungen gegen Schorf, Mehltau, Blattläuse und Apfelwickler durchgeführt. 1000 l/ha hingegen werden gegen Regenfleckenkrankheit, Spinnmilben, Blutläuse und Sägewespen eingesetzt. Bei Änderungen des Baumvolumens werden die Wasser- und Mittelmengen entsprechend berechnet und angepasst. Wegen der relativ hohen Wassermengen/ha sind die Sprühfahrten zuerst in jeder zweiten oder dritten Fahrgasse durchzuführen. Durch die versetzte Fahrweise trocknen die bereits behandelten Bäume etwas ab. Folglich werden Brüheanlagerungen von der anderen Baumseite verbessert und die Gefahr der Spritzfleckbildung vermindert.

Die Pflanzenschutzmittel werden mehrheitlich in Pulverform angeboten. Mit Wasser gemischt bilden sie eine Suspensions-Brühe. Ein Rührwerk sorgt für eine gleichmässige Brühekonzentration im Behälter. In der Praxis erfordern hauptsächlich die **Tonerdepräparate** eine besondere Sorgfalt. Es hat sich folgende Vorgehensweise bewährt: Das Mittel wird zuerst in einem Eimer mit Wasser gemischt, bei eingeschalteter Zapfwelle in den Behälter geleert und während des gesamten Sprühvorgangs mit Rührwerk gerührt. Beim Arbeitsunterbruch soll das Rührwerk weiterhin eingeschaltet bleiben. Nach der Behandlung muss das Sprühgerät sofort innen und aussen gründlich mit Wasser gereinigt werden. Dabei werden die Filter und Düsen demontiert und die Mittelablagerungen beseitigt. Es ist ratsam, die Düsen in Essigwasser einzulegen.

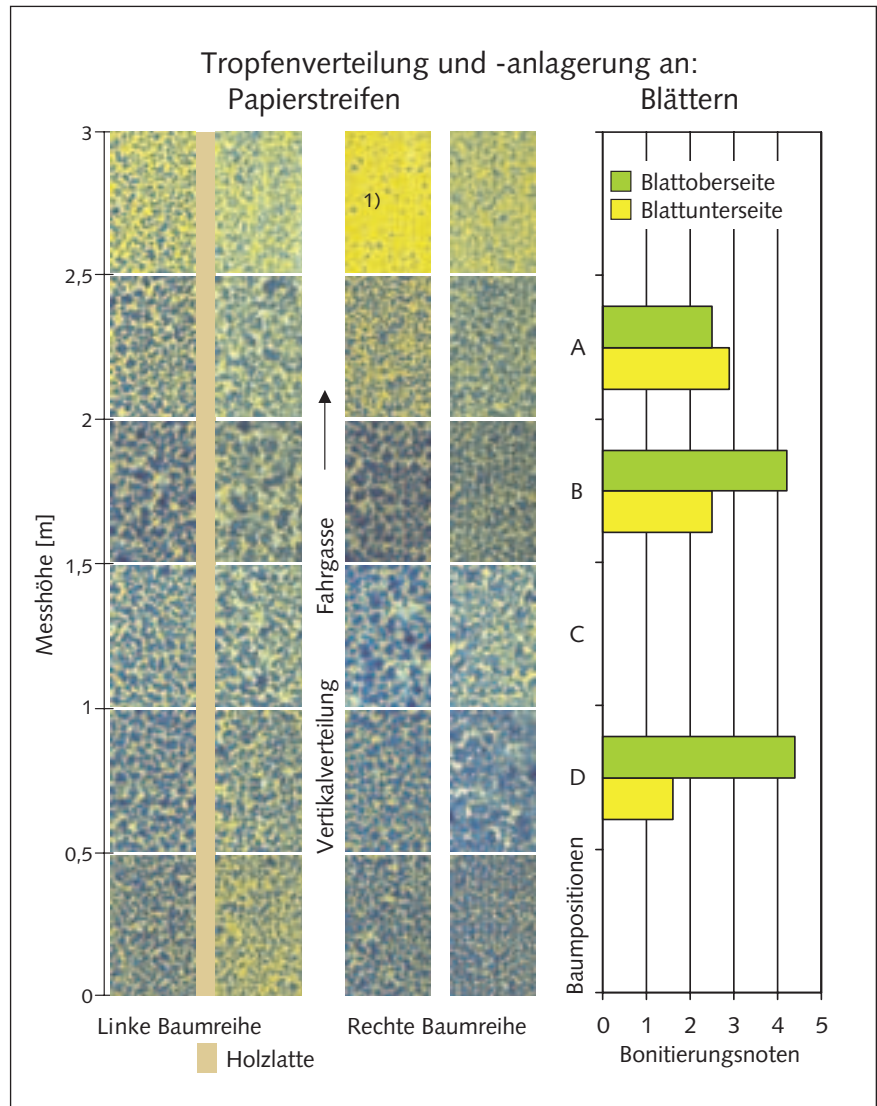


Abb. 9: Vertikalverteilung und Tropfenanlagerung an Blättern (Berthoud).
1) Düse geschlossen

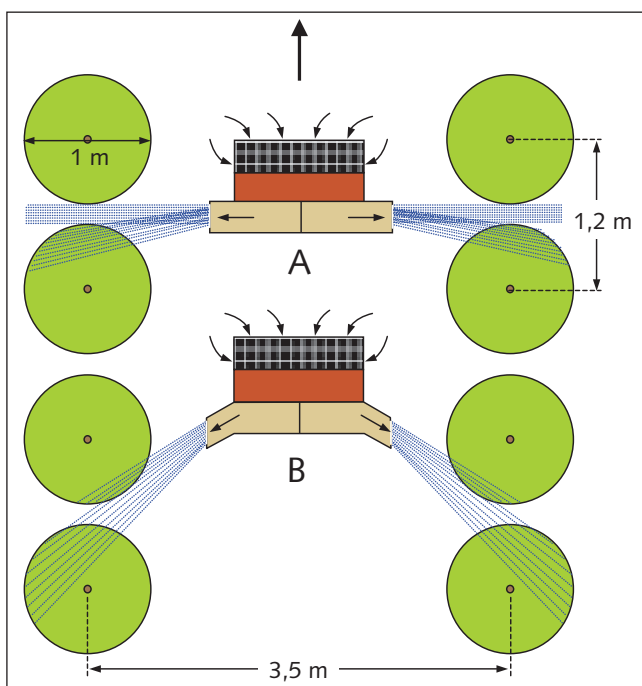


Abb. 10: Schema der Arbeitsweise des Sprühgerätes mit Umkehraxialgebläse:
A = Bei 90° Ausblaswinkel zur Fahrtrichtung gelangt ein Teil der Brühe unkontrolliert durch die Leerstellen in die benachbarten Fahrgassen.
B = Bei 40 bis 45° schrägen Ausblaswinkeln nach hinten hingegen werden die Tropfen durch das Blattwerk aufgenommen.

Bei **Düsen** werden meist Zweifach-Hohlkegeldüsen mit Keramik- oder Kunststoff-Mundstücken und 80°-Spritzwinkel verwendet. Im Druckbereich von 5 bis 10 bar kann beispielsweise mit den Albus ATR gelb, orange, rot und grün, oder mit den Teejet TXVK grün, gelb, blau und rot eine ausreichende Belagsbildung erreicht werden. Die Injektordüsen (Luftansaugdüsen) mit einem größeren Tropfenspektrum sind bisher im Bioobstbau kaum verbreitet.

Die Luftleistung und -führung sowie die Gebläseart sind für das Verteilen und Anlagern der Tropfen auf den Blattober- und -unterseiten massgebend (Abb. 10). Zu hohe Luftleistung kann zu ungenügender Mittelanlagerung und zu erhöhten Abdriftverlusten führen. Eine zu geringe hingegen wirkt sich auf die Anlagerung im Bauminnern negativ aus. Es wird ein symmetrischer, turbulenter und mit Leitblechen kontrollierter Luftstrom angestrebt. Für eine gute Penetration der Kernobstbäume sind in der Regel eine Luftleistung von 15000 bis 30000 m³/h und eine **Fahrgeschwindigkeit** von 5 bis 8 km/h erforderlich. Die Anpassung der Luftfördermenge erfolgt meist über ein zweistufiges Getriebe, die Zapfwellendrehzahl oder das Verstellen des Schaufelwinkels. Mit einer stufenlosen Drehzahlregulierung oder Schaufelwinkelverstellung des Gebläses vom Traktor aus, könnte die Luftleistung optimal an die Belaubungszustände der Bäume angepasst werden. Praxisreife Lösungen sind bisher kaum erhältlich. Die gemessenen Luftleistungen von 13 Sprühgeräten sind im FAT-Bericht Nr. 499 enthalten.

Eine **Kontrolle** der Geräteeinstellung soll ferner in der Obstanlage mit wassersensitivem Papier durchgeführt werden. Letzteres wird über die ganze Laubwandhöhe auf Blattober- und -unterseiten sowie Früchten mit Heftklammern angebracht. Nach den Test-Sprühgängen mit Wasser sind allenfalls die Luftleistung/Fahr-

geschwindigkeit sowie die Düsen- und Luftleitblech-Stellungen zu korrigieren. Als Faustregel gilt: Die Tropfen sollen bei Vollbelaubung auf der anderen Baumseite nur knapp sichtbar sein.

Schlussfolgerungen

Die applikationstechnischen Erhebungen in Bioapfelanlagen zeigen, dass eine pflanzen- und umweltgerechte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln eine optimale Abstimmung des Sprühgerätes auf die Obstanlage erfordert. Wegen der Komplexität der Einflussfaktoren wie wechselnde Einsatzbedingungen, verschiedene Pflanzenschutzmittel und Brühemengen/ha werden Universalsprühgeräte bevorzugt. Die Ausrüstung der Axialgebläse mit einem Aufsatz trägt zur Verkürzung der Düsen-Zielflächen-Abstände in der oberen Baumhälfte bei. Eine schrägstromartige Luftführung verbessert zudem die Mittelverteilung und reduziert die Abdriftverluste. Letztere hängen von der Anpassung der Luftleistung, der Fahrgeschwindigkeit von 5 bis 8 km/h, der Tropfengrösse und des Belaubungszustands ab. Eine mittlere bis grobe Hohlkegel-Düsenbohrung und ein Druckbereich von 5 bis 10 bar sind zweckmässig.

Bei der Handhabung der Sprühgeräte sind die Erfahrungen aus den Praxis-Spritzentests und die Angaben und Empfehlungen auf der Pflanzenschutzmittel-Packung zu berücksichtigen. Eine Überprüfung der Geräteeinstellung in der Obstanlage mit wassersensitiven Papierstreifen ist sehr empfehlenswert. Beim Ausbringen von Tonerdepräparaten muss die Brühe stets gerührt und das Gerät, insbesondere die Filter und Düsen, müssen unmittelbar nach der Behandlung gründlich gereinigt werden.

Ausblick: Die Anforderungen an Fahrgestell, bodenschonende Bereifung, Behälter, Spül- und Frischwassertank, Rührwerk, Pumpe, Filter, Düsen, Gebläse und Bedienelemente sind weitgehend, aber je nach Fabrikat unterschiedlich erfüllt. Gegenwärtig trägt die Europäische Normung (EN) wesentlich zur Vereinheitlichung und Verbesserung der Ausrüstung der Sprühgeräte bei.

Literatur

- Häseli A., Weibel F., Daniel C., Schmid A., Tamm L. und Wyss E., 2005. FiBL-Merkblatt Pflanzenschutz im Biokernobstbau, 10–11.
- Höhn H. et al., 2004. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2004. FAW-Flugschrift Nr. 122, 50–55.
- Irla E., Heusser J., Siegfried W. und Holliger E., 1997. Obstbau-Sprühgeräte, FAT-Bericht 499.
- Rüegg J., Siegfried W., Holliger E., Viret O. und Raisigl U., 1999. Anpassung der Menge des Pflanzenschutzmittels an das Baumvolumen der Kern- und Steinobstbäume, Schweiz. Z. Obst-Weinbau 135, Separata-Druck.

Impressum

Herausgeber: Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Ettenhausen

Die FAT-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-Mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. ISSN 1018-502X.