

Verbesserung der Spritztechnik in Buschbohnen

Mit Unterblattspritzen erfolgreich gegen Pilzkrankheiten

Edward Irla und Thomas Anken, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Jacob Rüegg, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau (FAW), CH-8820 Wädenswil

Ein erfolgreicher Anbau von Buschbohnen erfordert eine fachgerechte, den Standortbedingungen angepasste Bestell-, Pflege- und Pflanzenschutztechnik. Mit einer Kombination von Herbizid-Bandspritzung und Hacken lässt sich mehrheitlich eine ausreichende Unkrautregulierung erreichen. Der Schutz der schnellwachsenden, dichten Bohnenbestände vor Pilzkrankheiten – insbesondere vor der Sclerotinia-Stengelfäule – bereitet in der Praxis hingegen oft Probleme. Eine gezielte Fungizidbehandlung der Stengel und der Blütezone mittels senkrecht gerichteten Düsen ist sehr erschwert, weil diese mit einer grossen Blattfläche mehrschichtig überdeckt sind. – In gemeinsamen Untersuchungen der FAT und der FAW

Wädenswil in den Jahren 2000 und 2001 wurden verschiedene Spritztechniken wie schräg gerichtete Universal- und Prall-Flachstrahldüsen sowie drei Unterblattspritzeinrichtungen versuchsmässig überprüft. Mit 40 bis 45° schräger Düsenstellung, 500 l/ha Brühmenge bei 5 km/h Fahrgeschwindigkeit wurde in eher lockeren Beständen mehrheitlich im Vollblütestadium eine befriedigende Mittelanlagerung erreicht. Mit der Kombination schräg von oben und Unterblattspritzung hingegen sind auch in dichten Beständen die besten Anlagerungswerte auf den Blattunterseiten in bodennahen Pflanzenhälften erzielt worden (Abb. 1). Durch eine verbesserte Spritztechnik sind zudem bis zu 50%-ige Mitteleinsparungen möglich.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Untersuchungsverlauf, Spritzgerätetechnik	2
Anbautechnik und Bohnenwachstum	2
Spritztechnikvergleich, Blattbedeckungsgrad	3
Biologische Wirkung	5
Schlussfolgerungen	6
Literatur	7



Abb. 1: Mit einer Unterblatt-Spritzeinrichtung wurden auch in dichten Buschbohnenbeständen die besten Fungizid-Anlagerungsergebnisse erzielt. Rechts: Ein Spritzelement von Benest/GB.

Problemstellung

Die Pilzkrankheiten wie die Stengel-fäule (*Sclerotinia sclerotiorum*) und die Graufäule (*Botrytis cinerea*) können bei starkem Befall grosse Ertrags- und Qualitätsverluste verursachen. Die von den Verarbeitungsfabriken festgelegten Toleranzgrenzen von maximal 5% für kranke und davon bis zu 2% für faule Bohnen sind einzuhalten, ansonsten wird das Bohnenfeld nicht geerntet. Die oft dichten Buschbohnenbestände werden meist einmal im Vollblütstadium mit einem protektiv wirkenden Fungizid mit einer Feldspritze behandelt. Mit den senkrecht nach unten gerichteten Flachstrahldüsen werden mehrheitlich die oberen Pflanzhälften und Blattseiten bespritzt. Die unteren, langsam abtrocknenden und somit durch Sclerotinipilzbefall gefährdeten Pflanzhälften hingegen bleiben oft unzureichend behandelt. Diese Erkenntnisse wurden bereits in Vorstudien der FAW Wädenswil 1998 und 1999 mit wassersensitivem Papier gewonnen. Nach den positiven Erfahrungen mit der schrägen Düsenstellung und den Unterblattspritzeinrichtungen gegen Kraut- und Knollenfäule in Biokartoffeln wurden diese fungizidsparame Spritztechniken auch in Buschbohnen untersucht.

Untersuchungsverlauf, Spritzgerätetechnik

- Die vier Feldversuche 2000 und 2001 erfolgten auf drei Standorten (Tab. 1). Der Vertragsanbau bis und mit der Bohnenernte wurde durch die Nahrungsmittel Bischofszell AG, Bischofszell TG und die Hilcona AG, Schaan FL organisiert und durchgeführt.
- Alle Versuche waren als «Blockanlage» mit je vier Wiederholungen pro Spritzvariante und 80 bis 165 m² Parzellen (Parzellbreite: 5 bzw. 5,5 m oder 10 bzw. 11 Reihen) sowie 25 bis 55 m² ungespritzten Kontrollparzellen angelegt.
- Für die Applikation kam ein Anbau-feldspritzgerät Fischer Agrifix mit 12 m Arbeitsbreite, 600 l-Behälter, 105 l/min Pumpenförderleistung, hydraulischer Gestängehöhenverstellung und -hang-

Tab. 1: Versuchstechnische Angaben zur Bekämpfung der Stengelfäule in Buschbohnen (Alle Standorte: sandige Lehmböden, gepflügt, Saatbett mit Kreiselegge, Reihenabstand 50 cm)

Arbeitsverlauf	2000		2001	
	Schaan FL	Bonau TG	Schaan FL	Flaach ZH
Vorfrucht	Kunstwiese	Z-rüben, Spinat	Rotkraut	Kunstwiese
Buschbohnen-sorte	MAESTRO	MASAI	MAESTRO	MASAI
Einzelkornsaat	24.5.	15.6.	9.5.	23.5.
Samenabstand	6,8 cm	6,2 cm	6,8 cm	6,3 cm
Unkrautregulierung	Flächenspritzung	Bandspritzung Hacken	Flächenspritzung	Band-, Flächen-spritzung, Hacken
Fungizid-Spritzung ¹⁾	18.7.	9.8.	3.7. / 6.7.	17.7.
Fungizid/-menge	Sumico / 1,2 kg/ha Amistar / 1.0 l/ha		Sumico / 1,25 kg/ha pro Spritzgang	
Spritzvarianten ¹⁾	Flachstrahldüsen		Flachstrahldüsen	
A. Standardspritzung	Universal-, Teejet XR 110 04		Universal-, Teejet XR 110 04	
B. Standardspritzung	Antidrift-, Teejet TT 110 04		Antidrift-, Teejet TT 110 04	
C. Unterblattspritzung	Fischer / Teejet XR 110 02		Fischer / Teejet XR 110 02	
D. Unterblattspritzung	Birchmeier / Teejet XR 110 02		Benest / Teejet XR 110 02 + Delavan 4/2 (Rundstrahldüsen)	
Bohnen-Ernte	9.8.	25.8.	26.7.	2.8. ²⁾

¹⁾ Bei A- und B-Varianten: 500 l/ha, 5,1 bar, 5 km/h und 45°-Düsenstellung zur Vertikalen
Bei C- und D-Varianten: 550 l/ha, 3,0 bar, 5 km/h und auch um 50% reduzierte Fungizidmenge pro Hektare (obere Düsen: 30°-Stellung zur Vertikalen).

²⁾ Geplant, wegen zu hohen Sklerotinia-Befall nicht geerntet.

ausgleichenrichtung zum Einsatz. Die linke Gestängeseite war je zur Hälfte mit Teejet-Düsen 110 04 XR und TT ausgerüstet, die rechte hingegen als Unterblattspritzeinrichtung bestehend aus je fünf Elementen Fischer und Birchmeier oder Benest GB sowie zehn von oben schräg nach vorne gestellten Teejet-Düsen 110 02. Weitere Einzelheiten enthält Tabelle 1.

- Erhebungen: Arbeitstechnische Daten, Einsatzbedingungen, Staudenwuchs, -fläche und Kulturvolumen, Mittelanlagerung/Bedeckungsgrad auf beiden Blattseiten mittels einer fluoreszierenden Markiersubstanz und PC-Bildanalyse-Methode sowie Bonitierung der biologischen Wirkung.

Anbautechnik und Bohnen-wachstum

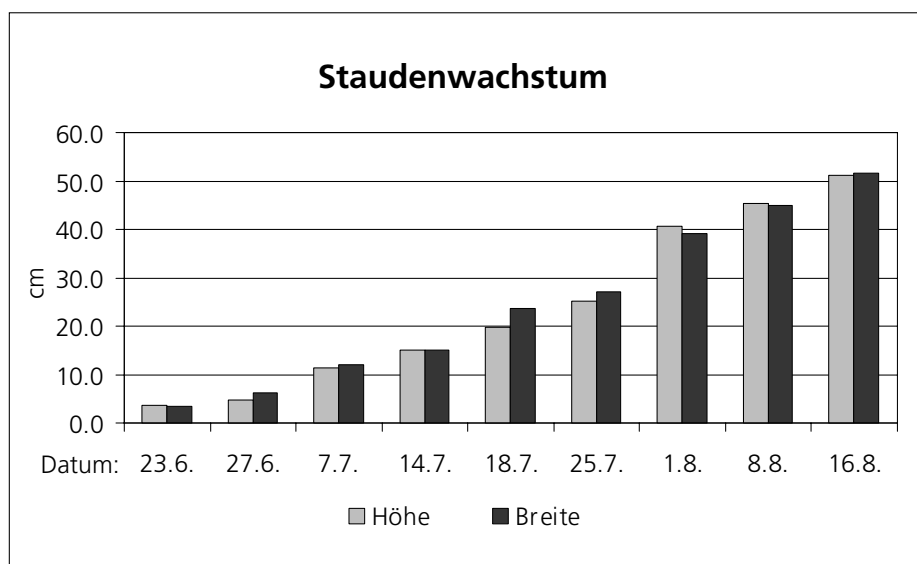
Der Buschbohnenanbau zeichnet sich durch eine relativ kurze Vegetationsdauer von rund zehn Wochen aus. Eine standortangepasste Bodenbearbeitung bereitet in der Regel wenig Schwierigkeiten, weil sie bereits auf die zweite und wärmere Frühlingshälfte entfällt. Die Saat er-

folgt in der Praxis wie beim Zuckerrüben-anbau mit einer Einzelkornsämaschine auf einen Reihenabstand von 45 bzw. 50 cm. Bei einem Samenabstand um 6 cm ergeben sich daraus oft sehr dichte Bohnenbestände mit rund 30 Pflanzen/m² (Abb. 2). Die Unkrautregulierung kann mit einer Kombination von Bandspritzung und Hacken erfolgen (= 60 % Herbizideinsparung). Sie wird aufwändig und teuer, wenn nebst üblicher Verunkrautung beispielsweise wie im Versuch in Flaach der «Schwarze Nachtschatten» auftritt. Für den Letzteren besteht eine «Null-Toleranz», was folglich noch zwei Nachauflauf-Flächenspritzungen erforderte (Tab. 1). Ein Anhäufeln der Bohnenreihen wie mit dem Sternhackgerät im Mais ist unerwünscht, weil eine unebene Bodenoberfläche die Bohnenernte stark erschwert.

Das **Bohnenwachstum** wurde durch eine feuchtwarme Witterung stark gefördert. Mit dem Staudenwachstum nahmen die Blatt- und Stengelflächen sowie das Kulturvolumen beachtlich zu (Abb. 3). Beispielsweise im Jahre 2000 in Bonau TG nahm die Totalfläche von rund 2500 m²/ha am 7. Juli bis auf 43 000 m²/ha am 16. August zu. Das Volumen erhöhte sich in der gleichen Zeit von rund 300 auf 5300 m³/ha. In Wirklichkeit ist die ge-



Abb. 2: Beim 50 cm Reihenabstand entstehen oft sehr dichte Bohnenbestände. Links: In Bonau TG, rechts: in Flaach ZH.



samte Pflanzenoberfläche bedeutend grösser, weil hier nur die Fläche von einer Blattseite – ähnlich wie beim Blattflächenindex (= (m²) Blattfläche/m² Bodenfläche) – gerechnet wird. Für einen erfolgreichen Buschbohnenanbau sind neben den anbautechnischen Massnahmen, der Sortenanfälligkeit und dem Witterungsverlauf auch die Fungizidwahl und ihre Ausbringtechnik von grosser Bedeutung.

Spritztechnikvergleich, Blattbedeckungsgrad

Bei der Ausbringtechnik stehen ein optimaler Spritzzeitpunkt, ein gleichmässiger Fungizidbelag auf beiden Blattseiten und Stängel sowie eine gute Durchdringung des Bestandes im Vordergrund. Bisher wird mehrheitlich eine einmalige Behandlung im Vollblütstadium – zwei bis drei Wochen vor der Ernte – mit einem systemisch (Sumico) oder lokalsystemisch (Amistar) wirkenden Fungizid durchgeführt. Ein richtiges Termin-Management ist recht anspruchsvoll, weil mehrere Faktoren wie Blütenverlauf, Bohnenreife und -grösse, Wartezeit von 14 Tagen, Schlechtwetterperioden (Niederschläge, Wind), Erntekapazität usw. zu berücksichtigen sind.

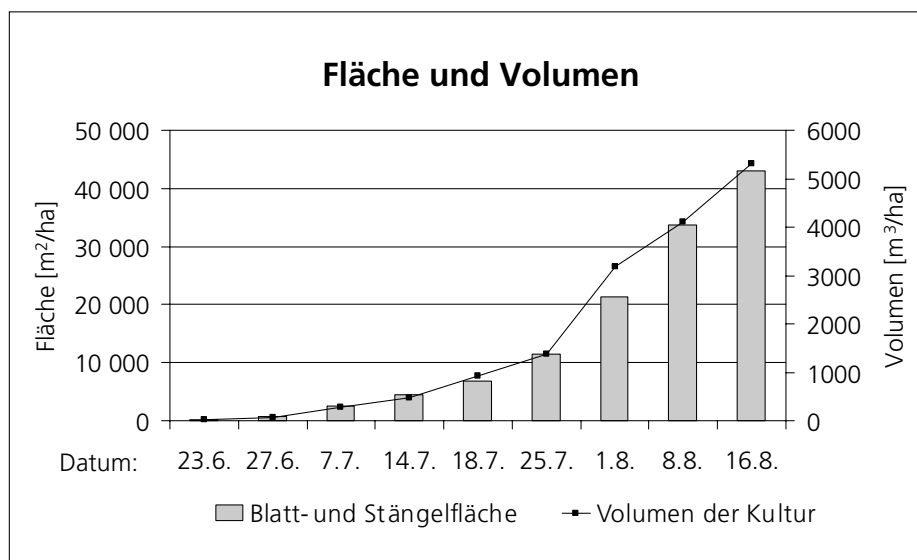


Abb. 3: Bohnenwachstum vom 23. Juni bis 16. August 2000 in Bonau TG sowie die Messergebnisse der Blatt- und Stängelfläche bzw. des Kulturvolumens.

Der Sclerotinia-Befall tritt meistens auf den unteren, bodennahen Pflanzenteilen mit einem oft feuchten, krankheitsfördernden Mikroklima auf. Bei der Fungizid-Applikation gelten Stengel und

Blütenansätze sowie Blätter als Zielflächen, die besonders bei Kontaktmittel einen gleichmässigen Belag erfordern. Letzterer lässt sich in dichten Bohnenbeständen mit der herkömmlichen Spritztechnik kaum erfüllen.

Die ein- bzw. zweimaligen (2001, Schaan) Spritzungen erfolgten mehrheitlich bei günstigen Wetterbedingungen: Windgeschwindigkeit 0 bis 2 m/s (bis 4 m/s am 6.7.01, Schaan), Lufttemperatur 16 bis 23 °C sowie abgetrocknetem Krautbestand. Um eine bessere Durchdringung und Fungizidanlagerung in dichten Beständen zu erreichen, wurden eine Wassermenge von 500 und 550 l/ha bei einer Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h gewählt sowie die Düsen schräg nach vorne um 30 ° bzw. 45 ° zur Vertikalen gestellt (Tab. 1).

Unterschiedlicher Blattbedeckungsgrad. Der Blattbedeckungsgrad ist ein wichtiger Messparameter für die Erfassung und Beurteilung der Spritzqualität. Die bei drei Versuchen, jeweils vor den Fungizid-Spritzungen ermittelten Werte sind in Abbildung 4 ersichtlich. Im Jahre 2000 im lockeren Bohnenbestand «Maestro» mit 30 cm Pflanzenhöhe, 17 700 m²/ha Blatt- und Stängelfläche sowie 1700 m³/ha Kulturvolumen wurde bei allen Spritzvarianten ein hoher Bedeckungsgrad von 43 bis 60 % auf den Blattoberseiten bzw. 9 bis 30 % auf den Blattunterseiten ermittelt. Im dichten Bohnenbestand «Masai» hingegen, mit 45 cm Pflanzenhöhe, 33 700 m²/ha Blatt- und Stängelfläche sowie 4100 m³/ha Volumen sind auf den Blattoberseiten ausreichende Bedeckungsgrade von 35 bis 44 % erzielt worden. Die Blattunterseiten hingegen wiesen Werte von 1 bis 35 % auf. Ähnliche Ergebnisse wurden im Jahre 2001 beim sehr dichten Bohnenbestand «Masai» erreicht. Eine verbesserte Spritztechnik der Unterblattspritzung wies die höchsten Messwerte auf den Blattunterseiten auf. Weitere Einzelheiten werden bei den einzelnen Spritzvarianten erläutert.

Die **Standardspritzung** mit der **Universaldüsen** Teejet XR mit um 40 bis 45° nach vorne gerichtetem Flachstrahl und 30 bis 40 cm Abstand über dem Bohnenbestand ergaben hohe Bedeckungswerte auf den Blattoberseiten von 43 bis 49%. Die Vorteile der schrägen Düsenstellung kamen im lockeren Bestand (Maestro, 2000) in einer besseren Durchdringung und Benetzung der Blattunterseiten bzw. mit 18%-Bedeckungsgrad zum Ausdruck.

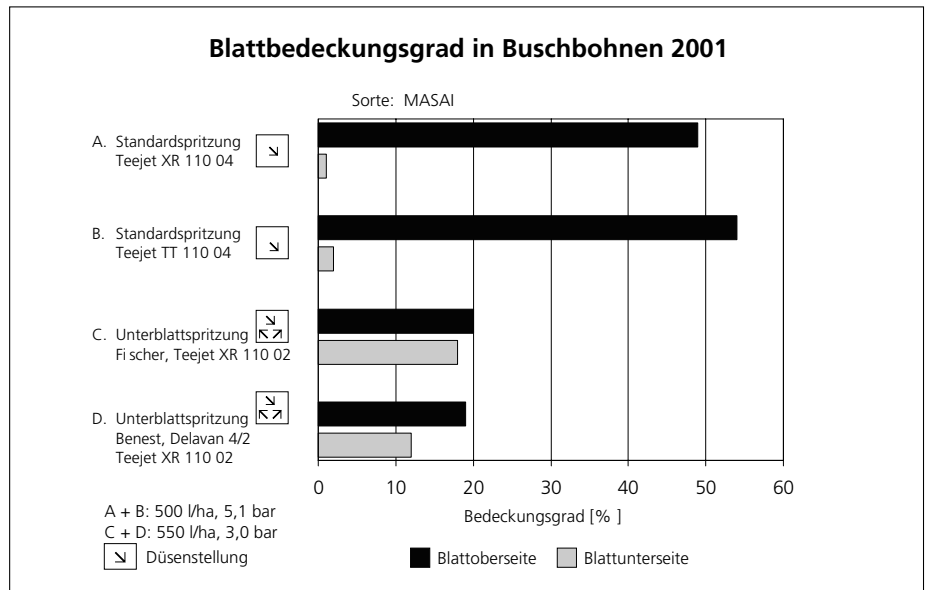
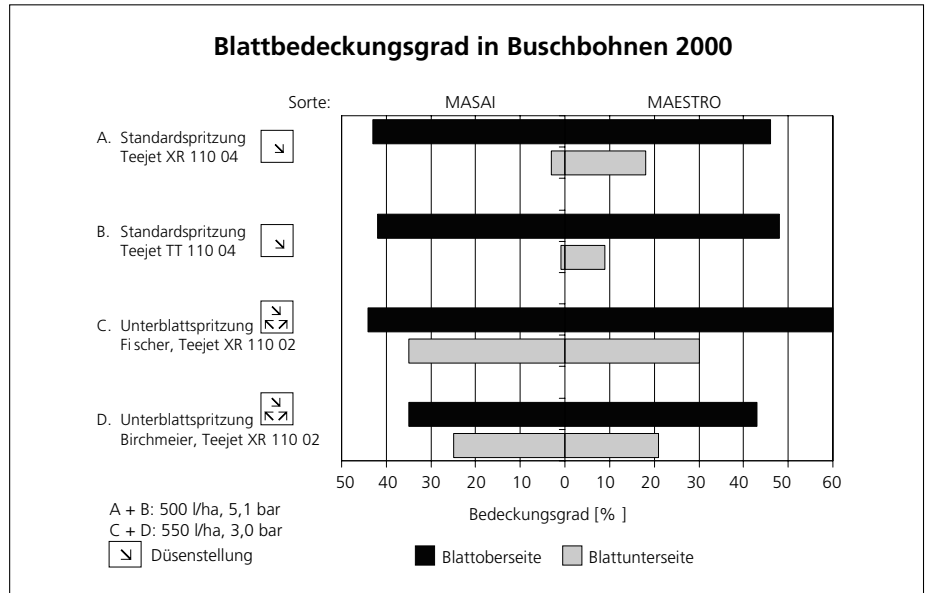


Abb. 4: Bedeckungsgrad an Blättern in der Blütenzone bei drei Feldversuchen.



Abb. 5: Verbesserte Standardspritzung mit schräger Düsenstellung: vorne/hinten, Teejet XR/TT.

In dichten bis sehr dichten Beständen «Masai» hingegen sind auf den Blattunterseiten Bedeckungswerte von nur 1 bis 3 % erhoben worden.

Die **Antidrift-Pralldüsen** Teejet TT mit gleichen Einstellparameter lagerten die relativ groben Tropfen mehrheitlich auf den oberen Blattseiten an und noch weniger als die XR-Düsen auf den Blattunterseiten. Die grossen Tropfen mit 0,4 mm Durchmesser bei 5 bar Druck setzen sich besonders in dichten Beständen eher in den oberen Pflanzhälften ab. Die TT-Düsen sind auch für Fungizide bis zu 6 bar Druck verwendbar und tragen zur Abdriftverminderung bei (Abb. 5).

Unterblattspritzung. Im Jahre 2000 wurden die Unterblatt-Spritzeinrichtungen mit je fünf Elementen von Fischer und Birchmeier sowie 2001 von Fischer und Benest eingesetzt (Abb. 6). Dabei konnten die Stauden von oben schräg mit den Flachstrahldüsen Teejet XR 110 02 und von unten mit den Doppeldüsen des gleichen Typs oder einer Weitwinkel-Hohlkegeldüse (Benest, Delavan) bespritzt werden. Alle Fabrikate weisen gefederte, senkrecht und waagrecht verstellbare Düsenträger auf. Die Führung der Unterblattspritzelemente zwischen den Bohnenreihen mit 5 bis 10 cm Düsenabstand ab Boden bereitete praktisch keine Probleme. Im sehr dichten Bestand «Masai 2001» hingegen setzen sich gelegentlich lagernde Pflanzen auf dem trichterförmigen Düsen-schutz an (Prototyp Fischer), während die schmalen, L-förmigen Benest-Elemente angehoben wurden. Gesamthaft betrachtet ergaben die Unterblattspritzten die besten Anlagerungswerte auf den Blattunterseiten mit einem Bedeckungsgrad von 12 bis 35 %. Der hohe Bedeckungsgrad von 60 % auf Blattoberseiten im lockeren «Maestro 2000»-Bestand ist auf einen Teil der Brühe, die von Unterblattspritzten nach oben gelangte, zurückzuführen.

Biologische Wirkung

Die mehrheitlich zweimaligen Bonitierungen der biologischen Wirksamkeit der einzelnen Spritzvarianten erfolgten unmittelbar vor der kommerziellen Ernte und rund zehn Tage später. Letztere dienten den Versuchszwecken zum besseren



Abb. 6: Bei der Unterblattspritzung werden die Bohnen von oben schräg und von unten bespritzt. Von links nach rechts je fünf Elemente von Fischer und Benest.



Abb. 6.1+6.2: Beim Unterblatt-Spritzelement von Fischer werden die Pflanzen von unten mit zwei verstellbaren Flachstrahldüsen behandelt. Der trichterförmige Düsen-schutz befriedigte, wird aber noch verbessert.

Abschätzen der Krankheitsentwicklung und -ausbreitung.

Im Jahre **2000** trat der Sclerotinia-Befall relativ schwach auf. Bei 2% befallenen Pflanzen in den unbehandelten Kontrollparzellen hätte bei der Sorte «Maestro» auf eine Behandlung verzichtet werden können. Auch bei der «Masai-Sorte» wurde zwei Tage vor der Ernte nur ein sehr geringer Befall festgestellt. Erst am 29. August waren in der Kontrolle 22% der Pflanzen befallen. Die Krankheit trat in der Versuchsfläche recht ungleichmässig auf. Gesamthaft betrachtet wiesen die Fungizide Amistar mit 62% und Sumico mit 86% eine gute Wirkungseffizienz gegen Stängelfäule auf. Die bessere Wirkung von Sumico ist wahrscheinlich auf seine systemische Wirkungsweise zurückzuführen. Tendenzmässig war die Unterblattspritzung mit üblicher Sumico-Menge wirkungsvoller als die Standardvarianten.

Im Jahre **2001** waren eine und zwei Behandlungen mit Sumico geplant. Die Letzteren als Vor- und Vollblütespritzung sollten die Infektionszeitpunkte beim ho-



Abb. 6.3: Die schmale, 70 cm lange, L-förmige Unterblatteinrichtung mit Weitwinkel-Hohlkegeldüse von Benest hat sich auch in sehr dichten Beständen gut bewährt (Leergewicht 2,1 kg).

hen Krankheitsdruck besser erfassen. Die zwei Behandlungen am 3. und 6. Juli – anstelle lediglich einer – ergaben bei der Sorte «Maestro» nur eine geringe Wirkungsverbesserung. Der sehr dichte Bestand der Sorte «Masai» hingegen wies vor dem Erntezeitpunkt 50% kranke Pflanzen in den Kontrollparzellen auf. Die wegen Regenwetter verspätete Sprit-

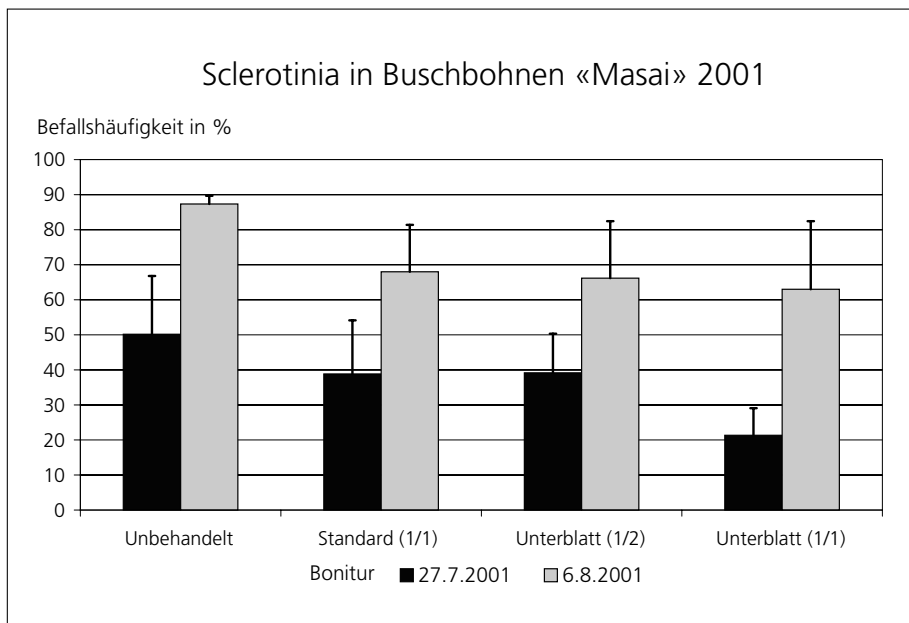
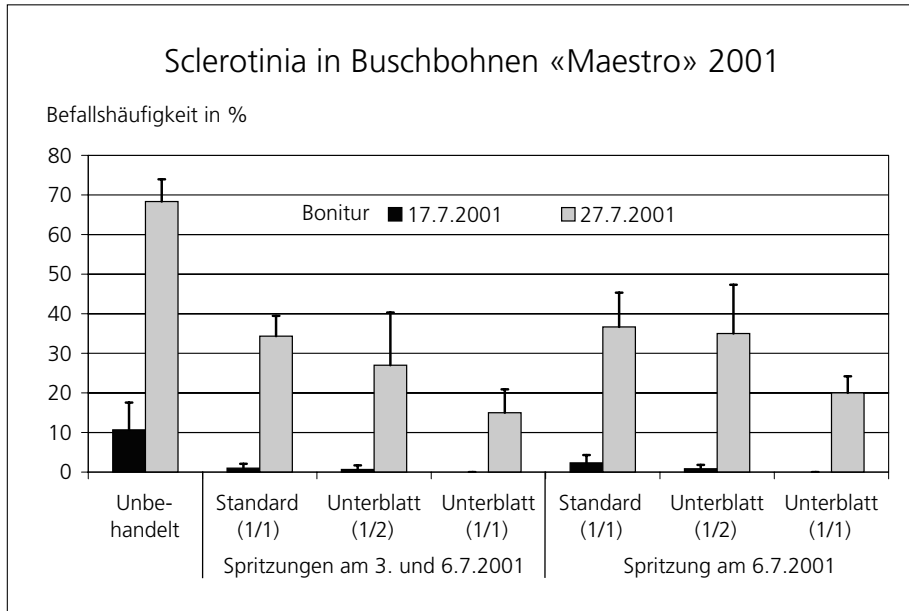


Abb. 7: Sclerotinia-Befall bei zwei Bohnensorten und verschiedenen Fungizid-Spritzvarianten. (I = Streubreite der Boniturwerte). (1/1) = volle Fungiziddosis (1/2) = halbe Fungiziddosis

zung konnte den Befall nur auf 39 bzw. 21% reduzieren (Abb. 7). In beiden Feldern vermochten die bodennahen Pflanzenhälften auch bei warmem Sommerwetter nicht mehr abzutrocknen, was zu einem hohen Krankheitsdruck führte. Die Unterblattspritzung mit voller Fungizidmenge zeichnete sich durch die beste Wirkung aus. Bei der um 50% reduzierten Dosis konnte sie immer noch eine mit der Standardspritzung vergleichbare Wirkung erreichen.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass ein fachgerechter Buschbohnenanbau eine gute Abstimmung der vorbeugenden, anbautechnischen und direkten Pflanzenschutzmassnahmen erfordert. Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten, insbesondere der Sclerotinia-Stängelfäule, ist recht anspruchsvoll, da die zu schützenden Stengel und Blütenansätze mit einer oft grossen Blattfläche überdeckt sind. Sie erfordert ein richtiges Termin-Management und eine fachgerechte Fungizid-Spritztechnik wie:

- In lockeren Bohnenbeständen bei günstiger Witterung reicht eine verbesserte Standardspritztechnik mit 40 bis 45° schräger Düsenstellung und 500 bis 600 l/ha Brühemenge bei 5 km/h Fahrgeschwindigkeit aus. Dabei können Flachstrahldüsen wie Universal-, Antidrift-Prall- und Injektordüsen mit 110° Strahlwinkel, 02 bis 04-Grösse und bei 4 bis 6 bar Druck verwendet werden.
- Dichte Bohnenbestände mit hohem Krankheitsdruck erfordern eine spezielle Unterblatt-Spritzeinrichtung mit einer guten Durchdringung und gezielten Fungizidanlagerung in bestandesinnern bzw. bodennahen Pflanzenhälften. Die Fabrikate Benest und Fischer mit geringen Verbesserungen sind für den Praxiseinsatz geeignet. Dabei wäre ein Frontanbau-Spritzgestänge mit den Unterblatt-Spritzelementen, das vom Heckanbau-Spritzgerät mit Brühe versorgt wird, zu bevorzugen.
- Sehr dichte Bohnenbestände benötigen eher zwei gezielte und termingerechte Behandlungen in der Vor- und Vollblüte. Bei einer optimalen Applikationstechnik sind auch hier erhebliche Mitteleinsparungen möglich.

Ausblick

Im Hinblick auf eine integrierte und effizientere Bekämpfung der Stängelfäule wird gegenwärtig eine Vergrößerung des Reihenabstands auf 75 cm in Betracht gezogen. Dabei werden eher lockere, rascher abtrocknende Bohnenbestände angestrebt. Diese Anbauweise wäre auch für die Unterblatt-Spritztechnik vorteilhaft, da eine Vereinheitlichung der Reihenabstände die Einsätze in Kartoffeln, im Feldgemüsebau und somit den überbetrieblichen Einsatz erleichtert.

Literatur

Rüegg J. und Irla E., 2001. Verbesserter Fungizideinsatz. UFA-Revue 12, 36–38.

Irla E., Anken T., Krebs H. und Rüegg J., 2001. Optimierung der Spritztechnik in Biokartoffeln. FAT-Bericht 561, 1–8.