

Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Fachgebiet: Verfahrenstechnik für Intensivkulturen

# Das Anlagerungsverhalten elektrostatisch geladener Spritzflüssigkeitsteilchen in Flächen- und Raumkulturen

Behaviour of Deposition of Electrostatically Charged Droplets in Two- and Threedimensional Crops

Von E. Moser, H. Ganzelmeier und K. Schmidt

## Zusammenfassung

Die Feldversuche in Flächen- und Raumkulturen mit unterschiedlichen Applikationstechniken haben die in den Laboruntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse bestätigt. Es zeigte sich, daß die Anlagerung an die zu behandelnde Kultur mit elektrisch geladenen Spritzflüssigkeitströpfchen gegenüber herkömmlichen Spritz- und Sprühverfahren wesentlich verbessert und gleichzeitig eine Reduktion der Abdrift erzielt werden kann. Zwar erbringen die elektrostatischen Kraftwirkungen besonders gute Ergebnisse bei der Anlagerung an die düsennahen, äußeren Flächen von Pflanzen bzw. Pflanzenbeständen, doch lassen sich in Verbindung mit einer dosierten kinetischen Tropfenenergie (Trägerluftgeschwindigkeit, Tropfengröße und -richtung, Fahrgeschwindigkeit) auch das Ein- und Durchdringvermögen insbesondere in Raumkulturen verbessern.

## Abstract

The experiments in field and fruit crops with different application techniques have confirmed the laboratory results. It has been shown that the deposition of spray-liquid was improved with electrostatic charging compared to conventional methods and in the same time drift is reduced. Though it is true, that with electrostatic forces especially good deposition can be obtained at the external target areas of plants close to the nozzle, also penetration of the culture will be improved by means of controlled kinetic droplet energy (velocity of carrier air stream, droplet size and direction, travel speed).

Umweltschonende, wirtschaftliche und biologisch hochwirksame Applikationstechniken werden um so notwendiger, je mehr chemische Mittel im Pflanzenschutz eingesetzt werden. Der zunehmende Einsatz chemischer Wirkstoffe in Flächenkulturen ist teilweise auf die vereinfachten Fruchtfolgen und empfindliche Getreidesorten mit hohem Ertragsniveau zurückzuführen. In Raumkulturen kommt noch hinzu, daß oftmals die natürlichen Feinde der Schädlinge fehlen. Durch ein weltweit wachsendes Umweltbewußtsein werden deswegen chemische Pflanzenschutzmaßnahmen heute oft in Frage gestellt.

Das Ziel zukünftiger Applikationstechniken sollte sein, mit möglichst geringem technischen Aufwand eine Reduzierung von Flüssigkeits- und Wirkstoffmenge zu ermöglichen und durch eine gezielte Wirkstoffanlagerung gleichzeitig die Abdrift zu verringern und ein Höchstmaß an biologischer Wirksamkeit zu gewährleisten. Eine sehr erfolgversprechende Maßnahme ist die elektrostatische Aufladung der Flüssigkeits-

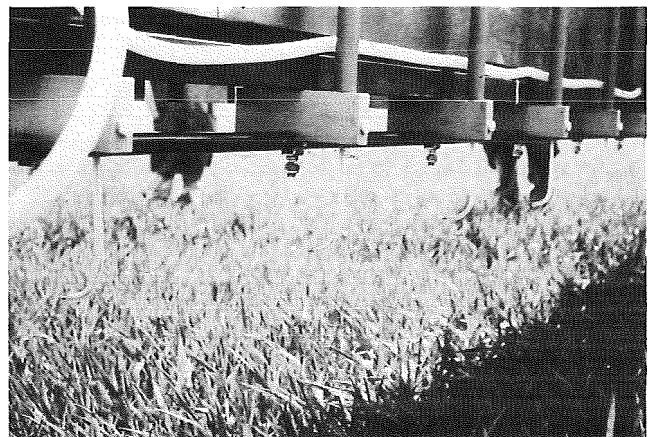
teilchen mit unterschiedlichen Aufladeverfahren [1, 2, 3, 4, 5]. Nachdem in Laborversuchen bereits der Einfluß verschiedener Faktoren wie Aufladesystem, -strom und -spannung, von Aufwandmenge, Tropfengröße, Fahrgeschwindigkeit, Tropfenflugzeit und der klimatischen Bedingungen untersucht worden war, wurde die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse auf natürliche Verhältnisse überprüft [6, 7, 8, 9]. Zunächst wurde in Feldversuchen bei Flächenkulturen (Getreidebestände in unterschiedlichen Entwicklungsstadien) die Wirkstoffanlagerung mit verschiedenen Gerätevarianten und Applikationstechniken ermittelt und diese Untersuchungen anschließend auch in Raumkulturen fortgeführt.

Diese Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 140 „Verfahrenstechnik in der Körnerfruchtproduktion“ am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim.

## 1. Versuchsgeräte und Versuchsdurchführung

Die Pflanzen und vor allem ein geschlossener Pflanzenbestand stellen viel zu komplizierte Gebilde dar, um von den Anlagerungsverhältnissen an einfachen geometrischen Körpern im Labor auf natürliche Verhältnisse schließen zu können. Außerdem haben Umwelteinflüsse während der Applikation einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Wirkstoffanlagerung und damit auch auf die biologische Wirkung einer Pflanzenschutzmaßnahme.

Abb. 1. Flächenspritzgerät mit Luftverteileinrichtung, Flachstrahldüsen und Koronaaufladung.



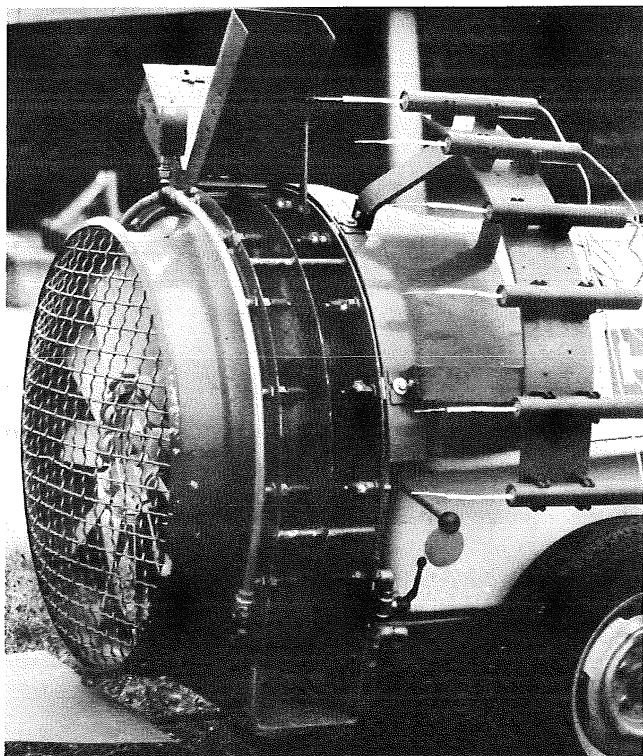


Abb. 2. Raumsprühgerät mit Dralldüsen und Koronaaufladung.

Aus diesen Gründen wurden in den Vegetationsperioden der Jahre 1979, 1980 und 1981 Applikationsversuche in natürlichen Getreidebeständen und in Obstanlagen durchgeführt, wobei in Vergleichsmessungen den konventionellen Geräten solche mit verschiedenen Systemen der Zerstäubung und der elektrostatischen Teilchenaufladung gegenübergestellt wurden.

Abb. 1 zeigt eines der Versuchsgeräte für Flächenkulturen, mit dem auch unterschiedliche Gerätevarianten ermöglicht

wurden. So konnte zum einen die Spritzstrahlrichtung beliebig verstellt und zum anderen ein zusätzlicher Trägerluftstrom erzeugt werden, um den Tropfentransport zu intensivieren und das Eindringvermögen der elektrisch geladenen Spritzwolke in den Bestand zu verbessern. Neben der Flüssigkeits-Druckzerstäubung mit Flachstrahldüsen und elektrostatischer Koronaaufladung der Tropfen wurden Rotationszerstäuber, deren Flüssigkeit im elektrischen Kontaktverfahren aufgeladen wurde, erprobt.

In Raumkulturen wurde ein handelsübliches Sprühgerät mit Axialgebläse, das eine Luftmenge von 45 000 bzw. 60 000 m<sup>3</sup>/h liefert, eingesetzt (Abb. 2). Die Tropfen, die durch Hohlkegeldüsen erzeugt wurden, sind extern, d. h. im Koronaaufladeprinzip aufgeladen worden. An den Elektrodenspitzen lag eine durch Generatoren erzeugte und über die übliche Stromversorgung des Schleppers gespeiste Spannung von etwa 70 kV.

Durch Hinzufügen von Brillantsulfoflavin (BSF) zur Spritzflüssigkeit (0,2 %) konnte der auf den Pflanzen deponierte Wirkstoffbelag fluorometrisch bestimmt werden, wobei den Getreidebeständen (Winterweizen, Sommergerste) unterschiedliche Pflanzenteile (Pflanzenabschnitte, Blätter, Ähren) in verschiedenen Vegetationsstadien (G-H, H-J, L, M, N und O; entsprechend einer Pflanzenhöhe von 30, 35, 50, 70, 75 und 80 cm) entnommen wurden, um differenzierte Aussagen machen zu können. Diese Entwicklungsstadien entsprachen den Behandlungszeitpunkten für Halmbruch-, Mehltau- und Rostkrankheiten.

Erste Versuche in Raumkulturen wurden an einem idealisierten, vereinfachten Baumgerüst (Abb. 3) durchgeführt und in einer Spindelobstanlage (4 × 1,5 m, Baumhöhe 2,5 m) bzw. einer Halbstammanlage (6 × 6 m, Baumhöhe 4,5 m) ergänzt.

Die Belagsmessungen erfolgten fluorometrisch mit Filterpapieren als Objektträger bzw. durch direkte Bestimmung des Spritzbelages auf den verschiedenen Pflanzenteilen bzw. -abschnitten.

## 2. Wirkstoffanlagerung in Flächenkulturen

Der zunehmende Krankheits- und Schädlingsbefall in höheren Getreidebeständen wie Halmbruchkrankheit, Mehltau, Rost

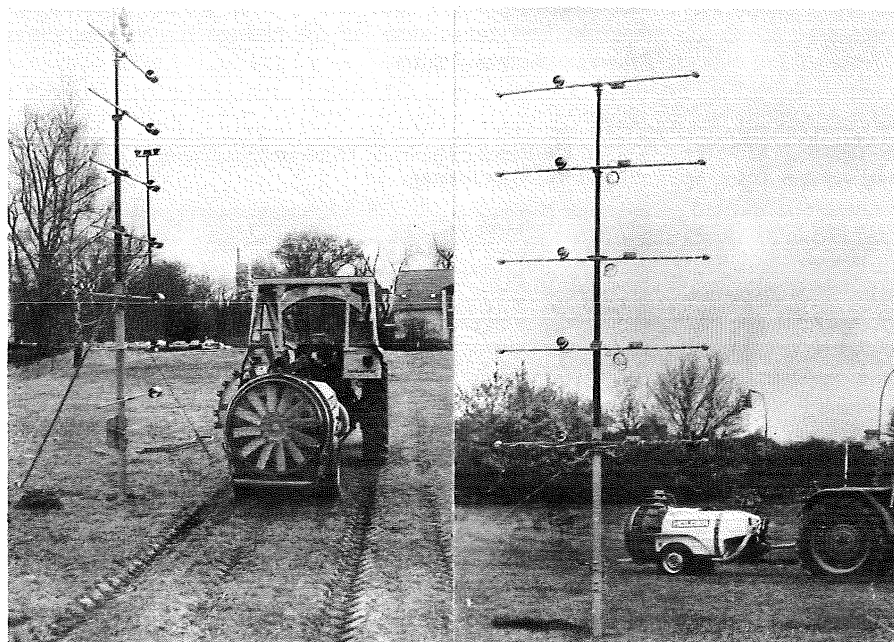
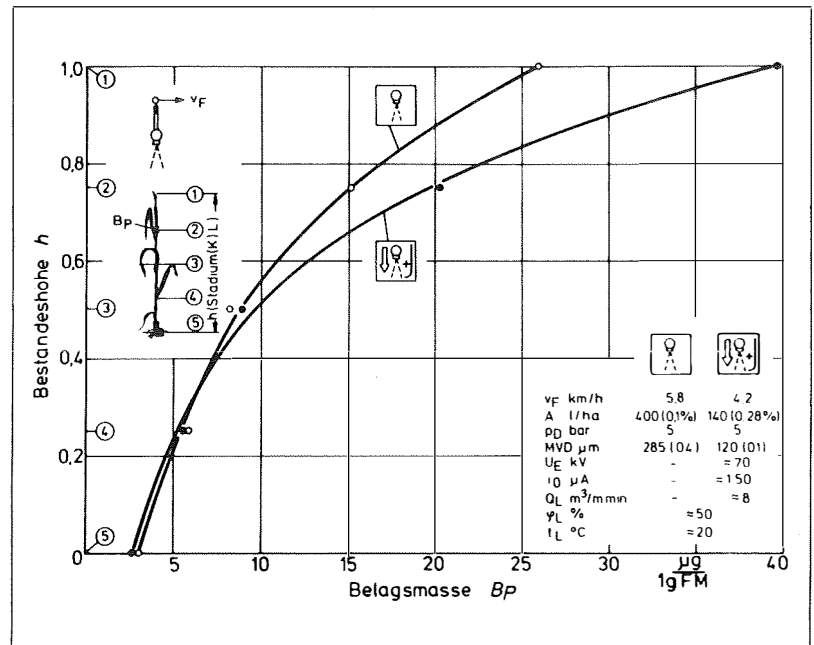


Abb. 3. Raumsprühgerät und (links) Baumgerüst mit Anlagerungsobjekten, (rechts) isokinetische Abdriftmeßeinrichtungen.

Abb. 4. Wirkstoffanlagerung an natürlichen Getreidebeständen in Abhängigkeit von der Eindringtiefe bei konventionellen Verfahren und Geräten mit elektrostatischer Koronaaufladung und Trägerluftstrom.



oder Spelzenbräune wirft neue Probleme bei der Verteilung, der Durchdringung und der gezielten Anlagerung von Wirkstoffteilchen an den in Frage kommenden, unterschiedlichen Zielorten bzw. Pflanzenregionen, wo eine besonders hohe biologische Wirksamkeit zu erwarten ist, auf. Gegenüber der Unkrautbekämpfung in Flächenkulturen müssen die Wirkstoffpartikel meist tiefer in den Bestand eindringen und Zielflächen an der Pflanze mit unterschiedlichster Lage und verschiedenem Abstand zur Düse sowie Oberflächenstruktur belegen.

2.1. Wirkstoffverteilung über die Höhe der Getreidepflanze

Die gerätetechnischen Möglichkeiten für eine bessere Durchdringung des Pflanzendaches und günstige Anlagerung an unterschiedlichen Pflanzenteilen in der Höhe des Bestandes

sind begrenzt. Neben der Optimierung von Tropfengröße, Fahrgeschwindigkeit und Lage sowie Richtung des Zerstäubers zum Zielobjekt, kann die elektrostatische Aufladung von Flüssigkeitsteilchen weitere Verbesserungen erbringen. Die vergleichenden Untersuchungen über die verschiedenen Pflanzenhöhen bzw. an unterschiedlichen Pflanzenteilen wurden bei Winterweizen in den Stadien L, M und O entsprechend einer Wuchshöhe von 50, 70 und 80 cm durchgeführt.

Die Ergebnisse, die in Abb. 4 zusammengefaßt sind, zeigen, daß die angelagerte Wirkstoffmenge konventioneller Verfahren bzw. Geräte mit zunehmender Eindringtiefe sehr stark zurückgeht. Durch die elektrostatische Aufladung der Tropfen wird in erster Linie eine zusätzliche Belegung der oberen Pflanzenteile erreicht, in den unteren Regionen des Pflanzenbestandes ist die Anlagerungsmasse etwa gleich groß. Die

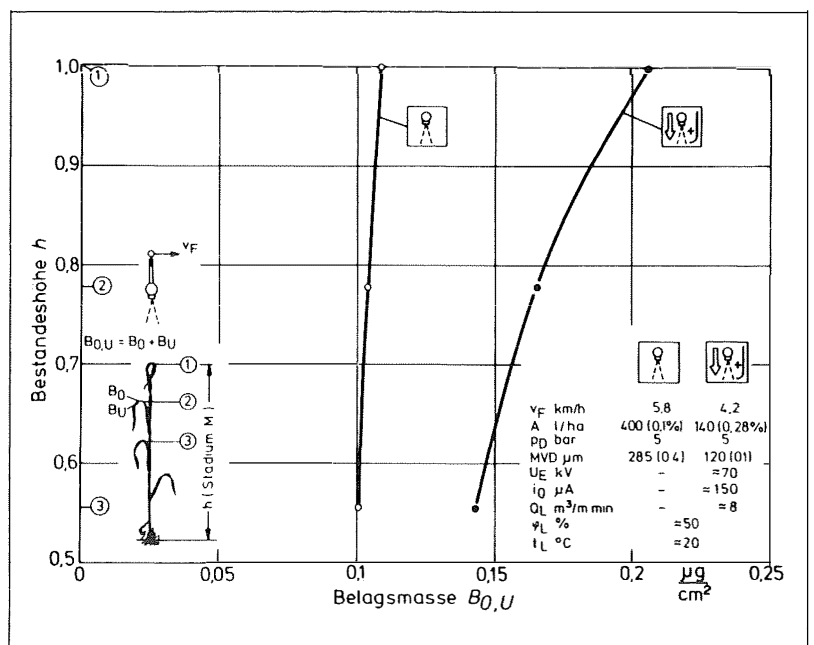


Abb. 5. Wirkstoffanlagerung auf den Blättern eines natürlichen Getreidebestandes bei konventionellen Verfahren und Geräten mit elektrostatischer Aufladung und Trägerluftstrom.

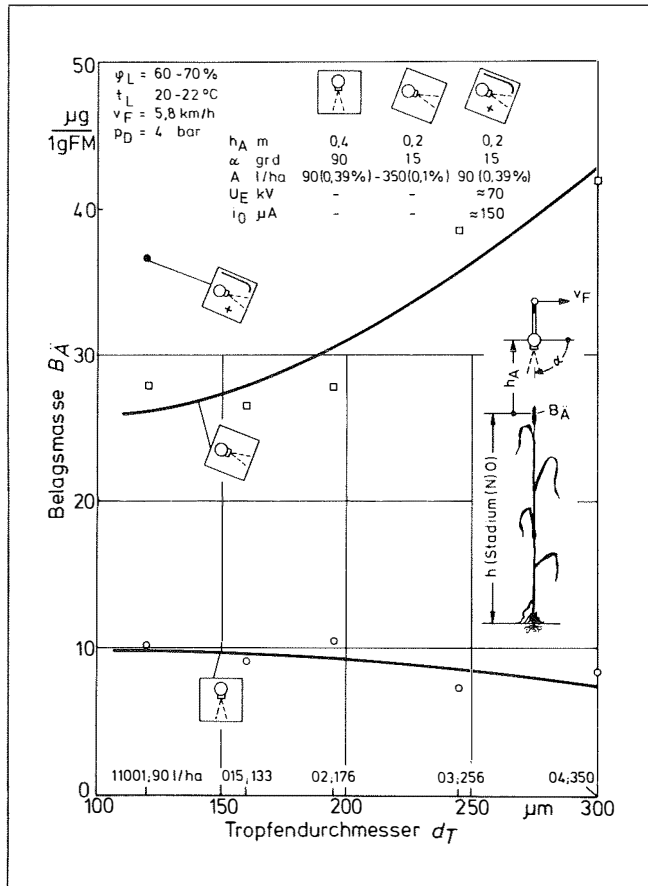


Abb. 6. Spritzbelag an den Ähren eines natürlichen Getreidebestandes bei verschiedenen Applikationsverfahren in Abhängigkeit von der Tropfengröße und unterschiedlichen Düsenstellwinkeln.

überhöhte Belegung des Pflanzendaches bei aufgeladenen Tropfen ist auf eine Konzentration der Feldlinien und damit auch der elektrischen Anziehungskräfte in diesem Bereich zurückzuführen. Es muß hier angenommen werden, daß die Trägerluftströmung ( $Q_L = 8 \text{ m}^3/\text{min}$  und je m Arbeitsbreite;  $v_L = 2,5 \text{ m/s}$ ), die beim aufgeladenen Spritzsystem zusätzlich zur Unterstützung des Tropfentransportes bzw. zur Erhöhung der mechanisch-dynamischen Kräfte am Tropfen wirksam war, in ihrer Intensität nicht ausreichte, um im Pflanzendach die elektrischen Anziehungskräfte weniger stark zur Wirkung kommen zu lassen. Zusätzliche Untersuchungen haben jedoch ergeben, daß durch eine intensive Luftströmung die wirksamen elektrischen Kräfte im Pflanzendach zunächst überwunden werden konnten und dadurch auch eine verstärkte Anlagerung an den unteren Pflanzenteilen zustande kommt.

2.2. Wirkstoffanlagerung am Getreideblatt

Für einige Behandlungsmaßnahmen stellen die Blätter des Getreidebestandes den optimalen Applikationsort dar. Inwieweit zwischen den Blättern an der oberen Pflanzenhälfte (1, 2, 3; Pflanzhöhe 70 cm  $\cong$  Stadium M) die Anlagerungsmasse variiert bzw. Unterschiede zwischen Blattober- und -unterseite auftreten, wurde in einer weiteren Versuchsreihe ermittelt. Die Ergebnisse beider Applikationsverfahren sind in Abb. 5 einander gegenübergestellt. Mit der elektrostatischen Koronaaufladung der Tropfen konnte am Fahnenblatt ca. 90 % mehr Wirkstoff als mit dem konventionellen Spritzverfahren angelagert werden. Zur Basis hin fällt die Wirkung der

Aufladung rasch ab und erreicht am Blatt 3 schließlich nur noch einen um ca. 30 % höheren Niederschlag. Differenziert man beim Spritzbelag zwischen Blattober- und Blattunterseite, so bewegt sich das Belagsmassenverhältnis Blattober- zu Blattunterseite am Fahnenblatt beim konventionellen Spritzverfahren in der Größenordnung von ungefähr 2; beim elektrostatischen Verfahren steigt dieses Verhältnis auf ungefähr 4 an. Die Belagsverteilung am dritten Blatt stimmt dann bei beiden Verfahren wieder überein und erreicht den Wert 3,5. Der große Unterschied des Belagsmassenverhältnisses am Fahnenblatt ist darauf zurückzuführen, daß die elektrischen Kräfte auch an den freiliegenden Flächen, den Blattoberseiten wirken und dort besonders effektiv sind. Dies führt dazu, daß der auf den Oberseiten hinzukommende Belag größer ausfällt als der auf den Unterseiten und somit eine Verschiebung zuungunsten der Elektrostatik zustande kommt. Ganz zweifellos wird jedoch mit geladenen Teilchen ein wesentlich besserer Umgriff erreicht, d. h. auch eine Belegung ungünstig positionierter Zielflächen, z. B. der Blattunterseiten erzielt.

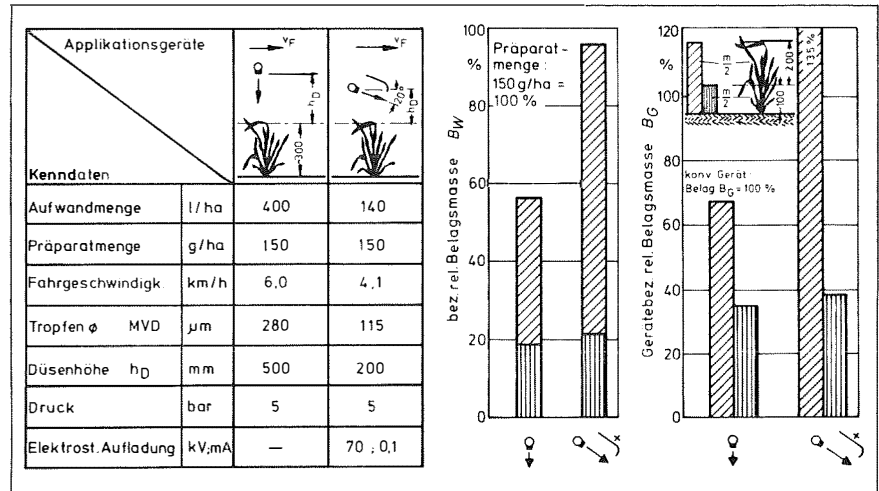
2.3. Wirkstoffanlagerung an der Ähre

Eine Wirkstoffanlagerung ausschließlich an der Ähre kann für die Bekämpfung bestimmter Krankheiten und Schädlinge besonders nützlich sein. In Feldversuchen wurde neben dem konventionellen Spritzgerät auch eine Ausführung mit schräg in Fahrtrichtung angestellten Düsen eingesetzt, die wahlweise auch mit elektrostatischer Koronaaufladung betrieben wurde. Durch den Einsatz unterschiedlicher Flachstrahldüsen konnte außerdem der Einfluß der Tropfengröße der verschiedenen Gerätevarianten auf das Anlagerungsverhalten bestimmt werden. Die Ergebnisse der Retentionsmessungen sind in Abb. 6 zusammengestellt und verdeutlichen, daß die an den Ähren der Pflanze (Stadium 0  $\cong$  80 cm Pflanzhöhe) angelagerte Wirkstoffmenge beim konventionellen Spritzverfahren mit zunehmender Tropfengröße und damit einhergehender Erhöhung der Flüssigkeitsaufwandmenge von 90 auf 350 l/ha leicht zurückgeht. Dies kann auf die wesentlich höhere Geschwindigkeit der großen Tropfen im Bereich der Ähre in Verbindung mit deren kleinen Projektions- bzw. Zielfläche zurückgeführt werden. Durch eine entsprechende Düsenanstellung kann auch mit den größeren Tropfen eine höhere Wirkstoffanlagerung an der Ähre erzielt werden, weil bei diesem sogenannten Schrägspritzen mit zunehmendem Spitzwinkel, von der Vertikalen aus betrachtet, dem Spritzstrahl eine zunehmend größere Projektionsfläche der Ähre entgegengerichtet ist. Außerdem behalten die Tropfen mit wachsender Größe aufgrund ihrer geringeren Geschwindigkeitsabnahme ihre schräge Flugrichtung über einen längeren Zeit- bzw. Wegabschnitt bei und treffen mit einem größeren Winkel auf die Ähre auf als die kleineren Tropfen. Eine zusätzliche, gegenüber der konventionellen, senkrechten Spritzrichtung nahezu vierfache Erhöhung der Wirkstoffanlagerung wird durch die elektrostatische Koronaaufladung der Tropfen erreicht. Diese Belagsmassenzunahme durch Aufladung wird sich auch bei größeren Tropfen einstellen, insbesondere weil auch der Kleintropfenanteil auf der Ähre angelagert wird.

2.4. Wirkstoffanlagerung bei der Mehltaubekämpfung

Gegenüber der Unkrautbekämpfung stellt die Behandlung des Mehltaus erhöhte Anforderungen an die Applikationstechniken, weil der Wirkstoff in den etwa 25 bis 30 cm hohen Bestand (Sommergerste, Stadium G-H) eindringen, gleichmäßig verteilt und vornehmlich an der unteren Pflanzenhälfte angelagert werden muß. Diese Erfordernis ergibt sich auf-

Abb. 7. Wirkstoffanlagerung bei konventionellem und elektrostatischem Spritzverfahren an beiden Pflanzenmassenhälften bei der Mehltaubekämpfung (Sommergerste, Stadium G-H).



grund des überwiegend akropetalen Wirkstofftransportes in der Pflanze nach der Applikation.

Ein Vergleich des konventionellen mit dem elektrostatischen Spritzverfahren, Abb. 7, zeigt, daß die Wirkstoffanlagerung insgesamt mit den elektrostatisch aufgeladenen Teilchen erheblich verbessert werden konnte. Mit der konventionellen Applikationstechnik konnte bei den Versuchen im Mittel 55 % der ausgebrachten Wirkstoffmenge an der Pflanze deponiert werden, wovon ungefähr 30 % auf die untere und ca. 70 % auf die obere Pflanzenmassenhälfte entfielen. Durch eine Anstellung der Düsen in einem Winkel von 20° zur Horizontalen in Fahrtrichtung und gleichzeitige elektrostatische Aufladung der Tropfen erreichen bis zu 90 % des ausgebrachten Wirkstoffes die Pflanze. Im Vergleich zum konventionellen Spritzverfahren (Gesamtbelagsmasse = 100 %) erhöhen sich die Wirkstoffbeläge allein an der oberen Pflanzenmassenhälfte auf nahezu 140 % und unten auf annähernd 40 %. Obwohl die Verteilung der Wirkstoffmassen gegenüber dem konventionellen Verfahren aufgrund der starken Zunahme am oberen Pflanzenmassenteil ungünstiger wird, so wird doch im unteren, etwa 10 cm hohen Pflanzenmassenteil, mehr Wirkstoff angelagert.

2.5. Wirkstoffanlagerung bei der Halmbruchbekämpfung

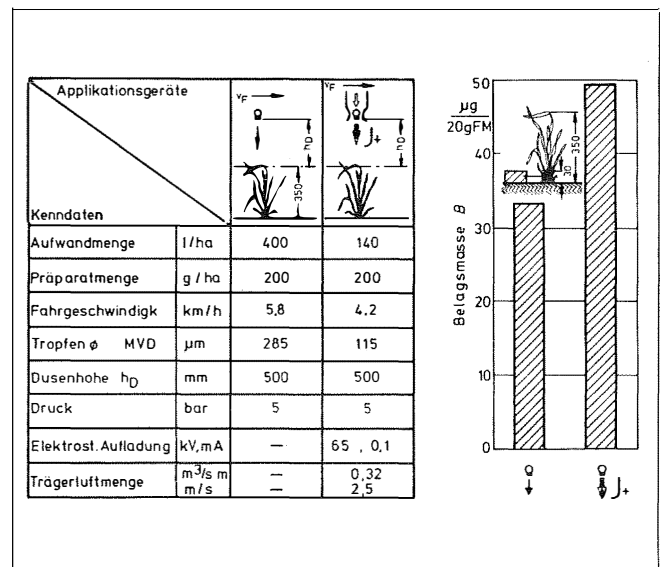
Bei der Bekämpfung des Erregers der Fußkrankheit (Pseudocercospora), einer häufig auftretenden Pilzkrankheit bei Winterweizen, muß der Wirkstoff auf die untersten Pflanzenteile, d. h. an die Halmbasis gelangen. Die Schwierigkeiten bei der Applikation sind größer als bei der Mehltaubekämpfung, weil die Wirkstoffteilchen nach der Durchdringung des Pflanzendaches tief in den etwa 30 bis 35 cm hohen Bestand (Stadium H-J) eindringen und an der bodennahen senkrechten Halmbasis angelagert werden müssen. Vorversuche zeigten, daß nur mit einem senkrecht nach unten gerichteten, elektrisch geladenen Tropfenschwarm, der in einem Trägerluftstrom eingebettet ist, bessere Ergebnisse erzielt werden. Gegenüber den konventionellen Verfahren kann mit der Koronaaufladung in Verbindung mit einem Trägerluftstrom an der 3 cm langen Halmbasis, dem optimalen Zielort, die Wirkstoffanlagerung wesentlich verbessert werden (Abb. 8). Trotz einer auch hier erhöhten Anlagerung im Pflanzendach durchdringen gegenüber dem üblichen Spritzverfahren mehr geladene Teilchen den Pflanzenbestand und erzeugen einen den Halm umgreifenden, ungefähr 50 % höheren Spritzbelag.

Bei diesen Versuchen wurde neben der Verringerung des Aufwandes an Trägerstoff (Wasser) gleichzeitig der Tropfendurchmesser reduziert, so daß mit einer möglichst großen Bedeckung der Pflanzenoberfläche gerechnet werden konnte.

2.6. Wirkstoffanlagerung bei der Rostbekämpfung

Die Hauptzielorte bei der Bekämpfung des Rostes liegen im oberen bis mittleren Teil des ungefähr 80 cm hohen Getreidebestandes (Winterweizen, Stadium N-O), so daß hier eine Anwendung von Techniken, die mit elektrostatischer Aufladung der Teilchen arbeiten, besonders günstig erscheint. Neben der üblichen Flüssigkeits-Druckzerstäubung mit Flachstrahldüsen wurde auch die mechanische Flüssigkeitszerstäubung mit Rotationsdüsen (Düsenabstand 75 cm, Düsenhöhe 30 cm) eingesetzt. Bei Flachstrahldüsen wurde die Korona-, bei Rotationsdüsen die Kontaktaufladung angewendet. Um auch eine Belegung der mittleren Pflanzenteile zu erzielen, konnte bei Flachstrahldüsen der Tropfentransport zusätzlich

Abb. 8. Wirkstoffanlagerung an der Halmbasis bei konventionellem und elektrostatischem Spritzverfahren mit Trägerluftunterstützung bei der Behandlung der Halmbruchkrankheit (Winterweizen, Stadium H-J).



Applikationsgeräte							
Kenndaten							
Aufwandmenge	l / ha	400	140	140	140	20	
Präparatmenge	g / ha	250	250	250	250	250	
Fahrgeschwindigkeit	km / h	6,0	4,1	4,1	4,1	6,0	
Tropfen $\phi$	MVD $\mu\text{m}$	280	115	115	115	80	
Druck	bar	5	5	5	5	—	
Elektrost. Aufladung	kV; mA	—	70 ; 0,1	70 ; 0,1	70 ; 0,1	65 ; 0,06	
Trägerluftmenge	$\text{m}^3/\text{s m}$ m / s	—	—	0,32 2,5	—	—	

Abb. 9. Applikationsverfahren und deren Kenndaten für die Rostbekämpfung (Winterweizen, Stadium N-O,  $h_D = 50 \text{ cm}$ ).

durch einen Trägerluftstrom unterstützt werden. In Abb. 9 sind die wichtigsten Daten der eingesetzten Versuchsgeräte zusammengestellt. Die Ergebnisse in Abb. 10 zeigen, daß zwischen 28 % (konventionelles Gerät), 58 % (elektrostatische Koronaaufladung bei schräggestellten Düsen) und 62 % (elektrostatische Kontaktaufladung bei Rotationsdüsen) des ausgebrachten Wirkstoffes an den Zielorten angelagert werden. Die Belagssteigerung erfolgt dabei insbesondere an den obersten Pflanzenteilen durch die elektrostatische Aufladung, während der Belagszuwachs durch den Trägerluftstrom im mittleren Pflanzenbereich geringer ist. Die Variante mit schräggestellten Düsen und elektrostatischer Aufladung erzielt an den oberen Pflanzenteilen einen fast doppelt so hohen Niederschlag wie das konventionelle Gerät, während in den mittleren Pflanzenregionen ein leichter Belagsrückgang zu verzeichnen ist. Eine nochmalige wesentliche Belagsmassenerhöhung tritt mit Rotationsdüsen in Verbindung mit einer Kontaktaufladung der Flüssigkeitstropfen ein. Dies ist insbesondere auf das weit effektivere elektrostatische Kontaktaufladungsverfahren und die kleinen Tropfen des Rotationszerstäubers zurückzuführen.

Die erzielte biologische Wirksamkeit, die mit den verschiedenen Verfahren bei der Mehltau-, Halmbruch- und Gelbrostbekämpfung erzielt wurde, werden in diesem Beitrag nicht behandelt. Sie decken sich aber im wesentlichen mit den angelagerten Belagsmassen an den jeweiligen Zielorten der Pflanzen.

### 3. Wirkstoffanlagerung in Raumkulturen

Im Gegensatz zu Flächenkulturen muß die Spritzflüssigkeit bei Raumkulturen einen wesentlich dichteren und dickeren Filter durchdringen und Zielflächen unterschiedlichster Richtungen belegen. Außerdem sind die Entfernungen vom Gerät zu den Anlagerungsflächen bedeutend größer. Der Tropfentransport erfolgt deshalb üblicherweise mit Hilfe eines Trägerluftstromes, dessen Stärke und Richtung sich nach der räumlichen Ausdehnung der zu behandelnden Kultur und dem geforderten Eindring- bzw. Durchdringungsvermögen der Spritzflüssigkeit richtet. Dieser Luft-Tropfen-Strom kann beispielsweise bei Lücken im Bestand (Einzelbäume) und geringer Belaubung eine nicht unbedingte Abdrift hervorrufen.

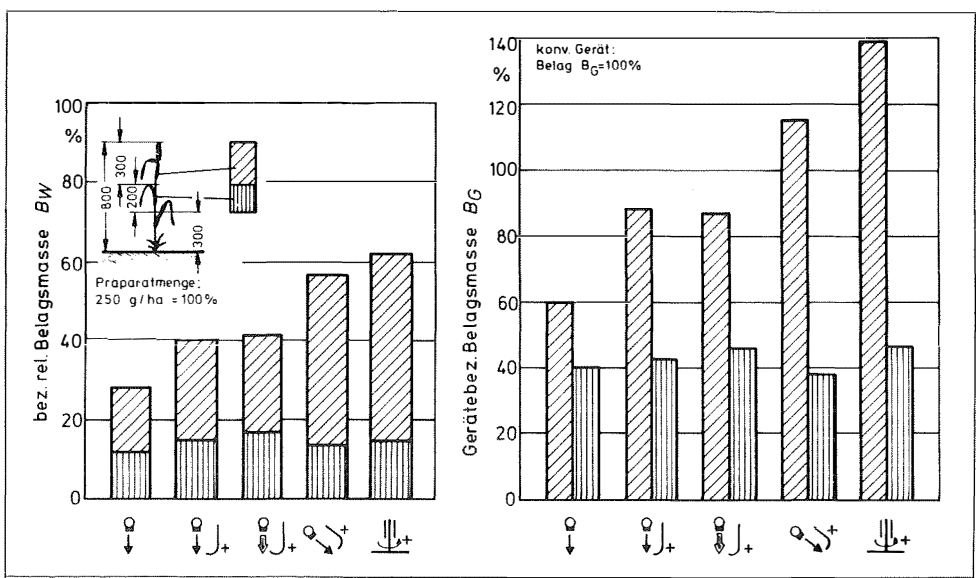


Abb. 10. Wirkstoffanlagerung an verschiedenen Pflanzenteilen mit unterschiedlichen Applikationstechniken bei der Rostbekämpfung (Winterweizen, Stadium N-O).

3.1. Wirkstoffanlagerung an einem idealisierten Baumgerüst

Die Höhenverteilung der Spritzflüssigkeit wurde mit Filterpapierstreifen um zylindrische Rohrstücke – ähnlich wie bei den Grundlagenuntersuchungen – bestimmt. Die erzielte Belagsmassenverteilung für die den Düsen zu- und abgewandten Seiten sowie mit üblichen Spritzgeräten und solchen, bei denen die Tropfen im Koronaaufadesystem aufgeladen waren, zeigt Abb. 11. Sowohl an den Vorderseiten als auch insbesondere an den Rückseiten zeigt sich bei elektrostatischer Aufladung der Tropfen eine viel bessere Gleichmäßigkeit der Spritzbelagsmassen über die Gerüsthöhe.

Im unteren düsennahen Bereich mit hohen Luftgeschwindigkeiten wird mit elektrisch geladenen Tropfen die Belagsmasse gegenüber konventionellen Verfahren verringert. Die hohen Belagszunahmen von teilweise über 100% an den entfernteren Objekten ergeben eine ausgewogenere Belagsmassenverteilung. Eine verstärkte Wirkstoffanlagerung ist insbesondere an den entfernteren (obere Baumhälfte), den Düsen abgewandten Zielorten zu beobachten. Es zeigt sich deutlich, daß die elektrostatischen Kräfte um so stärker wirksam werden, je kleiner die kinetischen Kräfte werden.

Die Kräfteverhältnisse an Tropfen müssen für die optimale Belagsmassenverteilung in Raumkulturen, wie bereits in den Grundlagenuntersuchungen gezeigt, bestimmte Werte einnehmen. Dies ist insbesondere durch die Auswahl der Tropfengröße und der Trägerluftgeschwindigkeit möglich.

Die Luftgeschwindigkeit betrug bei einer Luftmenge von 12,5 m<sup>3</sup>/s und einer Fahrgeschwindigkeit von 3,9 km/h in 2 m Höhe ca. 4 m/s und verminderte sich in 4 m Höhe auf 1,3 m/s. Eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit an den Zielflächen, z. B. durch größeren Luftdurchsatz oder kleinere Fahrgeschwindigkeit führt bei gleicher Tropfengröße zu einer Minderung der elektrostatischen Kraftwirkung und umgekehrt.

3.2. Wirkstoffanlagerung in einer Halbstanmanlage

Die an einem idealisierten Baumgerüst in einer Meßebene erzielten Ergebnisse wurden in natürlichen Obstbaumbeständen überprüft. Um die Belagsverteilung über den gesamten Querschnitt eines Baumes zu erfassen, wurden an den Bäumen einer 10 Jahre alten Halbstamm- und einer Spindelanlage an jeweils 8 Meßstellen Blätter entnommen und die dort angelagerte Spritzbelagsmasse bestimmt. Die Lage der Meßstellen und die zugehörigen Belagsmassenwerte einer Halbstamm-Pflaumenanlage zeigt Abb. 12.

Auch hier zeigt sich, wie schon beim Baumgerüst, daß an düsen nahen Stellen mit hoher Luftgeschwindigkeit und hohem Spritzbelag mit der elektrostatischen Tropfenaufladung gegenüber konventionellen Sprühverfahren keine wesentliche Verbesserung zu erwarten ist. An düsenentfernteren Orten wie auch innerhalb des Baumes, also dort, wo die Trägerluftgeschwindigkeit geringer ist, ergibt sich eine beträchtliche Spritzbelagszunahme.

3.3. Abdrift

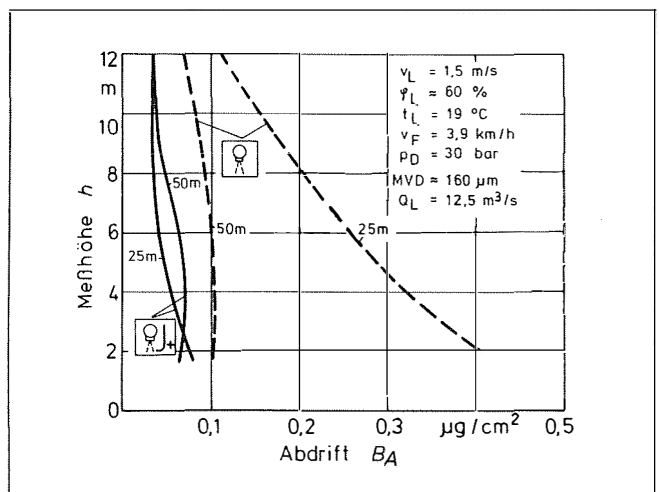
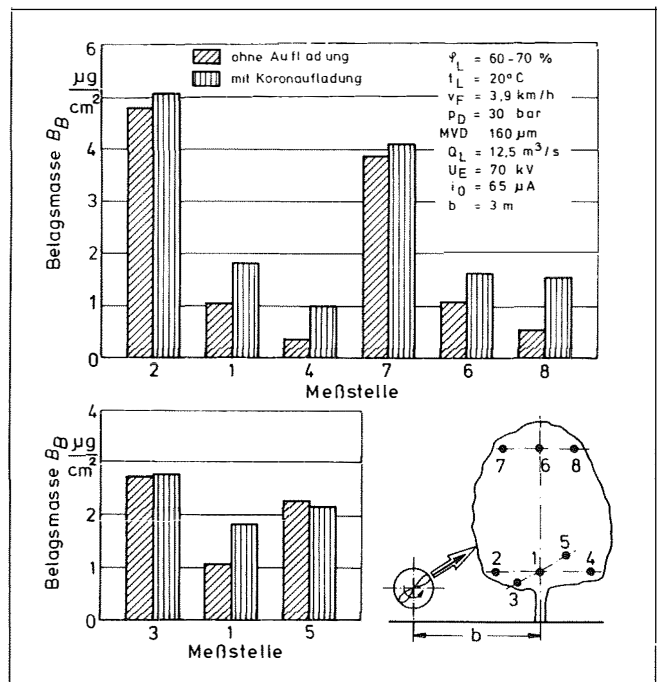
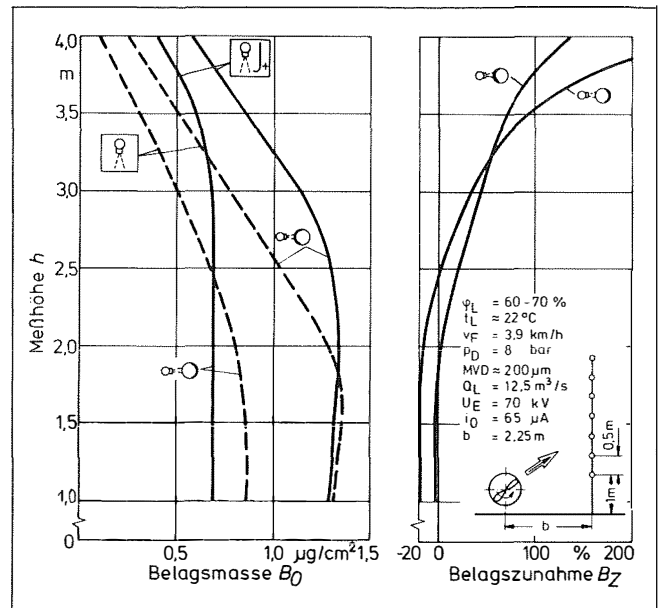
Da bei Pflanzenschutzmaßnahmen in Raumkulturen ein großer Anteil des Pflanzenschutzmittels durch Abdrift verloren-

von oben nach unten:

Abb. 11. Spritzbelagsverteilung eines Raumsprühgerätes über der Höhe eines „Baumgerüsts“ ohne bzw. mit Koronaaufladung.

Abb. 12. Spritzbelagsverteilung in einer Halbstanmanlage ohne bzw. mit Koronaaufladung.

Abb. 13. Abdrift eines Raumsprühgerätes ohne bzw. mit Koronaaufladung.



geht und gleichzeitig die Umwelt belastet, wurde die elektrostatische Aufladung auch dahingehend untersucht, inwieweit hiermit eine Reduzierung der Drift ermöglicht werden kann. Die Versuche wurden in derselben Halbstammanlage durchgeführt und die abgedriftete Menge der Spritzflüssigkeit (0,2 % BSF) in 25 und in 50 m Abstand von der behandelten Baumreihe in Windrichtung in 6 Höhen bis zu 12 m über der Erdoberfläche mit isokinetischen Ansaugsonden erfaßt (Abb. 3). Zwischen den 25 m entfernten Meßstellen und der behandelten Baumreihe befanden sich weitere 4 Baumreihen. In Abb. 13 sind neben den Versuchsdaten die mit dem Sprühgerät ermittelten Werte, die ohne bzw. mit elektrostatischer Aufladung der Tropfen erzielt wurden, zusammengestellt. Ohne elektrostatische Aufladung ist die Abdrift beträchtlich höher und zeigt eine Abnahme mit zunehmender Entfernung und Höhe, d. h., daß die Spritz- bzw. Driftwolke langsam auf den Boden absinkt. Mit elektrostatischer Tropfenaufladung ist die Abdrift deutlich auf einen annähernd konstanten Wert reduziert. Diese verringerte Drift ist vermutlich nicht nur auf die vergrößerte Anlagerung an der behandelten Baumreihe zurückzuführen, sondern auch darauf, daß ein Teil der Tropfen an den in Windrichtung bis zu den Meßstellen stehenden Bäumen angelagert wird.

## Literatur

- [1] GÖHLICH, H., 1958: Untersuchungen zur Verbesserung der Niederschläge von Pflanzenschutzmitteln durch elektrostatische Aufladung. VDI-Forschungsheft 467, VDI-Verlag Düsseldorf.
- [2] ARNOLD, A. J., 1979: Field trials comparing charged and uncharged spray systems. Proceedings British Crop Protection Conference Pests and Diseases, S. 295–302.
- [3] SPLINTER, W. E., 1968: Electrostatic charging of agricultural sprays. Trans. ASAE 11,4, S. 491–495.
- [4] GANZELMEIER, H., und E. MOSER, 1980: Elektrostatische Aufladung von Spritzflüssigkeiten zur Verbesserung der Applikationstechnik. Grundl. d. Landtechnik Bd. 30, Nr. 4, S. 122–125.
- [5] GANZELMEIER, H., 1980: Ein Beitrag zur elektrostatischen Aufladung der Spritzflüssigkeit im chemischen Pflanzenschutz. Agrartechnische Berichte 11, S. 55–63.
- [6] MOSER, E., H. GANZELMEIER und K. SCHMIDT, 1981: Einflußfaktoren bei der Anlagerung elektrostatisch geladener Spritzflüssigkeiten im chemischen Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzdz., 22 (10), S. 145–157.
- [7] MOSER, E., 1980: Bewertung unterschiedlicher Applikationstechniken bei der Fungizidausbringung im Getreide am Beispiel der Halmbruchbekämpfung. Agrartechnische Berichte 11, S. 65–70.
- [8] MOSER, E., F. GROSSMANN, H. GANZELMEIER und R. JANICKE, 1979: Ein Beitrag zur Applikation von Fungiziden für die Halmbruchbekämpfung im Getreidebau. Grundl. d. Landtechnik Bd. 29 (1979), Nr. 4, S. 113–119.
- [9] MOSER, E., F. GROSSMANN, K. SCHMIDT und R. JANICKE, 1981: Untersuchungen zur Verbesserung der Applikationstechnik bei der Mehltaubekämpfung im Getreidebau. Grundl. d. Landtechnik.

## Personalnachrichten

### Prof. Dr. Kurt Heinze – 75 Jahre

Am 23. März 1982 beging Prof. Dr. KURT HEINZE seinen 75. Geburtstag. Er war fast 36 Jahre bei der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft bzw. ihrer Vorgängerin beschäftigt. Sein Hauptarbeitsgebiet war die Virusübertragung durch Insekten, besonders Blattläuse. Daneben war er als Hochschullehrer tätig. Ein Lehrauftrag für Schädlingsbekämpfung an der Technischen Universität Berlin führte zur außerplanmäßigen Professur. Mehrere Jahre arbeitete er im Ausland und führte dabei im Auftrag der FAO in Jamaica Untersuchungen zur „Lethal-Yellowing“-Krankheit der Kokospalme durch. Auch nach seiner Pensionierung ist er auf dem

Gebiet der Phytomedizin tätig geblieben und befaßte sich mit der Neubearbeitung des Frickhinger: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung.

In dieser Zeitschrift wurde er ausführlich gewürdigt in Bd. 24, 1972, S. 47–48 und Bd. 29, 1977, S. 48. Die Biologische Bundesanstalt und der Deutsche Pflanzenschutzdienst wünschen dem Jubilar Gesundheit, Freude an seinen wissenschaftlichen Arbeiten und Muße zur Verfolgung seiner vielseitigen Neigungen.

### Prof. Dr. Waldemar Madel – 70 Jahre

Am 27. März 1982 beging Prof. Dr. WALDEMAR MADEL seinen 70. Geburtstag. Er wurde in Berlin geboren, wo er auch studierte. Im 2. Weltkrieg war er als Heeresentomologe u. a. mit der Malaria-bekämpfung beauftragt. Kurz nach dem Kriege trat er in die chemische Industrie ein und wirkte mit bei der Entwicklung des modernen Pflanzenschutzes als Wissenschaftler und später Geschäftsführer der Firma Celamerck für den Bereich Forschung und Entwicklung. Daneben war er als Hochschullehrer tätig. Als Fachmann berief man ihn in verschiedene Ausschüsse und Verbände. So wurde er auch Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Wegen seiner Verdienste für die Phytomedizin wurde ihm am 5. Oktober 1981 die Otto-Appel-Denkmedaille verliehen. Aus diesem Anlaß erschien auch eine ausführliche Würdigung in den Mitteilungen der Biologischen Bundesanstalt, Heft 203, 1981, S. 1–7. Die Biologische Bundesanstalt und der Deutsche Pflanzenschutzdienst gratulieren dem Jubilar und wünschen ihm Gesundheit und Muße für seine vielen Interessen.

### Berichtigung

Stegemann, Francksen, Rumpenhorst:

Differenzierung der Nematoden *Globodera rostochiensis* und *G. pallida* durch ein- und zweidimensionale Elektrophoresen ihrer Proteine.

Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst 34, 1982, S. 3–7

Abb. 3 und Abb. 4 müssen einzeln um 180° gedreht werden.

**Redaktion:** Präsident Professor Dr. G. Schuhmann, **Schriftleitung:** Dr. W. Koch, Messeweg 11/12, 3300 Braunschweig, Telefon (05 31) 39 91. **Verlag:** Eugen Ulmer GmbH & Co., Wollgrasweg 41, Postfach 70 05 61, 7000 Stuttgart 70, Telefon (07 11) 45 07-0, Telex 7-23 634. **Herstellung:** Hannelore Breiter, Telefondurchwahl (07 11) 45 07-1 53. **Vertrieb:** Bernd Hummel, Telefondurchwahl (07 11) 45 07-1 08. **Anzeigen:** Dieter Boger, verantwortlich, Renate Förster, Telefondurchwahl (07 11) 45 07-1 47.

Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 8. Anzeigenschluß am 20. des Vormonats.

Bankverbindungen: Postscheckkonto Stuttgart 74 63-700, Zürich 80-470 72, Wien 10.83 662. Deutsche Bank, Filiale Stuttgart, Konto 14/76 878. Südwestbank AG Stuttgart, Konto 21 000.

**Druck:** Ungeheuer + Ulmer KG GmbH + Co, Körnerstraße 14–18, 7140 Ludwigsburg.

Das Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig) enthält wissenschaftliche Originalbeiträge und Berichte aus den Arbeitsgebieten der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft und des Pflanzenschutzdienstes der Bundesländer und Berlin (West), technische Kurzabhandlungen, Gesetze, Verordnungen und Durchführungsbestimmungen zum Pflanzenschutz, Literaturhinweise und Buchbesprechungen.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte keine Gewähr. Rückporto beilegen. Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen und sonstigen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

Die Vervielfältigung und der Nachdruck von Veröffentlichungen aus der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik der Biologischen Bundesanstalt ist mit Quellenhinweis gestattet. Ein Beleg ist einzusenden an: Schriftleitung Nachrichtenblatt, Messeweg 11/12, D-3300 Braunschweig. Für die Richtigkeit der Angaben und ihrer Wiedergabe besteht keine Haftung.

Das Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes erscheint monatlich. Der Jahresbezugspreis beträgt im Inland und im Ausland DM 102,- inkl. 6,5 % MwSt., Rechnungs- und Versandgebühren. Wenn nicht bis zum 31. 10. des laufenden Jahres schriftlich gekündigt wird, verlängert sich das Abonnement bis zum Ende des folgenden Jahres. Bestellungen nehmen jede Buchhandlung und der Verlag entgegen.