

keit ist insbesondere bei ungleichmäßiger Luftverteilung am Querhang von Bedeutung. Es werden aber auch beim Betrieb in der Ebene oder am Längshang Änderungen der Luftgeschwindigkeit berücksichtigt, die durch eine Drosselung des Gebläses bei hohen Gutdurchsätzen verursacht werden. Eine Verbesserung des Verlustverhaltens ist hier besonders dann zu erwarten, wenn bei einem Gebläse mit flacher Kennlinie größere Schwankungen in der Luftgeschwindigkeit auftreten.

Bild 7 zeigt die Körnerverluste  $V_K$  einer Mähdescherreinigungsanlage in Abhängigkeit vom bezogenen Körnerdurchsatz  $\dot{m}_K$  bei Querneigung von 12,3 % mit und ohne Regelung. Die Gutzuführung erfolgte durch ein Förderband ohne Zwischenschaltung des Schwingförderbodens direkt auf das Obersieb. Als Versuchsgut wurden Weizenkörner, Spreu und Kurzstroh in einem Massenverhältnis von 70 : 20 : 10 verwendet. Die am Querhang auftretende einseitige Gutverlagerung auf dem Schwingförderboden wurde durch eine entsprechende Gutverteilung auf dem Zuführband berücksichtigt. Während beim Betrieb ohne Regelung bereits bei einem bezogenen Körnerdurchsatz von  $\dot{m}_K = 1,6 \text{ kg/sm}$  ein progressives Ansteigen der Körnerverluste festzustellen ist, kann durch die Regelung der Gutdurchsatz der Reinigungsanlage bei geringen Körnerverlusten erheblich erhöht werden.

#### 4. Zusammenfassung

Die einseitige Gutverlagerung auf den Sieben der Mähdescherreinigung am Querhang verursacht je nach Hangneigung und Gutdurchsatz sehr hohe Körnerverluste. Mit Hilfe einer Regeleinrichtung, die eine Anpassung des Luftstroms an die örtliche Gutverteilung auf den Sieben vornimmt, kann eine Herabsetzung der Hangempfindlichkeit der Mähdescherreinigung erzielt werden. Auch in der Ebene und beim Arbeiten am Längshang wirkt sich die Regelung günstig aus, da die Luftgeschwindigkeit unabhängig von der Gutbelastung der Reinigungsanlage konstant gehalten werden kann.

#### Schrifttum

[ 1 ] DLG-Mähdescherprüfberichte, Gruppe 7 c.

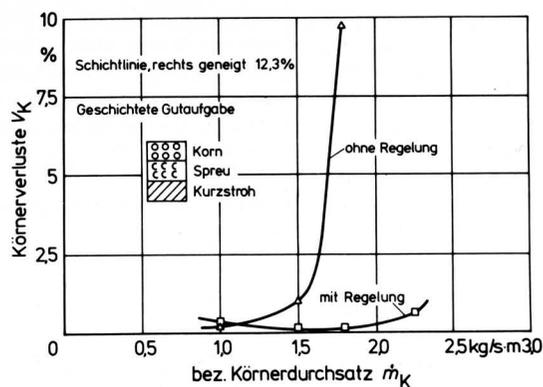


Bild 7. Körnerverluste in Abhängigkeit vom Gutdurchsatz für die Versuchsanlage mit und ohne Regelung bei einer Querneigung von 12,3 %.

- [ 2 ] Segler, G. u. Th. Freye: Vibro-pneumatische Trennung von Stroh, Korn und Spreu im Mähdescher. *Grundl. Landtechnik* Bd. 27 (1977) Nr. 4, S. 101/108.
- [ 3 ] Deutsche Auslegeschrift Nr. 1962110.
- [ 4 ] Deutsche Offenlegungsschrift Nr. 2454315.
- [ 5 ] Deutsche Auslegeschrift Nr. 2015701.
- [ 6 ] Deutsche Offenlegungsschrift Nr. 1949244.
- [ 7 ] Allis Chalmers cleaner. *Combine Facts* 1977/78, S. 19/23.
- [ 8 ] Segler, G. u. Th. Freye: Entwicklung einer Meß- und Kontrolleinrichtung für den Gutdurchsatz der Reinigungsanlage im Mähdescher. *Grundl. Landtechnik* Bd. 28 (1978) Nr. 4, S. 148/51.
- [ 9 ] Burkhardt, K. u. Th. Freye: Die Messung kleiner Strömungsgeschwindigkeiten mit Hilfe von Heißeleiterwiderständen. *Grundl. Landtechnik* Bd. 28 (1978) Nr. 6, S. 223/25.
- [ 10 ] Stahl, T.: Untersuchungen zur Regelung der Trennelemente im Mähdescher. Unveröffentlichte Diplomarbeit TH Stuttgart 1979.

## Bestandsdurchdringung und Anlagerung von Tropfen bei der Applikation in höheren Maisbeständen.

Von Eberhard Moser und Chänh Pham Công,  
Stuttgart-Hohenheim\*)

Mitteilung aus dem Sonderforschungsbereich 140 – Landtechnik "Verfahrenstechnik in der Körnerfruchtproduktion" der Universität Hohenheim

DK 632.9:632.982:633.15

Die zunehmende Bedeutung des Pflanzenschutzes im Körnermaisbau hat zu einer Intensivierung der Arbeiten um eine gezielte, biologisch wirksame, umweltfreundliche und ökonomische Applikation geführt.

\*) Prof. Dr.-Ing. E. Moser ist Leiter des Fachgebietes Verfahrenstechnik für Intensivkulturen am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Dipl.-Ing. agr. Ch. Pham Công ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sonderforschungsbereich 140 dieser Universität.

Einer der Schädlinge im Maisanbau, der höhere Anforderungen an die Gerätetechnik stellt, ist der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*), weil zur Zeit der Bekämpfung der Maisbestand sehr hoch ist, der optimale Applikationsort aber in der unteren Hälfte des Pflanzenbestandes an schwer zugänglichen Pflanzenteilen liegt.

In der vorliegenden Arbeit wird über den Stand der Technik und von ersten Ergebnissen zur Verbesserung von Applikationsverfahren hinsichtlich Bestandsdurchdringung und Anlagerung des Wirkstoffes in höheren Maisbeständen berichtet.

## 1. Einleitung

Die Bekämpfung von tierischen Schädlingen und Krankheiten im Maisbau ist wegen des hohen, dichten Pflanzenbestandes problematisch und stellt verglichen mit anderen Feldkulturen besondere Anforderungen an die Pflanzenschutzgeräte. Die Durchdringung des Pflanzendaches, das Eindring- und Anlagerungsvermögen von Wirkstoffteilchen im mittleren und unteren Teil des Pflanzenbestandes ist bei der Bekämpfung des Maiszünslers – einer der wichtigsten und schwer zu bekämpfenden Schädlinge – mit üblichen Applikationsverfahren unzureichend [1, 2, 3]. Erschwerend kommt hinzu, daß, bedingt durch den Ort der Eiablage und durch das Verhalten des Zünslers, der Wirkstoff vorwiegend an die Blattunterseite, die Blattachsel und den Stengel appliziert werden muß. Bislang werden meist chemische und biologische (*Bacillus thuringiensis*) Flüssigwirkstoffe eingesetzt und mit Stelzenschlepper und üblichem Spritzgestänge oder mit Hubschrauber ausgebracht [4, 5, 6]. Wirkstoffe in granulierter Form werden wegen der schwierigen Anlagerung und ungenügenden Verteilung der Feststoffteilchen bisher in der Bundesrepublik Deutschland nicht eingesetzt [7]. Biologische Bekämpfungsverfahren mit der Schlupfwespe *Trichogramma* sind möglich, bedürfen aber für eine großflächige Anwendung zusätzlicher Entwicklungsarbeit im Hinblick auf geeignete Applikationsverfahren für den Nützling.

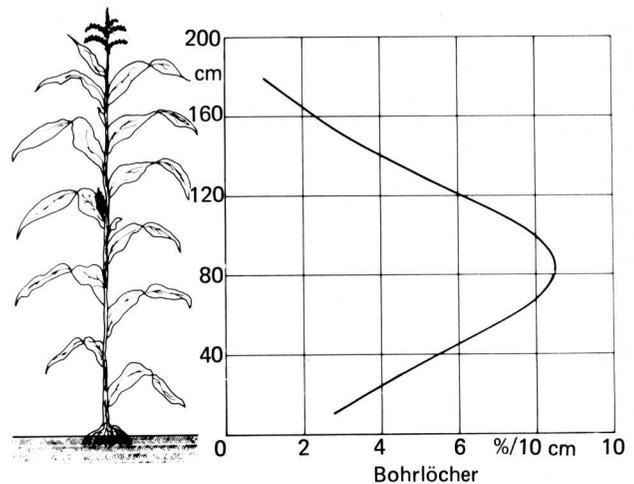
Die Aussagen über die Verteilung des Eigeleges, das Verhalten und den Aufenthaltsort der Jungraupe des Maiszünslers an der Pflanze, also über Daten, die Voraussetzungen für eine gezielte Applikation darstellen, sind bisher nicht widerspruchsfrei, so daß dieser Fragenkomplex auch in die Untersuchungen mit eingeschlossen werden mußte [8 bis 11].

Eine Übertragung applikationstechnischer Kennwerte anderer Feldkulturen, wie Getreide, sind nur in begrenztem Umfang möglich, da andersartige Zielflächen, pflanzenspezifische Blatt- und Stengelformen sowie Blattanordnungen und -stellungen vorliegen [12 bis 16].

## 2. Biologische Grundlagen

In zunehmendem Ausmaß führt der Maiszünsler, vor allem dort, wo er in mehreren Generationen auftritt, zu Ertragseinbußen im Körnermaisbau. Selbst in der Bundesrepublik, wo nur eine Generation auftritt, können durch die Bekämpfung Ertragsverluste von 5 bis 25 dt/ha vermieden und zusätzlich die Populationsdichten verringert werden [1, 3, 5, 8]. Da mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln eine Bekämpfung der Raupen nach dem Einbohren kaum möglich ist, sollte der Wirkstoff zeitlich und örtlich so deponiert werden, daß eine Kontaminierung der Raupen mit dem Wirkstoff bereits in einem früheren Entwicklungsstadium ( $L_1$ ;  $L_2$ ;  $L_3$ ) erfolgt. Die toxische Wirkung der Mittel kommt bei diesen Jungraupen besonders zur Geltung, so daß in diesem Zeitraum die günstigsten Voraussetzungen für einen guten Wirkungsgrad der Maßnahme gegeben sind [6, 9]. Über den Ort des Aufenthalts nach dem Schlüpfen gibt es keine zuverlässigen Angaben [9]. Neuere Untersuchungen weisen nach, daß die Eier der Zünslerfalter in der unteren Hälfte der Maispflanzen an den Blattunterseiten zur Blattspitze hin abgelegt werden [6, 11]. Nach dem Schlüpfen fressen die Jungraupen zunächst die Reste des Geleges und bewegen sich unorientiert in der Nähe der Gelege. Im Entwicklungsstand  $L_2$  bis  $L_3$  wandern sie dann meist an der Blattunterseite, seltener auf der Blattoberseite fressend in Richtung Blattachsel und Stengel. Bevor sie sich über die Blattscheide in den Stengel, seltener in die Blattmittelrippe oder den Kolben einbohren, halten sie sich oft zum Pollenfraß in den Blattachseln auf. Untersuchungen über den Aufenthaltsort, d.h. die Bohrlochlage an den Pflanzen, zeigten, daß die meisten Schädlinge sich in der unteren Hälfte der Maispflanzen aufhalten, **Bild 1**. Außerdem wurde festgestellt, daß Lufttemperatur und Luftfeuchte die Eiablage, das unterschiedliche Nahrungsangebot (Pollenansammlung in den Blattachseln, Seiden- und Lieschblätter, Fahne) und auch der Aussaatzeitpunkt die Wanderaktivität der Raupe beeinflussen. Zusammenfassend ist

festzustellen, daß ein Bekämpfungserfolg von der ausreichenden Durchdringung des Bestandes mit Wirksubstanz bis in die unteren Pflanzenregionen und von der Anlagerung an Blattunterseite, Blattachsel und Stengel abhängt.



**Bild 1.** Häufigkeitsverteilung der Bohrlöcher von Zünsler-Raupen über der Länge der Maispflanzen.

Abgesehen von der mechanischen Bekämpfung durch Häckseln und Tiefpflügen, die vorbeugend zur Populationsverringering eingesetzt werden kann, ist festzustellen, daß alle chemischen Mittel, seien es Kontakt- oder Fraßmittel, in flüssiger (Bundesrepublik), granulierter (Ausland) oder Schaumform (erprobt in USA), oder auch der *Bacillus thuringiensis* an den oben genannten Applikationsort gelangen sollten.

Für die Bestimmung der biologischen Wirksamkeit einer Bekämpfungsmaßnahme konnte bisher keine zufriedenstellende, wenig aufwendige Methode entwickelt werden. Als erschwerender Faktor kommt hinzu, daß zwischen dem Behandlungstermin und dem Auswertzeitpunkt sich die Witterungsverhältnisse und das spezifische Raupenverhalten auf das Endergebnis auswirken können.

## 3. Feldversuche

Für die Ermittlung des derzeitigen Standes der Geräte- und Applikationstechnik wurde 1977 in ersten Tastversuchen das Ein- und Durchdringungsvermögen der Wirkstoffe bei Anwendung der üblichen Verfahren festgestellt. Die Wirkstoffe wurden mit Stelzenschlepper und Hubschrauber ausgebracht.

In Fortführung dieser Feldversuche sind im Jahre 1978 neue und abgewandelte Verfahren bzw. Geräte, die für den praktischen Einsatz eine Bedeutung erlangen können, eingesetzt worden, **Tafel 1**. Mit diesen Gerätevarianten konnte der Einfluß der Düsenposition sowie unterschiedlicher Trägerluftströmungen auf die Durchdringung des Bestandes und Anlagerung der Spritzflüssigkeit aufgezeigt werden.

### 3.1 Versuchsaufbau, Versuchsdurchführung

Die eingesetzten Versuchsgерäte:

1. Handelsüblicher Spritzbalken (Bezugsverfahren)
2. Ausleger mit in den Bestand hinein verlagerten Düsen
3. Hubschrauberapplikation
4. Spritzbalken mit vertikaler Trägerluftführung
5. Gebläsespritze mit überwiegend horizontaler Trägerluftführung

und die Versuchskenndaten sind aus **Tafel 1** ersichtlich.

Geräte					
Applikationsbedingungen					
Trägerstoff	Wasser	Wasser	Wasser + aktive Luftführung		
Aufwandmenge [l/ha]	400	400	50	250	250
Fahrtgeschw. [km/h]	6	6	64	6	3
Druck [bar]	11	5,6	4	3,8	14
Düsen	Dralldüsen D4 / 25	Dralldüsen D4 / 25	Dralldüsen D5 / 25	Dralldüsen D3 / 25	Myers Jumbo A2/3
MVD [µm]	200	310	320	260	210
Luftmenge [m³/h]	—	—	—	≈ 45000 *	≈ 45000 *

\* Firmenunterlagen

Tafel 1. Applikationsverfahren, Geräte, Versuchskenndaten.

Um die Wirkstoffverteilung im Bestand zu erfassen, wurden drei Meßebenen (auf die Bestandshöhe bezogene Meßhöhe 0,3; 0,6 und 0,9) festgelegt. Als Maß für das Ein- und Durchdringungsvermögen der Wirkstoffteilchen in den Maisbestand wurde das quantitative und qualitative Niederschlagsbild in diesen drei Meßebenen herangezogen. Zur Messung dieser Größen wurde dem Wirkstoff fluoreszierender Farbstoff (BSF) beigegeben. Die Ermittlung der Belagsmasse (quantitativ) und des Bedeckungsgrades (qualitativ) erfolgte mit entsprechenden Filterpapieren, die je 100 Stück in jeder der drei Meßebenen jeweils am Stengel, den Blattober- und -unterseiten angebracht waren. Zur Bestimmung der Tropfengrößenverteilung wurden Schälchen, die mit Silikonöl zweier verschiedener Viskositäten gefüllt waren, in den drei Meßhöhen im Maisbestand ausgelegt.

Die biologische Wirksamkeit wurde über die Anzahl der in den Pflanzen befindlichen Maiszünslerraupen ermittelt. Die Versuche wurden mit verschiedenen Maissorten und dem biologischen Pflanzenschutzmittel Dipel durchgeführt.

### 3.2 Versuchsergebnisse

Die Belagsdichte, d.h. das Verhältnis "Belag an der Pflanze" zu "Belag ohne Bestand", und ihre vertikale Verteilung wurde für die verschiedenen Versuchsvarianten in Bild 2 zusammengestellt. Bei allen Verfahren ist grundsätzlich eine Abnahme der Belagsdichte von oben nach unten im Bestand sowohl an Blattober- und -unterseite, als auch am Stengel zu erkennen. Die Blattoberseiten werden mit Wirkstoffen wesentlich stärker belegt als der Stengel und die Blattunterseiten. Eine weitaus günstigere Verteilung ist mit Geräten zu erreichen, deren Düsen in den Bestand reichen. In den mittleren und unteren Pflanzenregionen kann die Wirkstoffanlagerung durch Luftunterstützung erhöht werden. Dabei werden mit schräg gerichteten Luftströmungen bessere Ergebnisse erzielt als mit senkrecht in den Bestand gerichtetem Luftstrom. Bei allen Verfahren aber reicht die Anlagerungsmasse in den gefährdeten Zonen nicht aus, um einen eindeutigen Bekämpfungserfolg zu garantieren.

Die Tropfengrößenverteilung wird durch die 10-, 50- (≅ MVD) und 90 %-Werte der Summenkurve für die Volumenanteile als Funktion des volumetrischen Tropfendurchmessers aus dem Kennfeld der verwendeten Dralldüsen beschrieben. Die Tropfengrößenzusammensetzungen nach Austritt aus der Düse und das Tropfen-transportsystem haben auf die Verdunstung und die Abdrift auf dem Weg in den Pflanzenbestand großen Einfluß, Tafel 1. Die Versuche zeigten, daß das Tropfengrößenspektrum nach unten hin enger wird, da kleinere Tropfen durch ihre größere Beweglichkeit (Schweben) den Bestand besser durchdringen können als große Tropfen. Zudem lagern sich große Tropfen bereits im oberen Pflanzenteil an die Blattoberseiten an. Verfahren, die mit Luftunterstützung arbeiten, transportieren auch größere Tropfen tiefer in den Bestand. Die Anlagerung und Haftung kleinerer Tropfen an der Blattunterseite und vor allem an senkrechten Flächen, wie am

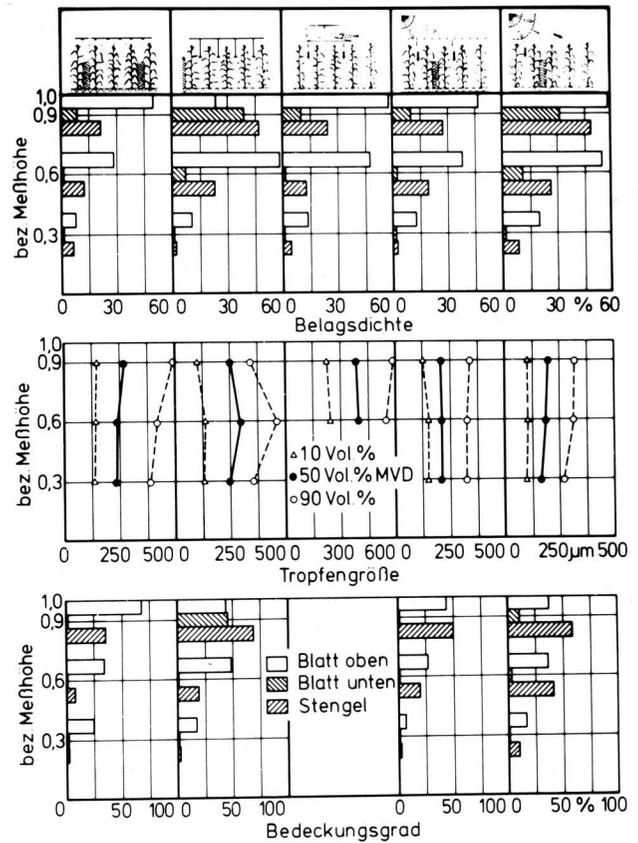


Bild 2. Verteilung der Belagsdichte, der Tropfengröße und des Bedeckungsgrades im Maisbestand bei unterschiedlichen Applikationsverfahren.

Stengel, scheint besser zu sein. Das Ein- und Durchdringungsvermögen wie auch die Anlagerung wird somit vor allem von der Tropfengröße und der Energiezufuhr durch den Luftstrom beeinflusst.

Der Bedeckungsgrad einer Pflanze, der das Verhältnis von benetzter Fläche zu Gesamtfläche angibt, zeigt analog zur Belagsverteilung an den Blattober- und -unterseiten sowie am Stengel eine deutliche Abnahme von oben nach unten im Bestand. Die horizontal und die seitlich nach unten applizierenden Geräte bewirken im Maisbestand eine bessere Benetzung der senkrechten Zielflächen, der Stengel, als die senkrecht nach unten applizierenden Geräte. Trägerluftströme bewirken eine Erhöhung des Bedeckungsgrades in größeren Tiefen, vor allem auch am Stengel. Ein Vergleich von Belagsdichte und Bedeckungsgrad weist eindeutig auf die Anlagerung von großen Tropfen an der Blattoberseite im oberen Pflanzenteil hin.

Die biologische Wirksamkeit wurde nur bei einigen Verfahren den technisch-physikalischen Kenngrößen (Belagsmasse, -bild) zur Überprüfung gegenübergestellt. Im Vergleich zur Kontrolle konnte ein biologischer Wirkungsgrad von durchschnittlich 50-55 % festgestellt werden.

Die durchgeführten Feldversuche zeigten, daß mit den untersuchten Applikationstechniken bei der Maiszünslerbekämpfung keine sichere und ausreichende biologische Wirksamkeit zu erzielen ist. Auf den definierten Zielflächen Blattunterseite, Stengel und Blattachsel sind auch für die verbesserten und neuen Geräte die gefundenen Werte zu gering, um eine zufriedenstellende biologische Wirkung zu erzielen. Die Darstellung der Tropfengrößen macht deutlich, daß kleine Tropfen besser den Bestand durchdringen und sich anlagern und die größeren Tropfen stärker vom oberen Teil des Maisbestandes, dem Pflanzdach, filtriert werden. Mit Luftunterstützung werden mehr Tropfen nach unten in den Bestand gedrückt, was eine Erhöhung der Anlagerungsmasse in diesem Bereich bedeutet.

#### 4. Laborversuche

Die Tatsache, daß die am optimalen Applikationsort deponierte Wirkstoffmenge im Vergleich zur ausgebrachten sehr gering und daher die biologische Wirkung nicht gesichert ist, erfordert bei Berücksichtigung wirtschaftlicher und umweltfreundlicher Gesichtspunkte eine Verbesserung der bisher verfügbaren Applikationsverfahren. Um unter reproduzierbaren Bedingungen Versuche zur Verbesserung der Durchdringung und gezielten driftarmen Anlagerung von Pflanzenschutzmitteln durchführen zu können, wurde ein künstlicher Maisbestand erstellt.

##### 4.1 Modellpflanzenbestand

Ausgehend von einem natürlichen Pflanzenbestand (Pflanzenhöhe 2,1 m; Blattfläche pro Pflanze 3790 cm<sup>2</sup>; Blattindex LAI = 2,97) wurde der Modellpflanzenbestand im Verhältnis 1:1,9 verkleinert, so daß bei einem konstant gehaltenen Blattindex LAI = 2,97 eine Modellpflanzenhöhe von 1,1 m und eine Blattfläche von 1050 cm<sup>2</sup> resultiert [17, 18]. Auch die Verteilung der Blattfläche über der Pflanzenhöhe sowie die Blattstellung wurde unter Einhaltung der Ähnlichkeitsbedingungen vom natürlichen Maisbestand auf den Modellbestand übertragen, Bild 3. Außerdem konnte erreicht werden, daß die Oberflächenbeschaffenheit der Modellpflanzen, hier charakterisiert durch den Randwinkel, der sich zwischen Wirkstoff und Pflanzen bildet, weitgehend mit der des natürlichen Pflanzenbestandes übereinstimmt. Zur Bestimmung der Tropfendurchdringung und -anlagerung wurden ebenfalls drei Meßebenen festgelegt, die im Verhältnis zur Bestandhöhe genau denen des Feldversuches entsprechen. Aufgrund der guten Übereinstimmung der im Labor und auf dem Feld gemessenen Werte scheint die Übertragbarkeit der Laborergebnisse gesichert zu sein.

In Vorversuchen zeigte sich, daß die von der Praxis für eine gute Durchdringung des Bestandes empfohlenen Dralldüsen eine schlechte Querverteilung erzielen. Deshalb wurden sie im weiteren durch Flachstrahldüsen ersetzt. Die Applikationsparameter Tropfengröße und Aufwandmenge wurden konstant gehalten, womit die Änderung der anderen Parameter vorgegeben ist.

Es wurde eine Versuchsvariante mit hohem Druck und hoher Fahrgeschwindigkeit und eine andere mit geringem Druck und geringer Fahrgeschwindigkeit durchgeführt. Die Korrelationen dieser Varianten zum Feldversuch liegen bei 0,89 bzw. 0,88. Damit ist die Übereinstimmung des künstlichen mit dem natürlichen Maisbestand außer in seiner geometrischen Ähnlichkeit und der Oberflächenbeschaffenheit auch für die analoge Durchdringung von oben nach unten im Bestand (gleiche Filterwirkung) bestätigt, was die Übertragung der Ergebnisse erlaubt.

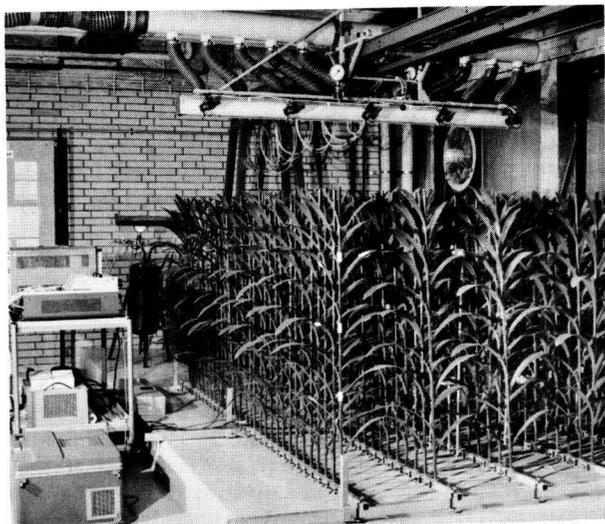


Bild 3. Applikationsmeßstand mit künstlichem Maisbestand und Meßeinrichtungen für Luftströmungen im Pflanzenbestand.

##### 4.2 Versuchsergebnisse

Der Einfluß von Trägerluft auf die Belags- und Tropfengrößenverteilung wird im folgenden an einigen ausgewählten Versuchen, die im Modellbestand durchgeführt wurden, dargestellt, Bild 4. Die Meßmethoden sind dieselben wie bei den Feldversuchen. Die Versuchsbedingungen sind aus Bild 4 zu entnehmen. Im oberen Säulendiagramm sind die Werte für die Belagsdichte aufgetragen, die ohne Luftunterstützung gefunden wurden, also die Vergleichsbasis darstellen. Die Belagsdichte nimmt von oben nach unten im Bestand auf den Blattober-, Blattunterseiten und an den Stengeln stark ab, was den Ergebnissen des Feldversuches entspricht. Im mittleren Säulendiagramm werden die bei unterschiedlicher Luftgeschwindigkeit bzw. -menge gefundenen Beläge auf diejenigen, die ohne Luftunterstützung erhalten wurden, bezogen. Auf der Blattoberseite im Pflanzendach bewirken Trägerluftströme unabhängig von ihrer Intensität eine Zunahme der Belagsdichte. In den mittleren und unteren Zonen des Pflanzenbestandes sind dagegen größere Luftgeschwindigkeiten günstiger zu bewerten.

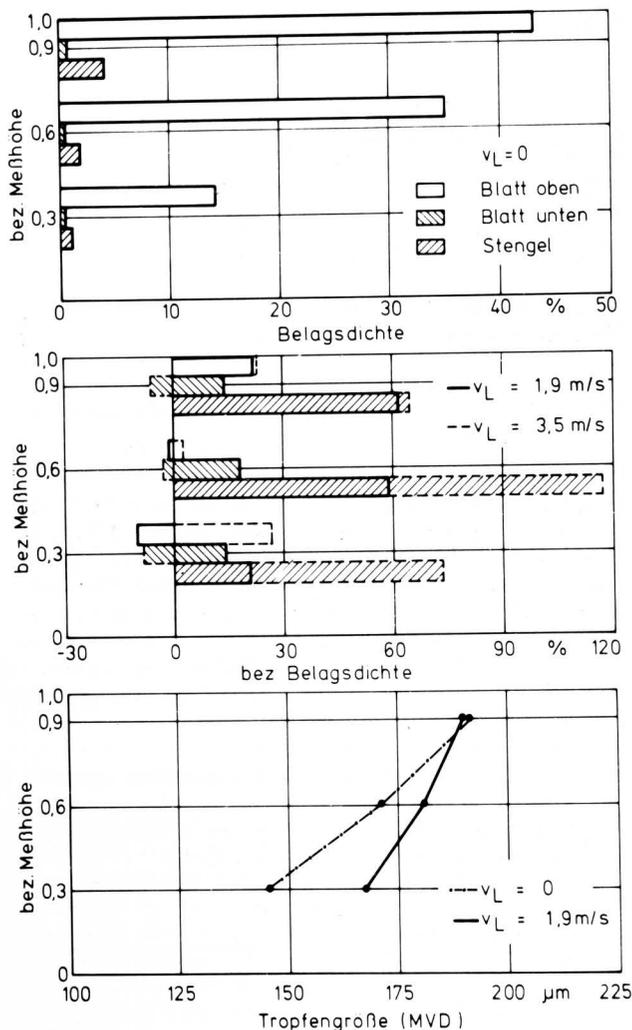


Bild 4. Einfluß von Trägerluft auf die Verteilung von Wirkstoffen im (künstlichen) Pflanzenbestand, dargestellt durch die Belagsdichte, die bez. Belagsdichte und den mittleren volumetrischen Tropfendurchmesser (Flachstrahldüsen Nr. 11002,  $p = 5 \text{ bar}$ ,  $v_F = 4,25 \text{ km/h}$ ,  $B = 280 \text{ l/ha}$ ).

Die Belagswerte der Blattunterseiten zeigen im Vergleich zur Blattoberseite eine grundsätzlich entgegengesetzte Tendenz. Ist bei geringen Luftgeschwindigkeiten eine Zunahme der Belagsdichte – im Vergleich zur Versuchsvariante ohne Luft – zu verzeichnen, so tritt bei höheren Luftgeschwindigkeiten eine Abnahme auf.

An den Stengeln wurde durchwegs eine Erhöhung der Belagsmasse festgestellt. Die Luftunterstützung bewirkt also eine verstärkte Anlagerung insbesondere an den senkrechten Flächen (Stengel).

Die Wirkung eines Trägerluftstromes auf die Tropfengrößenverteilung im Bestand wird anhand der Kurven für den mittleren volumetrischen Durchmesser deutlich. Ohne Luftunterstützung können bevorzugt kleine Tropfen in den Bestand tiefer eindringen. Dadurch nimmt die Tropfengröße von oben nach unten relativ stark ab. Mit einer Luftströmung von 1,9 m/s (am Pflanzendach) werden bereits mehr größere Tropfen nach unten in den Bestand gedrückt. An den unteren Meßstellen verschiebt sich also die Tropfengrößenverteilung hin zu größeren Tropfen. Mit gerichteten Luftströmungen ist, wie auch bei Feldversuchen festzustellen war, eine bessere Durchdringung im hohen Maisbestand und eine stärkere Anlagerung an den Zielflächen Stengel und Blattachsel zu erreichen.

## 5. Zusammenfassung

Die Applikation im höheren Maisbestand, insbesondere zur Bekämpfung des Maiszünslers, stellt hinsichtlich der Durchdringung und Anlagerung des Wirkstoffes erhöhte Anforderungen an die Verfahren wie auch an die Pflanzenschutzgeräte. In Feldversuchen konnten neben der Ermittlung des gegenwärtigen Stands der Applikationstechnik auch neue und verbesserte Verfahren untersucht und einige Einflußgrößen auf die Belagsverteilung ermittelt werden.

Versuche mit herkömmlichen Geräten haben ergeben, daß in der besonders gefährdeten Zone des Pflanzenbestandes für die verschiedenen Gerätevarianten unterschiedliche, aber insgesamt nur geringe Wirkstoffmengen an den Zielorten, den Blattunterseiten, den Stengeln und den Blattachsen angelagert werden. Eine Verbesserung erbrachten Verfahren, die mit Trägerluftstrom arbeiten.

Unter reproduzierbaren Bedingungen konnten im Labor an einem künstlichen Maisbestand die Ergebnisse der Feldversuche bestätigt und einige der wesentlichen Einflußgrößen analysiert werden. Die Versuche zur Erarbeitung wirkungsvollerer Verfahren unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und der Umweltbelastung werden fortgesetzt.

## Schrifttum

- [ 1 ] Brod, G.: Die Maiszünslerbekämpfung. Mais Bd. 2 (1974) Nr. 2, S. 22/26.
- [ 2 ] Engel, H.: Die Maiszünslerbekämpfung 1974. Mais Bd. 3 (1975) Nr. 3, S. 20/22.
- [ 3 ] Stengel, H.: Integrierte Bekämpfung des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* Hüb. (Lepidop. Pyralidae). Zeitschr. angew. Entomol. Bd. 77 (1975) S. 417/24.
- [ 4 ] Engel, H.: Versuch zur Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis* Hb.) vom Hubschrauber aus. Zeitschr. angew. Entomol. Bd. 55 (1965) S. 419/32.
- [ 5 ] Brod, G.: Maiszünslerbekämpfung als Gemeinschaftsaktion mit Stelzenschlepper und Hubschrauber. Bad. Landw. Wochenblatt Bd. 139 (1971) S. 1222/24.
- [ 6 ] Langenbruch, G.A.: Maiszünslerbekämpfung mit *Bacillus Thuringiensis*. Nachrichtenbl. Deutscher Pflanzensch. Braunschweig Bd. 28 (1976) S. 148/55.
- [ 7 ] Engel, H.: Die Granulatausbringung vom Hubschrauber aus bei der Maiszünslerbekämpfung. Gesunde Pflanzen Bd. 18 (1966) S. 258/62.
- [ 8 ] Brod, G.: Mehrjährige Beobachtungen über den Flug und die Eiablage des Maiszünslers. Gesunde Pflanzen Bd. 25 (1973) S. 195/204.
- [ 9 ] Burgstaller, H.: Untersuchungen über den Einfluß endogener und exogener Faktoren auf die Anfälligkeit von Maisgenotypen gegenüber dem Maiszünslers *Ostrinia nubilalis* Hb. Diss. Univ. Hohenheim 1974.
- [ 10 ] Andersen, K.Th.: Temperatur und Feuchtigkeit als Faktoren der Lebensdauer überwinterner Larven des Zünslers *Pyrausta nubilalis* Hbn. und Thigmotaxis, Phototaxis und Hygrophilie als ökologische Faktoren. Zeitschr. angew. Entomol. Bd. 33 (1952) S. 162/68.
- [ 11 ] Klinger, S.: Untersuchungen über räumliche Verteilung der Eigelege und Verhalten sowie Aufenthaltsort der Jungraupen des Maiszünslers *Ostrinia nubilalis*. Diplomarbeit an der Univ. Hohenheim, Institut für Phyto-medizin, Abt. Angew. Entomol. 1979.
- [ 12 ] Göhlich, H.: Einfluß technologischer Faktoren auf die Zerstäubung und Anlagerung. Zeitschr. f. Pflanzenkr. und Pflanzenschutz Bd. 8 (1977) S. 337/43.
- [ 13 ] Moser, E., Koch, W. u. H. Ganzelmeier: Bestimmung optimaler Applikationsbedingungen für die Unkrautbekämpfung in der Körnerfruchtproduktion. Grundl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 4, S. 117/21.
- [ 14 ] Knott, L.: Das Eindringen von Spritzstrahlen und Sprühstrahlen und die Tropfenablagerung in Flächenkulturen und Raumkulturen. Diss. TU Berlin, Fachbereich 15, 1973.
- [ 15 ] Jegatheeswaran, P. u. H. Göhlich: Untersuchungsergebnisse zur Verbesserung der Tropfenanlagerung in Feldkulturen. Grundl. Landtechnik Bd. 28 (1978) Nr. 6, S. 218/22.
- [ 16 ] Völker, K. u. H. Kohsiek: Untersuchung der Filterwirkung von Getreidebeständen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) Bd. 30 (1978) S. 24/28.
- [ 17 ] Frölich, W.G.: Untersuchungen über den Einfluß von Formen mit aufrechter Blatthaltung auf das Ertragspotential von Mais (*Zea Mays* L.) Diss. Univ. Hohenheim 1975.
- [ 18 ] Frölich, W.G., Pollmer, W.G. u. D. Klein: Performance of upright-leaved liguleless-2 and liguleless-3 maize hybrids adapted to central european climatic conditions. Sonderdruck aus Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung Bd. 79 (1977) S. 134/44.