



Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes

Herausgegeben von der BIOLOGISCHEN BUNDESANSTALT
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT BRAUNSCHWEIG
unter Mitwirkung der PFLANZENSCHUTZÄMTER DER LÄNDER

VERLAG EUGEN ULMER · STUTTGART

22. Jahrgang

September 1970

Heft 9

Inhalt: Forschung und Anwendungstechnik im Pflanzenschutz (Göhlich und Zasko) – Bekämpfung der Halmbruchkrankheit des Weizens mit Benomyl (Fehrmann) – Mitteilungen – Literatur – Personalmeldungen – Amtliche Pflanzenschutzbestimmungen Neue Folge – Stellenausschreibungen der Biologischen Bundesanstalt

DK 632.982.001.5

Forschung und Anwendungstechnik im Pflanzenschutz

Von Horst Göhlich und Jürgen Zasko, Institut für Landtechnik der Technischen Universität Berlin

[Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) 22. 1970, 129–135]

1. Einleitung

Neben manchen sensationellen Ereignissen, z. B. in der Raumfahrt oder in der Energieumwandlung, vollzieht sich in der Nahrungsmittelversorgung für die wachsende Weltbevölkerung ein evolutionärer Prozeß, an dem die Chemie einen tragenden Anteil hat. Einerseits werden in der Biochemie wichtige Nahrungsstoffe in voll geregelten Abläufen unabhängig von großen Flächen hergestellt, die einmal einen wichtigen Beitrag in der Versorgung der Menschen leisten können. Ebenso ist die Gewinnung pflanzlicher Nahrungsmittel aus dem Meer in erster Linie ein biochemisches Problem. Auf der anderen Seite wird aber auch der Pflanzenbau im herkömmlichen Sinne nicht zu ersetzen sein. Damit verbunden sind der Schutz der Pflanzen und die Sicherung der Ernten, die sich auch künftig am zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten mit chemischen Mitteln durchführen lassen werden. Um die Rückwirkungen des Eingriffs in die Biozönose und eventuelle chemische Maßnahmen zum Ausgleich dieser Rückwirkungen so gering als möglich zu halten, wird es in der nächsten Zukunft noch wichtiger werden, die Dosis der Mittel zu reduzieren, sie aber gleichzeitig gezielter an die Wirkungsstelle heranzubringen. Hieraus resultieren sowohl technische als auch biotechnische Aufgaben, die nur durch größere Anstrengungen auf dem Gebiete der Pflanzenschutztechnik gelöst werden können. Die Aufgabenstellungen und die Lösungswege werden diffiziler und müssen systematischer angegangen werden. Das bedeutet, daß es dringend erforderlich wird, biologische, chemische und technische Probleme komplex zu betrachten. Nicht allein die Frage, ob eine biologische Wirkung erzielt oder nicht erzielt wird, steht zur Beantwortung an, sondern ebenso, warum das unter Betrachtung der technischen Applikationsverfahren so ist. Erst wenn man hierüber besser Bescheid weiß, wird man Maßnahmen treffen können, den Aufwand an chemischen Mitteln zu verringern oder gar ganz andere Mittel zu entwickeln bzw. anzuwenden.

Biologen – damit sind auch die Landwirte gemeint –, Chemiker und Techniker werden einen Teil ihrer Forschungsarbeiten nicht mehr so isoliert voneinander durchführen können, sondern sollten miteinander und gleichzeitig an die Lösung dieser großen Aufgaben herangehen.

2. Komplexe Forschung

Einen Beitrag zur Förderung der kooperativen Forschungsarbeit leistete unlängst ein Symposium über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, das am 18. Februar 1970 in London stattfand und an dem etwa 80 Wissenschaftler teilnahmen. Die Tagung wurde sinnvoll ergänzt durch die Möglichkeit, am nächsten Tage die Pflanzenschutz-Forschungsstätten des Nationalen Instituts für Technik in der Landwirtschaft (National Institute of Agricultural Engineering, NIAE) zu besichtigen. Es waren Beispiele aus den verschiedenen Arbeitsgebieten zu sehen, und im persönlichen Gespräch mit den einzelnen Bearbeitern konnten offene Fragen erörtert werden. Zu dieser Veranstaltung war ein größerer Besucherkreis eingeladen, u. a. sollte durch die Teilnahme landwirtschaftlicher Berater an den Vorführungen eine breite Streuung der neugewonnenen Erkenntnisse mit nachfolgender Berücksichtigung in der Anwendungspraxis gewährleistet werden.

Die auf dem Symposium diskutierten Themen, mit Beiträgen der nationalen englischen Forschungsstationen, der englischen chemischen und Maschinenindustrie sowie aus Frankreich, Holland, Norwegen und Deutschland, behandelten einen großen Teil der zukünftigen Aufgaben des chemischen Pflanzenschutzes.

Durch die Anwesenheit von Repräsentanten aus Forschung (Biologie und Technik), Industrie (Chemie und Maschinenbau) und Anwendung konnten die Anliegen der einzelnen Gruppen in direkter Kommunikation an die passende Adresse gerichtet werden. Doch zeigte sich wieder einmal die unterschiedliche Denkweise von Biologen, Pathologen, Chemikern, Ingenieuren

ren und Ökonomen, die oft dazu führt, daß man aneinander vorbeiredet und die Probleme des anderen nicht abzuschätzen weiß.

Für die ausländischen Besucher war es besonders interessant, Zielsetzung und Methoden der Forschung in England bzw. in den anderen Ländern kennenzulernen, die teilweise wegen der spezifischen Umstände (Klima, Wirtschaftsstruktur u. ä.) von unseren Problemen differieren können. Allerdings war festzustellen, daß im westlichen Europa aus Mangel an Kommunikation noch sehr viel doppelte Entwicklungsarbeit geleistet wird und daß man sich auch noch nicht auf eine Geräteprüfung nach internationaler Norm, ähnlich den OECD-Schleppertests, hat einigen können, die dann für ein Gerät nur einmal durchgeführt zu werden braucht.

Wenn aus verschiedenen Gründen der Erfolg der Tagung nicht sofort sichtbar werden konnte, so muß sie doch als erster Versuch einer neuen Methode des Meinungs- und Wissensaustausches auf dem sehr komplexen Gebiet des Pflanzenschutzes hoch gewertet werden. In vielen kritischen Diskussionsbeiträgen und Gesprächen zeigten sich die Schwächen der bisherigen Forschungsmethodik; es sind dabei meist 2 Wege hinsichtlich der Beurteilung der einzelnen Anwendungsverfahren besprochen worden.

Entweder wurde unter Laboratoriumsbedingungen ein chemisches Mittel auf seine Wirksamkeit geprüft, wobei die Applikation während des Versuchs der späteren Anwendungspraxis oftmals nicht im entferntesten ähnelte. Anschließend kam das Mittel in den Parzellenversuch mit biologischer Wertung, und an letzter Stelle wurden Großflächenversuche durchgeführt mit Geräten, die wiederum oft den Parzellengeräten kaum ähnelten und unter abweichenden Umweltbedingungen eingesetzt wurden.

Falls diese Entwicklungsreihe direkt zu einem Erfolg führte, kann man das nahezu als Zufall bezeichnen, denn wenn man die Biologen und Chemiker nach den Daten der jeweils verwendeten Verfahren (Spritzkabinett – Parzellenspritzung – Feldspritzeinsatz) fragt, so erhält man nur vage Antworten. Ähnlich steht es mit den biologischen Prüfverfahren. Über den Mechanismus der Mittelaufnahme und Wirkung ist man sich evtl. noch im klaren, nicht aber über die physikalisch-chemisch-biologischen Zusammenhänge im Detail und somit nicht über die möglichen Faktoren, die eine Optimierung eines Verfahrens erst zulassen. Deshalb werden immer noch zu hohe Wassermengen angegeben, deshalb verwendet man so unqualifizierte Begriffe wie „grob tropfig“ und „fein tropfig“, und deshalb kann niemand die wirklich zu fordernde Genauigkeit der Ablage eines bestimmten Wirkstoffs in einer gegebenen Kultur definieren.

Diese Faktoren bestimmen jedoch die Wirtschaftlichkeit des Anwendungsverfahrens wesentlich. So kennzeichnet die Tropfengröße das zu verwendende Verfahren, u. U. ist ein solches mit viel größerer Flächenleistung anwendbar und das evtl. noch mit einer reduzierten Aufwandmenge an Wirkstoff und Trägerstoff. Andererseits können bei ungenügenden Angaben über die Mittelanwendung Bedienungsfehler gemacht werden, die z. B. durch Abdrift große Schäden zur Folge haben.

Von der zu fordernden Ablagegenauigkeit hängt ebenfalls das zu wählende Verfahren bzw. die notwendige Gerätepräzision ab. Während zu niedrige Anforderungen an die Verteilungsgüte zu Schäden an der Kultur, zu Rückstandsproblemen oder zu verringerter Wirksamkeit eines Mittels führen können, ist es andererseits sinnlos, komplizierte und aufwendige Verfahren anzuwenden, wenn die „Ungiftigkeit“ eines Mittels

und ökonomische Aspekte eine gröbere Verteilung in größerer Aufwandmenge zulassen würden.

Der zweite Weg, ebenso inkonsequent, wird gern von Technikern besprochen. Oftmals werden ohne Berücksichtigung biologischer Forderungen Geräte entwickelt, die entweder unbrauchbar sind, weil sie nicht zu Ende gedacht und hinsichtlich ungünstiger Betriebsumstände nicht genügend getestet wurden. Dieses ist oft bei Geräteherstellern der Fall, bei denen der Kaufmann mit dem Auge auf die Konkurrenz den zulässigen Aufwand für die Entwicklung diktiert.

Oder aber man entwickelt exakteste Verfahren und testet sie unter Laboratoriumsbedingungen unter Verwendung diffizilster Meßmethoden. Nur wird oft zweierlei vergessen: 1. der hohe Preis einer einsatzfähigen Maschine nach dem entsprechenden „exakten“ Verfahren und 2. der Einfluß der Umweltfaktoren beim praktischen Einsatz, angefangen von Bodenunebenheiten über Wind- und Feuchtigkeitseinfluß und Eigenschaften der unterschiedlichen Kulturen bis zum menschlichen Versagen bei der Gerätebedienung.

Solche separaten Entwicklungswege, bei denen viele Probleme ungelöst bleiben, sind nur zu vermeiden, wenn die Kommunikation zwischen den einzelnen beteiligten Forschungs- bzw. Entwicklungsgruppen verbessert wird. Dabei muß jeder die Grundlagen, die er auf seinem Gebiet erarbeitet hat und in ein bestimmtes Projekt mit einbringt, als Teil der Basis einer gemeinsamen Entwicklung betrachten.

Je nach finanziellem Vermögen und personeller Ausstattung einer industriellen Entwicklungsabteilung oder eines Forschungsinstituts müssen die Konsequenzen aus diesen Gedankengängen unterschiedlich sein.

Ein großer chemischer Betrieb wird zusätzlich zur biologischen Testabteilung in gewissem Umfange eine Geräteprüfung oder sogar -entwicklung betreiben müssen, besonders wenn ein spezielles Mittel mit konventionellen Verfahren nicht sicher angewandt werden kann. Führt der Entwicklungsweg evtl. zu zwei oder mehreren Verfahren, z. B. Granulat- oder Flüssigkeitsapplikation, sollte eine ökonomische Analyse den weiteren Gang entscheiden. Es kann aber auch sinnvoll sein, beide Mittelformulierungen in die Produktion zu nehmen, wenn spezifische Anforderungen eines natürlich ausreichend großen Teils des Kundenkreises befriedigt werden und beide Verfahren im Gesamteffekt ähnlich sind (z. B. wenn eine Formulierung billiger, aber die Geräte teurer sind, oder aber bei einer teuren Geräte-Mittel-Kombination der Arbeitsaufwand deutlich geringer ist). Die endgültige Entscheidung für ein Verfahren und damit für ein Pflanzenschutzmittel liegt damit beim Konsumenten, der allerdings einiges ökonomisches Verständnis zeigen muß, um die für ihn optimale Lösung auszuwählen.

Hat der chemische Betrieb das zu einem speziellen Mittel passende Verfahren entwickeln müssen, ist es sinnvoll (und auch üblich), daß die Verfahrensgrundlagen an einen Geräteproduzenten weitergegeben werden, der dann, schon im eigenen Interesse, eine „preiswerte“ Fertigung aufbauen wird, wobei er allerdings die geforderten Grundspezifikationen für das Gerät erfüllen muß (Einsatztoleranzen, Betriebssicherheit und Preis). Die notwendige Einsatzerprobung der bei einem völlig neuen Verfahren erforderlichen Geräte-Nullserie sollte anschließend in enger Zusammenarbeit mit dem Mittelproduzenten durchgeführt werden.

Natürlich ist die Entwicklung eines Betriebes produktorientiert, so daß üblicherweise in der Industrie für Grundlagenforschung nur eine begrenzte Kapazität zur Verfügung steht.

Hier liegt das Aufgabengebiet der universitären und staatlichen Forschungsstätten, und auch hier ist die Ein-

sicht in eine engere Kooperation der einzelnen Fachgebiete erforderlich. Dazu gehört, daß der Spezialist nicht nur sein Gebiet kennt, sondern so viel von der grundsätzlichen Problematik verstehen muß, daß er mit seinem Kollegen von der „andern Fakultät“ diskutieren und dessen Forderungen auf seine eigene Arbeit übertragen kann. Dann erst sollte er an die Lösung des Problems in seinem Teilgebiet gehen.

In dieser Hinsicht sind auf dem Londoner Symposium erste erfreuliche Ansätze sichtbar geworden, und man wünscht sich ähnliches auch in Deutschland. Die Tendenz zu einer Kooperation auf breiterer Basis ist auch bei uns vorhanden, doch fehlen oft noch die Initiative und die finanziellen Mittel.

3. Aufgaben der pflanzenschutztechnischen Grundlagenforschung

Grundlage jeder Applikation sollte die biologisch und ökonomisch optimierte Anwendung eines Mittels in einer bestimmten Kultur unter Berücksichtigung der rechtzeitigen Deponierung des Wirkstoffes an der richtigen Stelle und in der notwendigen Menge sein. Um das sicherzustellen, d. h. der Praxis möglichst komplette Empfehlungen für einen optimalen Einsatz zu geben, ist etwa folgender Entwicklungsgang erforderlich:

- (1) Definition der Wirkungsweise und Bestimmung der Formulierungsmöglichkeiten eines Pflanzenschutzmittels.
- (2) Entwicklung definierter laboratoriumsmäßiger Applikationsverfahren und Kontrollmethoden (Dosierung – Teilchengröße – Mikroverteilung auf der Zielfläche – Makroverteilung).
- (3) Biologische Kontrolle der Wirksamkeit und Vergleich mit physikalisch-technischen Kontrollmethoden unter Laboratoriumsbedingungen.
- (4) Auswahl möglicher Verfahren für den praktischen Einsatz unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte und evtl. Gefahren (Abdrift, Gefährdung des Anwenders) sowie Kontrolle der Wirksamkeit und Vergleich der Kontrollmethoden (biologische mit physikalisch-technischen Methoden) unter praxisnahen Versuchsbedingungen.
- (5) Überprüfung der ungünstigen Einflüsse während des praktischen Einsatzes und evtl. Beseitigung von Schwächen eines Verfahrens im Detail.
- (6) Geräteprüfungen.

Jedes Problem kann zuerst abstrahiert betrachtet werden, wobei alle naheliegenden Variationen untersucht werden sollten und die Ergebnisse nicht nur registriert, sondern zur späteren Verbindung mit den Ergebnissen des anderen Problemkreises aufbereitet werden sollten. Durch wechselseitige Kommunikation kann dann ein Problem in fast direkter Linie zur zweckmäßigsten Lösung geführt werden.

Wie die Entwicklungsaufgaben in den einzelnen Abschnitten gelöst werden könnten, soll im folgenden skizziert werden.

3.1. Definition der Wirkungsweise und Bestimmung der Formulierungsmöglichkeiten eines Pflanzenschutzmittels

Bei der Entwicklung oder Prüfung eines Wirkstoffes müssen Wirkungsweise, Formulierung, Dosierung, Toxizität und evtl. der Einfluß auf das Gerät (Korrosion, Verstopfneigung o. ä.) berücksichtigt werden; u. U. ermöglicht der Wirkungsmechanismus mehrere Formulierungsarten, z. B. als Spritzmittel oder als Granulat.

Bis hierher ist die Entwicklung Angelegenheit der Biologen und Chemiker, allenfalls der Verfahrenstechniker, die eine spätere größere Produktion des Mittels durchdenken müssen.

3.2. Entwicklung definierter laboratoriumsmäßiger Applikationsverfahren

Parallel hierzu sind mögliche Applikationsarten für den Einsatz unter Laboratoriumsbedingungen zu entwickeln. Hierzu muß der Techniker streng definierte Verfahren bereitstellen, z. B. die Möglichkeit, Tröpfchen einer bestimmten Größe in definierter Ausbringungsmenge zu erzeugen. Neben diesen Verfahren, die natürlich reproduzierbar sein müssen, hat er auch die Meßtechnik zu entwickeln, die eine Kontrolle der Einhaltung bestimmter Betriebsbedingungen auf einfache Weise ermöglicht.

3.2.1. Erzeugung definierter Tröpfchengrößen

Verfahren zur laboratoriumsmäßigen Erzeugung von Tröpfchen mit nahezu einheitlicher Größe sind Rotationszerstäuber, vibrierende Injektionsnadeln und Pendelzerstäuberdüsen, während konventionelle hydraulische und pneumatische Zerstäuberdüsen, je nach Betriebsdaten, Tröpfchen in einem charakteristischen Größenbereich (Tröpfchengrößenspektrum) erzeugen (Abb. 1). Zur Kennzeichnung des jeweiligen Verfahrens ist eine Tropfengrößenanalyse erforderlich. Hierzu müssen die erzeugten Tröpfchen entweder im Fluge fotografiert oder auf geeigneten Objektträgern aufgefangen werden, es schließt sich ein Meß-, Zähl- und Klassiervorgang an (1). Um den sehr großen Arbeitsaufwand bei diesen statistischen Auswertproblemen zu senken, wurden halb- oder vollautomatische Klassiermethoden entwickelt, die evtl. unter Verwendung eines Computers das Tröpfchenbild analysieren und das kennzeichnende Tröpfchengrößenspektrum in Form von Tabellen oder Diagrammen ausdrucken (2).

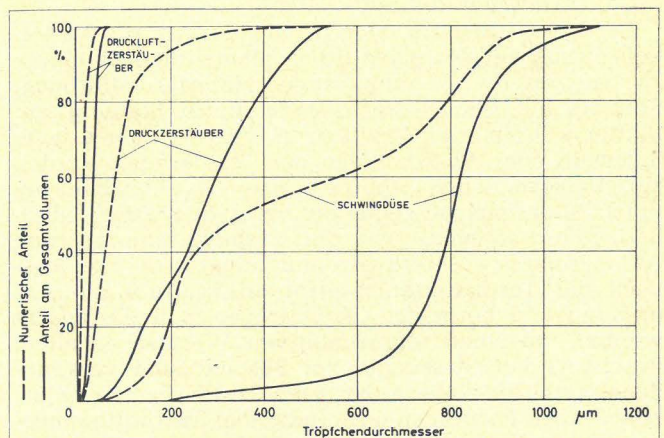


Abb. 1. Tröpfchengrößenspektren (numerischer und Volumen-Anteil) verschiedener Zerstäuberarten.

3.2.2. Belagsmessung

Um die mit einem bestimmten Verfahren erzielbare Bedeckung zu bestimmen, muß die Ablagerung des Mittels auf der zu behandelnden Fläche untersucht werden. Das kann durch Abwaschen des Belages von einer Testfläche bestimmter Größe mit einer bestimmten Lösungsmittelmenge und anschließender Bestimmung der Konzentration des Mittels in der Lösung erfolgen. Hierzu muß die Abwaschflüssigkeit entweder chemisch analysiert werden, wenn das Spritzmittel gut nachweisbar ist, oder kolorimetrisch (durch Färbungsmessung),

wenn der Spritzflüssigkeit zum besseren Nachweis eine definierte Menge intensiven Farbstoffs (z. B. Nigrosin oder Wollschwarz) zugegeben werden kann.

Eine wesentlich größere Anzeigegenauigkeit erhält man bei Zusatz löslicher fluoreszierender Stoffe (z. B. Fluoreszenzsalz 3S), wobei die sogenannte Fluoreszenzanalyse (Fluorometrie) der kolorimetrischen Methode ähnelt (3). In beiden Fällen erhält man direkt den Mittelwert der Nachweismittelkonzentration (Farbstoff oder Fluoreszent) in der Lösung und über die gegebene Flüssigkeitsmenge je abgewaschener Fläche deren Menge je Testfläche. Setzt man voraus, daß das Nachweismittel und der Wirkstoff jeweils homogen und in bestimmtem Verhältnis in der Spritzflüssigkeit verteilt waren, kann aus der gemessenen Nachweismittelmenge die Wirkstoffmenge je Fläche ermittelt werden.

Eine weitere Möglichkeit der Belagsmessung ist der direkte Nachweis der auf der Zielfläche deponierten Stoffe durch Bestimmung der benetzten Fläche. Aus den Tropfenabbildungen (Flecken) kann, je nach Eigenschaften der Spritzflüssigkeit und der Oberflächenbeschaffenheit der Zielfläche, auf die ursprüngliche Tropfengröße geschlossen werden; über die gegebene Wirkstoffkonzentration in der Spritzflüssigkeit ist dann die jeweils abgelagerte Wirkstoffmenge zu bestimmen. Oft ist es auch hier sinnvoll, Farbstoffe oder fluoreszierende Mittel der Spritzflüssigkeit zuzugeben, um den Nachweis besser sichtbar oder meßbar zu machen. Die Auswertung der einzelnen Tropfenabbildungen ist eine mühsame Angelegenheit und dürfte nur zur Analyse der Mikroverteilung und der Haftigenschaften von Interesse sein. Einfacher ist die direkte Mittelwertbestimmung durch Messung der Gesamtstrahlung der betrachteten Fläche bei Verwendung fluoreszierender Nachweismittel. Diese Messung ist zwar schneller als die fluorometrische Analyse einer Lösung, sie ist allerdings auch ungenauer, da es zu Überdeckungen von Spritzflecken kommen kann, die dann – trotz evtl. doppelter Fluoreszenzmenge – nicht doppelt intensiv strahlen.

3.2.3. Testflächen und Objektträger

Da es oft schwierig oder zu ungenau ist, die Mittelablagerung auf der eigentlichen pflanzlichen Zielfläche zu messen (z. B. ungünstige Hintergrundfärbung, Schmutz auf den Blättern, undefinierte Stellung der Blätter während der Applikation, Verfälschungen beim Sammeln oder Ausschneiden der Testflächen), werden zur Belagsmessung üblicherweise Objektträger benutzt. Allerdings ist wegen der unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheit und der deshalb differierenden Ablagerung bzw. Mikroverteilung eine sorgfältige Auswahl der Testmaterialien erforderlich. Auch die Anordnung und Form der Objektträger muß durchdacht werden, um einen repräsentativen Wert zu erhalten. Besonders bei Messungen im Bestand sind verschiedene räumliche Anordnungen der Testflächen an unterschiedlichen Positionen notwendig (bei Durchdringungsmessungen in unterschiedlichen Höhen und Abständen von der theoretischen Pflanzenmitte mit dreidimensionalen Objektträgern bei evtl. getrennter Messung der einzelnen Ebenen, um z. B. die den Blattunterseiten äquivalenten Beläge zu ermitteln). Auf jeden Fall muß sich in Vorversuchen eine enge Relation zwischen dem Belag auf der natürlichen Zielfläche (Blatt o. ä.) und der künstlichen Testfläche ergeben haben, um in den eigentlichen Versuchsreihen, bei denen nur die einfacher auszuwertenden Objektträger ausgewertet werden sollen, keine verfälschten Ergebnisse aufzunehmen.

3.2.4. Künstlicher Pflanzenbestand

Oftmals ist es notwendig, einen natürlichen Pflanzenbestand durch einen künstlichen zu simulieren, wenn z. B. außerhalb der Saison Versuche in einer Kultur

durchgeführt werden sollen, deren Anzucht Schwierigkeiten macht oder unmöglich ist (sehr hohe Kulturen, Obstbäume o. ä.). Auch bei länger dauernden Versuchsreihen kann ein künstlicher Bestand erforderlich sein, wenn ein natürlicher Bestand bei einer Vielzahl von Wiederholungen geschädigt würde oder wegen seiner ständigen Veränderung bei starkem Wachstum keine Wiederholungsversuche unter annähernd gleichen Bedingungen zulassen würde (z. B. junges Getreide).

Es ist natürlich schwierig, alle wesentlichen Eigenschaften eines natürlichen Bestandes zu ermitteln und dann in einem künstlichen Bestand zu simulieren. Üblicherweise genügt es, Analogien nur für diejenigen Eigenschaften zu finden, die für das zu untersuchende Teilgebiet von besonderem Interesse sind, z. B. hinsichtlich der Durchdringung eines Getreidebestandes die „Filterwirkung“, d. h. Dichte, Höhe, räumliche Anordnung und evtl. noch die Oberflächenbeschaffenheit (um etwa gleiche Haftigenschaften zu erzielen). Bevor man die eigentlichen Versuchsreihen ausschließlich im künstlichen Bestand durchführt, müssen sich enge Analogien in Vergleichsversuchen mit dem natürlichen Bestand ergeben haben. Bei künstlichen Beständen, die aus Raummangel maßstäblich verkleinert untersucht werden sollen (z. B. Obstplantagen, etwa 1:10 in einem Windkanal, um Sprühverfahren im Modell zu entwickeln), sind Ähnlichkeitsbetrachtungen im mathematisch-physikalischen Sinne anzustellen (Luftdichte und Geschwindigkeiten, Tropfengröße usw.), um echte Rückschlüsse auf das wirkliche Objekt ziehen zu können. Allerdings wird dadurch dieser Forschungskomplex sehr schwierig.

3.3. Biologische Kontrolle der Wirksamkeit und Vergleich mit physikalisch-technischen Meßmethoden

Stehen definierte Applikations- und Kontrollverfahren zur Verfügung, können die Versuche am eigentlichen Objekt, d. h. im Bestand, zunächst noch unter Laboratoriums- oder Gewächshausbedingungen durchgeführt werden. Durch gezielte Variationen der Versuchsbedingungen soll die voraussichtlich günstigste Applikationsart bestimmt werden, wobei der unmittelbare Erfolg durch biologische Wertung zu messen ist. Gleichzeitig sind die physikalisch-technischen Wertungsmethoden zu überprüfen und evtl. zu korrigieren. Nach Möglichkeit sollten auch die Ursachen für einen Erfolg oder Mißerfolg einer Verfahrensvariante ermittelt werden, z. B. unterschiedliche Werte für Haftung, Reflexion und Abrollen der Tröpfchen oder festen Partikeln sowie evtl. Sekundärverteilung durch Zerplatzen oder Zerfließen von Tröpfchen. Dabei ist der Einfluß des Teilchengrößenspektrums, des Teilchentransports (evtl. Trägerluftstrom) und der physikalischen Eigenschaften des Pflanzenschutzmittels zu beachten.

Durch gezielt extreme Applikationsvarianten müssen die Toleranzgrenzen für Dosierung, Tropfengröße, Mikroverteilung und Makroverteilung bestimmt werden, einmal hinsichtlich eventueller Schädigung bei der Wirkstoff-Kultur-Kombination und zum anderen hinsichtlich der Wirksamkeit bei der Kombination Wirkstoff-Schädling (oder Krankheit).

3.4. Auswahl möglicher Verfahren für den praktischen Einsatz

Ist das Applikationsverfahren unter Laboratoriumsbedingungen, d. h. bei Ausschaltung ungünstiger Umwelteinflüsse, optimiert worden, kann an Hand der Betriebsdaten praktischer Geräte und unter Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte, wie ökonomischen Einsatzes, geringer Abdrift u. ä., die wahrscheinlich günstigste Einsatzmethode für den praxisnahen Feldversuch bestimmt werden. Bei diesen Versuchen ist eben-

falls eine parallele Erfolgskontrolle unter Zuhilfenahme biologischer und physikalisch-technischer Bewertungsmethoden notwendig, wobei durch gezielte Variation der Betriebsdaten bzw. der Einsatzbedingungen wie im vorhergehenden Abschnitt die praktischen Toleranzgrenzen ermittelt werden sollen.

Der Abschluß des gesamten Entwicklungsganges besteht entweder in detaillierten Empfehlungen für den praktischen Einsatz vorhandener Gerätearten (z. B. Feldspritzgeräte mit bestimmten Mindestqualifikationen bei definierten Betriebsdaten) oder im Vorschlag einer neuen Geräteart, wenn es sich um die Applikation einer völlig neuen Formulierung handelt (z. B. Verteilgeräte für Herbizid-Mikrogranulate) (4).

4. Aufgaben der Anwendungstechnik im Pflanzenschutz

Normalerweise beteiligen sich Firmen mit unterschiedlichstem technischem und finanziellem Niveau an der Entwicklung und am Markt einer bestimmten Geräteart. Entsprechend unterschiedlich kann auch die Qualität der Erzeugnisse sein, so daß eigentlich alle auf dem Markt befindlichen bzw. auf den Markt kommenden Geräte von einer neutralen Stelle geprüft werden müßten.

Selbst wenn von einem bestimmten Gerät alle bisher festgelegten Anforderungen hinsichtlich Einsatzbereich, Arbeitsgüte und Bedienbarkeit (z. B. Anforderungen an Feldspritzgeräte der Biologischen Bundesanstalt) erfüllt werden, kann es im praktischen Einsatz zu untragbaren Abweichungen von der zu fordernden Verteilungsgüte kommen. Neueste englische Untersuchungen, u. a. an neuen Feldspritzgeräten, die von geschultem Personal bedient wurden, haben Abweichungen in der Deponierung von $1/4$ - bis $2\frac{1}{2}$ -fachen Wert der gewünschten (und eingestellten) Aufwandmenge ergeben, d. h. die Ergebnisse schwanken um den Faktor 10; Messungen beim praktischen Einsatz mit älteren Geräten ergaben sogar Schwankungen von 1:40 (5) (am Boden angeordnete Objektträger in einem jungen Getreidebestand). Diese erschreckenden Ergebnisse können u. a. dadurch zustande kommen, daß die Prüfregeln für Geräte bzw. Geräteteile (Anforderungen an Feldspritzgeräte der Biologischen Bundesanstalt vom 1. 1. 1968 und British Standard 2968, 1958, über hydraulische Zerstäuberdüsen für Insektizid-, Fungizid- und Herbizidapplikation) meistens einen Kompromiß darstellen, wobei oft wesentliche Dinge (z. B. Balkenschwankungen und -schwingungen) nicht berücksichtigt werden. Eine laufende Überarbeitung der Prüfungsbedingungen, gemessen am technischen Fortschritt, ist deshalb erforderlich, auch müssen genauere Prüfungsregeln, z. B. für Kleingeräte, Sprüh-, Nebel- und Stäubegeräte, festgelegt werden. Dabei ist es sinnlos, irgendwelche „Gütemessungen“ aus der Luft zu greifen, sondern es müssen durch Grundlagenuntersuchungen erst einmal die einzelnen Verfahrenselemente hinsichtlich ihres Einflusses auf die biologische Wirksamkeit und auf einen ökonomischen Einsatz analysiert werden. Erst dann können gesetzmäßige Mindestanforderungen festgelegt werden.

Bei den Feldspritzgeräten liegen bisher die umfangreichsten Untersuchungen vor, wobei die einzelnen Faktoren des Spritzeinsatzes gesondert betrachtet wurden. Auf diese Weise konnten die verschiedenen Fehlerquellen und ihr Einfluß auf das Gesamtergebnis bestimmt und detaillierte Vorschläge zur Abhilfe gemacht werden. Grundlegende Untersuchungen in dieser Hinsicht sind u. a. vom NIAE (England), in Carlow (Irland), Wageningen (Holland) und am Institut für Landtechnik Berlin durchgeführt worden.

4.1. Düsenuntersuchungen

Die Düsen eines Spritzgerätes sind hinsichtlich der Verteilungsgüte von besonderem Interesse, da einerseits die Einzeldosierung jeder Düse die Grob-Querverteilung über die gesamte Balkenbreite und andererseits die Überlappung der Einzelverteilungen aller Düsen die Feinverteilung der Spritzflüssigkeit in Querrichtung ergeben.

In diesem Zusammenhang sollte erwähnt werden, daß seitens eines Geräteherstellers ein Prüfstand für die Praxis zur ständigen Kontrolle der Spritzgeräte bereitgestellt wird.

Zwar ist es für Spezialfabriken kein Problem, auch preiswerte Düsen auf den Markt zu bringen, die innerhalb der in England zulässigen Toleranz von $\pm 10\%$ und in den meisten Fällen auch in der in Deutschland vorgeschriebenen $\pm 5\%$ -Grenze liegen. Doch ändert sich der Durchsatz bei längerem Einsatz der Düsen. Je nach Düsenart und Material kann unterschiedlicher Verschleiß und damit eine Zunahme des Durchsatzes auftreten. Besonders gefährdet in dieser Hinsicht sind die üblichen Messing-Düsenmundstücke, die häufiger kontrolliert und notfalls ausgewechselt werden müssen. Bei einem Dauerversuch (300 h, je 100 h mit drei typischen Spritzflüssigkeiten) bei üblichen Spritzdrücken zeigten Messingdüsen eine Zunahme des Durchsatzes um etwa 50% bis 60%, Keramikdüsen um etwa 8% und Kunststoffdüsen im Bereich von 0% bis 9%, während Düsen aus rostfreiem Stahl überhaupt keinen Verschleiß aufwiesen (6).

4.2. Querverteilung

Über die Einzelquerverteilungen der verschiedenen Düsenarten und über die zu erreichende Gesamtquerverteilung eines Düsenverbandes bei Überlappung liegen umfangreiche Informationen vor (7, 8), doch scheinen einige Geräte- oder Düsenfabrikanten und eine große Zahl der Käufer noch nicht die entsprechenden Konsequenzen gezogen zu haben. Es ist kaum zu glauben, daß noch Geräte angeboten werden, die nicht die gleiche Düsenhöhe über die gesamte Arbeitsbreite haben (verschieden hohe mittlere und äußere Teile des Spritzbalkens oder zum Balkenende abfallende oder ansteigende Balkenhöhe – Abb. 2), und daß sich noch Düsen verkaufen lassen, die bei Überlappung im günstigsten Fall bei einer Höhe eine ausreichende Verteilungsgüte ergeben, die aber schon bei geringsten Änderungen der Balkenhöhe, wie sie bei ungenauer Höheneinstellung und bei Schwankungen im Feldeinsatz immer auftreten können, katastrophale Querverteilungen zur Folge haben – Abb. 3, (9) – (Düsen mit Trapezverteilung mit seitlichen Maxima bei nur einfacher Überlappung). Deshalb müßte bei allen Ge-

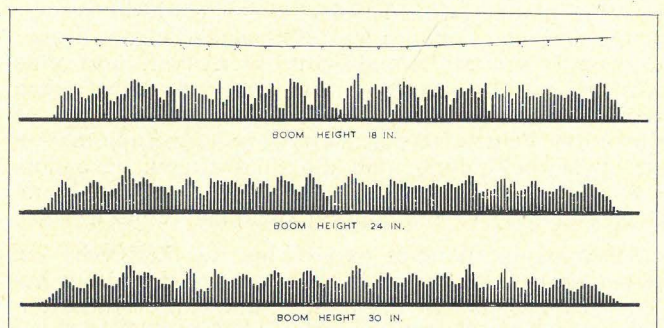


Abb. 2. Querverteilungsbild eines Feldspritzgerätes mit nach außen ansteigenden Spritzbalkenhälften. Bei einer nominalen Balkenhöhe von 18 in. ist die Verteilungsgüte unter dem mittleren Balkenteil wegen ungünstiger Überlappung der Einzelverteilungen nicht ausreichend.

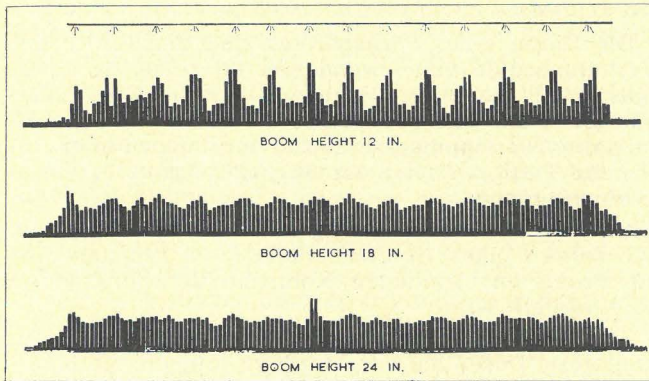


Abb. 3. Querverteilungsbild eines Feldspritzgerätes. Die Verteilungsgüte ist sehr stark von der Balkenhöhe abhängig, bei 12 in. ist sie wegen ungünstiger Überlappung der Einzelverteilungen über die gesamte Arbeitsbreite nicht ausreichend.

räteprüfungen neben der Verteilung bei korrekter Höhe auch das bei zu hohem und zu niedrigem Düsen-Boden-Abstand (z. B. ± 20 cm oder ± 6 Zoll) gemessene Verteilungsdiagramm bzw. der ermittelte Variationskoeffizient angegeben werden.

Unter Berücksichtigung der unvermeidlichen vertikalen Balkenbewegungen sollte man für korrekte Flächen-spritzungen eigentlich nur noch Düsen mit gut überlappbaren dreieckförmigen Verteilungen bei evtl. doppelter Überlappung verwenden. Bei sehr großen Balkenlängen kann es notwendig werden, zusätzlich die Balkenschwankungen durch einen Pendelausgleich zu eliminieren.

Die Messung der Querverteilung erfolgt entweder durch Aufnahme einer Einzelverteilung und anschließende rechnerische Überlappung (mittels Computers) oder besser durch Aufnahme des Verteilungsdiagramms des kompletten, am Gerät montierten Düsenatzes. Im zweiten Fall wird die evtl. gegenseitige Beeinflussung der Spritzstrahlen mit berücksichtigt, und konstruktive Fehler an der Leitungsführung und am Spritzgestänge können sofort erkannt werden.

Ein wesentlicher Faktor hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Verteilungsmessungen ist die Teilung der Auffangfläche. Während für analytische Untersuchungen eine engere Rinnenbreite notwendig ist, z. B. 25 mm, 1 Zoll oder noch schmäler, sollte für Geräteprüfungen u. a. mit Rücksicht auf den Arbeitsaufwand bei der Auswertung eine weitere Teilung gewählt werden. Das bei den vorbildlichen irischen Geräteprüfungen gewählte Maß von 2 Zoll oder die u. a. beim Pflanzenschutzamt Münster/Westf. vorhandene Auffangflächenteilung von 100 mm scheinen auch biologisch zu rechtfertigen zu sein. Man darf allerdings nicht vergessen, daß die stationären Verteilungsmessungen, besonders bei Düsen mit hohem Feintropfenanteil, nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragbar sind. Selbst wenn kein witterungsbedingter Wind auftritt, kommt es durch den Fahrtwind der Schlepper-Gerät-Kombination zu Luftwirbelbildung, und die Flugbahnen, besonders der feinen Tröpfchen, werden gestört. Dadurch kann die Gesamtquerverteilung ungünstig beeinflusst werden.

Nicht immer handelt es sich bei der Zielfläche um einen ebenen Boden oder einen annähernd gleich hohen Pflanzenbestand (Grünland, Getreide). Auch Reihen- und Dammkulturen werden häufig mit Feldspritzgeräten behandelt. Im ersten Fall geht es allerdings meist um die Durchdringung relativ niedriger Reihen bei der Applikation von Fungiziden und Insektiziden (z. B. in Kartoffeln), wobei eine definierte flächige Deponierung nicht direkt interessiert, sondern die ge-

samte Pflanze möglichst gleichmäßig bedeckt werden soll. Bei der Herbizidapplikation in Kulturen, bei denen aus bewässerungstechnischen Gründen ein Dammfurchen-Profil notwendig ist (z. B. Baumwolle, Erdnüsse u. ä.), muß jedoch wegen der begrenzten Selektivität der Mittel auch auf der „unregelmäßigen“ Bodenoberfläche eine möglichst gleichmäßige Deponierung des Wirkstoffes über die gesamte Bodenkontur erfolgen. Untersuchungen haben ergeben, daß hier Hohlkegeldüsen mit einer an sich ungünstigen Verteilung (Trapezverteilung mit überhöhten Rändern) bei richtiger Anordnung (Höhe und Zuordnung der Düsenachse zur Dammachse) sowohl zur Ganzflächen- als auch zur Reihenspritzung besonders geeignet sind (10). Das ist darauf zurückzuführen, daß die Dammflanken, die bei einer ebenen Gesamtquerverteilung unterdosiert würden, durch die zwei Maxima der Einzelverteilungen (der Hohlkegeldüsen) die notwendige größere Flüssigkeitsmenge erhalten, die eine über die gesamte Kontur gleichmäßige Belagsstärke ergibt.

4.3. Längsverteilung

Es ist allgemein bekannt, daß die Abweichungen bei der Wirkstoffdeponierung während des Feldspritzensatzes zu einem Teil auf horizontale Balkenschwankungen bzw. -schwingungen zurückzuführen sind. Doch konnte erst durch Weiterentwicklung der Meßtechnik das Ausmaß dieser Fehlerquelle erkannt werden. Die bisher üblichen Wegegeber zur Messung der Balkenhöhe wurden durch Beschleunigungsmesser ersetzt, die eine Aufnahme der Balkenbewegungen sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung ermöglichen. Außerdem konnte durch Filmen des Spritzbalkens beim Einsatz und anschließende Analyse der einzelnen Bilder das Bewegungsverhalten verschiedener Konstruktionen bei Anregung durch Bodenunebenheiten (natürliche oder künstliche unebene Fahrbahn) verglichen werden (11). Es stellte sich heraus, daß an den Balkenenden durch Vor- und Zurückschwingen auf Grund einer zu elastischen Balkenkonstruktion oder zu loser Ausweichgelenke horizontale Geschwindigkeiten bis zu $\pm 2,5$ m/s auftreten. Das bedeutet, daß beim Rückschwingen bei normalen Fahrgeschwindigkeiten das Balkenende relativ zum Boden stehenbleibt (oder sogar zurückläuft), wodurch es zu einer starken Überdosierung kommt, während beim Vorschwingen sich die Fahr- und die Balkenschwinggeschwindigkeit addieren, mit einer der höheren Geschwindigkeit entsprechenden Unterdosierung als Folge.

Die Größe der Abweichungen in der Deponierung hängt in starkem Maße von der verwendeten Düsenart ab. Wie bei der Querverteilung kann man auch in Längsrichtung von einer Überlappung sprechen (im ersten Fall zwar stationär, während im zweiten Fall die Überlappung zeitlich hintereinander erfolgt), wobei Düsen mit einem flachen und breiten Verteilungsbild in Längsrichtung (Kegelstrahldüsen) eine bessere Überlappung ergeben als Düsen mit einer in Fahrtrichtung steileren und höheren Verteilungsform (Flachstrahldüsen). Das bedeutet, daß besonders Vollkegeldüsen mit großem Öffnungswinkel, die eine möglichst symmetrische dreieckförmige Verteilung haben, die aus horizontalen Balkenschwankungen resultierenden Abweichungen in der Deponierung reduzieren können (11). Welche Bedeutung diese Abweichungen im einzelnen für die Praxis haben, bleibt noch zu klären, man sollte allerdings bei der Verwendung von Flachstrahldüsen der Spritzbalkenkonstruktion besondere Sorgfalt widmen.

4.4. Großsprüheräte

Über Sprühapplikation ist im Detail nur sehr wenig bekannt, obgleich Großgeräte schon sehr lange eingesetzt werden, die Geräte hohe Investitionen erfor-

dern und bei korrektem Einsatz außerordentlich ökonomisch sein können. Das Mißverhältnis zwischen den spärlichen Informationen und dem Wert, den dieses Verfahren haben kann, ist evtl. damit zu erklären, daß die Einsatzprobleme in technischer und biologischer Hinsicht wesentlich komplexer sind als z. B. beim Feldspritzeinsatz.

Durch sinnvolle Zuordnung von Spritzmittelverteilung und Trägerluftstrom können auch beim Einsatz an „unregelmäßigen“ Objekten (einzeln stehende Obstbäume in Plantagen) oder bei „unsymmetrischer“ Position des Gerätes in geometrisch „regelmäßigeren“ Kulturen (Bodengerät in sehr hoher Kultur wie Hopfen) ausreichend gleichmäßige Beläge erzielt werden, doch ist das bisher eine rein empirische Angelegenheit. Die maschinennahen Pflanzenteile dürfen einerseits durch den Luftstrom nicht mechanisch beschädigt bzw. durch ungünstige Spritzmittelverteilung überdosiert werden, während andererseits auf den entferntesten Stellen der behandelten Pflanzen eine ausreichende Wirkstoffablagerung erfolgen muß.

Wenn jeweils eine Pflanzenreihe von 2 Seiten behandelt werden kann, ist nur die sichere Durchdringung einer Pflanzenhälfte erforderlich. Schwieriger wird die Behandlung, wenn mehrere Reihen gleichzeitig behandelt werden sollen, wobei auch die Rückseite einen ausreichenden Belag erhalten muß. Der erfahrene Praktiker weiß zwar in gewissen Grenzen den Gebläseluftstrom und die Flüssigkeitsverteilung über den Abspritzwinkel auf diese Forderungen abzustimmen (z. B. werden bei hohen Kulturen im oberen Spritzbogenbereich größere Düsen montiert), doch über den notwendigen Umfang der Einstellmaßnahmen und den erzielbaren Erfolg liegen bisher noch keine ausreichenden Informationen vor. Es steht nicht einmal fest, ob die heutige Bauweise der Großsprühgeräte den tatsächlichen Anforderungen genügt. Erste Versuche, dieses zu klären, laufen z. Z. in England in Obstplantagen (12) und sind für diese Saison für den Hopfenbau im Bodenseegebiet vorgesehen. Dabei müssen, wie schon beschrieben, gezielte Verfahrensvarianten, d. h. Änderungen des Trägerluftstromprofils (Durchsatz, Richtung, Geschwindigkeit u. ä.), der Flüssigkeitsverteilung (Düsenanordnung und -art), des Tröpfchengrößenspektrums und der Aufwandmenge (an Wirkstoff und Trägerstoff), hinsichtlich des Einflusses auf die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit des Verfahrens untersucht werden. Neben der unmittelbaren biologischen Feststellung des jeweiligen Effekts sind besonders in den hohen Reihenkulturen parallele physikalisch-technische Messungen notwendig, um das Verfahren zu kennzeichnen und nach Möglichkeit die Gründe für einen Erfolg oder Mißerfolg zu analysieren.

5. Zusammenfassung

Die Pflanzenschutztechnik ist in ihrer Entwicklung keineswegs am Ende. Biologie, Chemie und Hygiene setzen neue Maßstäbe, die von der Technik berücksichtigt werden müssen, da andernfalls der Fortschritt nicht zur Auswirkung kommt.

Selektivere Wirkungsweise, gezieltere Wirkstoffanlagerung und Reduzierung der Mittel- und Aufwandmengen bei Erhöhung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme machen ständig Verbesserungen oder vollkommen neue Entwicklungen bei den Verfahren und Geräten notwendig. Das gilt für den Einsatz von Bodengeräten ebenso wie für die Anwendung aus der Luft. Auch für den Flugzeugeinsatz stehen für die Applikationstechnik manche neuen Entwicklungen bevor, was der Internationale Kongreß für den Einsatz von Flugzeugen in der Landwirtschaft im September 1969 in Kanada gezeit hat (13).

Eine komplexe Forschung und Arbeitsweise zur Schaffung weiterer Grundlagen und technischer Anwendungsmethoden gemeinsam von Biologen und Ingenieuren wird mehr denn je erforderlich, um die vor uns liegenden Aufgaben schneller und zweckmäßiger lösen zu können. Größere Forschungsprojekte sollten immer unter diesem Aspekt in Angriff genommen werden.

Summary

The market requirements necessitated the development of new pesticides and formulations. These chemicals require accurate dose and placement to ensure an efficient use and to obtain optimum results. Accordingly, the application equipment had to be modified or a new application technique to be developed. This requires a study of several factors:

- Formulation and mode of action of the pesticide,
- Optimum dose and placement,
- Atomization,
- Droplet transport,
- Distribution on the target area,
- Retention.

To solve these complex and difficult problems a cooperation of biologists, chemists and engineers is the only practical solution.

Literatur

1. Z a s k e, J.: Bestimmung und Bewertung von Tröpfchengrößenspektren bei Pflanzendüsen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **22**. 1970, 17-24.
2. Z a s k e, J.: Drop size analysing methods. Proc. Brit. Crop Protect. Council. Sympos. on Pesticides Application, London 1970. [Noch unveröff.].
3. B y a s s, J. B.: Equipment and methods of orchard spray application research. Journ. agric. engin. Res. **14**. 1969, 78-88.
4. G ö h l i c h, H., J e n s e n, U., und P a p a t h e o d o s s i o u, Th.: Entwicklungen in der Verteilungstechnik. Grundl. Landtechn. **20**. 1970, 3-7.
5. N a t i o n, H. J.: Separation of the application factors which determine sprayer performance. Proc. Brit. Crop Protect. Council. Sympos. on Pesticides Application, London 1970. [Noch unveröff.].
6. R i c e, B.: Ground-crop sprayer testing: A review of procedures and techniques. Proc. Brit. Crop Protect. Council. Sympos. on Pesticides Application, London 1970. [Noch unveröff.].
7. G ö h l i c h, H., und Z a s k e, J.: Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. Landtechnik **23**. 1968, 162-170.
8. Z a s k e, J., und S c h m i t z - W i n n e n t h a l, F. K.: Die Querverteilung im Düsenverband bei Pflanzenschutzspritzen. Landtechnik **24**. 1969, 119-120, 122-123.
9. T e s t R e p o r t s Nr. 21, 25, 41, 51. Agricultural Institute, Carlow, Rep. of Ireland.
10. Y a h i a, M. Mamoun: Untersuchungen über die Verteilungsgüte beim Spritzen auf Damm-Furchen-Profilen. Landtechn. Forsch. **18**. 1970, 44-46.
11. W e i j, J. H. G. van der: The advantages of full cone jets for spraying herbicides. Proc. Brit. Crop Protect. Council. Sympos. on Pesticides Application, London 1970. [Noch unveröff.].
12. R a n d a l l, J. H.: The relationship between air volume, air pressure and spray distribution in fruit trees. Proc. Brit. Crop Protect. Council. Sympos. on Pesticides Application, London 1970. [Noch unveröff.].
13. G ö h l i c h, H.: Flugzeuge in der Landwirtschaft. VDI-Nachrichten **24**. 1970, Nr. 6, S. 4.

Eingegangen am 25. April 1970.