

Entwicklungsaufgaben in der Pflanzenschutztechnik

Horst Göhlich

Institut für Landtechnik, TU Berlin

Die in beängstigendem Maße ansteigenden Mengen an Abfallstoffen in unserer zivilisierten Welt erfordern dringende Maßnahmen für ihre Beseitigung und Vernichtung. Dabei ist es nicht damit getan, diese Stoffe irgendwo unter der Erdoberfläche verschwinden zu lassen, ohne sich über ihren zuverlässigen Abbau oder ihre Umsetzung im klaren zu sein. Abfall- und Giftstoffe können nicht mehr unkontrolliert in beliebiger Menge in das Wasser oder in die Luft geschickt werden. Auch die wachsenden Mengen an Pflanzenschutzmitteln werden in noch größerem Maße einer Kontrolle unterliegen müssen. Bei der Wasserverunreinigung sind nicht nur die Binnengewässer und Flüsse betroffen, sondern auch das See- und Meerwasser ist von diesen Veränderungen nicht auszunehmen. Schwedische Untersuchungen über die Verschmutzung der Ostsee weisen nach, daß auch das Meer nicht unbeschränkt durch biologische Regeneration gegen die Gefahr der „Pollution“ gefeit ist.

Möglichkeiten, diesen Strom der Abfallstoffe einzudämmen, sind grundsätzlich überall gegeben. Ohne ein verzweigtes Kontrollnetz wird man allerdings in der Zukunft nicht auskommen.

Bei der Anwendung der verschiedenartigen Pflanzenschutzmittel müssen Maßnahmen getroffen werden, die Wirkstoffmengen so gering wie möglich zu halten oder hauptsächlich nur solche Mittel zu verwenden, deren Umsetzungs- und Abbauvorgang vollständig und kurzfristig erfolgt.

Die Chemie arbeitet mit großem Erfolg an diesen Problemen. Man denke nur an den Ersatz des DDT durch Parathion, wodurch der Abbauprozess um das sechsfache verkürzt wird. Aber auch seitens der Anwendungstechnik sind diese Fragen in Forschung und Entwicklung zu berücksichtigen. Nach Untersuchungen von HIMMEL [1] werden beispielsweise bei der Anwendung von Insektiziden zum Teil nur 10 % der ausgebrachten Mittelmenge für die eigentliche Bekämpfungsmaßnahme wirksam. Der Rest ist Überschuss und muß unnütz abgebaut werden. Als Grund wird angegeben, daß nur ein ganz begrenzter Teilchengrößenbereich der zerstäubten Flüssigkeit für die Schädlinge toxisch werden kann. Beim Einsatz von Fungiziden wurde mehrfach beobachtet, daß bei Anwendung der gleichen Mittelkonzentration, aber geringerer Gesamtausbringung, das heißt verringerter Wirkstoffmenge, Erfolge in ähnlichem Maße zu erzielen sind. Das trifft besonders dann zu, wenn Wirkstoffe durch Abtropfen von den Blättern verlorengehen. Viele andere Beispiele ließen sich hier noch anführen.

Häufig ist es dem Fachmann schon nicht ganz klar, in welcher Anwendungsform der Wirkstoff im Feldbestand am zweckmäßigsten eingesetzt werden sollte und welches bei einer entsprechenden Anwendungsform die Grenzmengen zur Sicherung eines biologischen Erfolges sind. In der praktischen Anwendung ist man dann immer geneigt, die Aufwandmengen eher heraufzusetzen.

1. Kooperation von Biologen, Chemikern und Ingenieuren

Die biologische oder toxische Wirkung eines Mittels ist häufig viel höher, als sie ausgenutzt wird. Der Biologe und auch der Chemiker wissen bei der Entwicklung und Formulierung häufig nicht genügend über die Möglichkeiten, die in der Anwendungstechnik gegeben sind, das Mittel in einer entsprechend aufbereiteten Form an die Zielflächen heranzubringen, und umgekehrt weiß der Anwendungs-Techniker häufig nicht genügend über die Erfordernisse, in welcher Weise oder mit welcher Dichte der Wirkstoff an den Pflanzen angelagert werden soll.

Erfolg oder Mißerfolg einer Maßnahme werden in der Regel durch qualitative Beurteilungen oder durch biologische Tests ermittelt. Welche Unzulänglichkeiten möglicherweise in der Anwendungstechnik durch falsche Geräteeinstellung oder sogar durch Anwendung eines ungeeigneten Gerätes zum Fehlschlag geführt haben, ist ohne weiteres nicht zu erkennen. Hier kann nur der Nachweis der Makro- und Mikro-Verteilung des Wirkstoffes innerhalb eines Pflanzenbestandes zur Auffindung der Ursache beitragen.

Diese Betrachtungen sollten verdeutlichen, wie wichtig und notwendig es in der zukünftigen Entwicklungsarbeit wird, durch eine verstärkte gemeinschaftliche Arbeit von Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen diese häufig sehr komplexen Probleme zu lösen. Biologen, damit sind auch Landwirte gemeint, Chemiker und Ingenieure werden ihre Forschungsarbeiten nicht mehr so isoliert voneinander durchführen können, sondern sollten miteinander und gleichzeitig an die Lösung vieler Aufgaben herangehen. Es gibt schon eine Reihe von Beispielen, wo in solcher Form gearbeitet wird. Besonders die großen chemischen Werke haben durch den Ausbau ihrer anwendungstechnischen Abteilungen einen solchen Arbeitsstil entwickelt. Auch die wissenschaftlichen Institute werden künftig in größeren Arbeitsgruppen operieren. Gefördert wird diese Arbeitsmethode durch die neuen Vergabebedingungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft bei den Sonderforschungsbereichen. Aber auch einschlägige Institute können durch kooperative Arbeit untereinander ihre Forschungsmöglichkeiten verbessern. Beispielsweise wurde das deutlich bei einem kürzlich durchgeführten Projekt über die wirksamere Bekämpfung der Blattläuse in Hopfen der Landesanstalt für Pflanzenschutz in Stuttgart und des Instituts für Landtechnik Berlin. Biologen, Landwirte und Ingenieure haben unter Berücksichtigung von Mittelart, Geräteart und Aufwandmenge die wirkliche Verteilung des Wirkstoffes im Bestand ermittelt. Hierzu war es unumgänglich, gleichzeitig biologische und physikalische Tests anzuwenden und auszuwerten. Rückschlüsse auf die zweckmäßige Applikationsmethode und die Ermittlung der zweckmäßigen Daten für die Zerstäubung werden hieraus folgen.

2. Gezielte Anlagerung der Wirkstoffe

Ein wichtiges Ziel der Bemühungen in der Anwendungstechnik des Pflanzenschutzes ist es, die Wirkstoffe genauer an die Zielflächen der sehr verschieden aufgebauten Pflanzenbestände heranzubringen und dabei sowohl die Gesamtaufwandmengen wie die Konzentrationen beziehungsweise Wirkstoffmengen zu verringern.

Damit in Zusammenhang stehen die folgenden Forderungen an die Funktion eines Verfahrens:

1. Einhaltung gleicher Mittel-Konzentrationen,
2. Einhaltung gleicher oder bestimmter Ausbringungsmengen je Ausbringorgan,
3. Einhaltung der gewünschten Gleichmäßigkeit in der Querverteilung,
4. Einhaltung gleicher Ausbringungsmengen je Fahrstreckeneinheit,
5. Erzeugung oder Ausbringung von Teilchen in einem bestimmten Teilchengrößenbereich,
6. Ein- oder Durchdringung der Teilchen im Pflanzenbestand, gleichmäßige Ablagerung und Haftung an den Zielflächen,
7. Minimierung der Teilchen, die durch Verschweben oder Abtropfen unwirksam oder schädlich werden.

Lage und Gestalt der Zielflächen sowie die Anlagerungsbedingungen können sehr unterschiedlich sein:

1. Unterschiedliche Größe und Struktur der Pflanzenbestände,
2. unterschiedliche Lage und Aufbau der Krankheits- oder Schädlingsherde bzw. der Zielfläche innerhalb der Pflanze selbst,
3. unterschiedlicher Wirkungsmechanismus des chemischen Mittels.

Die vielseitigen Schutzmaßnahmen in den einzelnen Pflanzenbeständen erfordern somit verschiedene Maschinensysteme, um die Zielfläche unter optimalen Bedingungen zu erreichen. Möglicherweise ist zur Optimierung der Bekämpfungsmaßnahmen der Einsatz höherer Energie erforderlich, was technisch und auch wirtschaftlich kein Hinderungsgrund mehr zu sein braucht. Wirkstoffaufwand durch Energieaufwand zu ersetzen, könnte beispielsweise durch vermehrte Hinzunahme von Luft erfolgen, mit deren Hilfe man eher in die Lage versetzt wird, die Zielflächen mit Wirkstoff zu treffen. In den höheren Kulturen ist das in zunehmendem Maße ja bereits der Fall, aber auch für Feldkulturen kann diese Möglichkeit mehr Bedeutung erlangen.

Der Einsatz von Flugzeugen ermöglicht unter manchen Bedingungen verfahrensmäßige und wirtschaftliche Vorteile. Intensivere Arbeiten zur Klärung technischer Einzelheiten und zur Aufklärung der Praxis sowie zur Vermeidung technokratischer Schwierigkeiten sind besonders hier zu empfehlen.

Bei allen Betrachtungen dürfen wirtschaftliche Gesichtspunkte, die für den praktischen Landwirt eine entscheidende Rolle spielen, nicht vergessen werden [2]. Auch der Konstrukteur muß sich hiermit früh genug auseinandersetzen. Wird eine Maßnahme, im gesamten Anbausystem gesehen, kostspieliger als der Erfolg sie rechtfertigt, so wird man sich nach einer anderen umsehen müssen, auch wenn diese technisch nicht so weit optimiert ist. Hier liegt oft der Hintergrund, vor dem der Entwicklungsingenieur steht und gezwungen ist, technisch einwandfreie Lösungen zugunsten billigerer Möglichkeiten fallenzulassen.

Jedoch werden die Abfall- und Rückstandsprobleme viel stärker als bisher in die Betrachtungen einbezogen werden und sogar auch manchmal vor wirtschaftlichen Gesichtspunkten rangieren müssen. Der Gesetzgeber wird gezwungen sein, hier vermehrt einzuwirken.

Anhand der wichtigsten dargelegten Forderungen an die Funktion eines Verfahrens sollen der Stand und die Entwicklung der heutigen Pflanzenschutztechnik kurz dargelegt werden.

3. Die Einhaltung gleicher Mittelkonzentrationen

Die Einhaltung gleicher Mittelkonzentrationen während einer Entleerungsperiode kann durch geeignete Rührmaßnahmen erreicht werden. Neben den Suspensionen müssen auch Emulsionen, die am häufigsten verwendet werden, gerührt werden. Die Anforderungen an die Rührintensität sind von der Mittelart beziehungsweise dem Emulsionstyp und auch von der Mittelkonzentration abhängig. Die am meisten und zweckmäßigerweise verwendete Überschußmenge der Pumpenfördermenge kann mit Erfolg zur Rührung verwendet werden. Die erforderliche Flüssigkeitsmenge und der Strömungsverlauf im Behälter stehen in unmittelbarer Beziehung zu Behälterinhalt und Behälterform. Empirisch oder auch zufällig gefundene Richtzahlen sind nicht ausreichend (z. B. 5 % des Behälterinhaltes müssen pro Minute in das Faß eingeleitet werden). Eine systematische Untersuchung dieser Zusammenhänge muß auch im Hinblick auf erweiterte zukünftige Prüfregeln nähere Aufschlüsse geben.

4. Die Einhaltung gleicher Ausbringmengen

Die Einhaltung gleicher Ausbringmengen je Ausbringorgan kann als gegeben angesehen werden, zumindest was den Stand der Entwicklung anbelangt. Aufgeschreckt durch die enormen Abweichungen, die in der Praxis aufgetreten sind und noch auftreten mögen, sind energische Maßnahmen von vielen öffentlichen Stellen und nicht zuletzt von der Industrie eingeleitet worden, die ihren Erfolg bereits zeigen [3]. Bei der offiziellen Prüfung wird eine Abweichung von höchstens $\pm 5\%$ der einzelnen verwendeten Düsen zugelassen. Die von den maßgebenden Düsenherstellern gelieferten Düsen einschließlich Filter und Rückschlagventile erfüllen diese Forderung. Meßmethoden sind einfach und vorhanden [4].

5. Die Einhaltung der gewünschten Querverteilung

Die Einhaltung der gewünschten beziehungsweise erforderlichen Gleichmäßigkeit über der Arbeitsbreite (Querverteilung) ist bei richtiger Wahl und Anordnung der

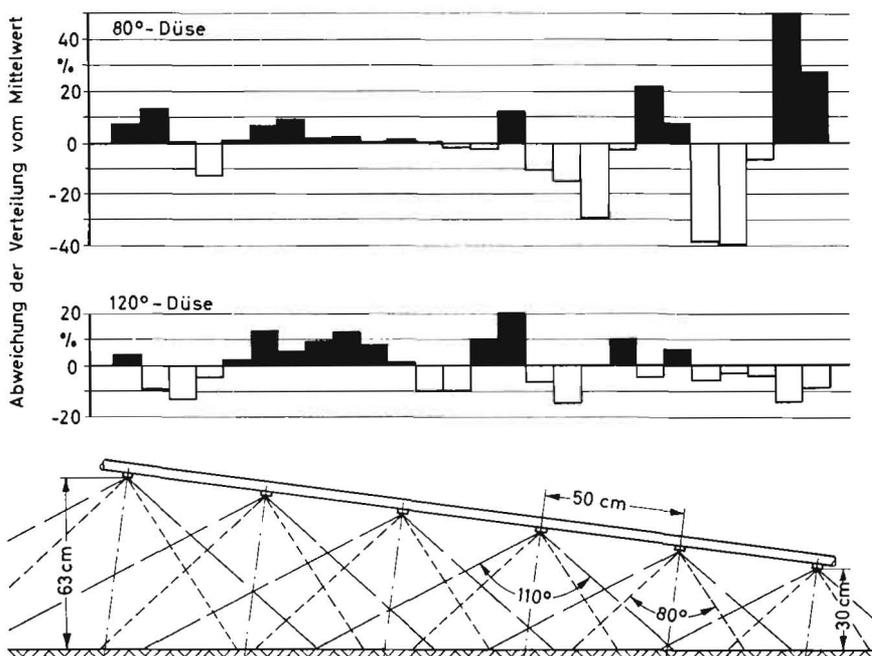


Bild 1: Abweichungen in der Gesamtquerverteilung bei geneigtem Balken und zwei verschiedenen Flachstrahl-Düsenansätzen

Düsen kein Problem mehr. Prüfverfahren sind für Feldgeräte bekannt und Einrichtungen hierfür vorhanden [3...5]. Bei den Prüfungen durch die Biologische Bundesanstalt (BBA) werden Abweichungen bis $\pm 5\%$ vom Mittelwert der Verteilung noch zugelassen. Für Plantagengeräte sind geeignete Prüfverfahren noch zu entwickeln.

Die Anwendung von Granulaten anstelle von Flüssigkeiten hat in letzter Zeit durch neue Formulierungen Fortschritte gemacht. Lösungen für eine exakte Verteilung sind bekannt geworden, so daß eine Ausweitung des Einsatzes von Granulaten zu erwarten ist.

Schwankungen in der Balken- beziehungsweise Düsenlage, durch Fahrbahnunebenheiten verursacht, können erhebliche Abweichungen bei der Verteilung hervorrufen [5] (Bild 1). Der Aufhängung der Feldbalken am Fahrzeug ist konstruktiv mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Dämpfer beziehungsweise Lagerregelungen werden für die größeren Arbeitsbreiten über 10 m erforderlich. Markierverfahren zum genauen Anschlußverfahren bei größeren Arbeitsbreiten sind vorhanden, befriedigen allerdings noch nicht (Kalkstaub, Schaumtopfer) [5]. Soll der Wirkstoff nicht in einer Ebene, sondern beispielsweise auf Damm-Furchen-Profilen für die Unkrautbekämpfung gleichmäßig verteilt werden, gelten für die Düsenwahl andere Regeln. Hohlkegeldüsen, die sonst wegen ihres Verteilungsbildes für eine Flächenverteilung ungeeignet sind, können hier bevorzugt eingesetzt werden [6; 7].

6. Die Einhaltung gleicher Ausbringungsmengen

Bei konstanter Ausbringungsmenge pro Zeit und Fahrgeschwindigkeitsschwankungen treten Abweichungen in der Längsverteilung auf. Häufig sind diese Abweichungen zu vernachlässigen.

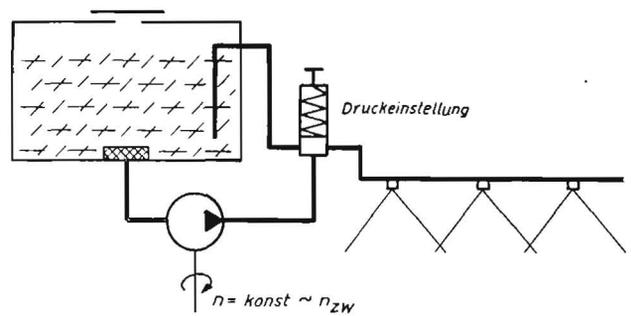
Für eine Erhöhung der Genauigkeit sollten Möglichkeiten der fahrgeschwindigkeitsabhängigen Dosierung nicht unbeachtet bleiben. Einzelne Hersteller haben bereits Einrichtungen hierfür auf den Markt gebracht. Verschiedene technische Möglichkeiten sind denkbar. Eine Auswahl von Regelsystemen für die Flüssigkeitsausbringung ist in Bild 2 dargestellt.

Möglichkeiten der Konzentrateinspritzung werden seit einiger Zeit im Institut für Landtechnik Berlin untersucht; abschließende Ergebnisse liegen noch nicht vor. Die Konzentrateinspritzung hat den Vorteil, daß das Ansetzen und Mischen einer Brühe wegfällt, die fahrgeschwindigkeitsabhängige Regelung relativ einfach ist und unverbrauchte Brühe nicht verschwendet wird. Allerdings ist ein erhöhter Aufwand in der Technik damit verbunden.

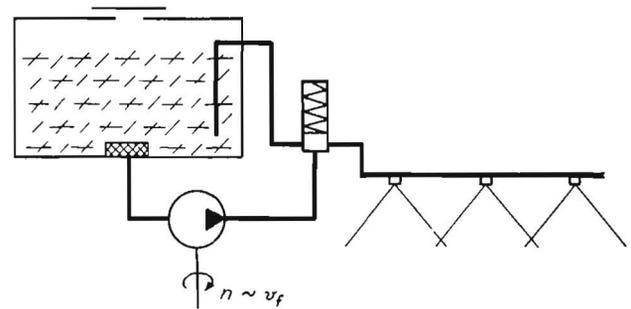
7. Der Teilchengrößenbereich

Der Teilchengrößenbereich einer ausgebrachten Wirkstoffmenge kann auf den Erfolg einer Bekämpfungsmaßnahme ganz entscheidenden Einfluß haben. Hierüber liegen zahlreiche Berichte aus der Praxis vor. An quantitativen Ergebnissen fehlt es allerdings. Meßergebnisse über die Tröpfchengrößenzusammensetzung der verschiedenen Zerstäuberarten liegen zum Teil vor und werden weiterhin ermittelt [8].

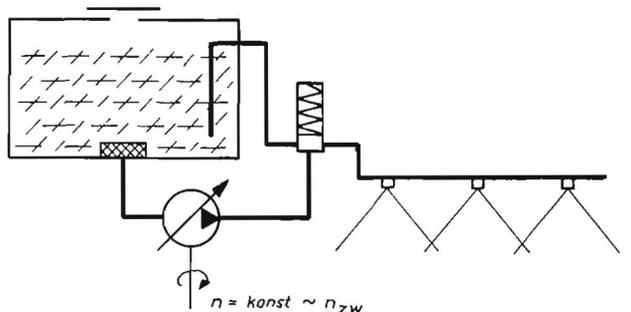
Eine Voraussetzung zur Beurteilung des Einflusses der Teilchengröße ist die genaue, möglichst schnelle Bestimmbarkeit des ausgebrachten und applizierten Tröpfchengrößenspektrums. Auszählungen unter dem Mikroskop sind äußerst langwierig, halbautomatische Zählmethode verbessern das Verfahren schon erheblich. Automatische Zählleinrichtungen sind wegen ihres hohen Herstellungspreises nur vereinzelt in wenigen Ländern vorhanden. Eine neue, am Institut für Landtechnik Berlin entwickelte Methode unter Hinzuziehung üblicher Großrechenanlagen verspricht, eine wirtschaftlich tragbare Abhilfe in diesem Engpaß zu schaffen, Bild 3 [9; 10]. Sind erst einmal handliche und schnelle Meßmöglich-



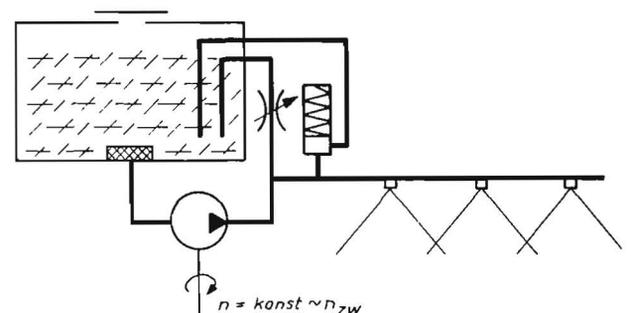
1. Konventionelles System mit Konstantpumpe für Brühförderung und Druckregelventil



2. Fahrgeschwindigkeitsabhängige Drehzahlregelung der Pumpe für Brühförderung



3. Fahrgeschwindigkeitsabhängige Fördermenge der Brühförderung mittels Verstellpumpe

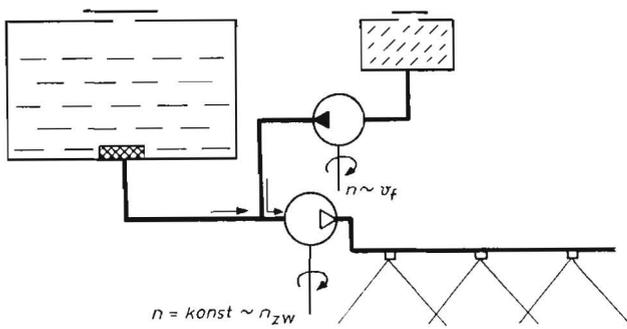


4. Konstantpumpe mit Nebenkreis. Drosselquerschnitt je nach gewählter Schleppergeschwindigkeit einstellbar

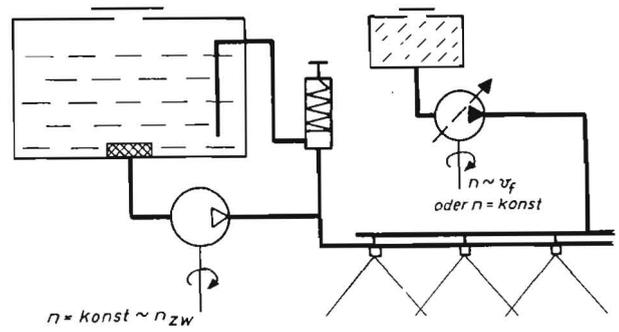
Bild 2: Verschiedene Systeme zur fahrgeschwindigkeitsabhängigen Wirkstoff-Mengenregelung

(Fortsetzung nächste Seite)

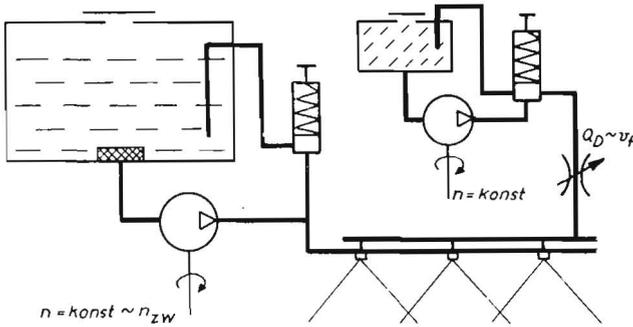
keiten und Ausrüstungen vorhanden und stehen diese an den einzelnen Forschungsstationen zur Verfügung, wird es auch möglich werden, den Einfluß der Tröpfchengröße auf den biologischen Erfolg näher zu bestimmen und eine Begründung für manchen Mißerfolg von bestimmten Applikationsmethoden zu geben.



5. Wirkstoffkonzentrat-Einspritzung in das Spritzwasser mit fahrgeschwindigkeitsabhängig angetriebener Konstantpumpe

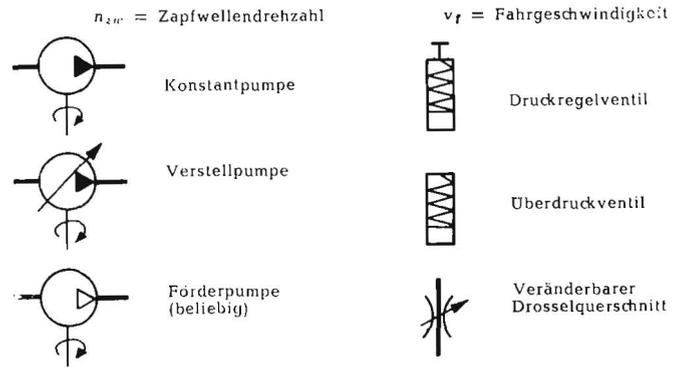


7. Wirkstoffkonzentrat-Einspritzung in Bifluid-Düsen mit drehzahlgeleiteter Konzentratpumpe oder mittels Verstellpumpe



6. Wirkstoffkonzentrat-Einspritzung in Bifluid-Düsen mit fahrgeschwindigkeitsabhängiger Drosselregelung

Bild 2: Verschiedene Systeme zur fahrgeschwindigkeitsabhängigen Wirkstoff-Mengenregelung



Erläuterungen zu Bild 2

8. Das Durchdringen im Pflanzenbestand

Das Ein- und Durchdringen von Teilchen im Pflanzenbestand und eine gleichmäßige Ablagerung möglichst aller Teilchen auf den Zielflächen ist das wichtigste Funktionsmerkmal eines Verfahrens. Der Erfolg jeder Maßnahme wird hiervon in erster Linie abhängen. Über die Zusammenhänge der Teilchenbewegung in einem Pflanzenbestand mit oder ohne Trägerluft und die Bedingungen, unter denen sich die Teilchen an die Zielflächen anlagern, ist noch wenig bekannt. Der erfolgreiche Einsatz von Verfahren mit wesentlich geringeren Aufwandmengen, als sie zur Zeit noch üblich sind, wird von erweiterten Kenntnissen hierüber in starkem Maße abhängen.

Zwei im Institut für Landtechnik Berlin laufende Arbeiten haben gewisse Ergebnisse hierüber bereits erbracht. Eine Fragestellung ist hier auf das Durchdringungsvermögen von Spritzschleiern verschiedener Zerstäuber im jungen Getreidebestand ausgerichtet. Um bei den Untersuchungen von den sich ständig verändernden Bestandsverhältnissen eines lebenden Bestandes freizukommen, wurde ein künstlicher Be-

stand aus Kunststoff errichtet, der ähnliche Merkmale für die Durchdringung aufweist (Bild 4). Durch Vergleichsversuche im künstlichen und natürlichen Bestand sind die Ähnlichkeitsbedingungen überprüft und gewisse Korrekturen im Aufbau des künstlichen Bestandes vorgenommen worden.

Kurz zusammengefaßt haben die Arbeiten bisher ergeben, daß mit der konventionellen Spritztechnik, das heißt mit üblichen Druckzerstäubern, keine wesentlichen Unterschiede in dem Eindringvermögen von Spritzschleiern zu erreichen sind. Die Hinzunahme von Trägerluft wirkte sich besonders bei der Anlagerung an senkrechten Zielflächen vorteilhaft aus.

In welchem Verhältnis sich die Teilchen an den räumlich verschieden exponierten Zielflächen eines Pflanzenbestandes ablagern (Mikroverteilung), ist Gegenstand einer parallel laufenden Arbeit.

Durchdringung und Anlagerung bei hohen Kulturen wie Hopfen bei Anwendung verschiedener Verfahren werden in

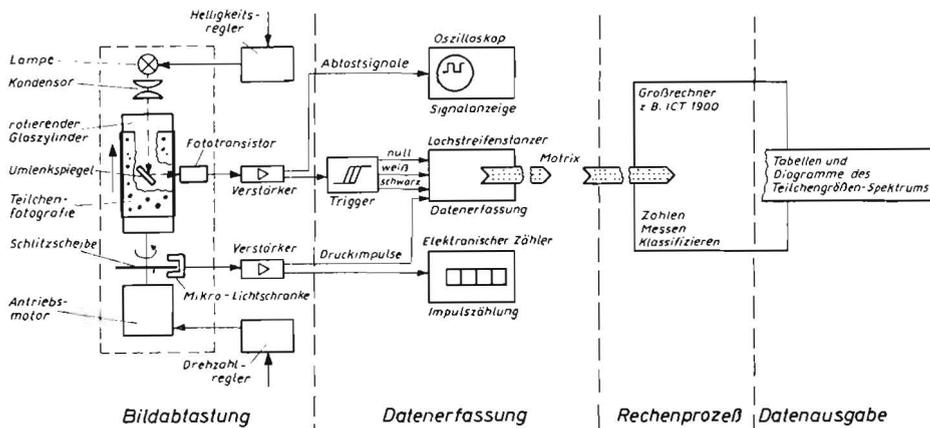


Bild 3: Teilchengrößenanalyse unter Verwendung einer Großrechenanlage

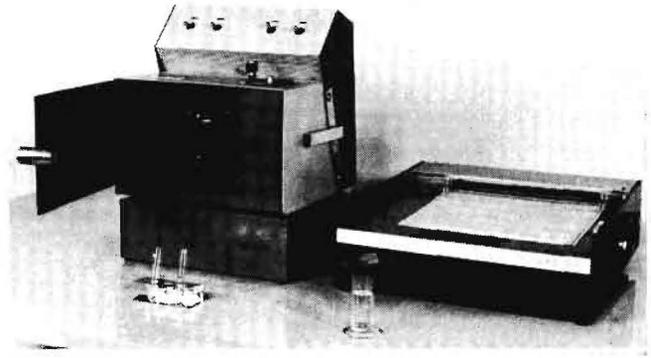
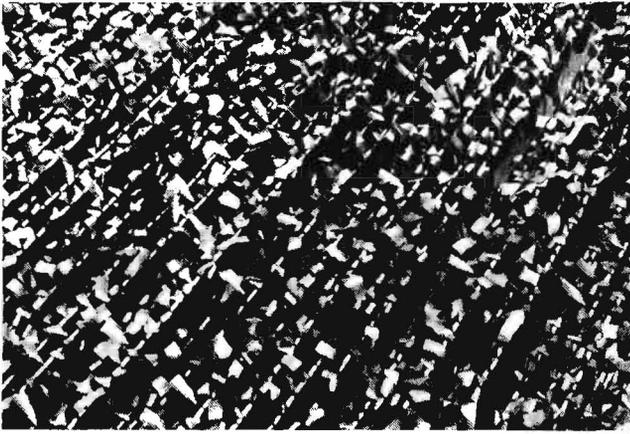


Bild 4: Ein künstlicher Pflanzenbestand aus Polyäthylen-Folien — Bild 5: Fluorometrische Meßeinrichtung zur Erfassung kleiner Belagsmengen

einem anderen Projekt bearbeitet. Aus den Messungen sollen Rückschlüsse auf die zweckmäßige Gestaltung und Größe eines Spritz- beziehungsweise Sprüherätes gezogen werden unter Berücksichtigung niedriger Aufwandmengen.

Der Einfluß der physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit auf Anlagerung und Haftung ist vereinzelt untersucht worden [11]. Bestimmte Emulgatoren können signifikante Verbesserungen bei reduzierten Aufwandmengen erbringen. Weitere Kenntnisse über die physikalischen Zusammenhänge sind notwendig. Bei der Reduzierung der Aufwandmengen von 500 l/ha beim Feldspritzen auf 50 l/ha oder sogar weniger als 5 l/ha beim Flugzeugeinsatz wird es immer schwieriger, mit physikalischen Methoden einen Nachweis über die Verteilung im Bestand zu führen. Chemische Analysen sind in der Regel sehr zeitaufwendig. Bisher übliche kolorimetrische Messungen können die kleinen Mengen im ppm-Bereich (parts per million) nicht mehr erfassen. Als sehr empfindlich und besonders handlich erwies sich hier die Fluorometrie. Mengen von einigen ppm lassen sich noch exakt nachweisen. Auch Dünnschicht-chromatografische Messungen mittels Fluoreszenz direkt auf den Blättern sind hiermit möglich. An die Meßgeräte lassen sich Registriergeräte, wie beispielsweise Schreiber, Drucker oder Lochstreifenstanzer, die die Auswertung sehr vereinfachen können, anschließen (Bild 5). Das gilt besonders für den Lochstreifen, der unmittelbar vom Rechner verarbeitet werden kann. Noch empfindlichere Verteilungsmessungen lassen sich mit radioaktiven Isotopen durchführen [12]. Aufwand und Vorsichtsmaßnahmen machen den unmittelbaren Einsatz dieser Meßmethode im Feldeinsatz jedoch problematisch. Die Fluorometrie füllt hier eine Lücke in den Meßmethoden in einer für die meisten Anforderungen ausreichenden Empfindlichkeit.

9. Die Vermeidung von Substanzverlusten

Die Vermeidung von Substanzverlusten durch Verschweben oder Ablagerung auf den Boden kann ganz erheblich sein. Ein gewisser Zusammenhang besteht hier zu der Teilchengrößenzusammensetzung. Aber auch andere Vorgänge mögen hier von Einfluß sein, über die noch viel zu wenig bekannt ist. Elektrische Ladungen zum Beispiel können die Ablagerung fördern, aber auch stören [13]. Nach englischen Untersuchungen betragen die im Getreide wiedergefundenen Mengen zu den ausgebrachten Flüssigkeitsmengen, je nach Bestand, zwischen 25 und 90 %, wobei die Mittelwerte zwischen 50 und 70 % schwanken [14]. Es sollte möglich sein, diese Verluste besser unter Kontrolle zu bekommen.

10. Zusammenfassung

Im Hinblick auf die Probleme bei der Beseitigung von Abfallstoffen und deren chemischen oder biologischen Abbau sollten auch Pflanzenschutzmittel so gezielt wie möglich ohne Verschwendung von Wirkstoffen verwendet werden. Neben biologischen und chemischen Aufgaben sind auch die technischen Möglichkeiten hierbei genauer zu erforschen. Hinweise, wie durch eine verbesserte Anwendungstechnik im Pflanzenschutz die Zielflächen genauer erreicht werden können und welche Aufgaben hierbei zu lösen sind, werden kurz dargelegt. Hierbei wird deutlich, daß nur durch eine engere Kooperation der Beteiligten aus den verschiedenen Disziplinen die oft schwierigen und versteckten Probleme zu lösen sind.

Schrifttum

- [1] HIMEL, M. C.: The Optimum Size for Insecticide Spray Droplets. *Journal of Economic Entomology* 62 (1969), S. 919—925
- [2] BERGER, K.: Wirtschaftliche Auswirkungen von chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen. In: Bayer. Landw. Jahrbuch 1968, S. 603—636
- [3] OSTARHILD, H.: Die Überwachung von Pflanzenschutzgeräten in der Praxis. *Landtechnische Forschung* 18 (1970), S. 106—108
- [4] KERSTING, F.: Probleme der Applikationstechnik im Pflanzenschutz. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 76 (1969), S. 484—500
- [5] GÖHLICH, H. und J. ZASKE: Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. *Landtechnik* 23 (1968), S. 162—170
- [6] ZASKE, J. und K. SCHMITZ-WINNENTHAL: Querverteilung im Düsenverband bei Pflanzenschutzspritzen. *Landtechnik* 24 (1969), S. 119—123
- [7] MAMOUN, YAHIA: Untersuchungen über die Verteilungsgüte beim Spritzen auf Damm-Furchen-Popfeln. *Landtechnische Forschung* 18 (1970), S. 44—46
- [8] GÖHLICH, H. und L. KNOTT: Häufiger Fehler in der Spritztechnik. *Mitteilung der DLG* (1969), S. 535—539
- [9] ZASKE, J.: Bestimmung und Bewertung von Tröpfchengrößenspektren bei Pflanzenschutzdüsen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 22 (1970), S. 17—24
- [10] ZASKE, J.: Drop Size Analysis Methods. *Proceedings of a Symposium for Research Workers on Pesticide Application*, June 1970, London
- [11] BEHLEN, W.: Das Synergid-Verfahren als Rationalisierungsmaßnahme. *Chemie und Technik in der Landwirtschaft* (1969)
- [12] LUX, P.: Verteilungsmessungen mit radioaktiven Isotopen im Obstbau. Vortrag auf Pflanzenschutz-Symposium, Leipzig 1969
- [13] SPUNTER, W. E.: Effects of Electrostatic Charging on Spray Patterns. In: *ASAE-Paper* Nr. 68—616, Chicago 1968
- [14] HEBBLETHWAITE, P. und P. RICHARDSON: Spray Recovery in Cereals. *Weed Research* 6 (1966), S. 84—85