

3.4 Kupplung weiterer Anbau- und Aufsteckaggregate

Anbau- und Aufsteckaggregate können ebenfalls unter Nutzung des Schwinge-Schild-Systems automatisch gekuppelt werden. Seilwinden oder Pumpen zum Beispiel sind nur mit einem entsprechenden, hakenförmig ausgebildeten Schild auszurüsten.

4. Zusammenfassung

Das hier vorgestellte automatische Kuppelverfahren für landwirtschaftliche Geräte besteht aus zwei gemeinsam oder auch einzeln verwendbaren Kuppelvorrichtungen: einem mit Fanghaken und einem Stützrahmen versehenen Dreipunktgestänge für das Kuppeln von Dreipunktbaugeräten und einem Schwinge-Schild-System zum Kuppeln der Gelenkwelle und von Anhängegeräten und Anbaugeräten, die nicht für den Dreipunktanbau vorgesehen sind. Mit einem solchen Kuppelverfahren kann eine beträchtliche Zeit- und Kraftersparnis erreicht werden und die Gefahr von Unfällen wird bemerkenswert herabgesetzt.

Schrifttum

- [1] *Sack, H. u. H. Hünslers:* Das Anbaugestänge an der Heckhydraulik des Schleppers. Landtechn. Forsch. Bd. 13 (1963) Nr. 2, S. 46/51.
- [2] *Schünke, U.:* Schnellkupplungen. Untersuchung über den Kupplungsvorgang. Landtechn. Forsch. Bd. 15 (1965) Nr. 1, S. 12/15.
- [3] *Dohne, E.:* Schnellkuppler. Techn. u. Landwirtschaft Bd. 18 (1966) H. 9, S. 258 ff.
- [4] -: Operating requirements for power take off drives. SAE J 721 d. (1968).

Bild 1 ÷ 4. Werkfoto Walterscheid.

Pflanzenschutzverfahren – Anforderungen und Bewertung mit physikalisch-technischen Meßmethoden

Von Jürgen Zaske, Berlin *)

DK 632.911:632.934.001.5

Die Optimierung von Pflanzenschutzverfahren erfordert die Berücksichtigung biologischer, ökonomischer und umwelthygienischer Gesichtspunkte. Wegen der daraus resultierenden, sich z.T. widersprechenden Anforderungen an ein Applikationsverfahren sind neben einer biologischen Wertung (Bonitur) umfangreiche physikalisch-technische Untersuchungen notwendig. Sie umfassen Messungen zur Kennzeichnung des Applikationsverfahrens, Erfassung der Daten der behandelten Kultur, Ermittlung der innerhalb der Kultur erzielten Verteilung und Belagsstruktur und Registrierung der äußeren Einsatzumstände. Es werden Methoden zur Tropfengrößenanalyse, Verfahren zur Auswertung von Tropfenaufnahmen und Möglichkeiten zur Belagsanalyse dargestellt.

1. Biologische Anforderungen an Pflanzenschutzverfahren

Unter dem Begriff chemischer Pflanzenschutz faßt man die Maßnahmen zusammen, die unter Anwendung von Wirkstoffen zur Behandlung von Pflanzenkrankheiten, zur Bekämpfung tierischer Schädlinge und zur Beseitigung konkurrierender Pflanzen dienen [1]. Die Präparate müssen, um die gewünschte fungizide, insektizide oder herbizide Wirkung zu erzielen, möglichst gleichmäßig auf der zu behandelnden Fläche verteilt oder in einigen speziellen Fällen in der Umgebungsluft dispergiert werden.

Vorgetragen auf der Jahrestagung der VDI-Fachgruppe <Landtechnik> am 16.11.1973 in Braunschweig.

*) Dr.-Ing. Jürgen Zaske war wissenschaftlicher Assistent im Institut für Maschinenkonstruktion, Bereich Landtechnik und Baumaschinen (Direktor: Prof. Dr.-Ing. H. Göhlich) der TU Berlin und ist zur Zeit an der Pennsylvania State University, Dept. of Agricultural Engineering, University Park, Pennsylvania, USA.

Wegen der außerordentlich hohen Wirksamkeit der chemischen Mittel sind nur sehr geringe Aufwandmengen erforderlich, beim Feldspritzensatz z.B. in der Größenordnung von 300 g/ha bzw. ml/ha bis 2 kg/ha bzw. l/ha [2]. Das entspricht, bezogen auf die Standfläche, einem Wirkstoffbelag von 0,3 bis 2 mg/dm². Es ist aber zu berücksichtigen, daß der Wirkstoff nur in den seltensten Fällen auf ebenem Boden deponiert werden muß. Im allgemeinen ist eine Verteilung über eine unter Umständen sehr inhomogene Kultur erforderlich, deren Blattfläche das Mehrfache der Standfläche ausmachen kann. In niedrigen Feldkulturen, z.B. in jungem Getreide, ist eine biologisch ausreichende Verteilung relativ leicht zu realisieren, da der Verteilungsvorgang annähernd als zweidimensional betrachtet werden kann, Bild 1.

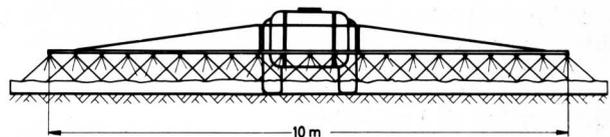


Bild 1. Schematische Darstellung der Behandlung einer niedrigen Feldkultur mit einem Feldspritzgerät.

Problematischer wird die räumliche gleichmäßige Ausbringung in höheren Feldkulturen und besonders in mehrreihigen Obst-, Wein- und Hopfenanlagen, Bild 2. In diesen Fällen ist weniger der Verteilungsvorgang als das Eindringvermögen der Wirkstoffpartikel in den Bestand und die anschließende Anlagerung von Interesse, wobei der Pflanzenbestand bei strömungstechnischer Betrachtung als Filter angesehen werden kann.

Neben der anzustrebenden gleichmäßigen Verteilung des Wirkstoffs über die gesamte Kultur, der sog. Makroverteilung [3], ist die Struktur des erzielten Belages, die Mikroverteilung, von großem Einfluß auf die biologische Wirkung. Hier spielen die sich aus

der Physiologie von Pflanze und Schadenserreger ergebenden Anforderungen eine wesentliche Rolle. Je nach dem Wirkungsmechanismus des Präparates, ob durch Kontakt, systemisch¹⁾ oder in der Gasphase wirkend, können mit sehr unterschiedlichen Belagsstrukturen die jeweils besten Erfolge erzielt werden.

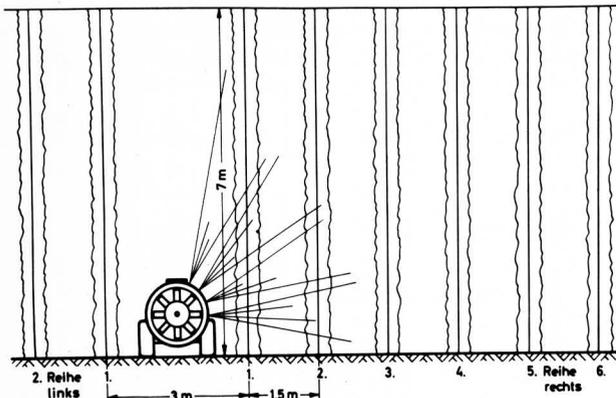


Bild 2. Schematische Darstellung der Behandlung einer mehrreihigen Hopfenanlage mit einem Großsprüherät.

In einigen Anwendungsfällen, so besonders bei der Herbizidanwendung, ist eine selektive Anlagerung auf verschiedene Pflanzenarten Voraussetzung für die Wirksamkeit eines Verfahrens, wenn z.B. die Unkräuter einen vergleichsweise starken Wirkstoffbelag, die Kulturpflanzen aber nur möglichst wenig Wirkstoff erhalten sollen.

Die biologisch effektivste Belagsstruktur und die Toleranzbreite bezüglich der Verteilung können für ein gegebenes System Pflanze/Schadenserreger/Präparat nicht vorherbestimmt werden. Sie sind vielmehr bei der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels empirisch zu ermitteln.

2. Anwendung der Zerstäubung beim Ausbringen von Flüssigkeiten

Um im praktischen Einsatz mit möglichst einfachen verfahrenstechnischen Mitteln die geringen Wirkstoffmengen in der biologisch zu fordernden Genauigkeit zu applizieren, werden die Präparate üblicherweise in Form von Verdünnungen ausgebracht. Sie lassen sich auf diese Weise sicherer dosieren und exakter verteilen.

Bei der Anwendung von Feststoffen (Stäuben und Granulaten) lagert man die eigentlichen Wirkstoffe an inerte Materialien an, um den "Verdünnungseffekt" zu erzielen. Das Ausbringen solcher Präparate erfolgt dann mit speziellen Verteilgeräten für Stäube bzw. Granulate.

Beim Ausbringen der Mittel in flüssiger Form werden die flüssigen oder festen Präparate mit einer geeigneten Trägerflüssigkeit, meist Wasser, verdünnt und anschließend zerstäubt.

Aufgabe der Zerstäubung ist dabei,

- die Flüssigkeitsmenge über den Durchsatz eines oder mehrerer Zerstäuber zu dosieren,
- den einzelnen Tropfen eine genügende Anfangsenergie und eine geeignete Abflugrichtung zu erteilen, so daß sie zur Zielfläche gelangen und sich dort anlagern können, und
- die Flüssigkeit in der Weise aufzuteilen, daß mit der erzeugten Tropfenzahl und Tropfengröße auf der zu behandelnden Fläche eine den biologischen Anforderungen entsprechende Belagsstruktur erzielt werden kann.

¹⁾ Der Wirkstoff wird von der Pflanze aufgenommen und gelangt über ihr Gefäßsystem zum Wirkungsort.

Ist aus verschiedenen Gründen ein rein ballistischer Tropfentransport²⁾ nicht ausreichend, (z.B. in höheren Kulturen oder bei Anwendung kleinerer Tropfengrößen), müssen Reichweite, Eindringvermögen und u.U. Tropfenablagerungen auf dem Objekt durch einen zusätzlichen Luftstrom unterstützt werden.

Ausbringverfahren für Flüssigkeiten werden demnach am besten gekennzeichnet durch die Art der Zerstäubung und die Methode des Tropfentransportes [4]. Man unterteilt sie üblicherweise in

- Spritzverfahren, bei denen der Tropfentransport rein ballistisch erfolgt und in
- Sprühverfahren, bei denen der Tropfentransport und die Anlagerung auf der Zielfläche durch einen Trägerluftstrom unterstützt werden. Die Flüssigkeitsaufteilung kann dabei sowohl pneumatisch als auch auf andere Weise erfolgen.
- Nebelverfahren, die auf einer Aerosolzerstäubung beruhen, sollen in diesem Zusammenhang nicht näher betrachtet werden.

3. Berücksichtigung ökonomischer und umwelthygienischer Gesichtspunkte bei der Auswahl von Zerstäubungsverfahren

Bei der Auswahl geeigneter Zerstäubungsverfahren für den praktischen Einsatz sind neben den biologischen Anforderungen bezüglich Verteilung und Belagsbildung auch ökonomische und umwelthygienische Aspekte zu berücksichtigen.

Gleichgültig, ob der Einsatz vom Boden her oder aus der Luft erfolgt, sind zunächst möglichst hohe Flächenleistungen zu fordern. Um die hierzu notwendigen Arbeitsbreiten zu erzielen, werden bei der Behandlung einer annähernd ebenen Zielfläche (z.B. Boden ohne Bewuchs, Grünland oder junges Getreide) mehrere Zerstäuber zu einem Verband kombiniert. Die Zuordnung erfolgt in der Weise, daß die sich überlagernden Einzelverteilungen eine möglichst gleichmäßige Gesamtverteilung ergeben, Bild 1 [5, 6].

In höheren oder dichteren Feldkulturen (Kartoffeln, Mais) kommt weniger auf die Erzielung einer gleichmäßigen Verteilung in einer Ebene an als auf das Eindringen des Sprays in den Pflanzenbestand. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, relativ feine Tropfen zu erzeugen. Während große Tropfen lediglich die dem Zerstäuber zugewandten Zielflächen bedecken würden, werden kleinere Tropfen durch den bei der Zerstäubung induzierten Luftstrom tiefer in den Bestand transportiert und kommen durch die sich an den Zielflächen ausbildenden Wirbel auch an deren Rückseiten zur Anlagerung. Für besondere Einsatzbedingungen läßt sich der Eindringvorgang durch einen zusätzlichen Trägerluftstrom verbessern (Feldsprühen).

In hohen Reihenkulturen (Wein, Hopfen) oder in Obstplantagen ist eine den gegenwärtigen ökonomischen Anforderungen genügende Arbeitsbreite nur durch einen Trägerluftstrom zu erzielen, Bild 2. Dabei muß das Zerstäubungsverfahren hinsichtlich von Luftdurchsatz und -verteilung sowie der Tropfengrößen auf die gegebene Kultur (Dichte, Höhe, Tiefe) abgestimmt werden [7].

Neben der Arbeitsbreite und der Arbeitsgeschwindigkeit sind die Nebenzeiten eines Ausbringverfahrens (für Befüllen, Mischen und Leerfahrten vom und zum Einsatzort) in ökonomischer Hinsicht von größter Bedeutung. Das gilt besonders beim Einsatz von Flugzeugen im Pflanzenschutz.

Die Nebenzeiten lassen sich außer durch organisatorische Maßnahmen im wesentlichen nur durch Herabsetzen der Aufwandmengen an Trägerstoffen senken. Allerdings steht eine Verminderung der Aufwandmengen oft im Widerspruch zu den biologischen und umwelthygienischen Anforderungen an ein Verfahren. Die geringeren ausgebrachten Mengen erfordern kleinere Tropfen und eine größere Tropfenzahl, um etwa den gleichen Bedeckungsgrad (benetzte Fläche/Gesamtfläche) zu erzielen und somit den ursprünglichen

²⁾ Unter ballistischem Transport ist die Bewegung eines Tropfens unter dem Einfluß der Gravitation und der Luftreibung zu verstehen, wenn dem Tropfen eine bestimmte Anfangsenergie und -richtung erteilt wurde.

biologischen Effekt zu gewährleisten. Das hat zur Folge, daß mit den kleineren Tropfen kaum eine genügende ballistische Reichweite und ein ausreichendes Eindringvermögen in eine dichtere Kultur erzielt werden können. Eine extreme Senkung der Aufwandsmengen bedingt dann im allgemeinen die Anwendung eines Trägerluftstroms.

Zum anderen nimmt bei kleinen Tropfengrößen die Abdriftgefahr zu. Feine Wirkstoffpartikel werden durch Wind (auch infolge von Thermik) aus der eigentlichen Behandlungszone abgetrieben. Enthalten die zerstäubten Flüssigkeiten Komponenten mit hohem Dampfdruck, so wird durch die Verdunstung der Tropfen während des Fluges die Abdriftneigung weiter verstärkt. Da die meisten im Pflanzenschutz eingesetzten Wirkstoffe keine derartig spezifische Wirkung haben, daß sie auf andere Organismen ohne Einfluß sind, können die verschwebenden Partikel eine direkte Gefahr für Menschen und Tiere, aber auch für benachbarte Pflanzenbestände darstellen. Normalerweise kann durch Einsatz bei günstigen Witterungsbedingungen (niedrige Windgeschwindigkeit, hohe Luftfeuchte, geringe Thermik) und durch Anwendung relativ großer Tropfen die Abdrift in Grenzen gehalten werden.

Speziell bei Einsätzen aus der Luft ist eine gewisse Abdrift oft nicht zu vermeiden. Wegen der aus Gründen der Wirtschaftlichkeit notwendigen geringen Trägerstoff-Aufwandsmengen ist die Erzeugung kleiner Tropfen unumgänglich. Hinzu kommt, daß die Tropfenabgabe aus relativ großen Höhen in eine z.T. aufwärts gerichtete Zirkulationsströmung erfolgt [8]. Man muß deshalb versuchen, durch zusätzliche verfahrenstechnische Maßnahmen die Abdriftneigung zu reduzieren, z.B. durch Anwendung geeigneter Zerstäubungsverfahren (meist Rotationszerstäuber), die Tropfengrößen erzeugen, die klein genug sind, um den Anforderungen der Belagsbildung zu genügen, die jedoch eine ausreichende Größe haben, um der Abdrift nicht zu stark zu unterliegen. Das gleiche gilt für die ULV-Applikation³⁾ mit Bodengeräten. Außerdem läßt sich durch Additive ein grobtropfiges Spray erzeugen bzw. die Verdunstung der Tropfen während des Fluges reduzieren, so daß die Abdriftneigung weiter verringert wird [9].

4. Verfahrensoptimierung

Die Darstellung der sich z.T. widersprechenden biologischen, ökonomischen und umwelthygienischen Anforderungen an ein Ausbringverfahren macht deutlich, welche Probleme bei der Optimierung von Pflanzenschutzverfahren zu überwinden sind.

Die bisher übliche Methode, das für einen speziellen Anwendungsfall geeignete Verfahren durch rein biologische Wertung verschiedener Verfahrensvarianten zu ermitteln, ist außerordentlich aufwendig. Eine solche biologische Bewertung besteht im allgemeinen in einer wiederholten, als Bonitur bezeichneten, Bewertung des Pflanzenbestandes hinsichtlich bestimmter wesentlicher Merkmale und in der Bewertung des Erntegutes nach Menge und Qualität. Die biologische Wirkung einer Verfahrensmodifikation kann somit oft erst nach Ablauf einer Saison beurteilt werden und die gewonnenen Ergebnisse sind nicht ohne weiteres auf ähnliche Probleme übertragbar. Außerdem können wesentliche Begleitumstände, z.B. Drift, nicht erfaßt werden.

In vielen Fällen ist deshalb eine Verfahrensoptimierung statt auf der Basis einer biologischen Wertung mit Hilfe physikalisch-technischer Vergleichsmessungen angebracht [7, 10]. Voraussetzung ist allerdings, daß in Vor- oder Parallelversuchen die biologisch notwendige Belagsstruktur ermittelt wird.

Die Bewertung eines Pflanzenschutzverfahrens mit Hilfe physikalisch-technischer Messungen erfordert:

1. Messungen zur Kennzeichnung des Ausbringverfahrens — beim Ausbringen von Flüssigkeiten in erster Linie die Analyse des Zerstäubungs- und Tropfenemissionsverhaltens.

Bei Verfahren mit Trägerluftstrom ist zusätzlich die Aufnahme des Luftgeschwindigkeitsprofils erforderlich [7].

³⁾ ULV: ultra low volume application; ausgebrachtes Volumen < 5 l/ha

2. Erfassung der Daten der zu behandelnden Kultur, um die Untersuchungsergebnisse unter Umständen auf andere Kulturarten modellmäßig übertragen zu können. Die Kultur wird bei strömungstechnischer Betrachtung als Filter angesehen.
3. Ermittlung der innerhalb der Kultur erzielten Verteilung und der Belagsstruktur sowie Registrierung der über den eigentlichen Behandlungsraum hinausgelangenden Wirkstoffmengen (Abdrift, Abtropfen).
4. Registrierung der äußeren Einsatzumstände, speziell der meteorologischen Gegebenheiten.

Im folgenden soll nur auf die Ermittlung des Tropfenemissionsverhaltens mit Hilfe der Tropfengrößenanalyse und auf die verschiedenen Formen der Belagsanalyse eingegangen werden.

5. Tropfengrößenanalyse

Die meisten im Pflanzenschutz verwendeten Zerstäuber erzeugen nicht Tropfen einer einheitlichen Größe, sondern ein charakteristisches Tropfengrößenspektrum. Aufgabe der Tropfengrößenanalyse ist demnach die Ermittlung der Häufigkeitsverteilung oder die Bestimmung von Kennwerten, wie Mittlerer Numerischer Durchmesser (MND) oder Mittlerer Volumen-Durchmesser (MVD), Bild 3.

Die Bestimmung der Tropfengrößenverteilung kann durch indirekte Methoden erfolgen, indem man bestimmte physikalische Größen erfaßt, die in funktionalem Zusammenhang mit der Tropfengröße stehen. Besonders lichtoptische und elektrische Verfahren [11] sowie Methoden, bei denen Massenkräfte der Partikel für die Messung genutzt werden, wie der Kaskadenimpaktor [12] oder die ballistische Sichtung, kommen zur Anwendung.

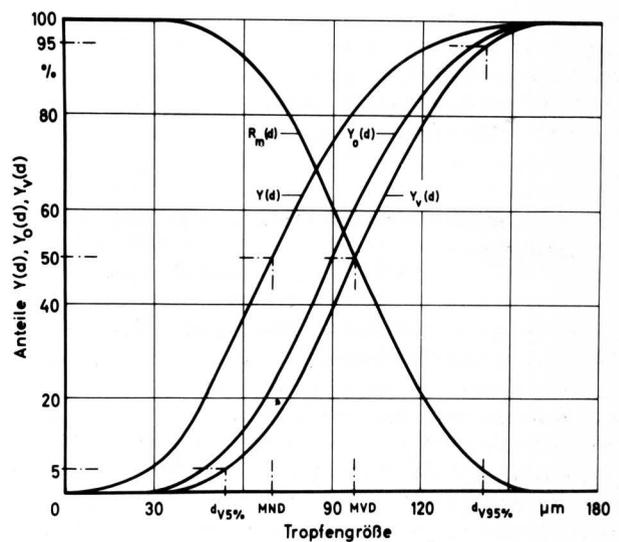


Bild 3. Häufigkeits-Summenverteilungskurven, bezogen auf Tropfenanzahl, $Y(d)$; Tropfenoberfläche, $Y_O(d)$; Tropfen volumen, $Y_V(d)$; sowie Rückstandssummenkurve $R_m(d)$ bezogen auf die Tropfenmasse und zugehörige Kennwerte MND (mittlerer Durchmesser, bezogen auf die Tropfenanzahl) und MVD (mittlerer Durchmesser, bezogen auf das Tropfen volumen).

Üblicher ist die direkte Ermittlung der Tropfengrößen z.B. durch fotografische Aufnahme der Tropfen im Flug. Hierbei ist von Vorteil, daß kaum mit einer Beeinflussung des Spektrums durch Umwelteinflüsse (Verdunstung etc.) zu rechnen ist. Nachteilig ist der besonders bei starker Vergrößerung begrenzte Aufnahmeraum (Bildausschnitt X Schärfentiefe), der unter Umständen eine große Anzahl von Einzelaufnahmen pro Analyse erforderlich macht.

Durch optisches "Abfahren" des gesamten spraygefüllten Raumes mit Hilfe einer Filmkamera oder durch holographische Methoden kann diesem Nachteil begegnet werden.

Das Fotografieren der Tropfen im Flug ermöglicht bei Doppelbeleuchtung eines Negatives (Sequenzfotografie), Bild 4, auch die Analyse der Tropfenbewegung (Fluggeschwindigkeit und -richtung).

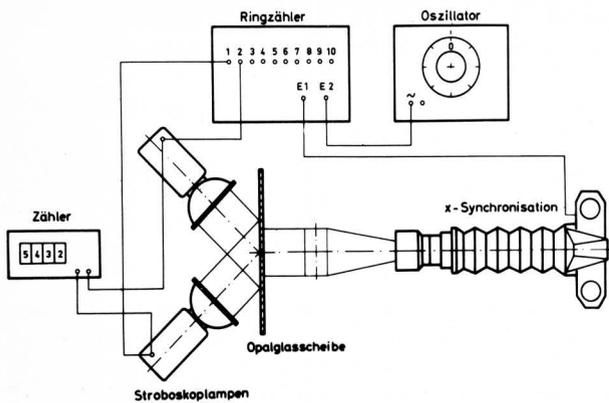


Bild 4. Anordnung von Kamera und Beleuchtungseinrichtung zur fotografischen Aufnahme von Tropfen im Flug mittels Zweier-Bildsequenz-Fotografie.

Gegenüber der Fotografie der Tropfen im Flug ist es in vielen Fällen günstiger, das räumlich verteilte Spray sedimentieren zu lassen und das Niederschlagsbild auszuwerten. Da die Tropfen bzw. Tropfenabbildungen in einem wesentlich engeren optischen Tiefenbereich vorliegen, ist eine geringere Anzahl von Aufnahmen notwendig.

Das Auffangen der Tropfen kann in einer Immersionsflüssigkeit, in einer plastisch verformbaren Schicht oder auf festen Objektflächen erfolgen. In den beiden erstgenannten Fällen werden unter günstigen Umständen (z.B. Wassertropfen in Silikonöl [13] oder Auffangen in einer MgO-Schicht) die Tropfen exakt oder annähernd original abgebildet. Beim Auffangen auf festen Objektflächen (Glas, Kunstglas, fixiertes Fotopapier etc.) ist zur Berechnung der ursprünglichen Tropfengröße aus den Abbildungsdurchmessern (spots) die Kenntnis der Spreitungsfaktoren erforderlich. Diese Faktoren müssen in besonderen Versuchen ermittelt werden, meist mit Hilfe sog. Tropfengeneratoren, die einen stetigen Strom gleichgroßer Tropfen erzeugen [14].

Besonders beim Auffangen auf festen Objektflächen sind wegen der z.T. hohen Auftreffgeschwindigkeiten, Bild 5, hinsichtlich der Versuchsdurchführung bestimmte Forderungen zu erfüllen, um repräsentative Proben des Sprays zu erfassen [14].

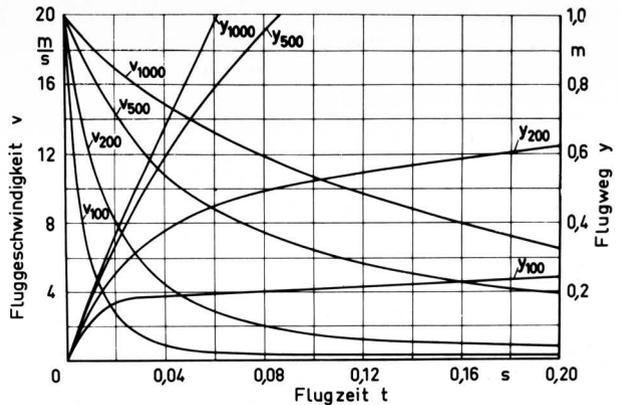


Bild 5. Fluggeschwindigkeit und Flugweg von Wassertropfen in Luft in Abhängigkeit von der Flugzeit; Tropfendurchmesser $d = 100, 200, 500, 1000 \mu\text{m}$; Tropfenabgabe in Richtung der Gravitation mit 20 m/s Anfangsgeschwindigkeit.

6. Auswertung der Tropfenaufnahmen

Die Auswertung der nach den vorhergehend beschriebenen Methoden gewonnenen Tropfenaufnahmen kann unter dem Meßmikroskop oder mit Hilfe halb- oder vollautomatischer Bildanalysierverfahren erfolgen. Von den halbautomatischen Geräten ist der Teilchengrößenanalysator nach Endter am bekanntesten; eine Umrüstung auf elektronische Datenerfassung, Bild 6, ermöglichte eine wesentlich schnellere Datenweiterverarbeitung [14].

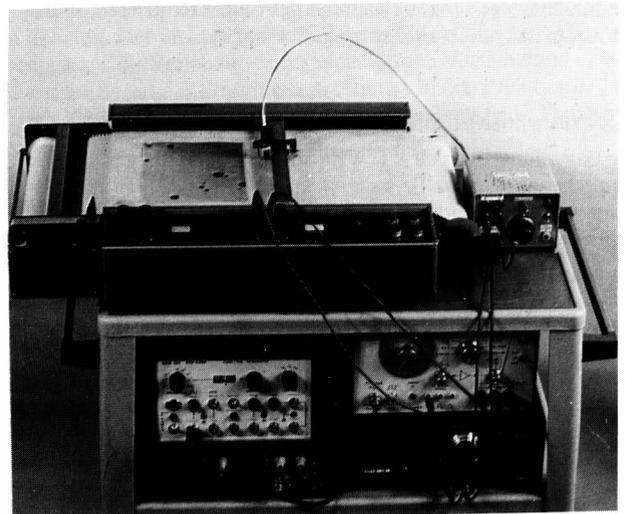


Bild 7. Bildabtastrgerät auf der Basis eines x, y-Schreibers.

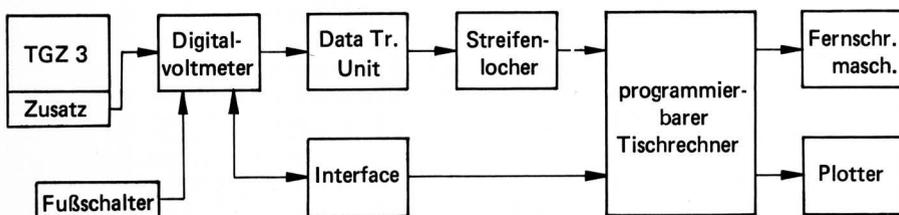


Bild 6. Blockdiagramm, elektronische Datenverarbeitung bei Verwendung eines modifizierten Teilchengrößenanalysators TGZ 3.

Vollautomatische Bildanalysiergeräte erfordern im notwendigen Ausstattungsumfang einen erheblichen Investitionsaufwand. Es wurden deshalb am Institut für Landtechnik Berlin, verschiedene Konzepte vollautomatischer Auswertverfahren entwickelt [14], die auf bekannten Bauelementen der Meßtechnik und einer üblichen Rechentechnik basieren, z.B. ein Gerät auf der Basis eines x, y-Schreibers mit Reflex-Abtastkopf, das in Verbindung mit einem programmierbaren Tischrechner arbeitet, Bild 7.

7. Belagsanalyse

Hinsichtlich der auf einer Fläche oder innerhalb einer bestimmten Kultur erzielten Wirkstoffbeläge muß zwischen Mikroverteilung (Belagsstruktur auf einem kleinen Bezugsflächenelement) und Makroverteilung (Verteilung über die gesamte Kultur) unterschieden werden.

Die Belagsstruktur wird durch die Benetzungsflächen-Häufigkeitsverteilung bzw. durch den Bedeckungsgrad beschrieben. Über Spreitungsfaktoren läßt sich aus den Tropfenabbildungen annähernd auch das pro Flächeneinheit angelagerte Volumen und – bei gegebener Konzentration – die Wirkstoffmenge pro Ziel-flächeneinheit bestimmen.

Neben dieser sogenannten optischen Verteilungsmessung kommen volumetrische, gravimetrische, chemisch-analytische, kolorimetrische und – besonders in letzter Zeit – fluorometrische Meßmethoden zur Anwendung.

Die fluorometrische Belagsanalyse [15] zeichnet sich durch Genauigkeit, hohe Empfindlichkeit sowie relativ niedrigen Zeit- und Kostenaufwand aus, Bild 8. Die verwendeten Fluoreszenzfarbstoffe sind im allgemeinen chemisch und biologisch neutral und damit ungefährlich. Sie beeinflussen in der üblichen Konzentration die physikalischen Eigenschaften der Spritzflüssigkeit nicht und die sichtbare Verschmutzung der Umwelt ist gering. Außerdem ermöglicht die Fluoreszenz-Analyse, speziell in Verbindung mit Kaskadenimpaktoren, auch den Nachweis sehr geringer, über den eigentlichen Behandlungsraum hinausgelangender Wirkstoffmengen.

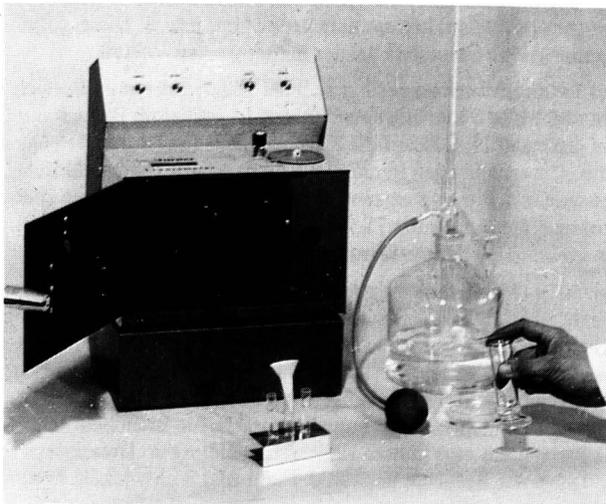


Bild 8. Apparatur zur fluorometrischen Belagsanalyse nach der Küvettenmethode.

Schrifttum

Bücher sind durch ● gekennzeichnet

- [1] ● *Martin, H.*: Die wissenschaftlichen Grundlagen des Pflanzenschutzes. Weinheim/Bergstr.: Verlag Chemie GmbH, 1967.
- [2] ● Pflanzenschutzmittelverzeichnis. Biologische Bundesanstalt Braunschweig 1972.
- [3] *Göhlich, H. u. J. Zaske*: Forschung und Anwendungstechnik im Pflanzenschutz. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes Bd. 22 (1970), S. 129/35.
- [4] *Göhlich, H. u. J. Zaske*: Einteilung und Bezeichnung der Tropfengrößen und Applikationsverfahren im Pflanzenschutz. Landtechn. Forschung Bd. 19 (1971) Nr. 5/6, S. 129/32.
- [5] *Göhlich, H. u. J. Zaske*: Beeinflussung der Spritzverteilung durch Düsenart und Düsenanordnung bei Feldspritzen. Landtechnik Bd. 23 (1968) Nr. 6, S. 162/66, 170.
- [6] *Zaske, J. u. F.K. Schmitz-Winnenthal*: Die Querverteilung im Düsenverband bei Pflanzenschutzspritzen. Landtechnik Bd. 24 (1969) Nr. 5, S. 119/23.
- [7] *Zaske, J. u. L. Knott*: Anwendung physikalischer Meßmethoden zur Beurteilung von Pflanzenschutzverfahren (am Beispiel der Insektizidapplikation in Hopfenkulturen). Ztschr. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz Bd. 79 (1972) S. 659/67.
- [8] *Akesson, N.B. u. W.E. Yates*: Problems relating to application of agricultural chemicals and resulting drift residues. Ann. Rev. Entomology Bd. 9 (1964) S. 285/318.
- [9] *Amsden, R.C.*: Reducing the evaporation of sprays. Agr. Aviation Bd. 3 (1962) S. 88/93.
- [10] ● *Byass, J.B.*: The physical factors in herbicide application. Proc. 9th Brit. Weed Contr. Conf. (1968) S. 1318/28.
- [11] ● *Batel, W.*: Einführung in die Korngrößenmeßtechnik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag 1971.
- [12] *May, K.R.*: The Cascade Impactor: An instrument for sampling coarse aerosols. J. Sci. Instrum. Bd. 22 (1945).
- [13] *Zaske, J.*: Bestimmung und Bewertung von Tröpfchengrößenspektren bei Pflanzenschutzdüsen. Teil I und II. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. Bd. 22 (1970) S. 17/24 und Bd. 23 (1971) S. 55/60.
- [14] ● *Zaske, J.*: Tröpfchengrößenanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Zerstäubung im chemischen Pflanzenschutz. Dissertation TU Berlin 1973.
- [15] *Bau, H., U. Dörries u. J. Zaske*: Anwendung der Fluorometrie zur Verteilungsmessung in der Pflanzenschutztechnik. Landtechn. Forschung Bd. 19 (1971) Nr. 3/4, S. 93/101.