

ist gleich dem Produkt aus Düsenanzahl und Düsenabstand. Im praktischen Einsatz ist die Einhaltung der Arbeitsbreite für eine ordnungsgemäße Querverteilung wichtig. Abweichungen von ± 1 m gegenüber der vorgegebenen Arbeitsbreite führen zu streifenförmigen Über- bzw. Unterdosierungen von rd. 30% auf einer Breite von 2 bis 3 m (Bild 4). Die Messung der Arbeitsbreite sollte durch mehrmaliges Bestimmen des Fahrspurenabstands mit einem Bandmaß erfolgen. Die Verwendung der Markiereinrichtung trägt wesentlich zur Einhaltung der Arbeitsbreite bei, obwohl erst Leitspuren oder Fahrspuren, insbesondere in eng gedrillten Kulturen, das Problem lösen dürften. Die Einhaltung einer mittleren Abspritzhöhe von rd. 50 cm über der oberen Pflanzenzone oder rd. 80 cm über dem Boden trägt zu einer guten Querverteilung bei. Die Messung unter Applikationsbedingungen erfolgt mit einem Gliedermaßstab.

3.3. Bestimmung der Windgeschwindigkeit

Der Wind beeinflusst vor allem Abdrift, Brühverteilung und PSM-Belag auf den Pflanzenoberflächen. Zur Einschränkung der Abdrift und zur Einhaltung der Verteilungsgüte sollten die im PSM-Verzeichnis 1976/77 angegebenen Windgeschwindigkeiten, differenziert für die Arbeitsarten Spritzen und Sprühen, berücksichtigt werden. Die Messung der Windgeschwindigkeit sollte täglich vor Einsatzbeginn sowie mehrmals während der PSM-Ausbringung durchgeführt werden. Dazu sind Schalenkreuzanemometer, Staudruckwindmesser M 123 und Schalenfernanemometer verwendbar.

4. Schlußfolgerungen

Voraussetzung für eine hohe Arbeitsqualität und ein geringes Anwendungsrisiko bei der Ausbringung von PSM sind qualifizierte Bedienungspersonen und ordnungsgemäß arbeitende Pflanzenschutzmaschinen. Folgende Maßnahmen sollten vorrangig beachtet werden:

- Qualifizierung des für die Prüfaufgaben notwendigen Personals in den Instandhaltungsbetrieben und ACZ
- Überprüfung der maschinenspezifischen Kennwerte, wie Pumpenleistung, Düsendurchflußmenge, Differenzdruck, Rührwerksfunktion und Querverteilung, zumindest vor der Einsatzkampagne und nach jeweils 200 Betriebsstunden; Aufstellen von maschinengebundenen Dosiertabellen und Kontrollbelegen

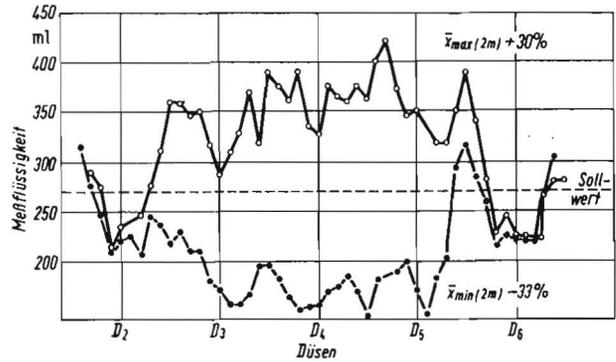


Bild 4. Auswirkungen von ungenauem Anschlußfahren auf die Querverteilung

- Einführung von Meß- und Prüfständen für Pflanzenschutzmaschinen in spezialisierten Instandsetzungsbetrieben, die z. B. aus Manometerprüfpresse, Differenzmanometer, Durchflußmengenprüfstand, Querverteilungsmeßrinne bestehen
- Aufbau eines mobilen Prüfdienstes mit speziell ausgerüsteten Fahrzeugen zur Überprüfung der operativ instand gesetzten Pflanzenschutzmaschinen, wobei die Stationierung in zentral gelegenen ACZ oder KfL erfolgen könnte
- Aussonderung von veralteter Technik und Umrüstung der Alttechnik auf den neuesten technischen Stand (z. B. Düsenabstände von rd. 1,50 m auf 1,125 m oder auf 1 m verringern, Stabilisierung der Ausleger u. ä.).

Literatur

- [1] Zschaler, H.; Patschke, K.: Qualitätsgerechte Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Markkleeberg: agrar-Buch 1975.
- [2] Becker, E.: Zur Arbeitsqualität von Pflanzenschutzmaschinen im Feldbau. Dt. Agrartechnik 18 (1968) H. 12, S. 576—578.
- [3] Patschke, K.: Empfehlungen und Hinweise zur Anfertigung maschinengebundener Dosiertabellen für Pflanzenschutzmaschinen des Baukastensystems Kertitox. Nachr. Bl. Pflanzenschutzdienst DDR NF 29 (1975) S. 151—154. A 1239

Höhere Effektivität und Qualität beim Einsatz von Agrarflugzeugen

Dipl.-Landw. W. Heumann/Ing. G. Wischnewski, INTERFLUG, Betrieb Agrarflug

In unserer sozialistischen Landwirtschaft führt der Weg zu hohen und stabilen Erträgen über die Intensivierung. Dabei nimmt die Chemisierung — besonders die Anwendung von Stickstoffdünger und Herbiziden — einen entscheidenden Platz ein. Die modernen, hochkonzentrierten Agrochemikalien müssen nach industriemäßigen Verfahren mit Maschinen ausgebracht werden, die eine hohe Arbeitsproduktivität garantieren. Deshalb gewinnt der Flugzeugeinsatz zunehmend an Bedeutung. Er hat eine wichtige Stellung im Maschinensystem der Agrochemischen Zentren (ACZ). Die Leistungen wurden in den letzten Jahren ständig erhöht, wobei Maßnahmen des Pflanzenschutzes mehr als 50%

umfassen. Im Jahr 1975 erfolgten rund 25% aller Maßnahmen auf diesem Gebiet aus der Luft. Die wichtigste Arbeitsart ist und bleibt die Phytophthorabekämpfung. Ihr folgen die Behandlung der Feld-, Obst- und Forstkulturen mit Insektiziden sowie die Applikation von Herbiziden und Sikkanten (Tafel 1). Im Zeitraum bis 1980 ist eine weitere Steigerung der Agrarflugleistungen vorgesehen. Der Anteil der Präparate für die Applikation mit Luftfahrzeugen wird sich vor allem beim Pflanzenschutz erhöhen. Bei der zielgerichteten Intensivierung des Agrarflugs stehen Rationalisierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Effektivität und

Tafel 1. Entwicklung der Agrarflugleistungen 1970—1980

Leistungen	1970		1972		1975		1980 (Ziel)	
	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha	%
Insgesamt	1677,3	100	2130,6	100	3012,2	100	6320	100
dav. Düngung	567,0	34	822,4	39	1320,9	44	2920	47
Aussaat	17,3	1	27,5	1	120,6	4	150	2
Pflanzenschutz	1093,0	65	1280,7	60	1570,7	52	3210	51
dav. Phytophthorabek.	815,8	(100)	1043,6	(100)	1319,8	(100)	2250	(100)
Rapsschädlingsbek.	143,6	(74)	134,6	(79)	135,3	(85)	440	(70)
Kartoffelschäd-								
lingsbek.	76,0	(7)	39,3	(4)	31,9	(2)		
Sikkation	10,6	(1)	10,5	(1)	27,8	(2)		
Sonstige	42,2	(4)	52,7	(6)	55,9	(4)	180 ¹⁾	(5)

1) einschließlich rd. 100 000 ha Wachstumsregulatoren

Qualität im Vordergrund. Schwerpunkte im Plan Wissenschaft und Technik des Betriebs Agrarflug der INTERFLUG sind:

- Höhere Auslastung der Luftfahrzeuge, insbesondere durch optimale Nutzung der meteorologisch möglichen Flugzeit, um die Leistungen je Einsatztag und -jahr zu steigern
- Dabei spielt die Einführung der Schichtarbeit eine große Rolle.
- höhere Qualität bei der Applikation von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln
- Anliegen hierbei ist, den Anforderungen des Umweltschutzes besser als bisher gerecht zu werden. Zur Verbesserung der Ausbringanlagen für Flüssigkeiten wurden Vergleiche mit international anerkannten Düsensystemen angestellt.

1. Schichtarbeit im Agrarflugzeugeinsatz

1.1. Aufgabenstellung mit Methodik

Die Intensivierung und der verstärkte Übergang zu industriemäßigen Methoden erfordern auch effektivere Leitungs- und Organisationsformen beim Einsatz von Agrarflugzeugen in der Landwirtschaft. Es kommt darauf an, die Arbeitsproduktivität zu erhöhen, die Kosten zu senken und jede meteorologisch mögliche Flugstunde auszunutzen.

In den Jahren 1973 und 1974 wurden in zwei ACZ verschiedene Organisationsformen beim Einsatz von Agrarflugzeugen mit unterschiedlichen Besatzungsverhältnissen und teilweiser Schichtarbeit erprobt. Im ACZ Parchim erfolgte der Einsatz von 2 Flugzeugen und 3 Besatzungen (Besatzungsverhältnis 1:1,5). Dabei wurden erprobt:

- Im Jahr 1973 ein flexibles Ablösesystem mit Schichtarbeit in den Arbeitsspitzen von 2 Besatzungen auf einem Flugzeug
- Im Jahr 1974 ein fest geregeltes Ablösesystem (Düngungsperiode 6:3, Phytophthoraperiode 14:7) mit Wechselschichtsystem von 3 Besatzungen auf 2 Flugzeugen in der Arbeitsspitze (Bild 1).

Im ACZ Manschnow erfolgte im Jahr 1974 mit 3 Flugzeugen und 4 Besatzungen (Besatzungsverhältnis 1:1,33) die Erprobung eines dem landwirtschaftlichen Bedarf angepaßten „Springer“-Schichtsystems mit 4 Besatzungen auf 3 Flugzeugen (Bild 2). Schwerpunkte bildeten die systematische Entwicklung der Einsatzbrigaden des Agrarflugs sowie der Arbeiter und Genossenschaftsbauern der KAP und ACZ zu festen Kollektiven und die planmäßige Arbeit nach abgestimmten Kampagne- und Wochenplänen (Schichtplänen).

Bei den Untersuchungen standen folgende Ziele im Vordergrund:

- Termin- und qualitätsgerechte Deckung des Bedarfs an Agrarflugleistungen, besonders während der N-Düngung, der Rapsschädlings- und Phytophthorabekämpfung
- optimale Ausnutzung der meteorologisch möglichen Flugzeit
- Bildung fester Einsatzkollektive sowie Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen
- höhere Sicherheit im Agrarflugprozeß.

Die Ergebnisse der Erprobung wurden von den Brigaden täglich in Form einer Einsatzanalyse auf vorgegebenen EDV-gerechten Kenndatenbögen erfaßt, und zwar

- Einsatzbedingungen und -form
- Arbeitszeitanalyse
- Flugbetriebszeitanalyse
- Leistungsanalyse
- Organisationsaufwand im ACZ.

1.2. Ergebnisse

Insgesamt wurden im Jahr 1974 in Parchim 1356 Flugstunden (677 Flugstunden je Flugzeug) und in Manschnow 1940 Flugstunden (646 Flugstunden je Flugzeug) geflogen, davon 331 bzw. 337 im Schichtsystem. Im Jahr 1973 erreichte die Parchimer Einsatzbrigade 1225 Flugstunden (613 Flugstunden je Flugzeug) und davon rund 200 Flugstunden in Schicht. Bei beiden Untersuchungen lagen die Flugstunden und Hektarleistungen über dem Durchschnitt der Staffeln bzw. über dem der DDR (1974: 567 Flugstunden je Flugzeug Z-37).

Aus den Analysen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Schichtarbeit ist vor allem in den Hauptbedarfszeiten der N-Düngung, besonders während der N-Spättdüngung, erforderlich und in dieser Zeit (April bis Juni) auch praktisch möglich (Taglänge).
- Die Wahl des Schichtsystems ist von den örtlichen Bedingungen abhängig. Als günstig hat sich das in Parchim erprobte Wechselschichtsystem erwiesen (Bild 3).
- Die Gesamtleistungen je Einsatztag bzw. je Einsatzperiode erhöhen sich durch den Schichteinsatz. Dagegen verändern sich die Hektarleistungen je Flugstunde gegenüber der Normalschicht nicht. In Parchim wurden im Jahr 1973 rd. 4000 ha und im Jahr 1974 rd. 6000 ha zusätzlich bearbeitet. Dadurch kann der Bedarf der Landwirtschaft besser gedeckt werden, vor allem während der N-Spättdüngung. Durch Mehrerträge entsteht ein höherer Nutzen.
- Die meteorologisch mögliche Flugbetriebszeit konnte beim Schichtbetrieb wesentlich besser ausgenutzt werden. In Parchim waren es 85,6 % und in Manschnow 75,4 %, bei Normalschicht jedoch nur 63,2 bzw. 62,8 %.
- Der Aufwand für die Einsatzorganisation ist beim Schichteinsatz höher als bei Normalbetrieb. Es zeigte sich, daß ein Agrarflugeinsatzleiter für 2 oder 3 Maschinen beim Schichtbetrieb nicht ausreicht. Der höhere Aufwand entsteht vor allem bei der Arbeitsorganisation, beim Personentransport und bei der Versorgung der Brigademitglieder.
- Die Untersuchungen beweisen, daß eine noch erheblich höhere Auslastung je Flugzeug und Jahr möglich ist. Deutlich wurde aber auch, daß die Landwirtschaft in bestimmten Zeitabschnitten, z. B. Mitte Juni bis Anfang Juli, Ende August bis Ende September, die Flugzeuge nicht voll ausnutzen kann.

Die Schichtarbeit stellt eine höhere Stufe der Arbeitsorganisation dar. Sie erfordert, daß alle Partner die Arbeiten intensiv vorbereiten, koordinieren und die Termine exakt einhalten. Alle Beteiligten müssen nach abgestimmten Plänen im Schichtsystem arbeiten, außer den Flugzeugbesatzungen also auch die Agrarflugbrigaden der ACZ und die Signalisten der KAP. Das wird nicht von heute auf morgen möglich sein. Wichtig ist zunächst, alle

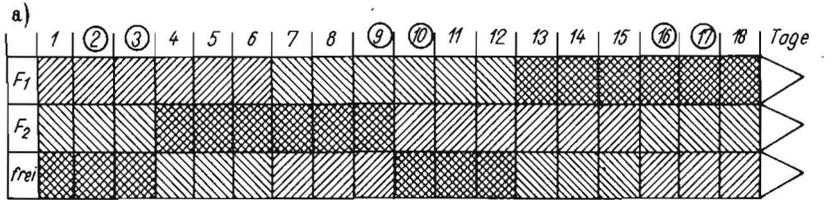


Bild 1. Rahmenschichtplan für die Einsatzbrigade im ACZ Parchim (3 Besatzungen auf 2 Flugzeugen);
 a) Normalenschicht (Ablösesystem: 6 Tage Einsatz, 3 Tage frei)
 b) Wechselschicht (wöchentlicher Rhythmus: Spätschicht, Frühschicht, geteilte Schicht)

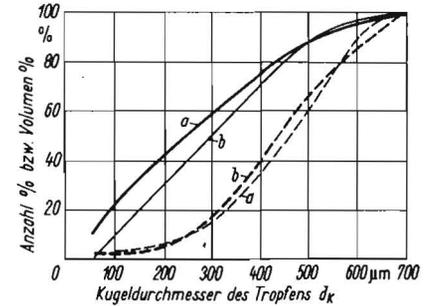
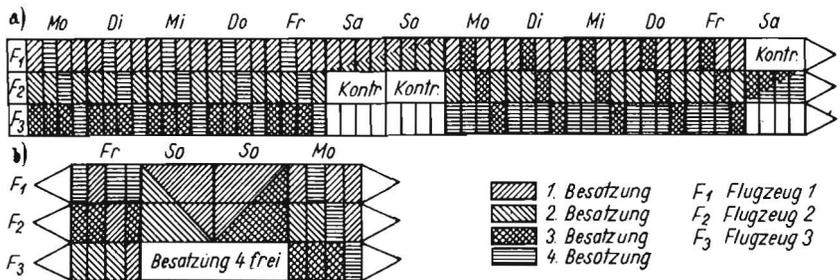
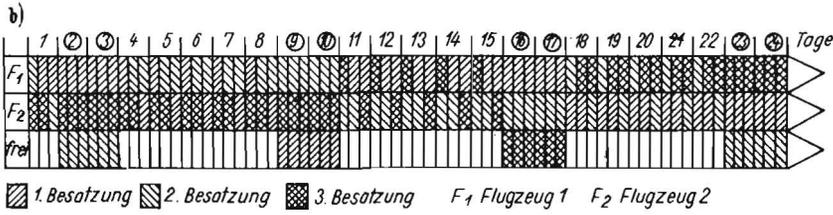


Bild 4. Vergleich der Tropfenspektren der Originalspritzdüse M 63-3130 (Kurve a) und der Teejetdüse D 8 (Kurve b);
 — Summenkurve Anzahl%
 - - - Summenkurve Volumen%
 Bedingungen:
 Düsendruck in bar a 2,2 b 3,0
 Ausbringung in l/ha 100 100
 rel. Luftfeuchte in % 90 85
 Lufttemperatur in °C 18 20
 Medium: Wasser mit einer Oberflächenspannung von 0,070 N/m

Bild 2. Rahmenschichtplan für die Einsatzbrigade im ACZ Manschnow (4 Besatzungen auf 3 Flugzeugen);
 a) Normalenschicht
 b) Sonderschicht nach Bedarf

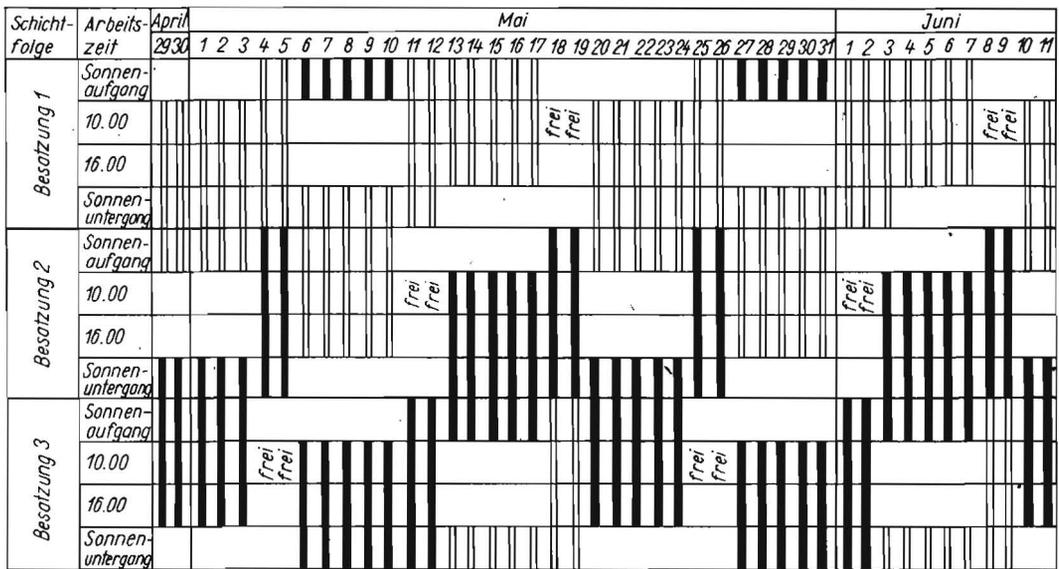


Bild 3. Schichtplan (April—Juni)

Beteiligten mit dem Inhalt und mit den Zielen des künftigen Agrarflugzeugeinsatzes vertraut zu machen. Die Untersuchungen in Parchim und Manschnow haben gezeigt, daß der Schichteinsatz der Agrarflugzeuge von großem Nutzen ist, der sich auch in verbesserten Arbeits- und Lebensbedingungen ausdrückt. Zum Beispiel gewinnt jeder Werktätige infolge der exakt geplanten Arbeitszeit mehr Freizeit, die er sinnvoll nutzen kann. Das mindert die physische Belastung der Flugzeugführer und erhöht somit die Flugsicherheit. Die Bildung von Brigaden mit mehreren Besatzungen trägt dazu bei, das Kollektiv zu festigen und sozialistische Persönlichkeiten zu entwickeln. In Parchim und Manschnow konnten Flugzeugführer und Mechaniker mehr als

bisher am gesellschaftlichen und kulturellen Leben im ACZ teilnehmen.

Bevor die Schichtarbeit beginnen kann, müssen dafür die Voraussetzungen im Einsatzgebiet geschaffen werden. Das bezieht sich sowohl auf die Organisation als auch auf die materiell-technische Basis.

1.3. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen zeigen, daß ein Besatzungsverhältnis von 1:1,33 gegenwärtig als optimal anzusehen ist. Es ermöglicht einen zeitweisen Schichteinsatz in der Arbeitsspitze von Anfang April bis Mitte Juni und eine höhere Auslastung der Flugzeuge im Jahr.

Ein Besatzungsverhältnis von 1:1,33 wird ab 1977 im Agrarflug erreicht.

Im Zeitraum bis 1980 liegt der optimale Konzentrationsgrad bei 2 Flugzeugen Z-37 oder einem Flugzeug PZL-106. Das bedingt, daß auch künftig 2 bzw. 3 ACZ beim Agrarflugzeugeinsatz kooperieren. Bei einem Besatzungsverhältnis von 1:1,33 sollten die 4 Besatzungen eine feste Brigade bilden und im Einsatzgebiet wohnen. Die KAP und ACZ sollten gemeinsam mit dem Betrieb Agrarflug diese neue Einsatzform der Luftfahrzeuge vorbereiten und schrittweise einführen.

2. Vergleich verschiedener Düsensysteme

2.1. Aufgabenstellung und Methodik

Die vergleichenden Untersuchungen von drei international bekannten Düsensystemen sollten Aufschluß über deren Applikationsqualität geben. Dabei wurde besonders geprüft, wie die steigenden Anforderungen des Umweltschutzes erfüllt werden können. Vor allem sind die Abdriften bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln einzuschränken. Die umfassende Einführung volkswirtschaftlich wichtiger Arbeiten, wie die Unkrautbekämpfung im Frühjahr und die Ausbringung von Halmstabilisatoren, wird erst möglich, wenn die Applikation qualitativ verbessert werden kann.

Gemeinsam mit dem Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow der AdL der DDR wurden die zur Zeit international gebräuchlichen Düsensysteme mit den in der DDR entwickelten Schlitzdüsen erprobt und verglichen. Als typische Vertreter wurden ausgewählt:

- Teejetdüsen D 8 (als Vertreter der Lochdüsen)
- Rotationsdüsen AU 3000.

Die Prüfungen erfolgten nach dem in der DDR üblichen Meßverfahren.

2.2. Ergebnisse

Die Qualität bei der Applikation von Flüssigkeiten im Zusammenhang mit Umweltschutz und Abdrift ist gekennzeichnet durch den Begriff „Tropfenspektrum“ (Dispersion). Nach den agrotechnischen Forderungen (ATF) sollen 90% des Flüssigkeitsvolumens in dem für ein bestimmtes Verfahren definierten Bereich liegen, z. B. beim Sprühen im Bereich 50 μm bis 150 μm oder beim Spritzen im Bereich 150 μm bis 500 μm . Dabei ist der Bereich unter 50 μm besonders kritisch, da ein relativ kleines Volumen eine Vielzahl sehr kleiner Tropfen ergeben kann. Deswegen sollte unter 50 μm nur maximal 1% des Volumens liegen. Zur Beurteilung eines Tropfenspektrums ist deshalb die Kenntnis der Aufteilung der Flüssigkeit nach Tropfenanzahl und -volumen erforderlich. Der Vergleich der Originaldüsen des Flugzeugs Z-37 (Schlitzdüsen) mit Teejetdüsen ergab:

- Im Spritzbereich ist keine entscheidende Verbesserung des Tropfenspektrums festzustellen. Im Tropfenbereich 150 μm bis 500 μm liegen auch die Teejetdüsen mit 65% des Volumens unter der ATF.
- Die Summenkurve der Tropfenanzahl (Bild 4) zeigt nur eine geringe Verbesserung gegenüber den Z-37-Düsen, hauptsächlich im Größenbereich unter 150 μm (3 bis 5%). Im Bereich oberhalb des Grenzwerts 500 μm zeigt sich keine Veränderung.
- Aus der Summenkurve Volumen% (Bild 4) ist ablesbar, daß kaum Volumenunterschiede bestehen. Mit 60 bzw. 65% liegen beide Düsen für den Bereich 150 μm bis 500 μm unter dem Sollwert von 90%. Das Tropfenspektrum ist um 50 μm bis 100 μm nach oben verschoben (gilt für beide Düsen). Im Bereich 250 μm bis 600 μm verläuft die Kurve für die Düse M 63 noch geringfügig steiler. Eine signifikante Verbesserung des Tropfenspektrums ist nicht festzustellen. Die Reduzierung der Tropfenanzahl im Bereich kleiner Tropfen würde sich zwar abdrifthemmend auswirken, sie ist jedoch zu gering, um eine generelle Umrüstung zu rechtfertigen.

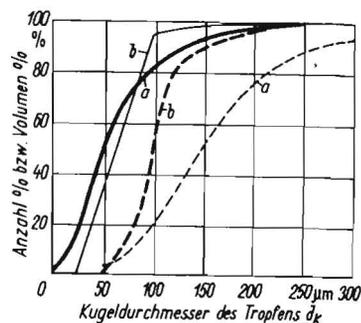


Bild 5. Vergleich der Tropfenspektren der Originalsprühdüse M 63 — 3140 (Kurve a) und der Rotationsdüse AU 3000 (Kurve b);

	Summenkurve Anzahl%	Summenkurve Volumen%
Bedingungen:	a	b
Höhe in m	3,0	2,0
Ausbringungsmenge in l/ha	25	≈ 22
Windgeschw. in m/s	1 ... 2	2
rel. Luftfeuchte in %	80	80
Lufttemperatur in °C	12	6
Medium: Wasser mit einer Oberflächenspannung von 0,070 N/m		

Der Vergleich der Originaldüsen des Flugzeugs Z-37 mit Rotationsdüsen AU 3000 brachte folgende Ergebnisse:

- Die Rotationsdüsen bringen allgemein ein besseres Tropfenspektrum, wie die Summenkurve der Tropfenanzahl (Bild 5) zeigt. Bei mittleren Tropfengrößen um 100 μm ist der Anteil der Tropfen von 35 auf nahezu 60% gestiegen. Der Anteil unter 50 μm bewegt sich fast ausschließlich in der Größenklasse 25 μm bis 50 μm . Nur rd. 1% der Tropfenanzahl ist kleiner als 150 μm , unter 25 μm ist der Anteil nahezu Null. Die Kurve Volumen% (Bild 5) zeigt, daß mit Rotationsdüsen die auf 90% angehobene ATF technisch zu erfüllen ist. Es ist jedoch wichtig, nochmals festzustellen, daß unter 50 μm auch nur rd. 1% Flüssigkeitsvolumen gemessen worden ist. Die Tropfen kleiner als 150 μm sind eng begrenzt, die größten wurden mit 250 μm gemessen.

2.3. Schlußfolgerungen

Es wurde bewiesen, daß mit Rotationsdüsen vom Typ AU 3000 das Tropfenspektrum erheblich verbessert werden kann und die ATF technisch zu erfüllen ist. Für die weitere Beurteilung sind jedoch Aufwand und Nutzen aus volkswirtschaftlicher Sicht komplex einzuschätzen. Dabei kann festgestellt werden:

- Mit den untersuchten Tropfengrößen und dem Dosierungsbereich kann nur ein relativ geringer Anteil der Arbeitsarten abgedeckt werden (Insektizid-Einsatz). Nach heutiger Kenntnis ist der Einsatz bei den wichtigsten Arbeitsarten — Phytophthorabekämpfung (Suspensionen), Herbizideinsatz (Emulsionen) und Wachstumsregulatoren — mit den Düsen AU 3000 nicht möglich. Diese Arbeitsarten machen jedoch über 90% unserer aviochemischen Pflanzenschutzmaßnahmen aus.
- Eine Umrüstung auf Rotationsdüsen erfordert je Flugzeug etwa 20000 Mark, wobei etwa die Hälfte aus Valutamitteln bestehen würde. Diese hohen Umrüstkosten rechtfertigen volkswirtschaftlich nicht die Einführung der Rotationsdüsen.

3. Schlußbemerkungen

Aus dem umfangreichen Rationalisierungsprogramm zur Erhöhung der Effektivität und Qualität beim Einsatz von Agrarflugzeugen wurden zwei Schwerpunkte herausgegriffen. Besonders die schrittweise Einführung der Schichtarbeit bei Agrarflugzeugen wird wesentlich dazu beitragen, die Leistungen zu steigern. Der Vergleich der Düsensysteme zeigt Möglichkeiten und Grenzen zur Verbesserung der Ausbringqualität auf.

A 1261