

# LANDTECHNISCHE FORSCHUNG

HERAUSGEBER: LANDMASCHINEN- UND ACKERSCHLEPPER-VEREINIGUNG IM VDMA

Heft 5/6-1971

München

19. Jahrgang

## Einteilung und Bezeichnung der Tropfengrößen und Applikationsverfahren im Pflanzenschutz

Horst Göhlich und Jürgen Zasko

Institut für Landtechnik, Berlin

### 1. Einleitung

Die im Pflanzenschutz verwendeten Zerstäuberarten erzeugen verfahrensgebunden verschieden große Tropfen mit unterschiedlichen Anteilen. Da von der entsprechenden Tropfengrößenverteilung sowohl die erstrebte biologische Wirkung als auch eine eventuelle Gefährdung der Umwelt, zum Beispiel durch Abdrift unter Windeinfluß, in bedeutendem Maße abhängen, sollte bei der Auswahl eines Pflanzenschutz-Verfahrens das Zerstäubungsverhalten stärker als bisher berücksichtigt werden.

Die bei einem Zerstäubungsvorgang erzielte Tropfengrößenverteilung wird am zweckmäßigsten grafisch dargestellt, wobei das sogenannte Tropfengrößenspektrum die auf die Tropfengesamtzahl oder auf das Gesamtvolumen bezogenen Anteile der einzelnen Tropfengrößen angibt. Je nach Problemstellung wird man die Darstellung als Verteilungskurve oder als Summenkurve bevorzugen [1].

Für den praktischen Gebrauch beispielsweise bei der Beratung oder bei der Einsatzplanung, ist es empfehlenswert, einfache Kennzahlen, wie die Angabe einer „Mittleren Tropfengröße“ oder eine Klassifikation, etwa in „fein, mittel und grob“, zur Bewertung eines Zerstäubungsverfahrens heranzuziehen. Allerdings sollten Richtlinien vorliegen, nach denen die Bewertung vorgenommen wird. Der folgende Beitrag stellt einen Entwurf solcher Richtlinien dar, der bereits mit einigen maßgebenden Stellen des Deutschen Pflanzenschutzes abgesprachen wurde.

### 2. Klassifikation der Einzeltropfengrößen

Betrachtet man Einzeltropfen oder eine Tropfenfraktion mit annähernd gleicher Größe, so reicht die einfache Durchmesserangabe zur Kennzeichnung aus.

Zur rein qualitativen Bewertung der Einzeltropfengrößen sollte die in Tafel 1 aufgeführte Klassifikation verwendet werden.

Sie entspricht etwa der in der englischen und amerikanischen Literatur üblichen Einteilung [2; 3; 4; 5].

Aerosolpartikel und zum Teil auch Nebeltropfen zeichnen sich dadurch aus, daß sie sehr stark dem Einfluß einer eventuellen Bewegung des gasförmigen Mediums unterworfen sind, in dem sie dispergiert sind. Weiterhin kann der Einfluß der Gravitation, zumindest bei Teilchen kleiner  $1 \mu\text{m}$  völlig vernachlässigt werden [6; 7].

### 3. Definition der „Mittleren Tropfengröße“

Als „Mittlere Tropfengröße“ oder „Mittleren Durchmesser“ bezeichnet man den Durchmesserwert, bei dem 50 Prozent der Gesamtmenge in kleineren Durchmessern und 50 Prozent in größeren Durchmessern anfallen [1; 2; 8]. Dieser Wert ist aus der Summenkurve des Tropfengrößenspektrums zu entnehmen, indem man den zum 50 Prozent-Mengenwert gehörigen Durchmesser abliest (Bild 1). Je nachdem, ob man die Tropfen-Gesamtzahl oder das zerstäubende Gesamtvolumen als Bewertungsmaß zugrunde legt, erhält man den

„Mittleren Numerischen Durchmesser“ MND  
(Number Median Diameter) (NMD)

oder den

„Mittleren Volumen-Durchmesser“ MVD  
(Volume Median Diameter) (VMD)

Da die Dichte der Spritzflüssigkeit nur als konstanter Faktor im Tropfengrößenspektrum zu berücksichtigen ist, entspricht der „Mittlere Volumen-Durchmesser“ gleichzeitig dem

„Mittleren Massen-Durchmesser“ MMD  
(Mass Median Diameter) (MMD)

Tafel 1: Klassifikation von Einzeltropfen

| Bezeichnung der Einzeltropfengröße                                   | Einzeltropfengröße [ $\mu\text{m}$ ] |
|--|--------------------------------------|
| „große“ Tropfen (large droplets)                                     | größer 400                           |
| „mittelgroße“ Tropfen (medium droplets)                              | 100 bis 400                          |
| „kleine“ Tropfen (small droplets)                                    | 50 bis 100                           |
| „kleinste“ Tropfen, Nebel- und Aerosolpartikel (very small droplets) | kleiner 50                           |

#### 4. Klassifikation der Zerstäubung nach der „Mittleren Tropfengröße“

Untersuchungen von Zerstäubern für den Pflanzenschutz einsetz haben ergeben, daß eine Klassifikation in „grobe, mittelgrobe und feine“ Zerstäubung dann am zweckmäßigsten ist und auch mit den allgemein üblichen, bisher aber nicht spezifizierten Vorstellungen übereinstimmt, wenn man als Bewertungsmaßstab die „Mittlere Tropfengröße“ (MVD) [7; 8] wählt und eine Einteilung nach Tafel 2 verwendet.

Nach Bild 2 sind zum Beispiel Flachstrahldüsen für den Feldspritzeinsatz für mittlere Aufwandmengen bei üblichen Betriebsdaten (2,5 atü und 8 km/h), wie Lechler 11,5/120 und Teejet 110 04 als Verfahren mit „mittelgrober“ Zerstäubung einzustufen. Entsprechend sind bekannt „feinzerstäubende“ Feldspritzdüsen wie Teejet 110 01 und „grobzerstäubende“ Düsen für größere Aufwandmengen, wie Tegtmeier A 6 als solche definiert.

Ein extrem „grobzerstäubendes“ Verfahren für den Feldspritzeinsatz ist das Vibrajel-Verfahren, das zum absolut driffreien Spritzen, zum Beispiel von Herbiziden in Reihenkulturen, eingesetzt wird. (Bei den angegebenen Betriebsdaten werden überhaupt keine Tropfen kleiner als 200 µm erzeugt.)

Sprühgeräte können je nach Konstruktion und Betriebsdaten sowohl „feinst-, fein- oder mittelgrob-zerstäubend“ arbeiten (Bild 3).

#### 5. Definition der Pflanzenschutzverfahren für die Flüssigkeitsapplikation

Die herkömmliche Klassifikation der Verfahrensart nach der erzeugten Tropfengröße [9; 10], in

Nebeln, mit vorwiegend 5 bis 50 µm-Tropfen,  
Sprühen, mit vorwiegend 50 bis 150 µm-Tropfen und  
Spritzen, mit vorwiegend 150 bis 300 µm-Tropfen,

Tafel 2: Klassifikation der Zerstäubung nach der „Mittleren Tropfengröße“ (MVD)

| Bezeichnung der Zerstäubungsart                | „Mittlere Tropfengröße“ (MVD) [µm] |
|--|------------------------------------|
| „grobe“ Zerstäubung (coarse atomization)       | größer 300                         |
| „mittelgrobe“ Zerstäubung (medium atomization) | 200 bis 300                        |
| „feine“ Zerstäubung (fine atomization)         | 100 bis 200                        |
| „feinste“ Zerstäubung (very fine atomization)  | kleiner 100                        |

erscheint bei der Weiterentwicklung der Pflanzenschutztechnik speziell in den vergangenen Jahren als nicht mehr zweckmäßig.

Neue Verfahren, wie die ULV-Applikation<sup>1)</sup> sind zum Beispiel nicht ohne weiteres einer der Gruppen Nebeln oder Sprühen zuzuordnen. Weiterhin wurde durch die Notwendigkeit, unter Umständen absolut driffrei zu spritzen (z. B. bei der Herbizidapplikation unter schwierigen Verhältnissen), der verwendete Größenbereich der Spritztropfen wesentlich größeren Durchmessern als 300 µm verschoben.

Es erscheint deshalb sinnvoll, die Verfahrensart und die Angaben über die erzeugten Tropfengrößen voneinander zu trennen. Die Pflanzenschutzverfahren für die Flüssigkeitsapplikation sollten ausschließlich nach der Art der Zerstäubung und des Tropfentransportes klassifiziert werden [11] (Tafel 3).

#### 6. Zusammenfassung

Biologische, ökonomische und umwelthygienische Aspekte erfordern in immer stärkerem Maße eine Berücksichtigung

<sup>1)</sup> ULV = ultra low volume ≤ 5 l/ha

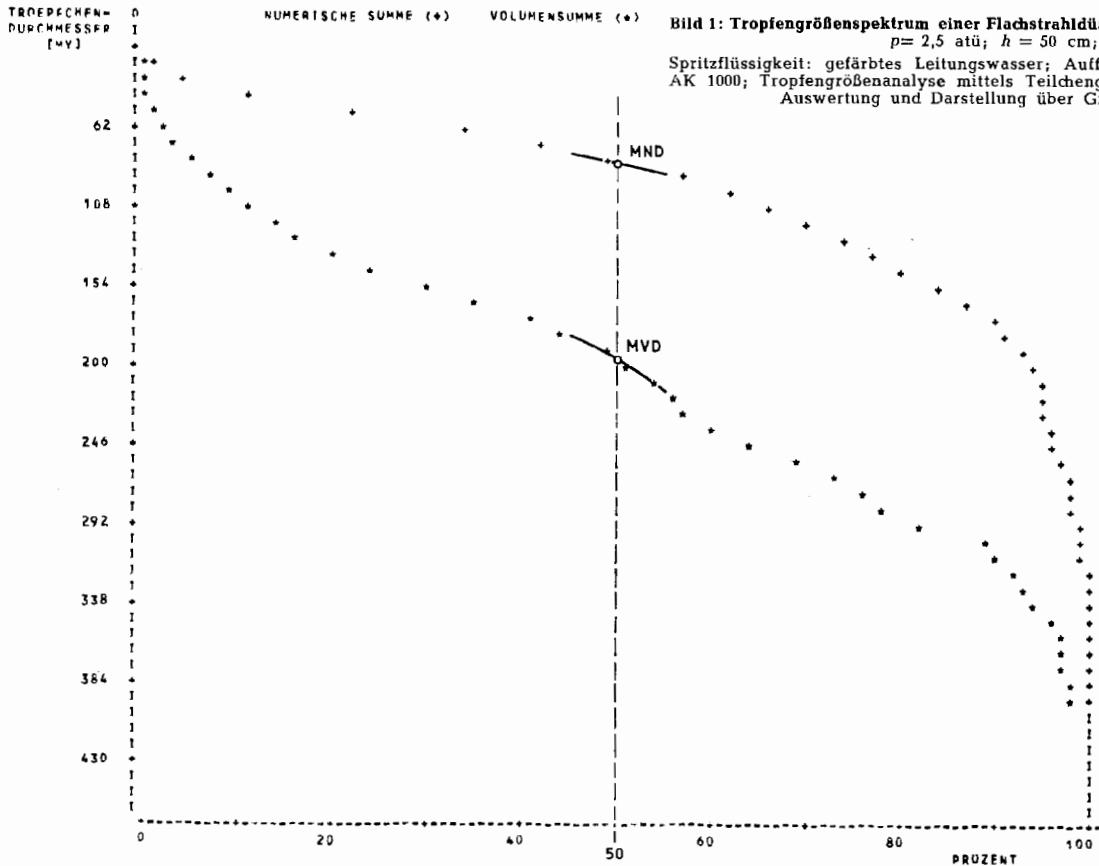
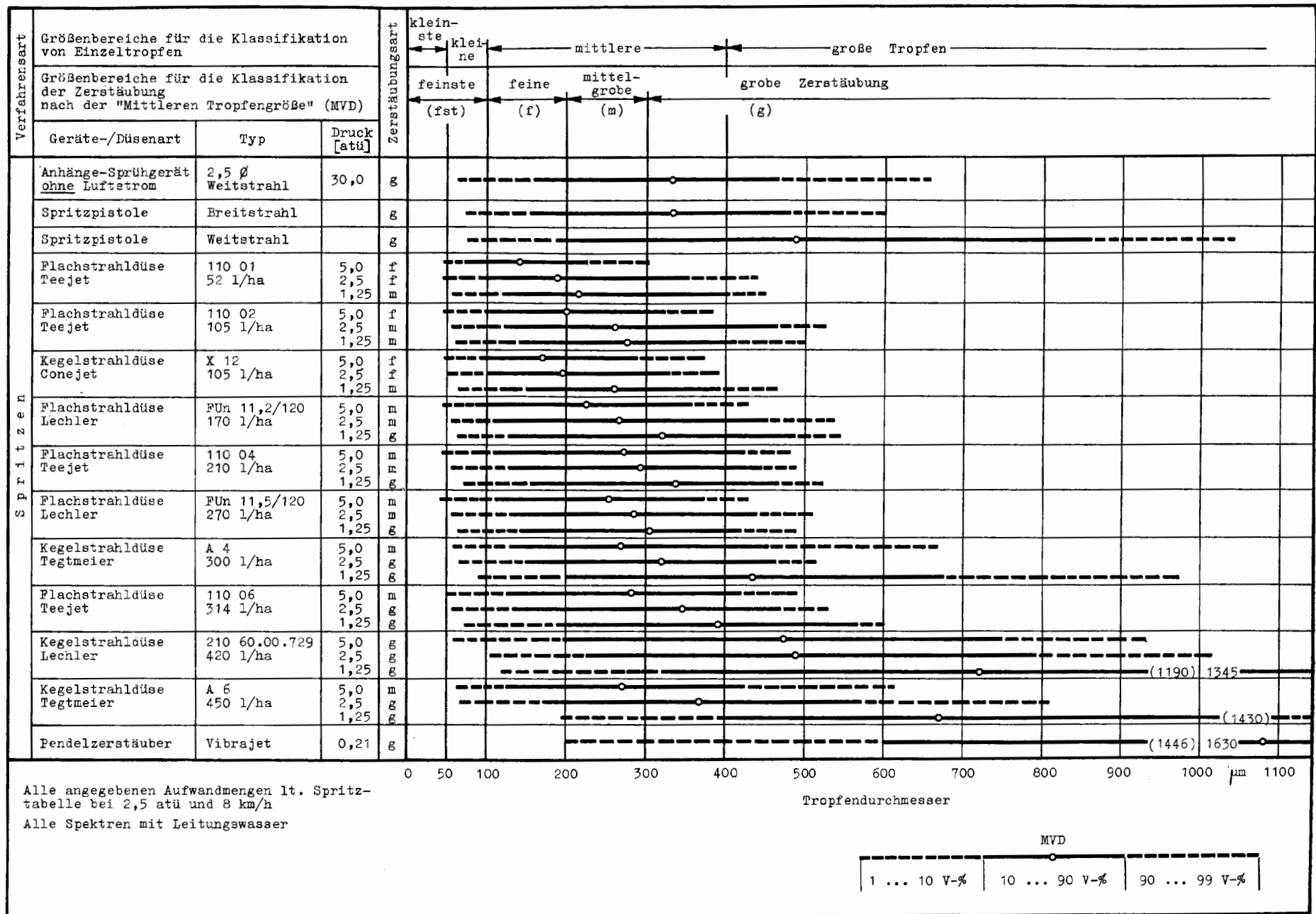


Bild 1: Tropfengrößenspektrum einer Flachstrahldüse Teejet 110 015 nach [1]  
p = 2,5 atü; h = 50 cm;  
Spritzflüssigkeit: gefärbtes Leitungswasser; Auffangflüssigkeit: Silikonöl AK 1000; Tropfengrößenanalyse mittels Teilchengrößenanalysator TGZ 3. Auswertung und Darstellung über Großcomputer

Bild 2: Tropfengrößenbereiche verschiedener Flüssigkeits-Applikationsverfahren (Nebeln, Sprühen) für den Pflanzenschutzsinsatz



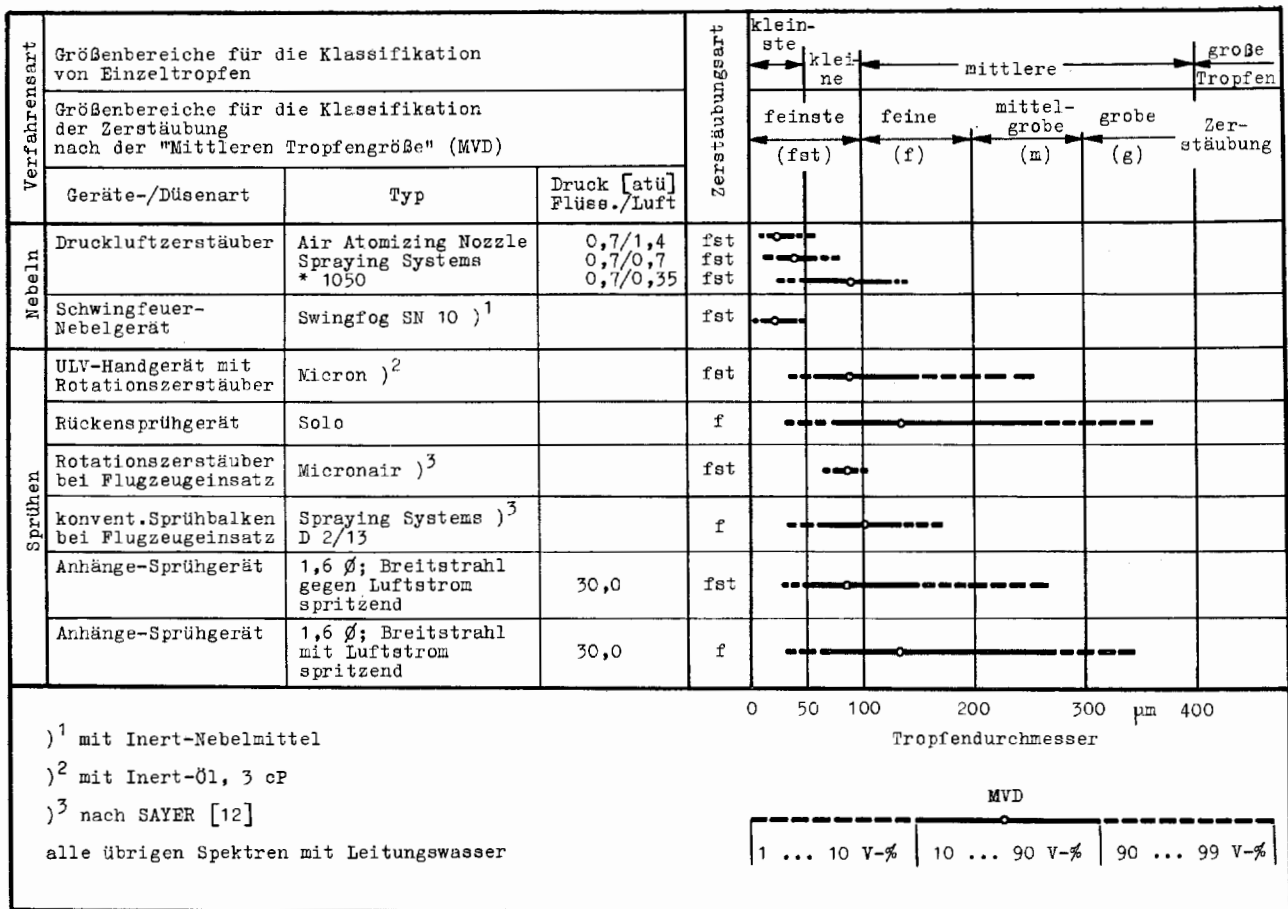


Bild 3: Tropfengrößenbereiche verschiedener Flüssigkeits-Applikationsverfahren (Spritzen) für den Pflanzenschutz

des Zerstäubungsverhaltens bei der Applikation flüssiger Pflanzenschutzmittel.

Durch umfangreiche Untersuchungen an Zerstäubern für den Pflanzenschutz, unter anderem Ermittlung der Tropfengrößenspektren, wurde dieser Tendenz Rechnung getragen. Für den praktischen Gebrauch, zum Beispiel bei der Beratung oder bei der Einsatzplanung ist es jedoch günstiger, anstelle der Tropfengrößenspektren Kennzahlen, wie die Angabe einer „Mittleren Tropfengröße“ oder eine Klassifikation, etwa in „fein-, mittel- oder grobzerstäubende“ Verfahren zu verwenden.

Tafel 3: Definition der Pflanzenschutzverfahren für Flüssigkeitsapplikation

| Verfahrensart | Zerstäubung                      | Tropfentransport   |
|---------------|----------------------------------|--|
| Spritzen      | hydraulisch                      | ballistisch  |
| Sprühen       | hydraulisch und/oder pneumatisch | durch Trägerluftstrom, zum Teil natürliche Luftbewegung; beim Flugzeugeinsatz durch Sedimentation und Luftbewegung |
| Nebeln        | pneumatisch, und/oder thermisch  | durch natürliche Luftbewegung, zum Teil durch zusätzlichen Trägerluftstrom   |

Sonderformen der Zerstäubung, wie Rotations- oder Vibrationszerstäubung, können bei allen Verfahrensarten zur Anwendung kommen, gleichgültig, ob sie bei Bodengeräten oder Luftfahrzeugen verwendet werden. Hier empfiehlt sich die zusätzliche Angabe der Zerstäubungsart in Zusammenhang mit dem erzeugten Tropfengrößenspektrum.

Anhand von Versuchsergebnissen und unter Berücksichtigung bisher üblicher Vorstellungen über die Bezeichnung einzelner Zerstäubungsverfahren werden Vorschläge für die Klassifikation von Einzeltropfengrößen, für die Klassifikation der Zerstäubung nach der „Mittleren Tropfengröße“ (MVD) und für die Definition der einzelnen Applikationsverfahren gemacht.

#### Schrifttum

- ZASKE, J.: Bestimmung und Bewertung von Tropfengrößenspektren bei Pflanzenschutzdüsen I und II. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 22 (1970) S. 17–24 und 23 (1971) S. 35–59
- AKESSON, N. B. and W. E. YATES: Problems Relating to Application of Agricultural Chemicals and Resulting Drifts Residues. Annual Review of Entomology 9 (1964) S. 285–318
- RANDALL, J. M.: The Relationship between Air Volumen and Pressure on Spray Distribution in Fruit Trees. Journal of Agricultural Engineering Research 16 (1971) S. 1–31
- FRICK, E. L.: The Effects of Volume, Drop Size and Concentration, and their Interaction, on the Control of Apple Powdery Mildew by Dinocap. Proceedings of a Symposium on Pesticide Application, London 1970, British Crop Protection Council
- LEE, C. W.: Aerial Application of Insecticide Concentrates. Agricultural Aviation 8 (1966) S. 54–61
- STOBWASSER, H.: Möglichkeiten und Grenzen des Aerosoleinsatzes. Deutsche Agrartechnik 11 (1959) S. 64–67
- LEE, C. W., H. H. COUTTS and J. D. PARKER: Modification to Micronair Equipment and Assessment for Fine Aerosol Emission in Tse-Tse Fly Control. Agricultural Aviation 11 (1969) S. 12–17
- THORNTON, D. G. and J. M. DAVIS: A Method of Sampling for the Drop Size of Aerial Spray Deposits. Journal of Economic Entomology 49 (1956) S. 80–83
- GALLWITZ, K.: Spritzen — Sprühen — Nebeln — Stäuben. Landtechnik 7 (1952) S. 150–155
- ADAMS, J.: Pflanzenschutz, chemische Verfahren und ihre Anwendungsbereiche. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik, F—SB 101 (Lfd. Nr. 21)
- ZASKE, J.: Düsen für die Flüssigkeitszerstäubung. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik, F—SB 501 (Lfd. Nr. 87)
- SAYER, H. J.: Ultra-Low-Volume spraying systems comparison and assessment. Agricultural Aviation 7 (1965) S. 78–85