

# Über den Einsatz von Luftfahrzeugen in der Landwirtschaft

Von **H.-J. Smigerski**, Braunschweig-Völkenrode

Mit der Entwicklung leistungsfähiger aviotechnischer Geräte hat die internationale Agrarluftfahrt in den letzten zehn Jahren ständig an Bedeutung gewonnen. Die wichtigsten Probleme der Agrarluftfahrt sind Fragen der Wirtschaftlichkeit, Flugsicherheit und Flugtechnik sowie der Gestaltung der Sprüh-, Stäube- und Streueinrichtungen, auf die anhand einiger Forschungsergebnisse eingegangen wird.

## Wirtschaftlichkeit

Gallwitz [8; 9] weist auf besondere Probleme des wirtschaftlichen Einsatzes in der Bundesrepublik hin, wo der Ausnutzungsgrad von Agrar-Flugzeugen noch sehr gering ist. Nach neueren Angaben von Isermeyer [12] sind aviotechnische Einsätze unter günstigen Bedingungen denen von Bodengeräten zumindest kostengleich. Bestimmte Sprühverfahren im Pflanzenschutz [25] erfordern im Großflächeneinsatz etwa ein Drittel der Kosten von herkömmlichen Verfahren. Borzini [5] untersucht die Bedingungen über Flugzeugeinsätze in hügeligen Gebieten Italiens. In einer Strukturanalyse landwirtschaftlicher Betriebe im Bereich Piemont behandelt Maan [17] die betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für den Flugzeugeinsatz. Über Verbreitung und Ausmaß der Agrarluftfahrt berichtet Kerssen [15]. Danach werden zur Zeit in der gesamten Welt etwa 110 Millionen ha landwirtschaftliche Nutzfläche von 15000 bis 18000 Flugzeugen befliegen. Den Hauptanteil der Agrarflugzeuge stellen die UdSSR (etwa 7000) und die USA (etwa 5000) [26].

## Flugtechnik

Für landwirtschaftliche Aufgaben stehen heute bereits Spezialflugzeuge mit extremen Langsamflugeigenschaften bei relativ hohen Nutzlasten (etwa 1 t) zur Verfügung. Je nach den Einsatzbedingungen, die hauptsächlich durch die Hindernisfreiheit des Geländes bestimmt werden, hat der Starr- oder Rotationsflügler den Vorzug. Zur Verringerung der Nebenzeiten ist besonders beim Befliegen kleinerer Schläge ein genauer Flugplan erforderlich. Prachař [19; 20] stellte Beziehungen für die optimalen Fluggeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der bearbeiteten Fläche auf, wobei sich das Einfliegen am Schlagende besonders auf die unproduktive Arbeitszeit auswirkt. Weiter werden verschiedene Flugbahnen diskutiert. Über Fragen der Flugsicherheit, besonders beim Wenden, berichtet Galipault [7].

## Austragsverfahren

Der Erfolg des aviotechnischen Einsatzes wird weitgehend von der Einhaltung bestimmter Stoffkonzentrationen bestimmt. Hierzu sind genaue Kenntnisse über das auszubringende Material, die Austragsvorrichtungen, die Verteilung im dispersen Zustand sowie über das Strömungsfeld zwischen Flugzeug und Boden erforderlich.

Besonders schwierig ist das Ausbringen von Sprühnebeln oder sehr feiner Stäube, die wegen ihrer geringen Masse stark der Abdrift unterliegen.

## Sprühen

Hanuss [10] berichtet über Versuche zur Bestimmung der Wirkstoffverteilung beim Sprühen Phytophthora infizierter Kartoffelpflanzen. Zur Messung der Eindringtiefe des Aerosols werden Filterpapierblätter im Pflanzenbestand in verschiedenen

*Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Smigerski ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für landtechnische Grundlagenforschung (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. Batel) der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode.*

Höhen angebracht. Der Bedeckungsgrad der Blattseiten konnte aus der Verteilung der mit Fluoreszenzfarbstoff markierten Fungizide ermittelt werden. Besondere Beachtung gilt den Witterungseinflüssen, die die Haftung des Wirkstoffes sowie den chemischen Lösungsprozeß nachteilig beeinflussen können.

Die von der biologischen Seite geforderte weitgehende Zerteilung der Sprühmittel läßt sich oft nur schwer erfüllen, da z. B. bei Verwendung von Wasser als Trägersubstanz kleine Tröpfchen zu schnell verdampfen und nicht mehr den Boden erreichen bzw. zu weit abgeweht werden. Isler und Carlton [13] untersuchten an weniger leicht flüchtigen Sprühmitteln auf Ölbasis den Einfluß von Fluggeschwindigkeit, Richtung, Art und Anordnung der Düsen sowie des Zerstäubungsdruckes. Durch Verändern der Düsenneigung relativ zur Anströmrichtung kann die Zerteilung des Sprühmittelstrahles variiert werden. Ebenfalls über die Verringerung der Abdrift von Sprühmitteln auf Ölbasis berichten Kerssen [16] und Yates u. a. [22].

Die Luftströmungen am Rotationsflügler können ebenfalls zur Auflösung eines Sprühmittelstrahles herangezogen werden. Martelli [18] weist auf bestimmte, am Rande des gestörten Luftstromes aufsteigende Wirbel hin, durch die die Tröpfchen über die Sprühbalkenbreite seitlich hinausgetragen werden. Von Schürek [21] wird ein Heißgasnebler verwendet, der den Rotorwind zur Verteilung der Sprühflüssigkeit ausnutzt.

## Stäuben

Die Verwendung feinkörniger Stäubemittel setzt neben exakter Dosierung bestimmte Haftigenschaften zwischen den Staubteilchen und den Pflanzenoberflächen voraus. Jeder Sprüh- oder Zerstäubungsvorgang ist mit einer elektrostatischen Aufladung der Teilchen verbunden, die von den elektrischen Eigenschaften der Reibpaarungen bestimmt wird. Außerdem entstehen unter gewissen Wetterbedingungen zwischen den geladenen Staubwolken und den Pflanzen elektrische Felder, die eine verstärkte Sedimentation des Staubes zur Folge haben [27]. Adams [1] untersuchte die Haftung künstlich aufgeladener Pflanzenschutzstäube unter Berücksichtigung der elektrischen Eigenschaften der Haftpartner.

Die Verteilung von Pflanzenschutzstäuben mit Korngrößen von 0,25 bis 0,5 mm haben Young u. a. [23] am Starrflügler untersucht. Durch Ausnutzung des Propellerwindes und strömungsgerechter Ausbildung der Zuteilvorrichtung konnte eine verhältnismäßig gleichmäßige Materialverteilung erreicht werden.

Beim Grobstäuben, Granulatstreuen oder Säen von Getreide tritt die Driftgefahr wegen der großen Teilchenmassen zurück. Vielmehr müssen die Teilchen mit Hilfe von Körnergebläsen oder Schleuderstreuern gut verteilt werden, da der Propellerwind im allgemeinen dazu nicht ausreicht. Henry [11] gibt Gleichungen für die Auslegung derartiger Streuer an.

## Zusammenfassung

Der Einsatz von Luftfahrzeugen in der Landwirtschaft wird weitgehend von wirtschaftlichen Gesichtspunkten bestimmt. Das Ausbringen von Sprüh- und Stäubemitteln unterliegt einer Vielzahl von Einflußgrößen, auf die anhand einiger Forschungsarbeiten eingegangen wird.

## Schrifttum

Bücher sind mit ● gekennzeichnet

- [1] Adams, J.: Über die natürliche und künstliche elektrische Aufladung beim Verstäuben von Pflanzenschutzmitteln. Diss. TU Berlin 1966. Fortschr.-Ber. VDI-Z., Reihe 14, Nr. 6, Düsseldorf: VDI-Verlag 1967.

- [2] *Akesson, N. B., and W. E. Yates*: Airplane application of bulk-fertilizer (Flugzeugverwendung zum Ausbringen von Massendünger). *Transaction ASAE* 7 (1964) Nr. 2, S. 137/41.
- [3] ● *Baltin, F.*: Beitrag zur Problematik der Rationalisierung der aviochemischen Schädlingsbekämpfung. *Habil.-Schrift Univ. Jena* 1958. 110 S., 43 B., 13 T., 28 Q.
- [4] *Baltin, F.*: Technische und ökonomische Probleme des Streuens von Mineräldünger mit Flugzeugen. *Arch. f. Landtechn.* 2 (1960) Nr. 1, S. 74/86.
- [5] *Borzini, G.*: Efficacia del lavoro aeragrícola in fitoiatria e sue prospettive di applicazione in Italia (Möglichkeiten für den Pflanzenbau durch Einsatz von Flugzeugen unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Italien). *Macchine & Motori Agricoli* 24 (1966) Nr. 1, S. 121/27.
- [6] ● *Brandt, R.*: Untersuchungen über das Düngerstreuen mit einem kleinen Landwirtschaftsflugzeug. *Diss. Univ. Jena* 1965. 147 S., 48 B., 33 T., 57 Q.
- [7] *Galipault, B.*: Agricultural flight safety: the procedure turn-around (Flugsicherheit im Agrarflug: Das Wenden). *Agric. Aviation, The Hague* 3 (1966) Nr. 1, S. 14/18. Ref. in: *Landw. Zentralblatt* 1—66/07—0080.
- [8] *Gallwitz, K.*: Landwirtschaftliches Flugwesen (Bemerkungen zum III. Internationalen Kongreß für landwirtschaftliches Flugwesen in Arnheim). *Landtechn.* 22 (1967) H. 3, S. 67/70.
- [9] *Gallwitz, K.*: Das Flugzeug als Landmaschine. *Landtechn.* 17 (1962) H. 24, S. 840/41.
- [10] *Hanuss, K.*: Versuche mit Flugzeugen für den Pflanzenschutz in Rheinland-Pfalz. In: *Das Landflugzeug in der Land- und Forstwirtschaft Südwestdeutschlands*. Hrsg. Minist. f. Landwirtschaft, Weinbau u. Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz 1967. S. 11/20.
- [11] *Henry, J. E.*: Investigations of a centrifugal device for spreading granular materials from aircraft (Untersuchungen an einem im Flugzeug eingebauten Schleuderdüngerstreuer für körniges Gut). *Transactions ASAE* 9 (1966) Nr. 4, S. 588/89, 591. 9 B.
- [12] *Isermeyer, H.-G.*: Das Luftfahrzeug, seine Einsatzmöglichkeiten und seine Wirtschaftlichkeit. In: *Das Landflugzeug in der Land- und Forstwirtschaft Südwestdeutschlands*. Hrsg. Minist. f. Landwirtschaft, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz 1967. S. 44/51.
- [13] *Isler, D. A. and J. B. Carlton*: Effect of mechanical factors on atomization of oil-base aerial sprays (Einfluß mechanischer Faktoren auf die Tröpfchenbildung von Sprühmitteln auf Ölbasis). *Transactions ASAE* 8 (1965) Nr. 4, S. 590/91, 593.
- [14] *Kerssen, M. C.*: De landbouwluchtvaart in Nederland (Die landwirtschaftliche Luftfahrt in den Niederlanden). *Landbouwmecanisatie* 16 (1965) Nr. 5, S. 447/53, holl.
- [15] *Kerssen, M. C.*: International congress over landbouwluchtvaart (Intern. Tagung über den Einsatz von Flugzeugen in der Landwirtschaft). *Landbouwmecanisatie* 17 (1966) Nr. 5, S. 479/89, holl.
- [16] *Kerssen, M. C.*: Het 3e Internationale Congress over Landbouwluchtvaart (Der III. Internationale Kongreß über das landwirtschaftliche Flugwesen). *Loonbedrijf Land- en Tuinbouw* 19 (1966) Nr. 5, S. 457/59, holl. Ref. in: *Landw. Zentralblatt* 1—66/09—0066.
- [17] *Maan, W. J.*: Il lavoro aeragrícola come strumento tecnico ed associativo (Möglichkeiten für den Pflanzenbau unter Einsatz von Flugzeugen). *Macchine & Motori Agricoli* 24 (1966) Nr. 1, S. 115/19.
- [18] *Martelli, L.*: Criteri di scelta ed impiego degli aeromobili nella lotta antiparassitaria (Kriterien für die Auswahl von Flugzeugen für den Pflanzenschutz). *Macchine & Motori Agricoli* 23 (1965) Nr. 7, S. 55/68.
- [19] *Prachař, J.*: Pracovní rychlost zemědělského letounu při smyčkovém létání nad pozemkem (Arbeitsgeschwindigkeit eines Flugzeuges im Pflanzenschutz bei einer Wende am Schlagende). *Zemědělská Technika* 12 (1966) Nr. 3, S. 135/57, tschech.
- [20] *Prachař, J.*: Optimální pracovní rychlost zemědělského letounu (Optimale Fluggeschwindigkeit eines Flugzeuges im Pflanzenschutz). *Zemědělská Technika* 12 (1966) Nr. 4, S. 213/30, tschech.
- [21] *Schärek, O., und W. Koula*: Zmlžovač řady LAG s produkcí teplého aerosolu nes ený na vrtulníku HC 3 (Heißgasnebelgerät für den Pflanzenschutz der LAG-Reihe am Hubschrauber HC 3). *Zemědělská Technika* 13 (1967) Nr. 3, S. 161/68.
- [22] *Yates, W. E., N. B. Akesson and H. H. Coutts*: Evaluation of drift residues from aerial applications (Abdrift von Pflanzenschutz-Aerosolen nach ihrem Verstäuben aus Flugzeugen). *Transactions ASAE* 9 (1966) Nr. 3, S. 389/93, 397.
- [23] *Young, V. D., R. G. Winterfeld, C. E. Deonier und C. W. Getzendaner*: Factors influencing the deposit position of granular materials applied by aircraft at low-flight levels with fixed-wing aircraft (Verteilung von Pflanzenschutzstäuben mit niedrig fliegenden Starrflugzeugen). *Transactions ASAE* 9 (1966) Nr. 5, S. 665/68.
- [24] *Zaske, J.*: Das Luftfahrzeug in der Land- und Forstwirtschaft. *Landtechn.* 22 (1967) H. 22, S. 688, 690/92.
- [25] Die Anwendung des Feinsprühverfahrens im Pflanzenschutz. *Internat. Z. Landwirtsch. Sofia/Berlin* 10 (1966) Nr. 5, S. 521/24.
- [26] *Statistiche Aeroagricole. Macchine & Motori Agricoli* 25 (1967) Nr. 9, S. 167, 169, 171.
- [27] *Elektrostatisches Besprühen landwirtschaftlicher Kulturen. Traktor u. Landmasch.* 29 (1967) Nr. 2, S. 81.

## KURZAUSZÜGE AUS DEM SCHRIFTTUM

### Gehörschäden in der Landwirtschaft

*Stone, E. J.*: Occupational deafness and the hearing acuity of employees in the agricultural industry. *Agric. Eng. Symp. Paper* Nr. 2/34/B/16. Silsoe, Beds., England 1967. DK 543.83

Nach einer allgemeinen Beschreibung der Funktion des Ohres, der Gehörschäden und den besonderen Bedingungen auf dem Lande, wird über Untersuchungen des Gehörsinnes von in der Landwirtschaft beschäftigten Personen berichtet. Beim gesunden Menschen beträgt der Bereich zwischen Hörschwelle und Schmerzempfindung 130 dB. Die Hörschwelle wird durch Altern und hohe Geräuschbelastung angehoben. In den ersten Schädigungsstadien wird nur die Hörfähigkeit für Frequenzen über 4000 Hz eingeschränkt, die oberhalb des Sprachbereichs liegen. Bemerkenswert ist eine Schädigung oft erst, wenn eine bleibende Schädigung vorliegt und die Sprachfrequenzen beeinträchtigt werden. Ein konstanter hoher Geräuschpegel schädigt das Gehör weniger als unetstetige Geräusche vergleichbarer Intensität. Bei den untersuchten Personen im Alter zwischen 18 und 64 Jahren war bei 51% eine Gehörschädigung über 4000 Hz festzustellen, die durch Voruntersuchungen eindeutig auf den Einfluß der Landarbeit zurückzuführen waren. Eine Schädigung bereits im Hörbereich hatten 23% der Versuchspersonen. *GL 137*

Braunschweig-Völkenrode

J. O. Wendeborn

### Die künftige Nachfrage nach Schleppern in USA

*Seferovich, G. H.*: 1970: How much horsepower? How much tractors? *Implement & Tractor* 82 (1967) Nr. 9, S. 40, 45. DK 38:631.172:631.372

Dem Bericht liegt eine Arbeit von *Austin Fox* (US Department of Agriculture) über den Schlepperbedarf in den Vereinigten Staaten zugrunde. Die Untersuchung bezieht sich in erster Linie auf die Gesamtleistung der jährlich verkauften Schlepper. Nach Erläuterung der den Schlepperverkauf beeinflussenden Faktoren wird mit deren Hilfe eine Vorausschau auf die Entwicklung bis zum Jahre 1970 gegeben. Demnach wird die Gesamtleistung der verkauften Schlepper von 7,5 Mill. PS im Jahre 1962 auf etwa 8 Mill. PS im Jahre 1970 ansteigen. Außerdem ist zu erwarten, daß die durchschnittliche Leistung der Schlepper von 54,5 PS auf ungefähr 80 PS ansteigen und sich demzufolge die Zahl der in den USA verkauften Schlepper bis 1970 auf etwa 100 000 Einheiten jährlich verringern wird. Die Gesamtleistung der Schlepper wird also in Zukunft nicht wesentlich zunehmen; dagegen werden selbstfahrende Erntemaschinen (Einbaumotoren) und Elektromotoren größere Bedeutung erlangen und zur Deckung des weiter ansteigenden Energiebedarfes in der Landwirtschaft beitragen. *GL 138*

Braunschweig

M. Gluth