

Flugzeugeinsatz in der Landwirtschaft

The use of aircraft in agriculture

Von Wilhelm Brei^{°)}

1. Einführung

1.1. Allgemeines

Angesichts des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts unseres Zeitalters ist es bedrückend, daß noch immer ein Großteil der Weltbevölkerung an Unterernährung oder falscher Ernährung leidet. Die Weltbevölkerung nimmt ständig zu, in einem weit größeren Ausmaß als die betroffenen Länder selbst Nahrungsmittel erzeugen können. Um eine Katastrophe zu verhindern, muß die Landwirtschaft der Entwicklungsländer revolutioniert werden, denn noch immer bestimmt der hölzerne Hakenpflug das Bild der riesigen Reisanbauflächen Asiens und der Hackbau weite Gebiete Afrikas und Südamerikas.

Extrem niedrige Ertragsleistungen, hervorgerufen durch veraltete Anbau-technik, geringe Mechanisierung, ungenügende Bewässerung, mangelhafte Düngung und vor allem der Befall der Kulturen durch Schädlinge und Krankheiten, sind Kennzeichen dieser Regionen.

1.2. Entwicklung des Flugzeugeinsatzes

Eine schnelle und wirtschaftliche Anwendung von Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmitteln ist in vielen Ländern und bei bestimmten Kulturen aber erst mit Hilfe eines modernen Industriezweiges möglich, der Luftfahrttechnik. Der erste Einsatz von Flugzeugen zur Behandlung von Anbauflächen mit Chemikalien reicht in den USA zurück bis ins Jahr 1921. Ein Jahr später fanden auch in der UdSSR die ersten Versuche auf diesem Gebiet statt. Heute bearbeiten mehr als 17 000 Flugzeuge etwa 120 Millionen Hektar. Eindeutig an der Spitze liegt nach den Statistiken des International Agricultural Aviation Centre, Den Haag/Niederlande, für das Jahr 1966 die Sowjetunion mit 7000 Flugzeugen und rund 62 Millionen Hektar bearbeiteter Fläche. Es folgen die USA (5000 Flugzeuge, 26 Mio. ha), Australien (260 Flugzeuge, 6 Mio. ha), Neuseeland (245 Flugzeuge, 4 Mio. ha), Argentinien, VR China, Kanada und Japan folgen. Die DDR, Peru, Uruguay und die Tschechoslowakei haben jeweils noch etwa eine Million

^{°)} Wilhelm Brei, Ing. (grad.), z. Z. Teilnehmer des Agrarberaterlehrganges an der Deutschen Ingenieurschule für ausländische Landwirtschaft Witzenhausen.

Anschrift: 343 Witzenhausen, Steinstraße 19.

Hektar bearbeiteter Fläche. In Westeuropa steht die Kleinfelderwirtschaft dem Einsatz von Flugzeugen entgegen und nur Spanien nimmt mit 600 000 ha noch einen beachtlichen 13. Platz in der Weltrangliste ein.

1.3. Einsatzgebiete

Neben dem traditionellen Einsatz des Flugzeuges für Saat, Düngung und Pflanzenschutz ergeben sich immer mehr Aufgabenbereiche für den Agrarflug. So wurden Flugzeuge und Hubschrauber schon sehr erfolgreich zum Frostschutz, Hagelschutz, Einsammeln von Insekten in verschiedenen Flughöhen, Überwachung von Anbauflächen, Viehherden und Waldgebieten und bei der Waldbrandbekämpfung eingesetzt. Zum Frostschutz wurde in etlichen Anbaugebieten, vor allem in Zitrusplantagen, mit Hubschraubern die in etwa 15 Meter Höhe befindliche, gegenüber der Bodenluft um einige Grad wärmere Luftschicht mit dem Abwind des Rotors nach unten gedrückt. Einen Einsatz findet der Hubschrauber auch bei der Holzbergung in Wäldern, wo er eine große Arbeitserleichterung bringen kann.

2. Das Agrarflugzeug

2.1. Das Fluggerät

Bis vor einigen Jahren verwendete man in der Landwirtschaftsfliegerei Fluggerät, das von vornherein nicht für diesen Zweck gedacht war. Abgesehen von wenigen größeren Typen, wie die russische An-2, handelte es sich vorwiegend um modifizierte militärische Übungsflugzeuge, vor allem Piper, Cessna und Auster.

Erst in jüngsten Jahren kamen die Flugzeugfirmen mit speziell für die Landwirtschaft entwickelten Typen auf den Markt. Es handelt sich größtenteils um Tiefdecker, etliche haben auch angestrebte oder verspannte Flügel. Besonders erwähnt werden muß der Doppeldecker Grumman G-164 Super AgCat, der bei einem normalen Fluggewicht von 2040 kg eine Nutzlast von 590 kg trägt. Ein größeres Flugzeug mit Doppeldeckerbauart ist die russische An-2, die bei 5500 kg Abfluggewicht 1500 kg Chemikalien oder Dünger transportieren kann.

2.2. Eigenschaften der Flugzeuge

Die besonderen Einsatzbedingungen für Landwirtschaftsflugzeuge fordern besondere Flugleistungen, vor allem gute Start- und Landeeigenschaften, eine hohe Steig- und geringe Überziehgeschwindigkeit. Infolge der geringen Flughöhe beim Agrareinsatz ist das Gefahrenmoment besonders groß. Bei der Konstruktion ist deshalb darauf zu achten, daß das Flugzeug nur schwer in den überzogenen Flugzustand versetzt werden kann. Die Ladung sollte stets im Schwerpunkt liegen, so daß selbst nach einem Notabwurf der Ladung eine Trimmung unnötig ist. Um nur wenig Zeit für den Flugwendekreis zu verlieren, sollen Flugzeuge sehr wendig sein und über eine hohe Sicherheit gegen Abrutschen in der Kurve verfügen, was besonders für Doppeldecker zutrifft.

2.3. *Der Antrieb*

Die Größe der Antriebsleistung des von den einzelnen Agrarflugunternehmen beschafften Fluggerätes wird in erster Linie durch deren spezielle Einsatzbedingungen bestimmt. Grundsätzlich kann man sagen, daß mit steigender Motorleistung auch die Sicherheit des Flugzeuges zunimmt. Die Mehrzahl der in den letzten Jahren eingesetzten Starrflügler ist einmotorig, mit 150 bis 450 PS Antriebsleistung und einer normalen Nutzlast von 270 bis 675 kg. Die gebräuchlichsten Hubschrauber verfügen über eine Antriebsleistung von 180 bis 300 PS, ihre Chemikalienbehälter fassen 265 bis rund 500 Liter. Sie können auf die PS-Zahl bezogen gegenüber den Starrflüglern nur eine geringere Nutzlast tragen. Viele Länder gestatten jedoch den Betrieb bei höherem als normalen Fluggewicht, und zwar nach den Richtlinien einer speziellen Landwirtschaftskategorie. So kann die oben erwähnte Super Ag Cat bis zu einem Abfluggewicht von 2500 kg und einer Nutzlast von über einer Tonne geflogen werden.

2.4. *Forderung an ein Agrarflugzeug*

Die allgemeinen Forderungen an ein Landwirtschaftsflugzeug lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

- gute Startleistung auf kleinen und unvorbereiteten Behelfspisten;
- sichere Betriebsgeschwindigkeit von etwa 100 bis 160 km/h;
- gute Manövrierfähigkeit auch bei geringen Flughöhen;
- einfache Bedienung;
- gute Sichtverhältnisse;
- Schutz des Piloten im Falle einer Bruchlandung;
- Feuerschutz durch Anordnen der Kraftstoffbehälter im sicheren Abstand vom Piloten;
- einfache Konstruktion und Wartung;
- Korrosionsschutz gegenüber Chemikalien.

2.5. *Hubschrauber oder Starrflügler*

Bei der Anschaffung eines Agrarflugzeuges stellt sich natürlich die Frage, welcher Flugzeugtyp angeschafft werden soll. Neben dem Preis und den allgemeinen Forderungen an ein solches Flugzeug wirkt sich auch der zukünftige Einsatz auf die Kaufentscheidung aus. So findet der Hubschrauber aufgrund seiner andersgearteten Flugeigenschaften bessere Einsatzbedingungen in einem stark gegliederten Gelände, mit kleinen Flächen und vielen Hügeln. Vorteile sind weiterhin der äußerst kleine Landeplatz und die durch die Rotorbewegung hervorgerufene Luftströmung zum Boden, die die Spritzbrühe nach unten auf die Pflanzen drückt.

Für die Starrflügler spricht vor allem der wesentlich geringere Preis, die niedrigen Betriebskosten, höhere Ladekapazität und die größere Flächenleistung.

3. Die Kosten des Flugzeugeinsatzes

3.1. Der Anschaffungspreis

Der Anschaffungspreis für die meisten als reine Landwirtschaftsflugzeuge konzipierten Starrflügler schwankt zwischen 14 000 und 28 000 Dollar. Umgerüstete Mehrzweckflugzeuge wie die An-2, DHC-2 Beaver und Turbo Beaver, Turbo Porter u. a. sind wesentlich teurer. Ebenso ist die Grumman Super AgCat für ein Landwirtschaftsflugzeug ausgesprochen teuer. Gegenüber dem Eindecker liegen seine Vorteile jedoch in einer um 100 % höheren Ladekapazität, einem wesentlich kleineren Wendekreis und in einem größeren Aktionsradius.

Die Anschaffungskosten der Hubschrauber bewegen sich von 24 000 bis 80 000 Dollar. Für Aussaat und Düngungsarbeiten ist der Hubschrauber wegen seiner geringeren Tragfähigkeit weniger geeignet, dafür wird sein Einsatz im ULV-Verfahren im Pflanzenschutz interessant.

3.2. Kosten je Flächeneinheit

Über die Kosten pro bearbeitete Flächeneinheit lassen sich nur schwer Angaben machen, da diese von den verschiedensten Faktoren abhängen. Solche Faktoren sind die jährliche Betriebsstundenzahl des Fluggerätes, den ja nach Typ unterschiedlichen Betriebskosten, von der Art der Kulturen, der Größe der Anbauflächen, den geographischen Bedingungen und nicht zuletzt von der wirtschaftlichen Struktur des Landes.

In den USA rechnet man für Starrflügler bei 500 Betriebsstunden im Jahr mit etwa 35 Cents pro Hektar, ohne Kosten für Piloten und Chemikalien. Für die Stickstoffspätdüngung in Niedertraubling, Landkreis Regensburg, wurden 25,— DM/ha reine Flugkosten, einschließlich Piloten, angegeben. Ein kleinerer Hubschrauber vom Typ Huges 300 verursacht bei 500 Flugstunden im Jahr Gesamtkosten von 1,36 Dollar/ha, falls pro Flugstunde 40,5 ha bearbeitet werden (6). Für einen Hektar Hubschrauberarbeit werden jedoch allgemein 2,47 Dollar gezahlt. Bei weniger als 240 Arbeitsstunden oder 9700 Hektar wird dessen Einsatz uninteressant.

4. Flächenleistung

Der Arbeitserfolg ist sehr stark abhängig von der zu leistenden Arbeit, den Rüstzeiten, der Entfernung vom Landeplatz sowie der Fluggeschwindigkeit. Je größer die je Hektar auszubringende Last wird, z. B. beim Düngen und Säen, um so kleiner wird die Flächenleistung. Eine besonders gute Rentabilität erreicht deshalb das Flugzeug dort, wo geringe Mengen auf große Flächen verteilt werden müssen.

Die Rüstzeiten, vor allem das Füllen der Vorratsbehälter und Auftanken, können mit entsprechenden Einrichtungen sehr niedrig gehalten werden. Die 1500 kg Nutzlast der An-2 können mit Spezialvorrichtungen in zwei Minuten verladen sein. Von einem Speziallastwagen mit losem

Dünger über ein Ladegerät läßt sich die Super AgCat von Grumman sogar in $1/2$ bis $3/4$ Minuten mit einer Tonne Dünger füllen.

Entscheidend auf die Tagesleistung wirkt sich auch die Entfernung des Landeplatzes vom Arbeitsfeld und die Fluggeschwindigkeit aus. Das Flugzeug ermöglicht es jedoch besonders leicht, weiter abliegende Flächen schnell zu erreichen und zu behandeln, ohne vorher große Vorbereitungen zu treffen. Die Arbeitsgeschwindigkeit liegt bei Hubschraubern mit 80 bis 120 km/h am niedrigsten und beträgt bei Starrflüglern je nach Bauart 120 bis 180 km/h.

5. Die Ausrüstung der Flugzeuge

Für die beiden grundlegenden Methoden — Sprühen und Streuen — werden unterschiedliche Ausrüstungen verwendet, wenn man von den Vorratsbehältern absieht. Diese bestehen aus rostfreiem Stahl oder glasfaserverstärktem Kunststoff und sind je nach Flugzeugtyp verschieden groß. Bei reinen Landwirtschaftsflugzeugen findet sich der Vorratsbehälter zwischen Motor und Cockpit, bei anderen Typen im Frachtraum oder unter dem Rumpf. Hubschrauber haben meist zwei Behälter, je einen an beiden Rumpfseiten.

Die sich an den Behälter anschließende Sprühausrüstung besteht aus dem Fördersystem mit Filter, Pumpe, Druckregler und -messer, Arbeitsventil und dem Sprühsystem. Die Pumpe wird gewöhnlich von einem im Luftschraubenwind plazierten Propeller angetrieben und liefert Drücke von 1,5 bis 5,6 kg/cm². Sie kann vom Cockpit aus eingeschaltet werden. Gebräuchlich sind vor allem Kreiselpumpen, welche einfacher, robuster und auch wesentlich leichter sind. Kolbenpumpen, die auch verwendet werden, liefern einen höheren Druck, sind jedoch anfälliger und schwerer. Hubschrauber brauchen elektrische, hydraulische oder mechanische Pumpentriebe, da der oben erwähnte Antrieb nicht verwendet werden kann.

5.1. Sprühsysteme

Zum Versprühen von Flüssigkeiten wurden bisher drei verschiedene Systeme entwickelt. Es handelt sich dabei um

- Verteilerbalken mit Sprühdüsen;
- rotierende Zerstäuber;
- thermische Anlagen.

Sie dienen dazu, den Flüssigkeitsstrom in bestimmte Tröpfchengrößen aufzuteilen.

5.1.1. Der Verteilerbalken

Beim Verteilerbalken mit Sprühdüsen erfolgt das Sprühen von einer Anzahl Düsen, die an einem horizontalen Gestänge angebracht sind. Die Flüssigkeit gelangt durch das in Spannweitenrichtung angeordnete Rohr zu den Düsen. Das Rohrgestänge ist in der Regel bei Tiefdeckern hinter

dem Flügel, bei Hochdeckern unter dem Flügel angebracht. Der verwendete Düsentyp hat wenig Einfluß auf die Sprühqualität; der meist verwendete Düsentyp ist jedoch die T-Düse, die nur bei einem bestimmten Druck sprüht und ein Nachtropfen und unbeabsichtigtes Sprühen verhindert. Einen größeren Einfluß üben jedoch die Düsengröße, der Druck der Flüssigkeit und die Anordnung der Düsen in den Luftströmungen am Flugzeug aus.

5.1.2. *Der rotierende Zerstäuber*

Bei den rotierenden Zerstäubern treibt ein Propeller einen rotierenden Drahtkäfig an, in dessen Zentrum die Flüssigkeit eingespritzt und durch die Zentrifugalkraft am feinmaschigen Gitter in feinste Tröpfchen zerstäubt wird. Ein anderer Typ arbeitet mit elektrisch angetriebenen, konzentrisch rotierenden Scheiben, mit denen sich die Tröpfchengröße ausgezeichnet regeln läßt. In der Regel werden an jeder Flügelhälfte zwei rotierende Zerstäuber angebaut, bei Tiefdeckern über und bei Hochdeckern unter dem Flügel. Die Zuleitungen können im Flügel eingebaut sein.

5.1.3. *Thermische Anlagen*

Eine Neuentwicklung, die zur Zeit noch erprobt wird, arbeitet mit den Auspuffgasen des Flugzeugmotors. Spezielle Insektizide auf Ölbasis werden dabei unter Druck in eine Röhrenanlage eingespritzt, die von den heißen Auspuffgasen durchströmt wird, und verdampfen dort. Beim Austritt aus der Anlage kondensiert der Wirkstoff bei Abkühlung und sinkt in feinsten Tröpfchen zu Boden.

5.2. *Sprühverfahren*

5.2.1. *Spritzen*

Das älteste Verfahren ist das Spritzen. Der Wasserbedarf ist mit 200 bis 600 l/ha sehr groß. Dieses Verfahren ist wegen des zu großen Transportbedarfs für den Flugzeugeinsatz ungeeignet. Die Tröpfchengröße liegt bei diesem Verfahren über 150 Mikron.

5.2.2. *Sprühen*

Das Sprühen erfordert immerhin noch einen Spritzbrühebedarf von 10 bis 200 l/ha, bei einer Tröpfchengröße von 100 bis 150 Mikron. Diese Aufwandmengen wurden bis vor wenigen Jahren beim Flugzeugeinsatz verwendet. Durch eine Verbesserung der Geräte und bessere, systemisch wirkende Pflanzenschutzmittel war es jedoch möglich, ein noch besseres Verfahren zu entwickeln.

5.2.3. *Nebeln*

5.2.3.1. *ULV — Sprühen ohne Wasser*

Anfang der sechziger Jahre wurde eine neue Sprühtechnik eingeführt, die unter der Bezeichnung Ultra Low Volume Application (ULV) bekannt geworden ist. Damit ist das Vernebeln aktiver Mittel geeigneter chemi-

scher Zusammensetzung ohne die Verwendung von Wasser oder einem anderen Trägerstoff gemeint. Mit dieser Technik, bei der unverdünntes Konzentrat feinst versprüht wird (Aufwandmengen 0,5 bis 10 l/ha, Durchschnittstropfengröße unter 100 Mikron), lassen sich die Bearbeitungskosten um 50 bis 60 % und die Bearbeitungszeit pro Flächeneinheit auf die Hälfte oder sogar ein Viertel der sonst benötigten Zeit reduzieren. Da das Flugzeug nur aktive Pflanzenschutzmittel mitführt, kann es mit einem einzigen Sprühflug eine wesentlich größere Fläche behandeln. Wird zum Beispiel Reis gegen den Stengelbohrer mit der empfohlenen Menge von 500 g/ha Phosphamidon behandelt, kann das Flugzeug (eine Pilatus Porter) jeweils 200 ha mit einem Flug besprühen und muß dann zum Nachtanken landen.

5.2.3.2. *Einrichtungen für das ULV-Verfahren*

Für das ULV-Verfahren müssen die herkömmlichen Spritzanlagen mit Zusatzgeräten umgerüstet werden, da die ausgebrachte Brühmenge von ca. 180 l/min auf 5 bis 15 l/min gesenkt werden muß. Unter den verschiedenen Düsen für die Ausbringung kleiner Flüssigkeitsmengen auf große Flächen ist die Teejet No 800 015 noch geeignet. Ein wesentlich besseres Tröpfchenspektrum wird jedoch von den Rotordüsen erzeugt und diese sollten auch bei neuen Anlagen eingebaut werden.

Ein grundlegender Faktor der ULV-Technik ist die Verteilung der Tröpfchen in der Luft, denn die Tröpfchen des Pflanzenschutzmittels gelangen mit Hilfe des Windes und der Schwerkraft zu den Zielpflanzen. Gute Düsen oder Zerstäuber sind daher notwendig. Die Turbo Porter ist mit dem Turbaero-Zerstäuber ausgerüstet, der nach dem Zentrifugalprinzip arbeitet. Mit paarweise gekoppelten Elektropumpen wird die Sprühflüssigkeit aus dem Behälter durch ein Filter in den Sprühbalken gepumpt. Die Fließgeschwindigkeit wird durch ein vom Cockpit aus betätigtes Ventil gesteuert, das sehr fein verstellbar ist, und die tatsächlich abgegebene Sprühmenge wird mit Hilfe eines empfindlichen elektrischen Durchflußmessers in Liter pro Minute und in versprühten Litern aufgezeichnet. Im System herrschen niedrige Drücke von 0,7 bis 1,0 kg/cm²; die Fließgeschwindigkeit ist unabhängig von Viskosität und Temperatur zwischen einem und dreißig Liter pro Minute regelbar. Die Rotationsgeschwindigkeit der Zerstäuberscheiben wird vom Cockpit aus durch Schiebewiderstandsregler geregelt, wobei jede Scheibe an einen eigenen Regler angeschlossen ist. Die Zerstäuber, von denen bis zu sechs an einem Verteilerbalken angebracht sein können, werden einzeln durch elektrisch betriebene Soleonid-Ventile gespeist und können im Fluge einzeln ein- und ausgeschaltet werden. Durch Ventile ist es möglich, den Sprühvorgang zu beenden, ohne daß noch ein Tropfen zur Erde fällt. Mit einem Hauptschalter können alle Zerstäuber auch gleichzeitig abgeschaltet werden.

5.2.3.3. *Besondere Pflanzenschutzmittel*

Für die ULV-Technik sind nur Pflanzenschutzmittel bestimmter chemischer Zusammensetzung geeignet. So darf zum Beispiel kein Verdampfen auftreten, bis die Tröpfchen ihr Ziel — Pflanzen oder Insekten — erreicht

haben. Da die von den Pflanzen aufgenommene Schutzmittelmenge von der Tröpfchengröße abhängt, ist bei genauer Auswahl und Einstellung der optimalen Tröpfchengröße eine wesentlich gleichmäßigere und wirkungsvollere Behandlung möglich.

5.2.3.4. *Die Flughöhe*

Bei den ersten Versuchen im ULV-Verfahren in den USA ging man auf größere Flughöhen und Arbeitsbreiten bis zu 60 m. Inzwischen hat sich herausgestellt, daß geringere Flughöhen eine größere Sicherheit in der Anwendung bringen. Man fliegt daher heute meist in einer Höhe von 2 bis 8 m und Arbeitsbreiten um 10 m. Die Abdrift verringert sich bei der geringen Flughöhe ebenfalls bedeutend. Nachteilig wirkt sich die geringe Flughöhe für den Piloten aus, da sie eine wesentlich höhere Konzentration erfordert und die Unfallgefahr bedeutend ansteigt.

5.2.3.5. *Vorteile des ULV-Verfahrens*

Die Vorteile der ULV-Technik lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- äußerst gleichmäßige Verteilung des Sprühgutes;
- Arbeitsleistung pro Tag fünf- bis zehnmal größer als mit konventionellen Sprühmethoden;
- gezieltes Benetzen der Pflanzen durch die Auswahl der optimalen Tröpfchengröße;
- keine größeren Vorbereitungen am Einsatzort durch Verwendung fertig gemischter Pflanzenschutzmittel;
- die Bodenanlagen sind auf ein Minimum beschränkt;
- wenig Wartungspersonal;
- weit größerer Anflug zum Feld, ohne daß die Wirtschaftlichkeit leidet.

5.3. *Streuorrichtungen*

Beim Streuen kommen trockene Chemikalien in Form von Pulvern, Granulaten oder verkapselten Produkten und auch Saatgut zur Anwendung. Die Streuausrüstung besteht aus dem Chemikalienbehälter mit großer Einschüttöffnung oben und einem Schieber in der Trichteröffnung unten, der durch einen Hebel im Cockpit betätigt wird, dem Rüttler und dem Streusystem. An Streusystemen gibt es drei Grundtypen, den Venturi-Typ, den Flügel-Typ und den Zentrifugalstreuer.

5.3.1. *Der Venturi-Typ*

Der Venturi-Typ gleicht einer großen Venturi-Düse mit rechteckigem Querschnitt. Er wird unter dem Rumpf im Propellerstrom angebracht. Das im engsten Querschnitt einfallende Streugut wird nach hinten ausgeblasen. Durch besondere Formen des Diffusors und durch innere Leitschaufeln

entstehen Streubreiten von 5,5 bis 15 Meter. Der Drall des Propellerwindes wird durch entsprechende Einstellung der Leitschaufeln ausgeglichen.

5.3.2. *Der Flügel-Typ*

Der Flügel-Typ, der in Sonderfällen auch für Flüssigkeiten benutzt werden kann, arbeitet mit der Stauluft des Propellerwindes, die das aus dem Behälter einfallende Streugut in das mit Leitschaufeln versehene Innere eines aerodynamisch gestalteten Flügels bläst. Von da gelangt das Streugut durch viele gleichmäßig auf der Flügeloberseite (Sogseite) verteilte kleine Löcher nach außen.

5.3.3. *Der Zentrifugalstreuer*

Der Zentrifugalstreuer ist besonders für Hubschrauber geeignet, bei denen sich die beiden oben angeführten Typen nicht verwenden lassen. Bei diesem fällt das Streugut auf ein oder zwei schnell rotierende Scheiben wie beim Schleuderdüngerstreuer. Es entstehen Streubreiten von etwa 15 m. Der Vorteil des Zentrifugalstreuers mit elektrischem, hydraulischem oder mechanischem Antrieb liegt vornehmlich im geringen Luftwiderstand, der beim Venturi-Typ besonders hoch ist.

6. Einweisung des Flugzeuges

Um dem Piloten das Einfliegen zu erleichtern, müssen zu seiner Hilfe zwei „Flagmen“ zur Verfügung stehen, die jeweils die zu überfliegende Bahn abschreiten und mit einer Fahne oder durch Winken kenntlich machen. Neue elektronische Navigationseinrichtungen machen Bodenmarkierungen jedoch schon überflüssig. Neben der üblichen Funkausrüstung können die Maschinen mit einem Navigator ausgerüstet sein, der dem Piloten die Einhaltung vorher eingestellter Streifen auf einen Meter genau erlaubt. Die Länge des Sprühstreifens kann bis zu mehreren zehn Kilometern betragen. Die Navigationsausrüstung ermöglicht es, den folgenden Sprühstreifen auf dem Rückflug im genau eingestellten Abstand zu fliegen.

7. Unfallgefahr

Neben dem Risiko des Piloten, durch einen Flugunfall zu Schaden zu kommen, gibt es noch verschiedene andere Gefahrenmomente. Die geringe Flughöhe, insbesondere bei Ausbringung chemischer Pflanzenschutzmittel, erfordert vom Piloten äußerste Konzentration, um nicht mit Baumwipfeln, Zäunen oder mit den zu behandelnden Pflanzen zu kollidieren. Die große Anstrengung erlaubt es dem Piloten nicht, ohne größere Pausen zu fliegen. Besser ist Schichtarbeit, um zu großer Flächenleistung zu kommen.

Durch die Anwendung chemischer Präparate kann die Verkleidung des Flugzeuges einer Korrosion ausgesetzt sein, die die Unfallgefahr bedeu-

tend erhöht. Daneben besteht aber auch häufig eine Vergiftungsgefahr bei der Anwendung der hochkonzentrierten chemischen Mittel im ULV-Verfahren, wobei sowohl das Bodenpersonal, Pilot, Plantagenarbeiter, aber auch Mensch und Vieh in der Umgebung des behandelten Gebietes zu Schaden kommen können. Entsprechende Vorsichtsmaßnahmen müssen also getroffen werden. Das Bodenpersonal muß sich durch Masken, Handschuhe, Schutzanzüge und Gummistiefel schützen. Ebenso müssen die Mechaniker vorsichtig zu Werke gehen und alle Schutzmaßnahmen beachten.

Eine Gefahr für den Piloten besteht auch darin, daß er durch den feinen Spritznebel, der vom vorhergehenden Überfliegen noch vorhanden ist, hindurchfliegen muß. Eine geschlossene Kabine und eine Schutzmaske sind angebracht. Der Spritznebel hinterläßt jedoch einen feinen Schleier auf dem Glas und bei zu großer Sichtbehinderung muß zur Reinigung der Scheibe gelandet werden, wenn keine andere Reinigungsmöglichkeit besteht.

8. Pflege und Wartung

Die Pflege und Wartung besteht vor allem in der Reinigung des Flugzeuges, der Sprüh- und Streuanlagen und in der Wartung des Motors. Im Pflege- und Wartungsaufwand weisen die einzelnen Flugzeuge große Unterschiede auf. Zur Wartung des Flugzeuges sollte unbedingt nur Fachpersonal herangezogen werden, da das Unfallrisiko groß und Mensch und Maschine gefährdet sind. Wird das Flugzeug universell eingesetzt, müssen sich die einzelnen Aggregate schnell und ohne große Anstrengung austauschen lassen. Alle wichtigen Teile müssen leicht zugänglich sein. Tanken und Auffüllen der Vorratsbehälter dürfen nicht viel Zeit in Anspruch nehmen.

9. Unternehmensformen

Landwirtschaftliche Großbetriebe, die für ein Flugzeug genügend Einsatzfläche haben, werden sich voraussichtlich selbst ein Flugzeug zulegen, wenn die Rentabilität gegeben ist. Für kleinere Betriebe wäre ein Gemeinschaftsflugzeug denkbar. In der Regel wird ein Agrarflugunternehmen Flugzeug und Pilot für die verschiedenen Arbeiten zur Verfügung stellen. Ein Agrarflugunternehmen kann, wenn genügend Bearbeitungsfläche zur Verfügung steht, verschiedene Flugzeugtypen mit entsprechender Ausrüstung anschaffen, was ein einzelner landwirtschaftlicher Betrieb nicht kann.

10. Tendenzen im Agrarflugwesen

Die Zahl der angebotenen Spezialflugzeuge erhöht sich laufend. Besondere Aufmerksamkeit wird der Suche nach neuen Verfahren gewidmet,

die den wirtschaftlichen Einsatz dieser teuren Ausrüstung gestatten. Von seiten der Flugzeughersteller wird an einer ständigen Verbesserung der Landwirtschaftsflugzeuge gearbeitet, und zwar durch Erhöhung der Tragfähigkeit, Geschwindigkeit und Stabilität sowie der Sicherheit. Die Flugzeughersteller wollen nicht nur die bisherigen Landwirtschaftsflugzeuge ersetzen, sondern möglichst viele neue Abnehmer gewinnen. Ein Aufgabengebiet ist sowohl für Starrflügler als auch für Hubschrauber vorhanden. Sehr viel abhängen wird die Entwicklung der Agrarflugzeuge von den Neuentwicklungen der Chemie. Das ULV-Verfahren erfordert Flugzeuge mit längerer Flugdauer, Düngung und Saat Flugzeuge mit größerer Tragfähigkeit. Weiterhin ist zu sagen, daß sich der Agrarflug auf wenige Unternehmen verteilen wird, die mindestens eine Bearbeitungsfläche von 40 bis 80 km² benötigt wird, um eine Rendite zu erwirtschaften.

11. Zusammenfassung

Ein wirtschaftlicher Einsatz von Schädlingsbekämpfungsmitteln in den Entwicklungsländern, vor allem in den Tropen und Subtropen, bei entsprechendem Wassermangel und Transportschwierigkeiten, ist oft nur mit dem Flugzeug möglich. Die Zahl der Aufgaben für ein Agrarflugzeug steigt von Jahr zu Jahr. Neben der Schädlingsbekämpfung, Düngung und Saat kommen noch besondere Aufgaben hinzu. Aus diesem Grunde steigt das Angebot an besonderen Flugzeugtypen für Spezialeinsätze und die Industrie versucht den vielseitigen Wünschen gerecht zu werden. Wegen der hohen Kosten eines Flugzeuges muß die Bearbeitungsfläche hoch sein und die Haltung der Flugzeuge konzentriert sich auf wenige leistungsfähige Agrarflugunternehmen, die Flugzeug und Pilot gegen Gebühr verleihen. Groß ist das Risiko des Agrarfluges, bestimmt durch die geringe Flughöhe und die häufigen Starts und Landungen. Ein besonderes Augenmerk muß auf den Schutz des Personals bei giftigen Sprühstoffen gelegt werden. Pflege und Wartung erfordern große Sorgfalt.

Summary

An economic use of fungicides and insecticides in developing countries, especially in the tropics and subtropics with their lack of water and the difficulties in transport, is often only possible with aeroplanes. The number of tasks for an agricultural aeroplane increases from year to year. Besides pest control, fertilization and broadcasting of seed they are used for many other purposes. For this reason the demand for special aeroplanes is high and industry is trying to satisfy all requirements. As the costs for an aeroplane are high the area must be large, too, and planes are kept only by a few well-managed concerns which hire out plane and pilot. The risk is high owing to many take-offs and landings and the low flying altitude. The personnel must be protected against poisonous sprays and the maintenance of planes requires a high standard.

Literaturverzeichnis

1. Bachthaler, G., 1967: Dünger fällt vom Himmel. Die Landtechnische Zeitschrift, 18. Jg. (6), 360—361.
2. Burnett, G. F., Lee, C. W., Park, P. O., 1965: Aerial Spraying of Insecticides Concentrates. — World Crops, Vol 17 (2), 72—74.
3. Brazzel, J. R., Watson, W. W., 1966: Low volume patterns with three types of aerial application equipment. — Agricultural Aviation, Vol 6 (4), 119.
4. Eickstedt, H. von, Krämer, P., 1966: Aerial application of insecticides in Central America. — Agricultural Aviation, Vol 6 (4), 122—125.
5. N. N., 1968: Erfahrungen bei der Parathion-Anwendung im ULV-Verfahren in der Baumwolle in El Salvador. — Privatmitteilungen eines wissenschaftlichen Mitarbeiters der Bayer-Werke in Nicaragua.
6. N. N., 1968: Flugzeuge in der Landwirtschaft. — Interavia 23 (10), 1243 bis 1250.
7. Lee, C. W., 1966: Aerial Spraying in East Africa. — World Crops, Vol 18 (1), 56—58.
8. Little, E. C. S., 1966: Mass Fertilizer Distribution from the Air. — World Crops, Vol 18 (3), 22—28.
9. Oheimb, R. von, 1968: Technische Gesichtspunkte für den Einsatz von Flugzeugen in der Land- und Forstwirtschaft. — KTL Manuskript Nr. 15.
10. N. N., 1966: Aerial Spraying Low Volume Malathion. — World Crops, Vol 18 (1), 91.
11. N. N., 1967: Aircraft for Crop Spraying. First Agwagon. Improved Pawnee. — World Crops, Vol 19 (2), 17/25.

Geflügelhaltung in Entwicklungsländern

Ploultry keeping in developing countries

Von Werner Thomann *)

1. Herkunft, Verbreitung und Bedeutung des Hofgeflügels

Jedermann ist immer wieder über die großen Farben-, Formen- und auch Leistungsunterschiede innerhalb der vielen Hühnerrassen erstaunt. Und doch stammen diese trotz all der Unterschiede von einem gemeinsamen Ahnen ab, dem *gallus bankiva* oder dem Dschungelhuhn aus den tropischen Regenwäldern Ostasiens. Domestiziert wurde das Huhn schon in vorgeschichtlicher Zeit und kleine Hühnertrupps scharren sich ihr Futter um die Bronzezeithäuser zusammen, wie heute noch um die meisten Bauerngehöfte der Entwicklungsländer.

*) Werner Thomann, Geflügelzuchtspezialist in der Abteilung für Tierproduktion und Veterinärwesen der FAO in Rom.

Anschrift: c/o Food and Agriculture Organisation, Via delle Terme di Caracalle, 00100 — Rom/Italien.