

- landwirtschaftlichen Flugzeugeinsatzes, z. B.
- weitere Verbesserung der Organisation und Leitung
- Reduzierung der technisch, organisatorisch und personell bedingten Stand- und Ausfallzeiten
- sinnvoller Kapazitätsaustausch zwischen den ACZ, auch über Bezirksgrenzen hinaus, u. a.

Inzwischen ist der Ersatz der Flugzeuge Z-37 zu einem dringenden Problem geworden, da die Produktion dieses Flugzeugtyps in der ČSSR bereits im Jahr 1975 eingestellt worden ist. Die Forderungen der DDR an ein neues Agrarflugzeug ergeben sich aus der perspektivischen Anbau- und Flächenstruktur und den Erfordernissen der industriemäßigen Pflanzenproduktion. Danach sollte der auszuwählende Nachfolgetyp eine Chemikalien-Nutzmasse von > 1000 kg und mindestens die 1,5fache Leistungsfähigkeit der Z-37 bei voller Gewährleistung einer hohen Arbeitsqualität aufweisen.

gestützt auf erste Versuchs- und Erprobungsergebnisse ist das Leistungsvermögen künftiger Agrarflugzeuge heute bereits recht gut einschätzbar. In die Kalkulationen wurden

Flugzeuge mit einer Nutzmasse von 1000 kg, 1500 kg und 2200 kg einbezogen sowie mit den Leistungen der Z-37 (550 kg) verglichen.

Bei der Mineraldüngung (Bild 3) ist die Überlegenheit der größeren Typen mit einer Tragfähigkeit von 1,5 t und 2,2 t nachweisbar. Der Leistungsfaktor beträgt im Verhältnis zum Flugzeug Z-37 ( $\Delta 1,0$ ) bei niedrigen Düngeraufwandmengen 1,7 bis 3,5 und bei höheren Düngeraufwandmengen 2,3 bis 3,9.

Mit niedrigen Düngeraufwandmengen, wie sie z. B. für die 2. N-Gabe zu Getreide typisch sind, lassen sich auch unter Praxisbedingungen Flächenleistungen in der Größenordnung wie bisher bei Pflanzenschutzarbeiten mit niedrigen Aufwandmengen, d. h. bis über 100 ha/Fh, sicher erreichen. Die hier dargestellten Leistungsabstufungen sind jedoch nicht allein auf die Unterschiede in der Größe, d. h. in der Chemikalien-Nutzmasse, der untersuchten Flugzeuge zurückzuführen. Sie resultieren auch aus bestimmten entscheidenden technischen Verbesserungen, vor allem an der Applikationsanlage und hinsichtlich des Applikationsprinzips.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß bereits neue Flugzeugtypen existieren, die be-

züglich ihres Leistungsvermögens die in der DDR bestehenden Anforderungen der industriemäßigen Pflanzenproduktion erfüllen. Die Auswahl des perspektivischen Nachfolgetyps für die Z-37 kann sich jedoch nicht allein nach der Leistungsfähigkeit richten, sondern muß als entscheidenden Gesichtspunkt auch ökonomische Kriterien mit einbeziehen.

Für eine Gesamtbeurteilung reichen die bis jetzt vorliegenden Informationen jedoch nicht aus, sondern es sind weitere Untersuchungen erforderlich.

A 2677

1) Gekürzte Fassung eines Vortrags zur Jahrestagung der Wissenschaftlichen Sektion Chemisierung der Pflanzenproduktion der KDT am 14. und 15. November 1979 in Neubrandenburg

## Aufgaben der Landwirtschaftsbetriebe beim Einsatz von Agrarflugzeugen und -hubschraubern

Dozent Dr.-Ing. M. Michalski, Landwirtschaftliche Hochschule Szczecin (VR Polen)

Die Effektivität des Flugzeug- und Hubschraubereinsatzes in der Landwirtschaft hängt, wie Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Hochschule Szczecin zeigen und auch von Spezialisten anderer Länder bestätigt wird, von folgenden Faktoren ab [1]:

- Nutzung spezieller Agrarflugzeuge oder -hubschrauber
- Einsatz einer speziellen Bodentechnik, die dem Luftfahrzeug ständig zur Verfügung steht
- Organisation des Agrarflugeinsatzes
- Qualifikation landwirtschaftlicher Kader auf dem Gebiet des Agrarflugs
- Vorbereitung des Agrarflugeinsatzes im Landwirtschaftsbetrieb.

### Nutzung spezieller Agrarflugzeuge oder -hubschrauber

Die Luftfahrzeugindustrie ist seit nunmehr 20 Jahren bestrebt, den Anforderungen der Landwirtschaft hinsichtlich der Entwicklung von Luftfahrzeugen gerecht zu werden. Spezielle Landwirtschaftsflugzeuge werden seit dem Jahr 1959 hergestellt. Im Vordergrund stehen dabei folgende Parameter:

- hohe Leistung
- hohe Flugsicherheit
- große Festigkeit des Fahrwerks
- gleichmäßige Verteilung des Applikationsmittels.

Während spezielle Landwirtschaftsflugzeuge in verschiedenen Typen und in relativ großer Anzahl produziert wurden, gab es hinsichtlich der Entwicklung von Hubschraubern für die Landwirtschaft nicht solche großen Fortschritte.

Gegenwärtig kommen noch ausschließlich

Mehrzwecktypen zum Einsatz, obwohl sich immer mehr die Anschaffung durchsetzt, spezielle Agrarhubschrauber zu entwickeln, wie es bereits in anderen Bereichen geschehen ist (z. B. Kranhubschrauber Mi-10).

### Einsatz einer speziellen Bodentechnik

Eine leistungsfähige Bodentechnik ist von Bedeutung für eine schnelle Beladung der Luftfahrzeuge [2, 3]. Gemäß der Baltinschen Formel gilt:

$$\eta = \frac{T_1}{T_{02}}; \quad (1)$$

$\eta$  Leistung

$T_1$  Grundzeit

$T_{02}$  Operativzeit (von Start zu Start)

$$\eta \rightarrow \text{Max.}, \text{ wenn } (T_{21} + T_{22} + T_{23}) \rightarrow 0 \quad (2)$$

$T_{21}$  Fliegen der Wendekurve

$T_{22}$  Zeit für An- und Abflug

$T_{23}$  Versorgungszeit.

Soll die Leistung des Luftfahrzeugs hoch sein, muß die Versorgungszeit gering bleiben, d. h. die Beladetechnik muß hohe Leistungen bringen, wenig Arbeitskräfte erfordern und mit hoher Zuverlässigkeit arbeiten. Der Einsatz spezieller hochleistungsfähiger Aggregate ist rentabler als der von angepaßten, weniger leistungsfähigen Arbeitsmitteln. Letztere erhöhen die Dauer für einen Operationszyklus und vermindern damit die Anzahl der möglichen täglichen Starts.

### Agrarflugorganisation im RGW-Bereich

Die Agrarflugorganisation ist in den einzelnen Ländern des RGW unterschiedlich. Während in der Ungarischen VR der Agrarflug als Flug-

abteilung für Pflanzenschutz dem Landwirtschaftsministerium unterstellt ist, unterstehen in der UdSSR Agrarflugzeuge und -hubschrauber dem Ministerium für zivile Luftfahrt. In der DDR, in der VR Bulgarien und in der ČSSR sind die Betriebe für Agrarflug dem Ministerium für Verkehrswesen zugeordnet. In der VR Polen bestehen vier Betriebe mit Bereichen für Agrarflug, wovon drei dem Ministerium für Maschinenbau und einer zum Verkehrsministerium gehören. Einige Landwirtschaftsbetriebe in Polen haben eigene Hubschrauber. In der DDR und in der ČSSR befinden sich die Flugzeuge und Hubschrauber auf Charterbasis bei den agrochemischen Zentren im Einsatz. In der VR Polen bestehen Charterverträge zwischen den Agrarflugunternehmen und den volkseigenen Gütern.

### Qualifikation landwirtschaftlicher Kader auf dem Gebiet des Agrarflugs

Die Landwirtschaftsbetriebe müssen darüber informiert sein, welche Vorteile der Agrarflugeinsatz bietet und welche Arbeitsmittel jeweils zum Einsatz kommen. In der Landwirtschaftlichen Hochschule Szczecin wurde für die Studenten der landwirtschaftlichen und landtechnischen Fakultät ein Lehrprogramm für den Agrarflugeinsatz eingeführt. Die Polnische Akademie der Wissenschaften erarbeitet gegenwärtig ein Lehrprogramm gleicher Art, das allen landwirtschaftlichen Hochschulen als Pflichtprogramm empfohlen werden soll. Dieses Programm wird enthalten:

- Grundlagen der Luftfahrttechnik
- Technologie des Agrarflugeinsatzes
- Agrarflugökonomie
- Meteorologie, Umweltschutz u. ä.

In Zukunft wird auch der Agrarflugeinsatz als Fach in den landwirtschaftlichen und landtechnischen Fachschulen eingeführt. Weiterhin ist es notwendig, wenn in der VR Polen die einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe Flugzeuge chartern, daß die mit dem Flugzeug direkt zusammenarbeitenden Werk tätigen (Transport, Beladen, Signalisation) entsprechend qualifiziert werden. In der Ungarischen VR hat die Flugabteilung für Pflanzenschutz spezielle Schulen eingerichtet [4].

#### Vorbereitung des Agrarflugeinsatzes im Landwirtschaftsbetrieb

Die Aufgaben der Landwirtschaftsbetriebe bei der Vorbereitung des Agrarflugeinsatzes sind:

- Errichtung von Grundflugplätzen und Flugstützpunkten
- Errichtung eines Netzes von Arbeitsflugplätzen
- Schaffung entsprechend großer Feldschläge
- Erarbeitung eines Arbeitsplans
- Vorbereitung der Hilfsmaterialien.

Die Charterverträge in Polen verpflichten jeden Landwirtschaftsbetrieb zur Errichtung eines entsprechenden Flugstützpunktes. Von der Landwirtschaftlichen Hochschule Szczecin wurde das Projekt für einen Grundflugplatz für Hubschrauber entwickelt [5], das in Kürze in die Praxis überführt werden soll. In den Ländern, wo spezielle agrochemische Zentren bestehen, übernehmen diese die Errichtung von Flugstützpunkten.

Wie schon aus Gl.(2) ersichtlich, wird die Leistung der Agrarflugzeuge von der Anflugzeit  $T_{22}$  beeinflusst. Diese ist von der Entfernung zwischen Arbeitsflugplatz (AFP) und Feld abhängig. Um die Anflugentfernung möglichst gering zu halten, ist die Auswahl und Lage der AFP zu den Feldern von entscheidender Bedeutung. Um in einem Territorium eine möglichst optimale Lage der AFP zu den Feldern zu gewährleisten, lassen sich die Koordinaten der AFP in km nach folgender Formel [6] ermitteln:

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i Q_i x_i}{\sum_{i=1}^n A_i Q_i} \quad (3)$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i Q_i y_i}{\sum_{i=1}^n A_i Q_i} \quad (4)$$

$A_i$  Fläche des zu bearbeitenden Feldes in ha  
 $Q_i$  theoretische Applikationsdosis in kg/ha oder  $dm^3/ha$

$x_i, y_i$  Koordinaten der Mitte des zu bearbeitenden Feldes

$i$  Anzahl der von einem AFP zu betreuenden Felder.

Nach dieser Berechnung erfolgte in einem Landwirtschaftsbetrieb die Korrektur des Netzes der AFP. Sie brachte bereits nach einem Jahr eine Einsparung an Flugkosten von 2 Mill. Zloty.

Das entspricht einem Wert von 120 Flugstunden für einen Hubschrauber. Bezüglich der Anforderungen an AFP für Starrflügler stimmt der Verfasser mit den Ausführungen von Böhl [7] überein.

#### Große Schläge ermöglichen hohe Leistungen

Moderne Landmaschinen mit großen Arbeitsbreiten und hohen Leistungen erfordern entsprechend große Felder. Für den Agrarflug bedeutet das Schlageinheiten von mindestens jeweils 50 ha. Die Felder sollen möglichst rechteckig sein und für Hubschrauber (Mi-2) nicht unter 400 m und für Flugzeuge (AN-2) nicht unter 750 m lang sein. Eine optimale Lage ergibt sich, wenn die zu bearbeitende Feldbreite eine gerade Zahl von Arbeitsflügen ermöglicht.

$$a = b n; \quad (5)$$

$a$  bearbeitete Feldbreite während eines Operationszyklus in m

$b$  zugrunde gelegte Arbeitsbreite des Luftfahrzeugs in m

$n$  Anzahl der Arbeitsflüge über dem Feld während eines Operationszyklus.

Die Felder müssen frei von Hindernissen sein, wie z. B. Bäume und Elektrofreileitungen. Solche Hindernisse vermindern die Leistung und die Qualität der Arbeit und bilden eine Gefahr für den Flugzeugführer.

Bei der Gestaltung der Fruchtfolge sollte beachtet werden, daß der Anbau der Kulturpflanzen so erfolgt, daß ein möglichst langer Einsatz von einem AFP aus gewährleistet ist. Die Umsetzung zu einem anderen AFP erfordert entsprechende Zeit, die bei häufigem Auftreten zur Leistungseinbuße führt. Auch die Auswahl von Nachbarkulturen der zu behandelnden Felder sollte im Hinblick auf eventuelle Abdriftbeeinflussung von Applikationsmitteln erfolgen.

Zur Ausnutzung eines Flugzeugs oder Hubschraubers ist eine jährliche Einsatzfläche von 20 000 ha notwendig. Überschreitet sie den Wert von 30 000 ha, so ist dieses Arbeitsvolumen nur im Zweischichtensatz (in Spitzenbedarfszeiten) zu bewältigen. Für den rationellen Einsatz jedes Flugzeugs oder Hubschraubers ist ein entsprechender Arbeitsablaufplan zu erarbeiten. Hierbei sind agrotechnische Termine, flugtechnische Möglichkeiten und Arbeitszeitregelung für den Piloten zu beachten. Der Arbeitsablaufplan ist auf Dekadenbasis zu erarbeiten, wobei entsprechende Arbeitszeitreserven einzuplanen sind. Diese sind notwendig, um eventuelle Störungen, wie ungünstiges Flugwetter, Flugverbot, Flugzeugdefekt, Defekt der Beladetechnik, Umrüstung auf eine andere Applikationsart, planmäßige Instandsetzung, Flugzeitbegrenzung des Piloten u. a. abzufangen. Hierbei sind die beiden ersten Faktoren durch das Bedienpersonal nicht einflußbar, die übrigen können durch gute Produktionsvorbereitung und disziplinierten Arbeitsablauf gering gehalten werden.

Eine wichtige Aufgabe bei der Vorbereitung des Agrarflugeinsatzes ist auch die rechtzeitige

Beschaffung und Vorbereitung der Flurkarten und Signalisationsausrüstung. In den Flurkarten sind die zu befliegenden Felder farblich zu kennzeichnen sowie Geländehindernisse, wie Schornsteine, hohe Masten, Elektro- und Telefonfreileitungen, einzelne Bäume, Baumalleen, Waldränder u. a., einzutragen.

Zur Ausrüstung beim Feldeinsatz gehören auch entsprechende Feldzeichen wie Hauptflagge, Umrißflaggen, Signalisationsausrüstung, wie Meßzirkel für Arbeitsbreitenabmessung, auffällige Kleidung der Signalisten.

#### Zusammenfassung

Ein rationeller Einsatz von Agrarflugzeugen und -hubschraubern ist nur möglich, wenn Agrarflugunternehmen und Landwirtschaft eng zusammenarbeiten. Die Landwirtschaftsbetriebe haben eine entscheidende Aufgabe bei der Vorbereitung des Flugzeugsatzes. Eine leistungsfähige Bodentechnik ist ebenso wichtig wie die Errichtung eines entsprechenden Netzes von günstig gelegenen Agrarflugplätzen und große Felder. Eine Ausbildung landwirtschaftlicher Kader auf dem Gebiet des Agrarflugs ist anzustreben, weil dadurch die Qualität der Vorbereitung des Flugzeug- und Hubschrauberensatzes erhöht werden kann. Für jedes Flugzeug ist neben einem Arbeitsplan ein Einsatzplan zu erarbeiten. Dabei sind Arbeitszeitreserven einzuplanen, um eventuelle Störungen abzufangen. Bei der Konzipierung künftiger Landmaschinensysteme sollten auch spezielle Beladegeräte für Luftfahrzeuge Beachtung finden.

#### Literatur

- [1] Michalski, M.: Warunki umożliwiające śmigłowcom wykorzystanie ich zalet (Bedingungen für den Hubschrauberensatz). SIMP Lublin, Vortrag 1979.
- [2] Dobek, T., u. a.: Wytyczne do projektowania urządzeń załadunkowych przeznaczonych do załadunku statków powietrznych (Direktive zur Projektierung von Beladegeräten für Flugzeuge und Hubschrauber). Landwirtschaftliche Hochschule Szczecin 1978.
- [3] Sienkiewicz, J.; Gajewski, B.; Dobek, T.: Przegląd stosowanych technologii i typów urządzeń naziemnych stosowanych w agrolotnictwie (Übersicht über angewendete Technologien und Beladegeräte beim Agrarflug). Landwirtschaftliche Hochschule Szczecin 1978.
- [4] Malinowski, T.: Notatnik węgierski 5 — Lotnictwo rolnicze (Ungarisches Notizbuch 5 — Agrarflug) Skrzydła Polska (1979) H. 3. S. 18—19.
- [5] Gajewski, B.; Sienkiewicz, J.: Projekt techniczny typowej śmigłowcowej bazy agrolotniczej (Technisches Typenprojekt eines Hubschrauberstützpunktes beim Agrarflug). Landwirtschaftliche Hochschule Szczecin 1978.
- [6] Gajewski, B.; Sienkiewicz, J.: Analiza warunków techniczno-eksploatacyjnych przy stosowaniu samolotów i śmigłowców w rolnictwie (Analyse der technischen Bedingungen für den Flugzeug- und Hubschrauberensatz in der Landwirtschaft). Landwirtschaftliche Hochschule Szczecin, Dissertation 1978.
- [7] Böhl, K.: Maßnahmen zur Erhöhung der Effektivität des Agrarflugs. agrartechnik 29 (1979) H. 3. S. 95—97.

AÜ 2630

Folgende Fachzeitschriften der Elektrotechnik erscheinen im VEB Verlag Technik:  
 Elektrik; der Elektro-Praktiker; Fernmeldetechnik; messen — steuern — regeln;  
 Nachrichtentechnik — Elektronik; radio — fernsehen — elektronik