

Technologie der Mineraldüngerausbringung mit Hubschraubern

Dozent Dr.-Ing. M. Michalski, Landwirtschaftliche Akademie Szczecin, VR Polen

Der Einsatz von Flugzeugen bringt in der Landwirtschaft viele Vorteile. Das wurde durch die Praxis bewiesen und durch Untersuchungen bestätigt. Der Einsatz der Hubschrauber bei Pflanzenschutzmaßnahmen wird von der Mehrheit der landwirtschaftlichen Betriebe akzeptiert. Zweifel bestehen jedoch noch beim Einsatz von Hubschraubern für die Mineraldüngung. Es wird die Tragfähigkeit des Hubschraubers mit der des Flugzeugs verglichen, wobei das Flugzeug im Vorteil ist. Der Hubschrauber hat aber dank seiner technologischen Parameter andere Vorteile und stellt für die Starrflügler eine echte Konkurrenz dar. Wenn alle technologischen Anforderungen erfüllt werden, ist er unter bestimmten Bedingungen sogar überlegen. Diese Tatsache bewirkt, daß sich gut organisierte Landwirtschaftsbetriebe für den Einsatz des Hubschraubers bei der Mineraldüngung entscheiden und gute Resultate bei der Verbesserung der Produktionseffektivität erreichen. Ausgeschlossen ist der Einsatz in solchen Betrieben, auf deren Feldern sich Elektroleitungen befinden.

Organisation des Agrarflugwesens

Das Agrarflugwesen ist in Polen anders organisiert als in der DDR. Der größte Betrieb, der Dienstleistungen im Bereich des Agrarflugwesens ausführt, ist der Betrieb für Agrarflugdienstleistungen (ZUA) im produktionswissenschaftlichen Zentrum für Leichtflugzeuge. Dieser Betrieb verchartert die Flugzeuge an die landwirtschaftlichen Betriebe. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Flugzeuge vom Typ An-2 sowie vom Typ PZL-101 „Gawron“, die in den nächsten Jahren durch die Flugzeuge PZL-106 A „Kruk“ und PZL M-18 ersetzt werden. Im Jahr 1977 wurden rd. 150 Flugzeuge von der polnischen Landwirtschaft gechartert. Viele Flugzeuge dieses Betriebs arbeiten auch im Ausland.

Der zweite Betrieb, der Agrarflugzeuge an die Landwirtschaft verchartert, ist die Verkehrsausrüstungsfabrik PZL Świdnik, Abteilung für Agrarflugwesen (WUA). Dieser Betrieb stellt rd. 20 Hubschrauber der polnischen Landwirtschaft zur Verfügung, und außerdem sind weitere Hubschrauber im Ausland im Einsatz.

Die beiden genannten Betriebe sind Betriebe der Flugzeugindustrie. Der erste produziert Flugzeuge, der zweite Hubschrauber. In beiden ist die Vercharterung von Agrarflugzeugen oder Hubschraubern nur eine Nebenaufgabe. Beide Betriebe unterstehen dem Ministerium für Maschinenbau.

Der dritte Betrieb, der Dienstleistungen für das Agrarflugwesen ausführt, ist der Dienstleistungsbetrieb für Flugwesen (PUL). Er untersteht dem Ministerium für Verkehrswesen. PUL führt solche Arbeiten aus, wie Dispatchertransporte, Wald-, Rohrleitungs- und Wasserstreckenpatrouille u. a. sowie geringfügig auch Dienstleistungen für die Landwirtschaft.

Außerdem haben zwei volkseigene landwirtschaftliche Betriebe Hubschrauber gekauft. Diese Form bildet gegenwärtig noch eine

Ausnahme. Die Einsatzergebnisse dieser beiden Hubschrauber werden in nächster Zeit ausgewertet.

Charterung von Luftfahrzeugen

Die Landwirtschaftsbetriebe, die ein Flugzeug chartern, bezahlen für 400 Arbeitsstunden (z. B. 3,4 Mill. Zł. für ein Flugzeug vom Typ An-2) und können es 10 Monate im Jahr ausnutzen, d. h. von Anfang Februar bis Ende November. Wenn das Flugzeug mehr als 400 Stunden im Jahr zum Einsatz kommt, bezahlt der Betrieb für weitere Arbeitsstunden einen niedrigeren Satz. Laut Vertrag stellt ZUA neben Flugzeug und Kraftstoff auch den Piloten und das technische Bedienungspersonal. Der Landwirtschaftsbetrieb ist verantwortlich für Mineraldünger und Transportmittel sowie Beladetechnik, stellt Arbeitskräfte für das Umladen, einige Signalgeber und einen Leiter für die ganze Kampagne. Im Jahr 1976 wurden je Flugzeug auf durchschnittlich 19 000 ha LN Arbeiten verrichtet.

Anders verläuft die Charterung der Hubschrauber. WUA schließt einen Vertrag für mindestens 300 Arbeitsstunden ab. Für eine Flugstunde des Hubschraubers vom Typ Mi-2 sind 16 000 Zł., für eine Stunde Triebwerkarbeit auf dem Boden 8 000 Zł. zu zahlen. Im Jahr 1976 entfielen auf eine Flugstunde durchschnittlich 18 min und 45 s Triebwerkarbeit auf dem Boden. Somit hat die Flugstunde in der Praxis 18 500 Zł. gekostet. Wie beim Einsatz des Flugzeugs stellt auch der Eigentümer des Hubschraubers den Piloten, die Mechaniker und den Kraftstoff zur Verfügung, der Landwirtschaftsbetrieb hat neben den gleichen Verpflichtungen wie beim Flugzeug noch ein Tankfahrzeug für Kraftstoff zu stellen.

Leistung der Flugzeuge und Hubschrauber

Im Jahr 1976 hat jeder Hubschrauber durchschnittlich auf 22 000 ha LN gearbeitet. Die Höchstleistung beträgt 33 000 ha. Die Art der ausgeführten Arbeit war unterschiedlich. Für das Flugzeug beträgt der Anteil für die Düngung 89,8% und 10,2% für Pflanzenschutzmaßnahmen, beim Hubschrauber 64,5% für die Düngung und 35,5% für Pflanzenschutzmaßnahmen. Im Jahr 1976 hat das Agrarflugwesen in Polen Arbeiten auf einer Fläche von 1,9 Mill. ha ausgeführt. Das sind 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Polen.

Bisher nutzt die Mehrheit der Betriebe die Flugzeuge sowohl für die Düngung als auch für den Pflanzenschutz. Einige Großbetriebe setzen das Flugzeug nur für die Düngung ein und ein Hubschrauber übernimmt alle Pflanzenschutzmaßnahmen und einen Teil der Düngung. Andere Betriebe haben keine Flugzeuge und benutzen nur Hubschrauber.

Bis vor kurzem war das Agrarflugwesen in Polen noch nicht bzw. nur wenig Gegenstand der Forschung. Zur Zeit werden aber entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt. Die Landwirtschaftliche Akademie Szczecin befaßt sich mit Untersuchungen zur Ausnutzung der Flugzeuge und Hubschrauber als hochleistungsfähige landwirt-

schaftliche Maschinen. Die Landwirtschaftlich-technische Hochschule in Olsztyn führt die Agrarfluguntersuchungen vom Standpunkt der Agrotechnik und der Agrochemie durch.

Der Hubschrauber Mi-2

Die Hubschrauberleistungen in der DDR und in Polen unterscheiden sich nicht nur durch eine andere Organisation, sondern auch durch technologische Besonderheiten und unterschiedliche Konstruktion der in beiden Ländern zum Einsatz kommenden Hubschrauber. In Polen werden ausschließlich die durch Michail Mil konstruierten Hubschrauber Mi-2 eingesetzt, die aufgrund einer Lizenz vom Jahr 1965 in Polen produziert werden. Der Hubschrauber Mi-2 hat zwei Behälter, die an beiden Seiten des Rumpfes befestigt sind. Die wichtigsten technischen Daten sind in Tafel I zusammengefaßt. Der Hubschrauber, der für 10 Monate gechartert wird, hat einen im Betrieb festgelegten Basislandeplatz. Das sind bisher noch vorläufige Landeplätze, weil sich ein typischer Hubschrauberlandeplatz noch in der Entwicklung befindet.

Einsatz des Hubschraubers Mi-2

Um seine Aufgaben zu erfüllen, muß der Hubschrauber den Basislandeplatz verlassen und operiert von den Arbeitslandeplätzen aus. Jedem Hubschrauber werden zugeordnet: 2 Frontlader, 2 beladene Anhänger, ein Lkw-Tankwagen und Traktoren mit Anhängern zum Düngerttransport. Deren Anzahl ist abhängig von der Entfernung des Düngerslagers vom Arbeitslandeplatz. Der am Hubschrauber eingesetzte Traktorfrontlader T 210 „Tur“ wird für den Agrarflugeinsatz in Betriebswerkstätten umgerüstet. Die Frontschaufel wird durch einen Ladekorb ersetzt. Ein Hubbegrenzer wird eingebaut, um ein Zusammenstoßen des Laders mit den arbeitenden Hubschrauberrotoren zu vermeiden (Bild 1). Zum Transport der granulierten Düngemittel werden typische Ka-

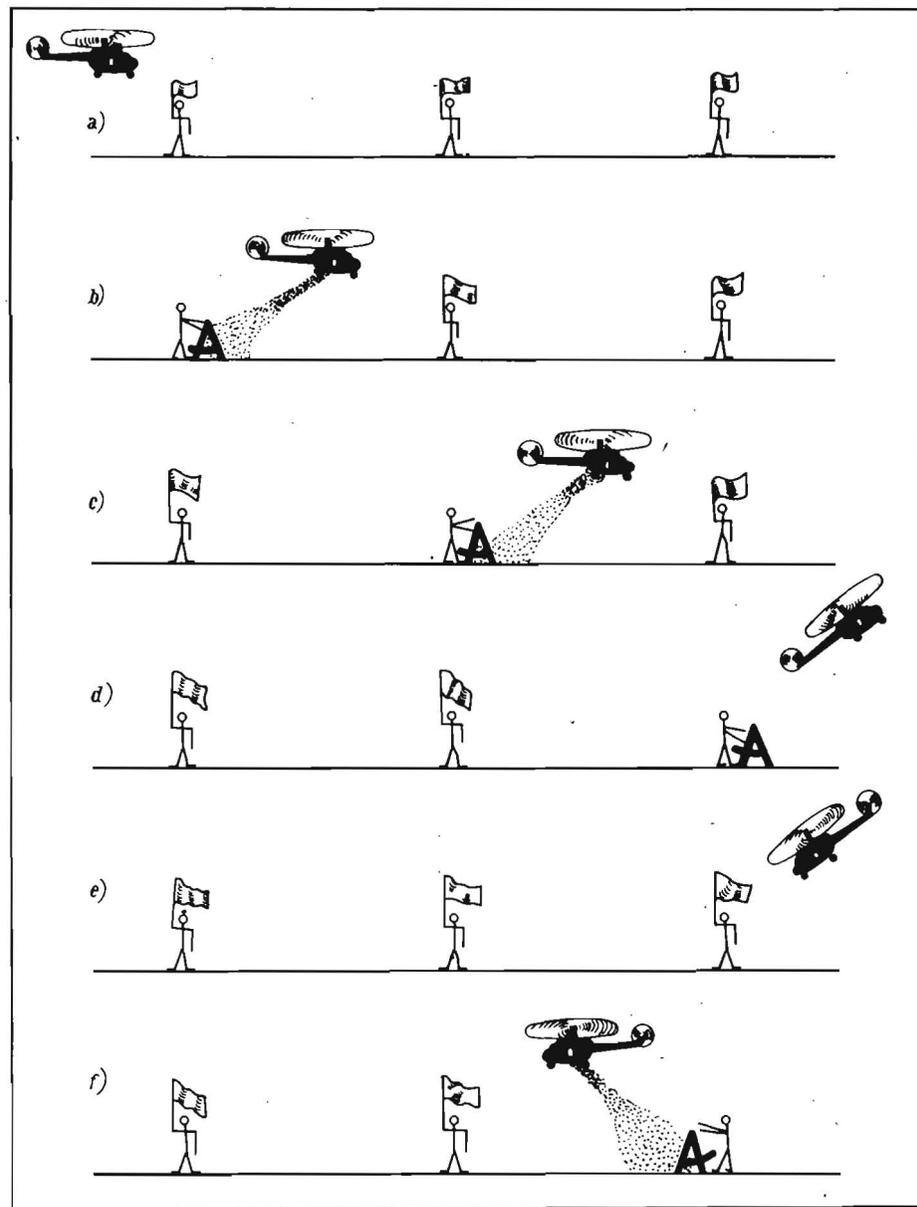
Tafel 1. Technische Daten des Hubschraubers Mi-2 (Ausführung für die Landwirtschaft)

Höhe	3,75 m
Gesamtlänge	17,30 m
Rotordurchmesser (Dreischaufelrotor)	14,50 m
Fläche einer Rotorscheibe	166,40 m ²
Durchmesser Heckschraube (Zweischaufelheckschraube)	2,70 m
Eigenmasse (Düngungsvariante)	2 560 kg
Lademasse	700 kg
Startmasse, maximal	3 550 kg
zulässige Arbeitsgeschwindigkeit	max. 90 km/h
zulässige Geschwindigkeit über 50 m Flughöhe	max. 150 km/h
Fluggeschwindigkeit mit landw. Ausrüstung	130 km/h
Inhalt Kraftstoffbehälter	600 l
Inhalt der zwei Behälter für Chemikalien	je 600 l
Turbinen-Luftstrahl-Triebwerke	2 je 294 kW (400 PS)
GTD-350	(400 PS)
Kraftstoffverbrauch	300 l/h



Bild 1. Der zur Beladung des Hubschraubers umgerüstete Traktorfrontlader T 210 „Tur“

Bild 2. Technologie der Ausbringung von Düngemitteln mit dem Hubschrauber



stenanhänger benutzt. Die Düngemittel sind in 50-kg-Foliensäcken verpackt. Der Kraftstoff wird zum Landeplatz mit dem Lkw-Tankwagen vom Typ Kościan C-69 (Fassungsvermögen 7500 l) transportiert, eine Modifikation des Lastkraftwagens Jelcz 315. Der Arbeitslandeplatz soll die Abmessung 30 m x 60 m haben. Die markierte eigentliche Landefläche des Hubschraubers hat die Abmessung 20 m x 30 m. Zutritt zum Landeplatz haben nur Personen, die im Agrarflugeinsatz tätig sind. Für ihr Verhalten ist ein Mechaniker verantwortlich. Die Bodenanlagen und die Fahrzeuge (Traktoren, Anhänger, Tankwagen usw.) müssen einen Mindestabstand von 20 m zum Hubschrauber einhalten. Das gilt nicht für die Beladetechnik.

Beladung des Hubschraubers

Die Technologie der Befüllung sieht folgendermaßen aus: der Ladekorb des senkrecht zur Anhängerbordwand stehenden Traktorfrontladers wird gefüllt. Die Anzahl der Arbeitskräfte ist vom Arbeitszyklus des Hubschraubers abhängig. Wenn der Hubschrauber landet, fahren 2 Traktorfrontlader mit abgesenkten Ladekörben in die Richtung des Ladeplatzes. Nach Überprüfung der richtigen Lage des Ladekorbs zum Hubschrauberbehälter hebt der Mechanisator den Korb und öffnet ihn mit Hilfe der Zugvorrichtung, so daß das Düngemittel übergeben wird. Die Zeit des Befüllens beträgt rd. 8 s. Ein derartig schnelles Umladen ist nur dann möglich, wenn die Hauben beider Behälter abgenommen sind. Gleich nach der Entleerung werden die Ladekörbe gesenkt und die Traktorfrontlader fahren zurück, der Hubschrauber startet.

Bei solcher Arbeitsorganisation beträgt die gesamte Haltezeit des Hubschraubers auf dem Boden (von der Berührung der Räder am Boden bis zum Abheben der Räder vom Boden) 35 bis 46 s. Bei hoher Dosis auszustreuender Düngemittel je Hektar und geringer Entfernung vom Arbeitslandeplatz beträgt die Dauer eines Arbeitszyklus 2,5 min. In diesem Zeitabschnitt müssen die Traktorfrontlader für die nächste Beladung vorbereitet sein.

Die Beladung verläuft bei arbeitendem Rotor des Hubschraubers. Das zwingt zur Einhaltung folgender Vorschriften:

- Der Landeplatz muß speziell ausgesucht werden.
- Geringe Unebenheiten (eventuelle Maulwurfshaufen und große Steine) sind zu beseitigen.
- Die Hubbegrenzer des Ladekorbs müssen zuverlässig sein.

Überdies ist zu beachten, daß am Anfang der arbeitende Rotor die Psyche des Mechanisators beeinflusst.

Die Behälter des Hubschraubers mußten anfangs vor und nach der Beladung geöffnet bzw. geschlossen werden. Durch Entfernen der Deckel entfällt diese Arbeit. Der offene Behälter ist für die Streuarbeit kein Problem, da diese aufgrund der zulässigen Lademasse nicht bis zur oberen Grenze gefüllt werden können.

Der Hubschrauber muß jede halbe Stunde seinen Kraftstoffbestand um 150 l ergänzen. Auf den gut organisierten Arbeitslandeplätzen findet das Tanken während der Düngerbeladung statt. Das zwingt zu größerer Vorsicht, da sich Kraftstoffschlauch und Ladeweg kreuzen. Der Schnittpunkt muß ganz nahe am Hubschrauber liegen. Das Tanken dauert länger als das Beladen.

Arbeitsverfahren Mineräldüngung

Auf dem Schlag stellen sich entlang des vorgesehenen Arbeitsflugs die mit Flaggen ausgerüsteten Arbeiter auf. Die günstigste Flugrichtung ist gegeben, wenn diese senkrecht zur Windrichtung verläuft (Seitenwind). In diesem Fall können die Signalgeber ihre Arbeit von der Leeseite beginnen und sich in Richtung Windseite fortbewegen. Das schützt den Hubschrauber und den Piloten vor Staubeinfluß.

Das Ausstreuen granulierter Düngemittel ist nur dann zulässig, wenn die Windgeschwindigkeit 4 m/s nicht überschreitet. Entsprechend der Schlaglänge werden 2 bzw. 3 Signalgeber eingesetzt (kurze Schläge sind zur Flugzeugdüngung nicht geeignet). In dem Moment, wo der Hubschrauber den ersten Signalgeber überfliegt, verläßt dieser sofort seinen Standort und mißt eine neue Arbeitsbreite ab (Bild 2a, 2b, 2c). Am Schlagrand unterbricht der Pilot das Streuen und führt die dynamische Wendung (französische Wendung) aus (Bild 2d, 2e). Sie besteht im Aufsteigen des Hubschraubers in einem Winkel von 30° bis zum Rückgang der Geschwindigkeit auf 30 km/h. Dann erfolgt die Wendung um 180° mit dem Radius einer halben Arbeitsbreite und der Gleitflug bis zur Arbeitshöhe in Richtung des nächsten Arbeitsflugs (Bild 2e). Die Zeitdauer einer Wendung beträgt rd. 8 s. Nach dem Einflug des Hubschraubers auf den Arbeitskurs beginnt das Streuen (Bild 2f) und die Signalgeber gehen nacheinander wiederum auf ihren neuen Standort.

Die Signalgeber dürfen nicht am Schlagrand stehen, sondern etwa 20 bis 60 m von der Schlagkante entfernt, um rechtzeitig ihren neuen Standort zu erreichen, bevor der Hubschrauber die Wendung beendet hat.

Die besten Einsatzbedingungen ergeben sich, wenn die Beladung des Hubschraubers für zwei Arbeitsflüge reicht, d. h. hin und zurück. Das ist nicht immer so einzurichten und abhängig von der Menge der zu streuenden Düngemittel (zwischen 70 und 400 kg/ha), der Länge und Form des Schlags, der Windrichtung und der zulässigen Lademasse des Hubschraubers (700 kg).

Wenn der Hubschrauber nur einen Arbeitsflug ausführt, erhöht sich die Flugzeit für den Rückflug. Endet die Ladung in der Mitte des Schlags, ist der exakte Anschluß schwierig. Durchgeführte wissenschaftliche Untersuchungen haben nachgewiesen, daß die Flugzeug-

düngung eine bessere Düngerverteilung gewährleistet als die Düngung mit anderen Düngerstreuern, die gegenwärtig in Polen im Einsatz sind. Die Düngung mit dem Hubschrauber zeichnet sich gegenüber der Flugzeugdüngung durch noch günstigere Parameter aus. Das resultiert aus einer bedeutend geringeren Arbeitsgeschwindigkeit, die meist 60 km/h beträgt, sowie einer präziser arbeitenden Einrichtung für das Ein- und Ausschalten der Düngerstreuöffnung.

Probleme der Signalisation

Ein bis jetzt noch ungelöstes Problem besteht in der Signalisation der Flugrichtung. Der Einsatz von Arbeitskräften als Signalgeber ist gegenwärtig eine Methode, die noch nicht ersetzt werden kann.

Die mit dem Funknavigationssystem agri-seafix durchgeführten Versuche beim Hubschrauber haben keine positiven Ergebnisse gebracht. Weitere Systeme wurden noch nicht erprobt. Es bleibt also bei der bisherigen Signalisation. Aus den Erfahrungen ergibt sich, daß die Signalgeber ein festes Kollektiv bilden müssen, um Qualitätsarbeit zu gewährleisten. Im laufenden Jahr wurden in einigen Landwirtschaftsbetrieben die Signalgeber mit einem Sprechfunkgerät ausgerüstet. Damit können diese entsprechende Informationen über Flugparameteränderungen den Piloten übermitteln. Gut arbeitende Signalgeber sind eine Garantie für gute Düngungsergebnisse. Von ihnen hängt wesentlich die Gleichmäßigkeit der Flugrichtung und damit die gleichmäßige Verteilung der Düngemittel auf dem Schlag ab.

Beim Düngerstreuen fliegt der Hubschrauber in 30 m Höhe. Er hinterläßt auf dem Schlag einen Düngemittelstreifen, dessen Arbeitsbreite bis jetzt noch nicht eindeutig bestimmt ist. WUA gibt für granulierte Düngemittel eine Arbeitsbreite von 20 m an. Einzelne Betriebe erreichten aber Arbeitsbreiten von 24 m, 28 m und sogar 30 m. Der Anflug zum Schlag und der Rückflug zum Landeplatz erfolgen in 50 m Höhe mit einer Geschwindigkeit von 90 bis 130 km/h.

Vorteile des Hubschraubers

Anlehnend an die von Prof. F. Baltin aus Jena ausgearbeitete Formel, die die Zeit des Arbeitszyklus als die Summe der Teilzeiten unter-

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

- t₁ Arbeitszeit (Streuzeit)
 - t₂ Anflugzeit zum Feld und Rückflugzeit zum Landeplatz
 - t₃ Wendezeit
 - t₄ Vorbereitungszeit auf dem Landeplatz
- kann man entnehmen, daß für den Hubschrauber nur die Abhängigkeit

$$t_1 \geq (t_2 + t_3 + t_4)$$

besteht. Das zeigt die Überlegenheit des Hubschraubers gegenüber dem Flugzeug. Hierbei wird die höhere Präzision der Arbeitsleistung nicht berücksichtigt, deren Ergebnisse sich sehr schwer zahlenmäßig erfassen lassen. Im Ergebnis werden in der Praxis folgende Streuleistungen je Tag erreicht:

250 ha bei 100 kg/ha

200 ha bei 200 kg/ha

150 ha bei 300 kg/ha.

Derartig hohe Leistungen kann man nur dann erreichen, wenn granulierte Düngemittel angewendet werden. In diesem Fall braucht man nicht die konvektiven Strömungen zu berücksichtigen, was die tägliche Ausnutzung des Hubschraubers wesentlich verlängert.

Die Effektivität der Ausführung der Mineräldüngung durch Hubschrauber ist jetzt der Gegenstand weiterer Untersuchungen, deren Ergebnisse im nächsten Jahr publiziert werden.

Literatur

Borodzik, F.; Kamiński, H.; Krezalek, J.: Lotnictwo gospodarcze (Das Wirtschaftsflugwesen). WKiŁ. Warszawa 1969.

Metodyczne wskazówki stosowania śmigłowców Mi-2 w chemizacji rolnictwa (Methodische Hinweise zum Einsatz der Hubschrauber Mi-2 bei der Chemisierung der Landwirtschaft). ZPPGR Opole 1977.

Śmigłowce Mi-2 w służbie rolnictwa (Hubschrauber Mi-2 im Dienst der Landwirtschaft). WSK Świdnik 1976.

Witkowski, R.; Wielgus, S.: Metodyka wykonywania lotów rolniczych na śmigłowcach Mi-2 (Methodik des Landwirtschaftsflugs mit Hubschraubern Mi-2). WSK Świdnik 1975. AÜ 1846



Neuaufbau eines Agrarflugzeugs vom Typ Z-37

Ein Jugendneuererkollektiv der INTERFLUG, Betrieb Agrarflug, beteiligte sich mit diesem Exponat an der letztjährigen Zentralen Messe der Meister von morgen in Leipzig.

Durch eine Beschädigung am Rumpf war der Einsatz des Agrarflugzeugs nicht mehr möglich. Aufgrund einer veränderten Instandsetzungstechnologie konnte ein kurzfristiger Neuaufbau der Maschine erfolgen, so daß das Flugzeug wieder zum vollen Einsatz zur Verfügung steht.

AK 2297

(Foto: N. Hamke)

