

Maßnahmen zur Erhöhung der Effektivität des Agrarflugs

Dozent Dr. habil. K. Böhl, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

In den letzten Jahren haben sich die Leistungen des Agrarflugs in den Ländern des RGW-Bereiches beachtlich erhöht. Das Agrarflugzeug entwickelte sich von einer Spezialmaschine für bestimmte Arbeitsarten immer mehr zu einer Maschine mit breitem Arbeitsartenspektrum. Während in den Anfangsjahren des Agrarflugs nur Getreidedüngung und Schädlingsbekämpfung durchgeführt wurden, kommt das Agrarflugzeug gegenwärtig in der DDR schon für 20 verschiedene Arbeitsarten zum Einsatz.

Als Arbeitsmittel erfordert das Agrarflugzeug einen Investitionsbedarf, der weit über dem der anderen hoch entwickelten Landmaschinen liegt. So rücken mit zunehmendem Besatz an Agrarflugzeugen auch die Ausnutzung der Flugzeuge sowie die Effektivität des Einsatzes immer mehr in den Vordergrund.

Besatzdichte mit Agrarflugzeugen

In der DDR sind gegenwärtig 170 Agrarflugzeuge und 10 Hubschrauber im Einsatz. Bei einer Gesamtfläche von 6,3 Millionen ha LN entfallen damit auf ein Agrarflugzeug 35 000 ha LN. Die durchschnittliche Bereichsgröße eines Agrochemischen Zentrums (ACZ) liegt gegenwärtig bei 23 500 ha LN. Somit kommen auf 3 ACZ im Durchschnitt 2 Flugzeuge. Insgesamt ergibt sich für die DDR eine Besatzdichte von 2,86 Flugzeugen je 100 000 ha LN.

Im Süden der DDR ist das Territorium sehr bergig und damit auch die Befliegbarkeit und die Besatzdichte mit Agrarflugzeugen geringer als in anderen Bezirken der DDR (Tafel 1), wo die Anzahl der Flugzeuge 2,98 bis 4,20 je 100 000 ha LN beträgt. In den Bezirken des Südens kommen neben einigen Agrarflugzeugen für ebenes Gelände vornehmlich Hubschrauber zum Einsatz.

Das Ziel des Agrarflugs besteht nun darin, eine möglichst hohe Anzahl von Einsatzstunden zu erreichen mit einem möglichst hohen Anteil an Applikationszeit für Düngung, Pflanzenschutz und andere Arbeitsarten.

Meteorologisch mögliche Flugstunden

Eine hohe Anzahl Flugstunden wird erzielt durch eine effektive Ausnutzung des im Ablauf eines Jahres gegebenen Flugwetters. Der Agrarflugeinsatz wird in den Wintermonaten vorwiegend durch die Sichtverhältnisse (Tageslänge und Nebel) und in den Herbst- und Frühjahrsmonaten durch Windbewegung und in den Sommermonaten durch den Aufwind begrenzt. Während Düngerstreuen bis zu 5 bis 8 m/s noch möglich ist, können Pflanzenschutzarbeiten wegen zu starker Abdrift nur bis zu 3 bis 5 m/s durchgeführt werden. Von Mai bis August führen hohe Temperaturen von über 25°C zu Aufwinden, die ein Absetzen der Pflanzenschutzmittel verhindern.

Im Zeitraum von Februar bis Oktober können nach Britt [1] durch ungünstige Witterung etwa 60% der durch das Tageslicht möglichen Flugstunden (Fh) nicht genutzt werden. Hauptursache ist der Windeinfluß. Somit sind in Abhängigkeit von der Witterung in der DDR nach Heymann [2] jährlich 920 Fh möglich. Hierbei schwankt die Stundenzahl von 39 Fh im Januar bis 125 Fh im Juli. Dowe und Grund [3] haben die einzelnen

Klimagebiete bezüglich möglicher Fh untersucht. Sie ermittelten im Küstengebiet 957 Fh und im Binnenklima der Bezirke Potsdam, Frankfurt, Magdeburg und Cottbus 1 200 bis 1 328 mögliche Fh. Danach wären von meteorologischer Seite durchaus 950 bis 1 300 Fh möglich. Bringt man hiervon die Stunden von November bis Januar (150 bis 170 Fh) wegen mangelnden Arbeitsangebots und auch schwieriger Flugbedingungen in Abzug, so verbleiben noch 810 bzw. 1 050 bis 1 160 Fh für den Agrarflug verfügbar. Erreicht werden aber gegenwärtig erst 565 Fh im Durchschnitt aller eingesetzten Agrarflugzeuge. Demgegenüber gibt es einige ACZ, in denen die eingesetzten Flugzeuge bereits über 2 bis 3 Jahre 700 bis 760 Fh flogen.

Maßnahmen zur besseren Nutzung des Flugwetters

Von Bedeutung für eine hohe Anzahl Fh ist die volle und effektive Nutzung der günstigen Witterungsperioden und des täglichen Flugwetters. Das erfordert gute Vorbereitung des Einsatzes und kontinuierlichen Ablauf des Flugbetriebes ohne Störungen und ohne Wartezeiten für das Flugzeug.

Zur guten Vorbereitung gehören:

- Rechtzeitiges Beschaffen von Flugkarten mit gekennzeichneten Flughindernissen
- rechtzeitiges Anlegen von Arbeitsflugplätzen (AFP)
- Bevorratung der erforderlichen Agrochemikalien
- Befestigung der Beladeplätze auf dem AFP. Die Ausnutzung der Flugzeuge zur Erreichung einer hohen Anzahl Fh/Einsatzflugzeug wird gefördert durch
- kontinuierliche Bereitstellung der erforderlichen Agrochemikalien zur unverzüglichen Beladung auf dem AFP
- Wechsel des AFP ohne großen Zeitverlust
- schnelle Beladung des Flugzeugs
- kontinuierliche Bereitstellung von Kraftstoff
- Einsatz von Schichtpiloten
- ein gut organisiertes Instandhaltungssystem für Flugzeuge.

Anlegen von Arbeitsflugplätzen

Das rechtzeitige Anlegen von AFP in der Nähe der zu befliegenden Schläge ist noch immer eine Maßnahme, die schwierig zu realisieren ist. Sie erfordert eine langfristige gute Zusammenarbeit und auch Abstimmung mit den Betrieben der Pflanzenproduktion, da diese Flächen als Grünfläche einer Doppelnutzung unterliegen, einmal als AFP und zum anderen in Form von 2 Grünfütterernten. An diese AFP werden

Tafel 1. Besatzdichte mit Agrarflugzeugen in verschiedenen Gebieten der DDR

Produktionsbereich	Flugzeuge je 100 000 ha LN	ha LN/Flugzeug
Nord (Anklam)	2,98	34 235
Mitte (Kyritz)	3,20	31 530
West (Magdeburg)	2,67	35 320
Süd (Leipzig)	1,80	55 835

bestimmte Forderungen hinsichtlich Flughindernisse, Bodenfeuchte, Wegeerschließung für Düngeranfahrt sowie Anfluggentfernung zu den Schlägen gestellt. Damit ist die Auswahl solcher geeigneter Flächen, die allen Anforderungen entsprechen, oft kompliziert.

Bedingt durch die Fruchtfolge müssen diese AFP häufig jährlich neu ausgewählt und vorbereitet werden, um möglichst kurze Flugentfernungen zu den Schlägen zu erhalten. Einige AFP sollten so angelegt sein, daß sie auch bei nasser Witterung als Start- und Landebahn benutzbar sind. Sie müssen also auf etwas höherem bzw. trockenem Gelände liegen oder mit entsprechendem Material befestigt sein. Durch mit Betonplatten befestigte Beladeplätze für die Flugzeuge am AFP erhöhen sich die Einsatzmöglichkeiten besonders bei nasser Witterung.

Beim Ausbringen von Mineräldünger wird ein AFP meist nur einige Tage benutzt, dann muß umgesetzt werden zum nächsten AFP. Diese Arbeit, die einige Stunden in Anspruch nimmt, muß gut vorbereitet und organisiert ablaufen.

Bei entsprechender Planung der Flugarbeiten kann man hierfür flugfreie Stunden (Abendzeit) nutzen.

Schnelle Beladung der Flugzeuge ist besonders bei der Mineräldüngung wichtig, da die Flugzeuge je Einsatztag 60 bis 70mal starten. Lange Beladezeiten mindern die für die Düngung zur Verfügung stehende Grundzeit. Die Beladezeit (Landung bis Start) sollte bei der Mineräldüngung 1 Minute nicht überschreiten.

Schichteinsatz und Instandsetzung

Ein weiteres Problem ist die Besetzung der Flugzeuge mit Schichtpiloten. Ein Pilot darf jährlich 600 Stunden — täglich 6 Stunden — fliegen bzw. 70mal starten. Somit sind für eine maximale Ausnutzung der Flugzeuge in jedem Fall Schichtpiloten notwendig, deren voller Einsatz aber wiederum Schwierigkeiten bereitet. Günstig erscheint der Einsatz von 3 bzw. 4 Piloten für 2 bzw. 3 Flugzeuge, die in benachbarten Gebieten arbeiten. Mit Schichtpiloten wurden an günstigen Einsatztagen 10 bis 13 Fh erreicht.

Eine hohe Ausnutzung des Flugzeugs wird nicht zuletzt durch eine kurzfristige Instandsetzung der Maschine gewährleistet. In der DDR wurden zu diesem Zweck 4 Produktionsbereiche [4] gebildet, die über entsprechende Reparaturwerkstätten mit Außenstellen verfügen. Diese sind verantwortlich für alle planmäßigen Serviceleistungen und kurzfristige Reparaturen bei auftretenden Schäden.

Maßnahmen zur Erhöhung der Effektivität des Einsatzes

Die genannten Maßnahmen gewährleisten eine hohe Anzahl von Flugstunden. Viele Flugstunden ergeben jedoch noch keine hohe Effektivität des Einsatzes, sondern diese ist erst gegeben, wenn in der Flugzeit auch hohe Applikationsleistungen erzielt werden. Das wird durch folgende Maßnahmen gewährleistet:

- kurze Anfluggentfernungen vom AFP zum Schlag

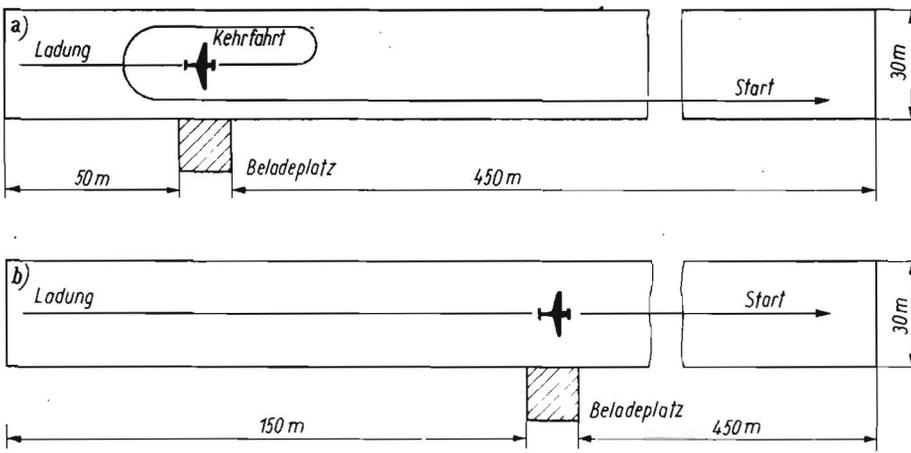


Bild 1. Arbeitsflugplatz mit fließendem Start:
 a Normalstart, Flugplatz 500 m, Landung und Beladung 3 Minuten,
 b Fließstart, Flugplatz 600 m, Landung und Beladung 2 Minuten

- große und entsprechend lange Schläge
- Applikation mit möglichst geringen Aufwandmengen
- rationelle Flug- und Applikationstechnik
- Normung der Applikationsleistungen
- AFP mit fließendem Start.

Kurze Anfluggeschwindigkeiten bringen einen hohen Anteil an Grundzeit (Applikationszeit) und lange Schläge (mindestens 600 m) eine geringe Anzahl von Wendezeiten für die Flugzeuge. Meist benötigt ein Flugzeug für eine Wendung 40 bis 60 Sekunden. Das entspricht einer Durchflugstrecke von 1400 bis 2000 m, die dann je Wendung an Applikationszeit verloren geht. Große Schläge vermindern die Anzahl der Wechsel des AFP, da die gleiche Arbeitsart vom gleichen AFP über einen längeren Zeitraum geflogen werden kann.

Geringere Aufwandmengen erfordern weniger Flugzeugbeladungen, wodurch sich wiederum der Anteil an Applikationszeit erhöht. Eine rationell arbeitende Flug- und Applikationstechnik ist dann gegeben, wenn das Flugzeug eine möglichst hohe Zuladung aufnehmen kann und die Applikationsbreite sehr weit ist.

Die Normung der Flugleistung geschieht in Abhängigkeit von der Aufwandmenge. So liegen die Leistungen für das Agrarflugzeug Z-37 bei der Düngung mit granuliertem Dünger je nach Aufwandmenge zwischen 18 bis 45 ha/Fh und bei prilliertem Dünger zwischen 15 bis 40 ha/Fh. Bei Pflanzenschutzmaßnahmen liegen die Richtwerte zwischen 50 bis 90 ha/Fh

in der Landwirtschaft und bis 160 ha/Fh in der Forstwirtschaft. Die Leistungsrichtwerte bilden die Grundlage für die Planung der Arbeiten und die Einschätzung der Leistung des Piloten. Von Bedeutung sind auch AFP, bei denen die Beladepunkte so angelegt sind, daß das Flugzeug nach der Landung nicht wenden muß, um den Beladepunkt zu erreichen. Dieser sogenannte „fließende Start“ erfordert zwar eine um 100 m längere Start- und Landebahn (Bild 1), fördert aber die effektive Ausnutzung der Flugzeuge und der Flugzeit beachtlich.

Charterverträge erhöhten die Flugstunden

Mit Errichtung der ACZ hat sich die Ausnutzung der Flugzeuge und Effektivität des Agrarflugs in der DDR wesentlich verbessert, was zunächst ab 1971 in einer kontinuierlich steigenden Anzahl von Flugstunden zum Ausdruck kommt (Bild 2). Mit der Übernahme der Agrarflugzeuge auf mehrjähriger Charterbasis ab 1971 obliegt den ACZ die volle Verantwortung für den Einsatz und die rationelle Ausnutzung der Flugzeuge. Nachdem jedoch in den Anfangsjahren beachtliche jährliche Steigerungsraten von 90 bzw. 50 Fh je Jahr erzielt wurden, betrug der Zuwachs von 1974 bis 1977 nur insgesamt 15 Fh/Einsatzflugzeug. Demgegenüber haben 10 Flugzeuge im Jahr 1977 bereits 700 bis 756 Fh je Flugzeug erreicht.

Die Analyse der monatlichen Verteilung der Flugstunden zweier solcher Flugzeuge zeigt

Tafel 2. Um die Anzahl der Flugstunden von 700 im Jahr zu erreichen, müssen wenigstens in einem Monat mehr als 100 Fh geflogen werden. Flugzeug A erreichte je Monat sogar in 2 Monaten mehr als 100 Fh. Die unterschiedliche Verteilung der Flugstunden zwischen Flugzeug A und B zeigt aber auch das unterschiedliche Arbeitsangebot. Flugzeug A wird von einem ACZ eingesetzt, in dessen Betreuungsgebiet der Kartoffelanbau Schwerpunkt ist und damit von Juni bis August insgesamt 300 Fh vornehmlich für die Phytophthorabekämpfung anfallen. Das Flugzeug B arbeitet in einem Getreideanbaugesbiet. Schwerpunkt ist die Stickstoffdüngung von März bis Mai mit 309 Fh. Dagegen fliegt es von Juni bis August nur 193 Fh. Bei einer vollen Auslastung während der Phytophthorabekämpfung durch zeitweise Umsetzung in andere ACZ könnte das Flugzeug B seine Flugleistung gegebenenfalls noch um 105 Fh verbessern. Das gleiche gilt auch für das Flugzeug A zur Düngung im Frühjahr (Bild 3). Eine solche Umsetzung bedarf einer guten Abstimmung der geplanten Flugarbeiten durch beide Partner und eines entsprechenden Kooperationsvertrages. Somit bildet auch das örtliche Arbeitsartenangebot zunächst eine Begrenzung der möglichen Flugleistungen. Die Werte beider Flugzeuge zeigen aber, daß es bei guter Vorbereitung und Organisation und unter voller Nutzung des witterungsmäßig vorgegebenen Flugwetters durchaus möglich ist, das Ziel von 700 Fh je Jahr und mehr zu erreichen, ohne das Arbeitsartenspektrum zu erweitern.

Tafel 2. Erreichte Flugstunden in zwei ACZ im Jahr 1977

Monat	Flugstunden je Flugzeug	
	A	B
Januar/Februar	19	38
März	79	99
April	78	118
Mai	61	92
Juni	106	79
Juli	84	55
August	110	59
September	98	70
Oktober	47	76
November	15	35
Dezember	5	—
	702	721

Bild 2. Durchschnittliche Flugstunden je Agrarflugzeuge der DDR im Jahr

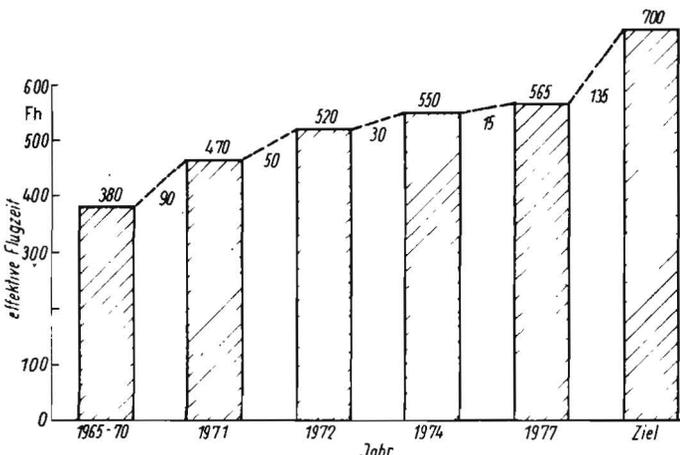
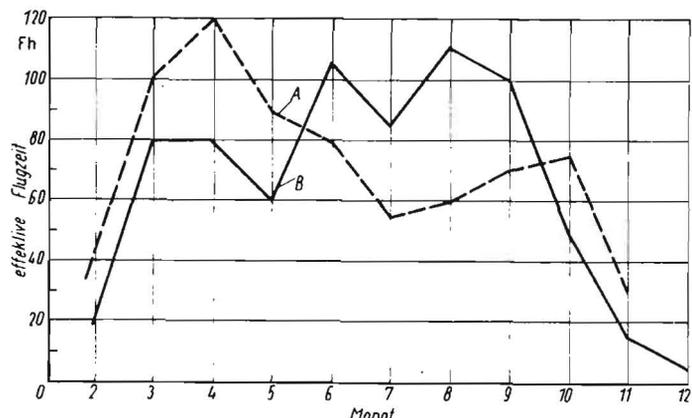


Bild 3. Monatliche Flugleistung zweier Agrarflugzeuge



Zusammenfassung

Nach Ermittlung der Besatzdichte mit Agrarflugzeugen werden die meteorologisch möglichen Flugstunden und Maßnahmen zur besseren Nutzung des Flugwetters aufgeführt. Ein besonderes Problem bildet dabei das Auswählen von geeigneten Flächen für Arbeitsflugplätze, die bestimmte Anforderungen an Bodenfeuchte, Wegeerschließung und Anflughafenfernung zum Schlag stellen. Auch der Schichteinsatz und ein gut organisiertes Instandsetzungssystem gewährleisten eine hohe Ausnutzung der Flugzeuge. Eine hohe Effektivität ergibt sich jedoch nicht nur durch eine hohe Anzahl Flugstunden, sondern durch eine hohe

Applikationsleistung in der Flugzeit. Entsprechende Maßnahmen hierzu werden genannt. Eine Analyse zeigt, daß einige Flugzeuge bereits über 700 Flugstunden im Jahr erreichen, während der Durchschnitt noch bei 565 Flugstunden liegt. Obwohl das örtliche Arbeitsartenangebot die Einsatzmöglichkeit begrenzt, ist bei guter Organisation und unter Nutzung des vorgegebenen Flugwetters das Ziel von 700 Flugstunden zu erreichen.

Literatur

- [1] Britt, W.: Agrarflug in der DDR. Berlin: VEB Landwirtschaftsverlag 1975, S. 147.
- [2] Heymann, W.; Schultz, U.: Untersuchungsergebnisse zur Eingliederung von Agrarflugzeugen in das komplexe Maschinensystem der agrochemischen Zentren. Mitt. d. Zentralvorst. d. VdgB, Mai 1970, Nr. 59, S. 9
- [3] Dowe, H.; Grund, F.: Untersuchungen über Möglichkeiten der weiteren Rationalisierung und Erhöhung des ökonomischen Nutzeffektes des Flugzeugeinsatzes in der Landwirtschaft der DDR. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin, Forschungsbericht 1967 (unveröffentlicht).
- [4] Kollektiv: 20 Jahre produktive Flüge im Agrarflug. Interflug — Agrarflug (1977) S. 8/9.

A 2105

Einsatz von Agrarflugzeugen zur Stickstoff-Spät Düngung

Dipl.-Landw. W. Heumann, INTERFLUG, Betrieb Agrarflug

1. Bedeutung der N-Spät Düngung

Ein intensiver Getreideanbau erfordert neben hochleistungsfähigen Sorten, hoher Acker- und Anbaukultur vor allem eine optimale Düngung. Dabei spielt die richtige Stickstoffdüngung eine wesentliche Rolle. Bei Intensivsorten werden 120 bis 150 kg/ha eingesetzt. Die Düngung der einzelnen Schläge erfolgt in mehreren Gaben nach über EDV-Programme errechneten Empfehlungen [1, 5]. Die erste Gabe wird unmittelbar bei Vegetationsbeginn im zeitigen Frühjahr gegeben. Die zweite Gabe erfolgt zum Zeitpunkt des Schossens, je nach Getreideart und -sorte, Anbaugesamt und Vegetationsablauf Ende April bis Mitte Juni. Auch eine dritte Stickstoffgabe nach dem Schossen hat sich als günstig erwiesen. Sie erhöht vor allem den Eiweißgehalt der Körner. Für eine umfassende Einführung in die Praxis sind jedoch noch weitere mehrjährige Großversuche erforderlich.

Die zweite und künftig auch die dritte Stickstoffgabe sind echte „flugzeugspezifische“ Arbeitsarten, die mit anderen Applikationsgeräten ohne Beschädigung der Pflanzen nicht möglich sind. Die zweite Stickstoffgabe zu Getreide, die N-Spät Düngung oder Schosserdüngung, erfolgt nach den Ergebnissen der Pflanzenanalyse vorwiegend in Beständen ab etwa 40 bis 80 cm Wuchshöhe, d. h. in den Feekes-Stadien 6 bis 10.

In diesem Wachstumsabschnitt sind bodengebundene Maschinen ohne größere Pflanzenbeschädigungen nur im Anfangsstadium und hier auch nur mit Einschränkungen einsetzbar. Das technologisch optimale Verfahren ist zweifellos der Einsatz von Agrarflugzeugen. Nach langjährigen pflanzenbaulichen Versuchen ist durch die Teilung hoher Stickstoffmengen im Getreideanbau in eine ausreichend bemessene erste Grundgabe, meist 50 bis 70 kg N/ha, und eine zusätzliche zweite Gabe, je nach Bedingungen 30 bis 60 kg N/ha, mit einem bedeutenden Mehrertrag von 2 bis 5 dt/ha und außerdem mit einer Zunahme des Rohproteingehalts zu rechnen. Bei der zweiten Stickstoffgabe entsteht damit ein echter „flug-

zeugspezifischer“ Nutzen (Tafel 1). Bei durchschnittlich 2 dt/ha Mehrertrag sind das nach Abzug der höheren Kosten des Flugzeugeinsatzes gegenüber Bodengeräten etwa 63 M/ha. Die späte Stickstoffdüngung ist daher sowohl aus betriebswirtschaftlicher als auch aus volkswirtschaftlicher Sicht bedeutsam. Die Anwendung auf der gesamten Getreideanbaufläche der DDR trägt zu hohen, stabilen Hektarerträgen bei.

Tafel 1. Vergleich von Bodenmaschinen- und Flugzeugeinsatz zur N-Düngung des Getreides (Mittel aus 10 technologischen Praxis-Feldversuchen der Jahre 1968 bis 1970 [7])

Geprüfte Verfahren		rel. Korertrag bei 10 m Arbeitsbreite der Bodenmaschinen 32,1 dt/ha = 100
A	B	
N-Grunddüngung	2. N-Gabe im Mai bis Juni	
Bodenmaschine	Bodenmaschine	100
Bodenmaschine	Flugzeug	105,6
Flugzeug	Bodenmaschine	103,7
Flugzeug	Flugzeug	108,1

2. Entwicklung der Agrarflugeleistungen

In den vergangenen Jahren wurden die Agrarflugeleistungen insgesamt und besonders bei der Düngung ständig erhöht. In den Jahren von 1972 bis 1977 stiegen die Gesamtleistungen von 2,131 Mill. ha auf 4,164 Mill. ha, d. h. auf 195 % an (Tafel 2) [2, 7].

Der Umfang der aviotechnischen Düngung vergrößerte sich im gleichen Zeitraum um 1,205 Mill. ha auf das rund 2,5fache, darunter die Stickstoff-Spät Düngung um 594 000 ha auf das 3,8fache. Damit macht die Ausbringung von Mineraldünger etwa die Hälfte der durch Flugzeuge behandelten Fläche und rd. 65 % der aufgewandten Flugzeit aus.

Im Jahr 1977 wurden 99 % der Düngungsleistungen für die Stickstoffapplikation eingesetzt, davon wiederum 42 % für die zweite und dritte Stickstoffgabe. Im Jahr 1978 wurde die N-Spät Düngung mit Agrarflugzeugen, insbesondere durch die sozialistische Hilfe sowjetischer Charterflugzeuge, auf 916 400 ha erhöht [3]. Obwohl die Agrarflugeleistungen erheblich angestiegen sind, kann gegenwärtig der landwirtschaftliche Bedarf bei der N-Spät Düngung, der etwa 1,5 Mill. ha umfaßt, nur mit rd. 67 % abgedeckt werden. Die Anforderungen in der sozialistischen Landwirtschaft der DDR an Agrarflugeleistungen im Zeitraum der N-Spät Düngung — Mai/Juni — bilden die absolute

Tafel 2. Entwicklung der Agrarflugeleistungen 1972 bis 1977

Leistungen	1972		1975		1977	
	1 000 ha	%	1 000 ha	%	1 000 ha	%
Düngung	822,4	39	1 320,9	44	2 027,1	49
dar. N-Düngung	~ 750,0	35	~ 1 270,0	42	1 964,5	47
Aussaat	27,5	1	120,6	4	180,0	4
Pflanzenschutz	1 280,7	60	1 570,7	52	1 948,9	47
dar. Bekämpfung von						
Phytophthora	1 043,6	49	1 319,8	44	1 477,0	35
Rapsschädlingen	134,6	6	135,3	5	171,8	4
Insgesamt	2 130,6	100	3 012,2	100	4 163,6	100