

Deutsche Demokratische Republik
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft
ZENTRALE PRUFSTELLE FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

Prüfbericht - Nr. 997

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
INSTITUT FÜR DÜNGUNGSFORSCHUNG LEIPZIG

Applikationsanlage für Mineraldünger
zum Agrarflugzeug PZL 106 BR
Flugzeugwerk WSK Warschau-Okecie (VRP)



Agrarflugzeug PZL 106 BR mit Streufächer

Bearbeiter: Dipl.-Ing. B. Ziehe
Dr. U. Schultz

DK-Nr.: 629.138.9.631.333.9.001.4

Gr.-Nr.: 4a

Potsdam-Bornim 1988

1. Beschreibung

Die Applikationsanlage für Mineraldünger zum Agrarflugzeug PZL 106 BR des Flugzeugwerkes WSK Warschau-Okecie (VRP) dient zum Ausbringen von granulierten und kristallinen Mineraldüngemitteln. Auf der Grundlage von Arbeitsqualitätsuntersuchungen des Institutes für Düngungsforschung Leipzig erfolgte eine Modifizierung der Streuanlage durch Einbau von Luftleitvorrichtungen und Dosierspaltabdeckungen.

Zur Applikationsanlage gehören folgende Hauptbaugruppen:

- Chemikalienbehälter mit einer pneumatischen Behälteröffnungs-
klappe und Behälterwaage
- Dosiereinrichtung mit Rührwelle, Dosierspaltabdeckblechen und
Rüttler
- Lufteintrittsteil mit Luftleitblechen
- Streufächer mit Düngerleitblechen
- Steuer- und Bedienelemente

Der aus Epoxidharzlaminat bestehende Chemikalienbehälter befindet sich im Rumpf des Flugzeuges vor dem Sitz des Piloten. Die Dosiereinrichtung und der Streufächer mit Lufteintrittsteil sind an der Unterseite des Rumpfes angebracht.

Mit Hilfe einer hydrostatischen Waage wird die Chemikalienfüllmenge gemessen.

Die Dosiereinrichtung ist mit schnelllösbaren Schraubzwingen am rechteckigen Austritt des Chemikalienbehälters befestigt. Sie wird durch einen Drehschieber und eine Notabwurfklappe verschlossen. Bei der Zuführung des Streugutes haben die Rührwelle und zwei zusätzliche Dosierspaltabdeckbleche in der Dosiereinrichtung die Aufgabe, für einen gleichmäßigen Massedurchsatz über die gesamte Breite des Behälterauslaufes zu sorgen.

Der Antrieb der Rührwelle erfolgt von einer Luftschaube mit zwei Windflügeln und der des Rüttlers von einer zweiten Luftschaube, die durch eine Scheibenbremse festgehalten wird und sich erst beim Öffnen des Drehschiebers löst.

Der Drehschieber wird mittels pneumatischen Hubzylinders betätigt. Ein einstellbarer Anschlag am Hubzylinder kann am Einstellgriff mit 2 Kugelrasten je Umdrehung bzw. über eine Seilzugspindeleinrichtung mit einer Skala von der Pilotenkabine aus

eingestellt werden. Für ein vollständiges Öffnen des Dosier-
spaltes sind 30 Umdrehungen bzw. die Einstellung "6,0" auf der
Skala erforderlich.

Beim Notabwurf öffnen sich gleichzeitig die Notabwurfklappe mit
dem an ihr befestigten Lufteintrittsteil und der
Drehschieber vollständig, unabhängig von der AnschlagEinstellung
des Hubzylinders.

Eine getrennte Aufhängung des Chemikalienbehälters mit dem Luft-
eintrittsteil (Tunnel) und des Streufächers verhindert das Über-
tragen von aerodynamischen Kräften vom Tunnel auf den Chemika-
lienbehälter und soll eine Beeinflussung der Anzeige der hydro-
statischen Waage verhindern. Zusätzliche Luftleitbleche verrin-
gern den Abstand und sichern eine genaue Luftführung zum Streu-
fächer. Der Streufächer mit Düngerleitblechen und Absaugblechen
am Auslauf wird am Flugzeugrumpf mittels Gestänge und Bolzen
gehalten. Im Bild 1 ist die genaue Anordnung der Düngerleit-
bleche nach der Modifizierung dargestellt.

Die Befüllung des Vorratsbehälters erfolgt mit Hilfe eines Be-
ladesackes, der mit einem Lader T 174 oder T 188 über die Behäl-
tereinfüllöffnung gehoben wird.

Bei der gegenwärtig üblichen Arbeitsorganisation sind beim Dün-
gerstreuen folgende Arbeitskräfte, Maschinen und Transportmittel
erforderlich:

Agrarflugzeug PZL 106 BR

1 Mobilkran T 174 oder T 188 zum Füllen des Beladesackes und
zum Beladen des Agrarflugzeuges

1 Beladearmatur mit Beladesack

1 Traktor zum Antransport der Düngemittel je nach Feldentfernung
etwa 4 Anhänger und gegebenenfalls ein weiterer Lader zum Beladen
der Anhänger im zentralen Düngerlager bzw. entsprechende Ver-
ladeeinrichtungen

1 Pilot

1 Bordmechaniker

1 Organisator ACZ

2 Kranfahrer

1 Traktorist

1 Hilfskraft bei der Beladung auf dem Arbeitsflugplatz

2 Signalisten

Die organisatorischen Voraussetzungen sind in TGL 21650 fest-
gelegt.

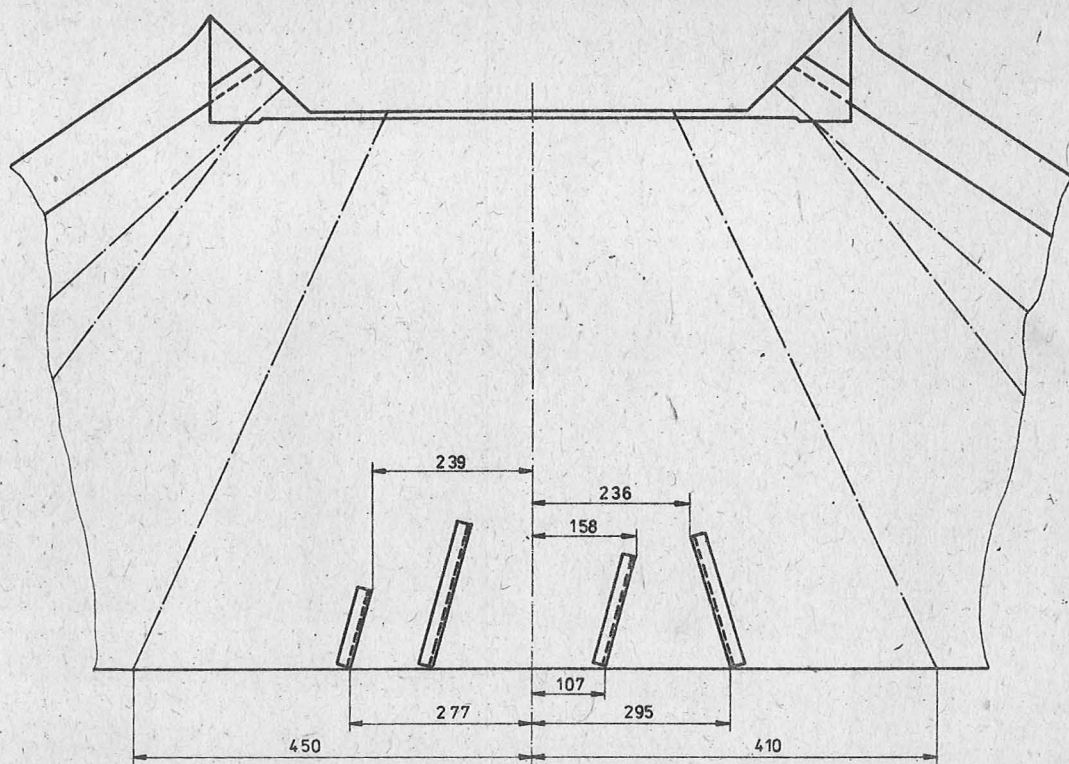


Bild 1: Darstellung des Streufächers mit Düngerleitblechen

Technische Daten:

Flugzeug PZL 106 BR "Kruk"

Ablugmasse (Startmasse) in der Überlastversion	3450 kg
maximal zulässige Zuladung von Mineraldüngemitteln	1100 kg
Volumen Chemikalienbehälter	1400 dm ³
Triebwerk	PZL-3SR, 443 kW (600 PS)
Spannweite	15000 mm
Höhe	3320 mm
Spurweite des Fahrwerkes	3100 mm
Arbeitsgeschwindigkeit	150 bis 160 km/h
Rollstrecke beim Starten	ca. 450 m
" " Landen	ca. 380 m

Applikationseinrichtung

Bezeichnung Nr.	796.82.500.00-0-modifiziert
Masse des Streufächers	115 kg
Maße des Fächers	3969 x 1250 x 500 mm
Drehzahlen der Luftschrauben für	
Rührwelle	3700 min ⁻¹
Rüttler	2200 min ⁻¹
Anstellwinkel der Luftschrauben- blätter für	
Rührwelle	-55°
Rüttler	-35°
Ablenkungswinkel der Absaugbleche	15°

2. Prüfergebnisse

2.1. Funktionsprüfung

In der Tabelle 1 sind die wichtigsten Kennwerte der bei den Durchsatz- und Querverteilungsmessungen verwendeten Düngemittel angegeben.

Zur Bestimmung der Arbeitsqualität wurden der Massedurchsatzbereich und die Streugenauigkeit über die Arbeitsbreite nach TGL 24630/01 und /02 gemessen.

Tabelle 1

Physikalische Eigenschaften der verwendeten Düngemittel

Düngemittel	Wasser- gehalt %	Dichte kg/dm ³	Korngrößenanteile i.d. Fraktionen %						
			F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
			>4,0 >3,15 mm	4,0 >2,5 mm	3,15 >2,5 mm	2,5 >1,6 mm	1,6 >1,0 mm	1,0 >0,5 mm	≤0,5 mm
Kalkammonsal- peter (Rostock) KAS-R	1,32 ¹⁾ 0,67	0,98 0,90	23,3 21,8	68,7 52,1	5,7 17,3	2,2 7,7	0,1 0,7	- 0,4	- 0,3
Kalkammonsal- peter (Wolfen) KAS-W	1,5 ¹⁾ 1,95	0,94 0,95	2,8 3,9	7,2 4,5	8,2 3,7	51,5 51,4	20,4 17,6	8,2 17,4	1,7 1,5
Harnstoff HS	0,11	0,74	0	0,1	0,6	60,5	31,5	5,9	1,4
Ammonsulfat AS	0,64	0,98	0	0	0	0,9	12,5	60,2	26,4

1) für die Messung des Massedurchsatzes verwendet

Aus den Tabellen 2 und 3 ist der Zusammenhang zwischen Anzahl der Rasten und Dosierspaltöffnung und der dazugehörige Massedurchsatz des jeweiligen Düngemittels zu ersehen. In den Bildern 2 bis 4 sind die Massedurchsatzdiagramme dargestellt.

Tabelle 2

Öffnungsweite des Dosierspaltes

Dosierspalt Rasten	0	10	20	30	40	50	60
Öffnungsweite mm	0	21	46	63	76	86	90

Ausgewählte Ergebnisse der Bestimmung der Streugenaugigkeit quer zur Flugrichtung sind in den Bildern 5 bis 13 dargestellt. Als Maß der Streugenaugigkeit wurden die Variationskoeffizienten für verschiedene Arbeitsbreiten unter Berücksichtigung der Überdeckung der Streubahnen bei der Arbeitsweise Kehrflug berechnet. In den Bildern sind neben dem Streubild die Beziehung zwischen den Variationskoeffizienten und der Arbeitsbreite sowie die dazugehörige Ausbringmenge grafisch dargestellt. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 150 km/h und die Flughöhe liegt zwischen 15 m und 18 m.

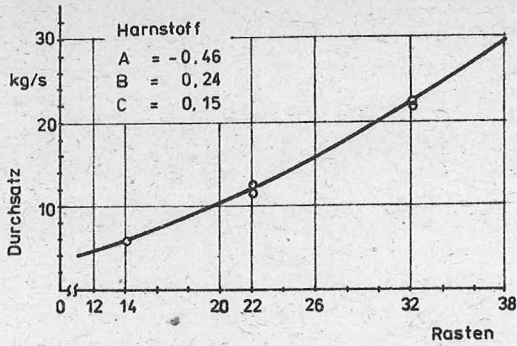


Bild 2: Massedurchsatzdiagramm für Harnstoff der PZL 106 BR

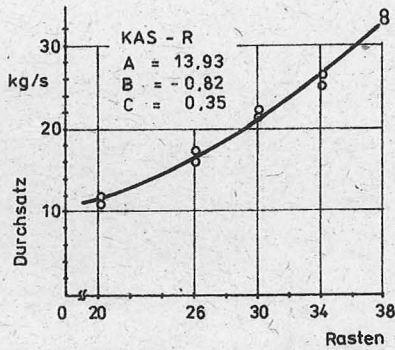


Bild 3: Massedurchsatzdiagramm für KAS-R der PZL 106 BR

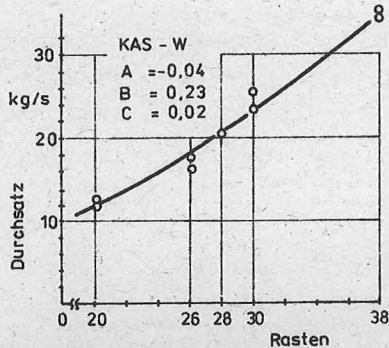


Bild 4: Massedurchsatzdiagramm für KAS - W der PZL 106 BR

Tabelle 3

Massedurchsatzbereich

Dosierspalt Rasten	Umdrehungen	Massedurchsatz kg/s bei den Düngemitteln		
		HS	KAS-R	KAS-W
10	5	3,4	-	4,1
12	6	4,5	9,2	5,4
14	7	5,8	9,4	6,8
16	8	7,1	9,8	8,3
18	9	8,6	10,5	10,0
20	10	10,2	11,5	11,8
22	11	12,0	12,8	13,8
24	12	13,8	14,4	15,9
26	13	15,8	16,2	18,2
28	14	17,8	18,3	20,6
30	15	20,1	20,8	23,2
32	16	22,4	23,4	25,9
34	17	24,8	26,4	28,7
36	18	27,4	29,6	31,7
38	19	30,1	33,1	34,9
40	20	32,9	36,9	38,2

Aus Tabelle 4 sind die Einstelldaten und die zulässigen Arbeitsbreiten bei einer Streugenauigkeit von $s\% \leq 20\%$ sowie die dazugehörigen Ausbringmengen zu ersehen.

Die erreichte Produktivität bei verschiedenen Ausbringmengen ist in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Aus Zeitmessungen während des Einsatzes von 7 Maschinen wurden Zeitanteile ermittelt und in Tabelle 6 prozentual zur Gesamtarbeitszeit dargestellt.

Die Zuladung betrug 850 kg.

Der Kraftstoffverbrauch beträgt im Mittel 185,1 l/Flugstunde bzw. 4,5 l/ha.

Tabelle 4

Einstelldaten und zulässige maximale Arbeitsbreiten

Düngemittel	Einstellung Rasten	Ausbringungsmenge kg/ha	Arbeitsbreite (s% ≤ 20 %) m	Streubild Nr.
KAS-W	34	>180	25	-
"	32	175	26	5
"	26	110-150	26	6
"	20	80	27	-
KAS-R	34	275	29	7
"	32	250	21	8
"	26	150	24	-
"	20	85	24	9
HS	32	220	24	10
"	26	130	26	10
"	22	100	26	11
"	18	85	26	12
"	14	60	22	-
AS	40	455	15	-
"	34	245	15	13
"	26	165	12	-

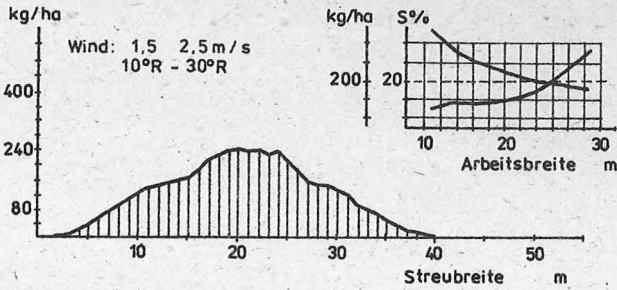


Bild 5: Streubild PZL 106 BR, KAS-W, 32R

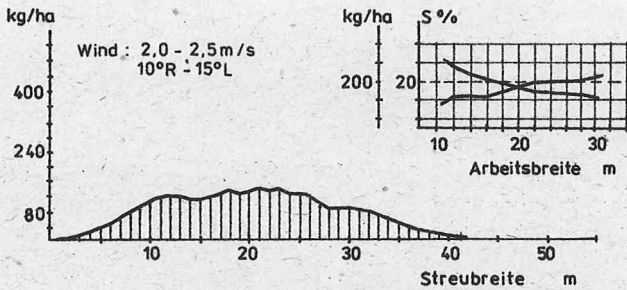


Bild 6: Streubild PZL 106 BR, KAS-W, 26R

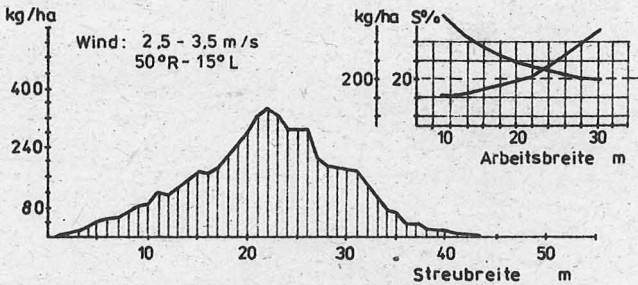


Bild 7: Streubild PZL 106 BR, KAS-R, 34R

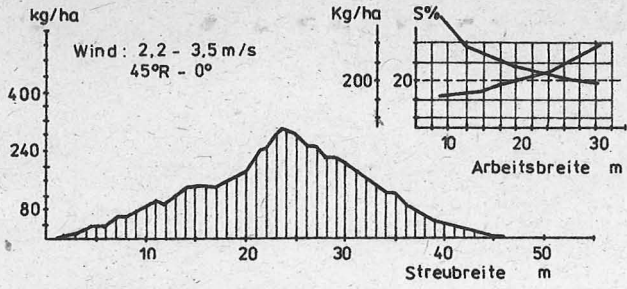


Bild 8: Streubild PZL 106 BR, KAS-R, 32R

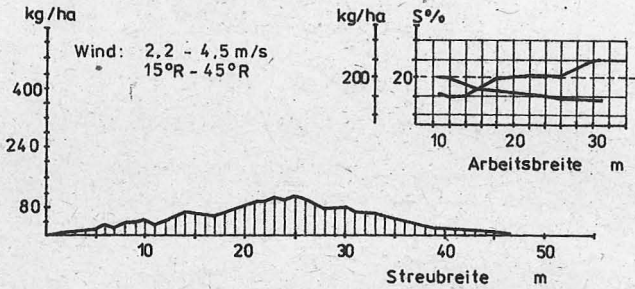


Bild 9: Streubild PZL 106 BR, KAS-R, 20R

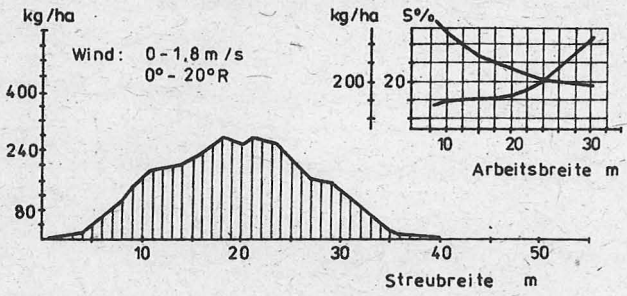


Bild 10: Streubild PZL 106 BR, HS, 32R

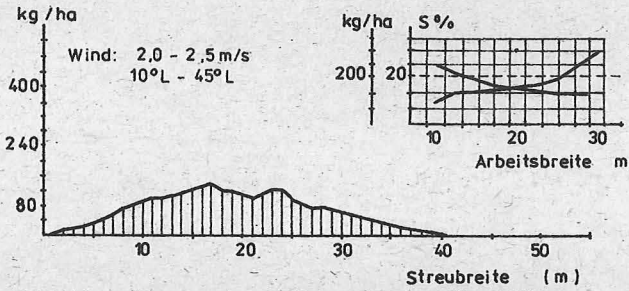


Bild 11: Streubild PZL 106 BR, HS, 22R

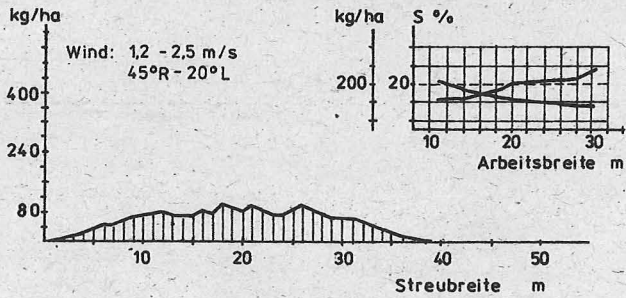


Bild 12: Streubild PZL 106 BR, HS, 18R

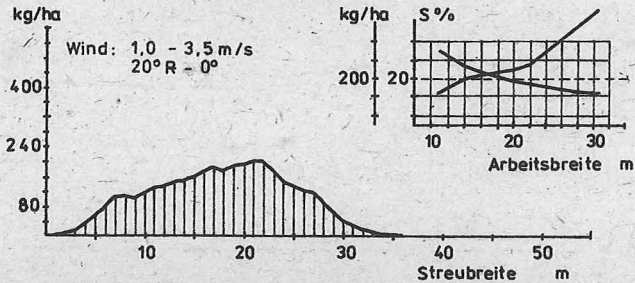


Bild 13: Streubild PZL 106 BR, AS, 34R

Tabelle 5

Produktivität, ermittelt aus dem Einsatz von 7 Flugzeugen

Ausbring- menge	Anteil		Durch- schnitt	Flächenproduktivität ha/h ¹⁾					
	Fläche	Flugzeit		in Abhängigkeit			vom Düngemittel		
kg/ha	%	%		v. d. Anflugen- tfernung			HS	KAS	AS
				<2 km	2-4 km	>4 km			
< 50	1	0	55,8	-	55,8	-	63,3	48,3	-
51-100	25	18	57,8	65,4	56,8	49,8	57,5	58,0	-
101-150	30	26	48,1	53,4	47,6	39,7	46,1	50,0	-
151-200	25	28	37,3	41,4	36,9	30,1	36,6	38,5	-
201-250	10	14	31,3	38,1	30,0	26,6	30,9	31,1	31,4
251-300	5	7	27,9	35,1	26,1	22,3	25,9	28,4	27,1
301-350	2	4	26,5	30,6	25,2	19,8	25,6	27,7	-
351-400	1	2	21,2	22,2	22,3	13,5	23,8	21,5	10,9
401-450	1	1	23,4	45,7	19,5	-	17,5	27,8	-
Fläche ha			68826	15034	49708	4084	34157	31741	914
ha/h _F ¹⁾			41,1	45,9	40,5	33,5	44,19	40,0	33,7
Ø Anflugen- fernung km	-	-	1,9	0,8	2,9	5,4	1,9	1,8	2,7

1) Flugstunde $h_F = T_1 + T_{21} + T_{221}$

Tabelle 6

Absolute und relative Zeitanteile aus dem Einsatz von 7 Flugzeugen

Teilzeit	Symbol	Zeitanteile	
		absolut h	relativ %
Flugzeit	$T_1 + T_{21} + T_{221}$	2513,18	29,81
Beladezeit	T_{23}	565,58	6,71
Zeit für			
Pflege u. Wartung	T_{31}	1314,5	24,56
Vorbereitung	T_{32}	500,76	9,35
Beseitigung techn.u. technolog.Störungen	T_{41} (Flugzeug) T_{43} (Beladegeräte ACZ)	660,0 74,0	12,33 1,38
Erholungszeit	T_5	638,4	11,93
Standzeit	T_8		
Ursachen - ACZ	T_{81}	340,6	1,42
- Agrarflug	T_{82}	892,7	15,25
- meteorolog.	T_{83}	929,96	17,37
Operativzeit	T_{02}	3078,76	36,52
Produktivzeit	T_{04}	5628,02	63,48
störungsfreie Schichtzeit	T_{CM}	6266,42	74,34
Schichtzeit	T_{08}	8429,68	100

Die Ergebnisse des Sichtfeldes des Piloten sind aus Bild 14 zu ersehen. Unter Berücksichtigung von zwei Fluglagen entsprechend den Behälterzuladungen von 850 kg und 1100 kg ergeben sich bei Flughöhen zwischen 15 m und 19 m nicht einsehbare Zonen vor dem Flugzeug.

		Variante	
		I	II
Startmasse	kg	3 200	3 450
Zuladung	kg	850	1 100
Fluggeschwindigkeit	km/h	150	150
Fluglage	°	22	4,4

Flughöhe m	Länge der nicht einseharen Zone	
	I m	II m
15	145	204
17	164	231
19	184	259

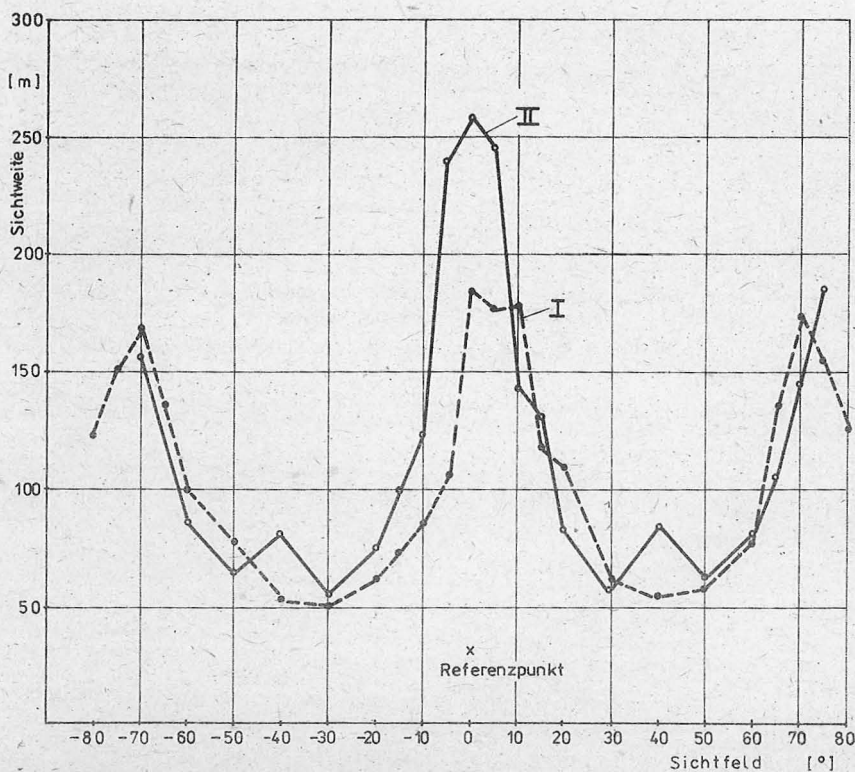


Bild 14: Sichtfeld des Piloten der PZL 106 BR

2.2. Einsatzprüfung

Während des Einsatzes vom 7.3. bis 23.8.1988 wurde mit 7 Flugzeugen ein Einsatzumfang von 68826 ha in 1676 Flugstunden erreicht, der in Tabelle 7 aufgeführt ist.

Tabelle 7

Einsatzumfang

<u>Bereich</u>	<u>bestreute Fläche ha</u>	<u>Flug- stunden</u>
ACZ Laußig	8533	229,9
ACZ Altenburg	13837	295,4
ACZ Großenhain	10685	272,7
ACZ Döbeln	12058	310,0
ACZ Freiberg	9804	214,0
ACZ Großenstein	9432	242,3
ACZ Eisenberg	4477	110,5
<u>Summe</u>	<u>68826</u>	<u>1676</u>

Im Einsatz wurde eine durchschnittliche Ausbringungsmenge von 142 kg/ha und eine durchschnittliche Arbeitsbreite von 19 m ermittelt. Die Zuladung war auf 850 kg begrenzt.

Die technische Verfügbarkeit des Agrarflugzeuges einschließlich Applikationsanlage betrug 0,82.

3. Auswertung

Die Applikationsanlage mit modifiziertem Streufächer, Luftleit- und Dosierspaltabdeckblechen zum Agrarflugzeug PZL 106 BR ist zum Ausbringen von freifließenden Mineraldüngemitteln einsetzbar. Die Ergebnisse der Arbeitsqualitätsmessungen bestätigen die Erfüllung der Agrotechnischen Forderung beim Ausbringen der gebräuchlichen Stickstoffdüngemittel.

In Abhängigkeit von den physikalischen Eigenschaften der Düngemittel sowie von den geforderten Ausbringmengen wurden Arbeitsbreiten bei KAS-R von 20 m bis 24 m, bei KAS-W von 25 m bis 27 m, bei HS von 22 m bis 26 m und bei AS von 15 m erreicht.

Eine durchgängige Nutzung der genannten Arbeitsbreiten ist in allen Bereichen ohne Einschränkungen möglich. Die Anwendung der maximal möglichen Arbeitsbreite ist aus Effektivitätsgründen stets anzustreben.

Die Reproduzierbarkeit der Streubilder ist gut.

Vergleichende Verteilungsmessungen an einer zweiten Streueinrichtung ergaben geringfügige Abweichungen, die aber keine eindeutige Tendenz erkennen lassen.

Die ermittelten Masedurchsätze entsprechen den Anforderungen und gewährleisten die geforderten Ausbringmengen.

Messungen des Sichtfeldes des Piloten ergaben, daß die Sichtverhältnisse nach vorn stark eingeschränkt sind. Unter Berücksichtigung der Fluglage ergibt sich bei Flughöhen zwischen 15 m und 19 m eine nicht einsehbare Zone vor dem Flugzeug von 204 m bis 259 m. Die eingeschränkte Sicht erschwert das Auffinden der Flugwegmarkierungen, vor allem nach der Wendeschleife, da die PZL 106 BR nicht mit der bei anderen Agrarflugzeugen üblichen Kompaßanlage ausgerüstet ist.

Während des Einsatzes von 7 Agrarflugzeugen wurde eine durchschnittliche Produktivität von 41,1 ha je Flugstunde bei einer mittleren Anflugentfernung von 1,9 km und einer mittleren Ausbringmenge von 142 kg/ha ermittelt. Durch die Erhöhung der Zuladung auf 1100 kg wird sich die Produktivität erhöhen.

Insgesamt erfolgten 72 % aller Einsätze bei Anflugentfernungen zwischen 2 km bis 4 km.

Der Kraftstoffverbrauch von 185,1 l/Flugstunde bzw. 4,5 l/ha ist im Vergleich zum Agrarflugzeug Z 37 (87,0 l/Flugstunde bzw. 2,4 l/ha bei 150 kg/ha Ausbringung) um ca. 88 % höher.

Die technische Verfügbarkeit des Agrarflugzeuges PZL 106 BR von 0,82 ist ungenügend. Sie ist im Interesse einer höheren Ausnutzung der möglichen Flugzeit zu erhöhen. Eine exakte Einsatzplanung und -organisation sind Voraussetzung für eine hohe Auslastung des Agrarflugzeuges.

4. Beurteilung

Die Applikationsanlage für Mineraldünger des Flugzeugwerkes WSK Warschau-Okecie, VR Polen, mit modifiziertem Streufächer und Dosierspaltabdeckung zum Agrarflugzeug PZL 106 BR ist zum Streuen freifließender Mineraldüngemittel einsetzbar.

Die gute Reproduzierbarkeit der Querverteilung sichert die Einhaltung der Streugenauigkeit bei den geforderten Ausbringungsmengen.

Eingeschränkte Sichtverhältnisse aus der Pilotenkabine und fehlende Geräteausrüstung erschweren das exakte Anschließen an die vorangegangene Streubahn nach der Wendeschleife und beeinflussen die Gleichmäßigkeit der Verteilung negativ.

Die Applikationseinrichtung für Mineraldünger mit modifiziertem Streufächer zum Agrarflugzeug PZL 106 BR ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR "geeignet".

Potsdam-Bornim, den 4.11.1988

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez. Brandt

gez. Ziehe

Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam

gez. Beer

gez. Schultz

Dieser Bericht wurde bestätigt:
Berlin, den 23. März 1989
gez. Simon
Ministerium für Land-, Forst-
und Nahrungsgüterwirtschaft

Bei Weiterverwendung der Prüfergebnisse ist die Quellenangabe erforderlich
Herausgeber: Zentrale Prüfstelle für Landtechnik beim Ministerium für Land-,
Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft (RIS 1121)

Druckgenehmigungsnummer: FG 039/26/89/2000 IV 1 18 2546

Printed in the German Democratic Republic

Druckerei: Salzland-Druckerei Staffurt