

## Prüfbericht - Nr. 949

Applikationsanlage mit modifiziertem  
Streifächer „Krajowy“ und Dosierspalt-  
abdeckung zum Agrarflugzeug M 18 A  
Flugzeugwerk WSK Mielec, VR Polen



Agrarflugzeug M 18 A mit modifiziertem  
Streifächer „Krajowy“ (Mod. VRP 85 + DDR 85)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. B. Ziehe  
DK-Nr.: 629.138.9.631.333.9.001.4

Gruppen-Nr.: 4 a

Potsdam-Bornim 1986

## 1. Beschreibung

Die Applikationsanlage mit dem modifizierten Streufächer des Agrarflugzeuges M 18 A "Krajowy" (Modifizierung VRP 85 und DDR 85) dient zum Ausbringen von granulierten und kristallinen Düngemitteln.

Die Hauptbaugruppen der Applikationsanlage sind:

- Chemikalienbehälter mit einer mechanischen Behälteröffnungs-  
klappe
- Dosiereinrichtung mit Rührwelle
- Streufächer mit Lufteintrittsteil
- Steuer- und Bedienelemente

Der aus Epoxidharzlaminat bestehende Chemikalienbehälter befindet sich starr befestigt im Rumpf des Flugzeuges vor dem Sitz des Piloten. Die Dosiereinrichtung und der Streufächer sind an der Unterseite des Rumpfes angebracht. Durch eine Klarsichtscheibe im oberen Bereich des Behälters kann der Füllstand von der Pilotenkabine aus beobachtet werden.

Die Dosiereinrichtung, die mittels schnelllösbaren Schraubzwingen am rechteckigen Auslauf des Behälters befestigt ist, wird durch einen Drehschieber und eine Notabwurfklappe geschlossen.

Bei der Zuführung des Streugutes hat die Rührwelle in der Dosiereinrichtung die Aufgabe, für einen gleichmäßigen Massedurchsatz über die gesamte Schieberbreite zu sorgen.

Der Antrieb der Rührwelle erfolgt von einer Luftschraube mit 4 Windflügeln. Der Stillstand wird durch eine Scheibenbremse erreicht, die sich beim Öffnen des Drehschiebers löst. Der Drehschieber wird mit Hilfe eines einstellbaren pneumatischen Hubzylinders betätigt. Der Anschlag des Drehschiebers am Hubzylinder kann am Einstelldrehgriff mit 2 Kugelrasten je Umdrehung bzw. über eine Seilzug-Spindelverstellung mit einer Skala von der Pilotenkabine aus eingestellt werden.

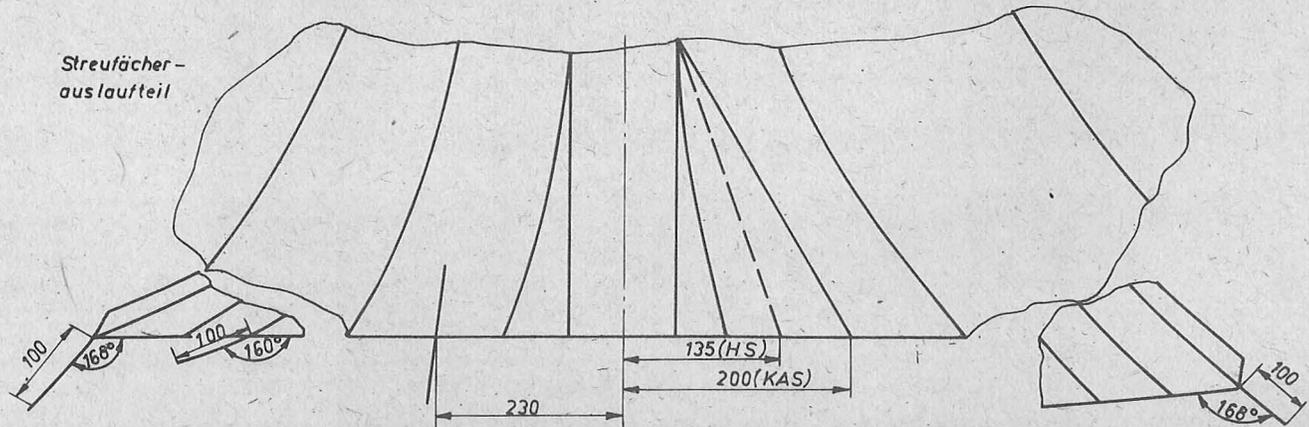
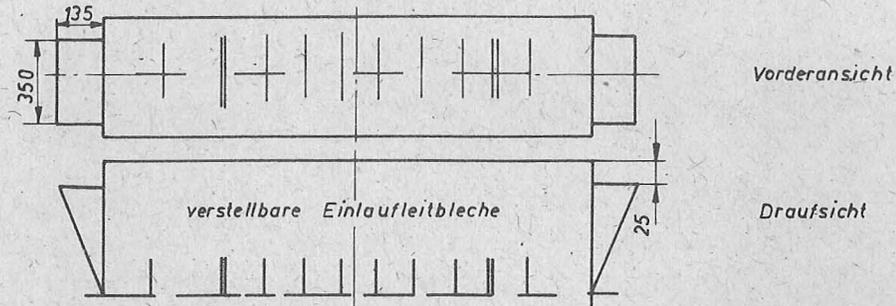
Beim Notabwurf öffnet sich der Drehschieber, unabhängig von der AnschlagEinstellung des Hubzylinders vollständig. Außerdem wird zusätzlich die Notabwurfklappe geöffnet.

Der Streufächer ist am Flugzeugrumpf mittels Stiftschlössern befestigt. Im Bild 1 sind die Anordnung der Luftleitbleche im Eintrittsteil und die Tunnelkanäle im Streufächer dargestellt.

Die Befüllung des Vorratsbehälters erfolgt mit Hilfe eines Be-

*Einstellmaße der Einlaufleitbleche*

links	152	88	85	78	78	65	86	91	86	88	150	rechts
-------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	--------



*Bild 1 Schematische Darstellung des modifizierten Streufächers „Krajowy“*

ladesackes, der mit einem Lader T 174-2 über die Behälteröffnung geschoben wird. Durch die mechanisierte Befüllung des Sackes und die Öffnung der Behälterklappe durch den Auslaufstutzen des Beladesackes ist eine geringe Beladezeit erreichbar.

Bei der gegenwärtigen Arbeitsorganisation sind beim Düngerstreuen folgende Arbeitskräfte, Maschinen und Transportmittel erforderlich:

- 1 Agrarflugzeug M 18 A
  - 1 Mobilkran T 174-2 zum Füllen des Beladesackes und zum Beladen des Agrarflugzeuges
  - 1 Traktor zum Antransport der Düngemittel, je nach Feldentfernung etwa 4 Anhänger und eventuell ein weiterer Lader zum Beladen der Anhänger im ACZ
- 1 Pilot  
1 Mechanisator  
1 bis 2 Kranfahrer  
1 Traktorist  
2 Signalisten  
1 Einsatzleiter

Die organisatorischen Voraussetzungen sind in der TGL 80-21650 festgelegt.

#### Technische Daten:

##### Agrarflugzeug M 18 A

Bauart		einmotoriger, einsitziger, freitragender Tiefdecker in Ganzmetallbauweise mit starrem Fahrwerk, Spornrad und Chemikalienbehälter vor der Kabine
Abflugmasse (Startmasse) in der Normalversion	kg	4500
max. zul. Zuladung von Mineräldüngemitteln	kg	1350
Volumen Chemikalienbehälter	dm <sup>3</sup>	2500
Triebwerk		Typ ASCH-62IR 735 kW (1000 PS)
Spannweite	m	17,70
Flügelfläche	m <sup>2</sup>	40,0
Länge	m	9,50
Höhe	m	3,70
Beladehöhe	m	2,70
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	170...185

Überziehungsgeschwindigkeit	km/h	109
Rollstrecken beim		
Starten	m	280
Landen	m	320

### Applikationseinrichtung

Bezeichnung		"Krajowy"
Typ-Nr.		D 98 670 001
Höhe des Streufächers	mm	135
Masse des Streufächers	kg	70
Größe Lufteintrittsteil	mm	550 x 1100 und 2 Seitenflächen 135 x 350 mm

## 2. Prüfergebnisse

### 2.1. Funktionsprüfung

In der Tabelle 1 sind die wichtigsten Kennwerte der bei den Funktionsmessungen verwendeten Düngemittel angegeben.

Tabelle 1

### Physikalische Eigenschaften der verwendeten Düngemittel

Düngemittel	Wasser- gehalt %	mittl. Korn-Ø mm	Korngrößenanteile i.d. Fraktionen %						
			≤ 1,0 mm	≤ 1,6 mm	≤ 2,0 mm	≤ 2,5 mm	≤ 3,15 mm	≤ 4,0 mm	≤ 5,0 mm
Kalkammon- salpeter (Schwedt) KAS-S	0,64	2,99	0,1	0,9	4,1	11,9	50,5	27,6	4,9
Kalkammon- salpeter (Wolfen) KAS-W	0,55	1,38	-	63,8	24,7	7,8	3,7 <sup>1)</sup>		
Harnstoff HS	0,35	1,84	-	15,2	59,4	22,5	2,9 <sup>1)</sup>		
Ammon- sulfat AS	0,80	-				kristallin			

1) >2,5 mm

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

Aus Tabelle 2 ist der Zusammenhang zwischen Anzahl der Rasten und Dosierspaltöffnung und dem dazugehörigen Massedurchsatz des jeweiligen Düngemittels zu ersehen. Im Bild 2 ist das Massedurchsatzdiagramm dargestellt.

Tabelle 2

Dosiereinstellung in Abhängigkeit des Massedurchsatzes

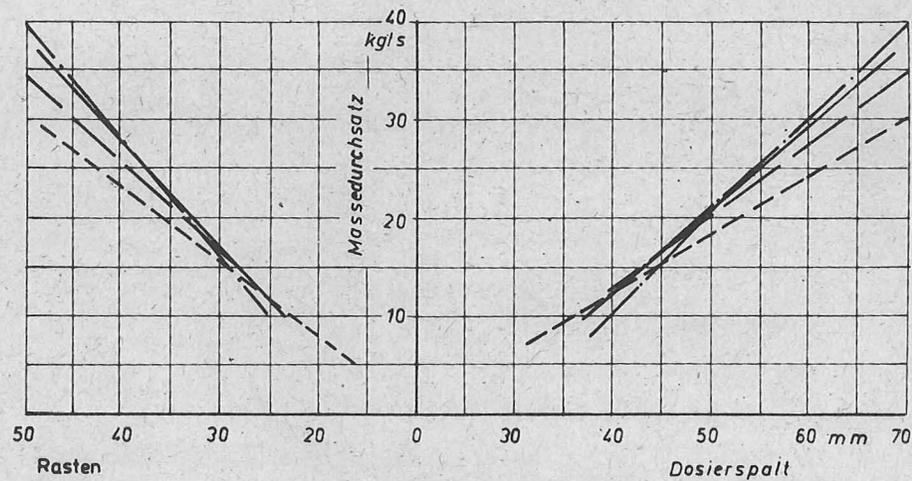
Rasten	Öff- nungs- weite <sup>1)</sup> mm	Quer- schnitts- fläche <sup>2)</sup> cm <sup>2</sup>	Massedurchsatz kg/s bei den Düngemitteln			
			Harn- stoff HS	Kalkam- monsalpeter KAS-S	KAS-W	Ammon- sulfat AS
0	0	0	0	0	0	0
15	27	284	5,0	-	-	-
17	29	305	6,0	-	-	-
20	33	347	8,5	6,0	4,0	6,0
23	37	389	11,0	10,5	9,0	10,0
25	39	410	12,0	12,0	10,0	11,0
27	42	441	14,0	14,0	12,0	13,0
30	46	483	16,0	17,0	16,0	16,0
33	49	515	18,0	20,0	19,5	19,0
35	52	546	19,5	23,0	22,0	21,0
37	54	567	21,0	25,0	24,0	23,0
40	58	609	23,0	28,0	28,0	26,0
42	61	641	25,0	30,5	30,0	28,0
45	64	672	27,0	34,0	34,0	31,0
48	68	714	29,0	37,0	37,5	33,0
max. 50	71	746	31,0	39,0	40,0	35,0

1) Voraussetzung ist die Justierung der Skala in der Kabine bei geschlossenem Dosierspalt auf "Null", 3 Umdrehungen  $\hat{=}$  10 Skalenteilen bzw. 10 mm Dosierspaltöffnung

2) Länge des Dosierspalttes  $1050 \pm 3$  mm

Die Streugenaugigkeit quer zur Flugrichtung wurde ermittelt. Die Ergebnisse sind in den Streubildern 3 bis 10 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 Variationskoeffizienten und die dazugehörige Ausbringmenge in Abhängigkeit von der



KAS-S  $y = -16,1 + 1,11x$  ———

KAS-W  $y = -20,1 + 1,20x$  - · - · -

HS  $y = -6,3 + 0,79x$  - - - -

AS  $y = -10 + 0,9x$  - - - -

Bild 2 Durchsatzdiagramm PZL M-18A, Streufächer „Krajowy“  
(mod. - VRP 85 + DDR 85)

Flug-Nr. : 181 u. 182  
 Dünger : KAS-S  
 Dosierung : SK 30  
 Wind : 1,5 - 2,5 m/s  
 15 - 25°L

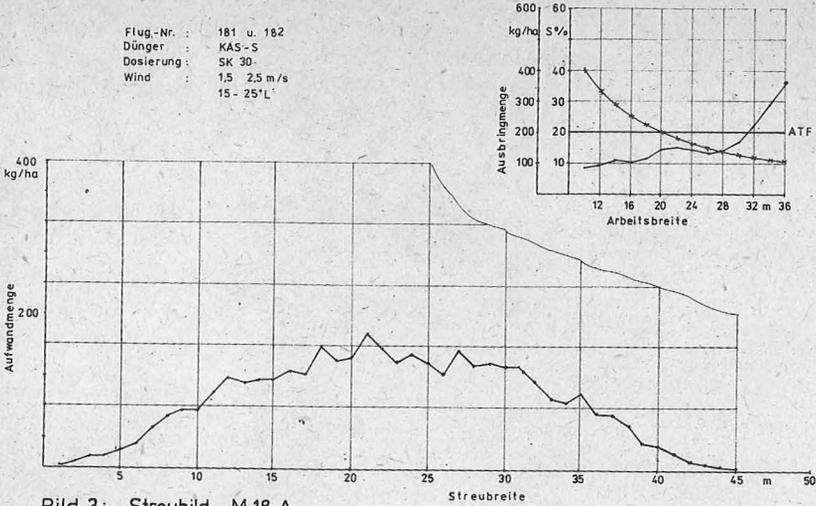


Bild 3: Streubild M18 A

Flug-Nr. : 183 u. 184  
 Dünger : KAS-S  
 Dosierung : SK 38  
 Wind : 2,5 - 3,0 m/s  
 0 - 15°R

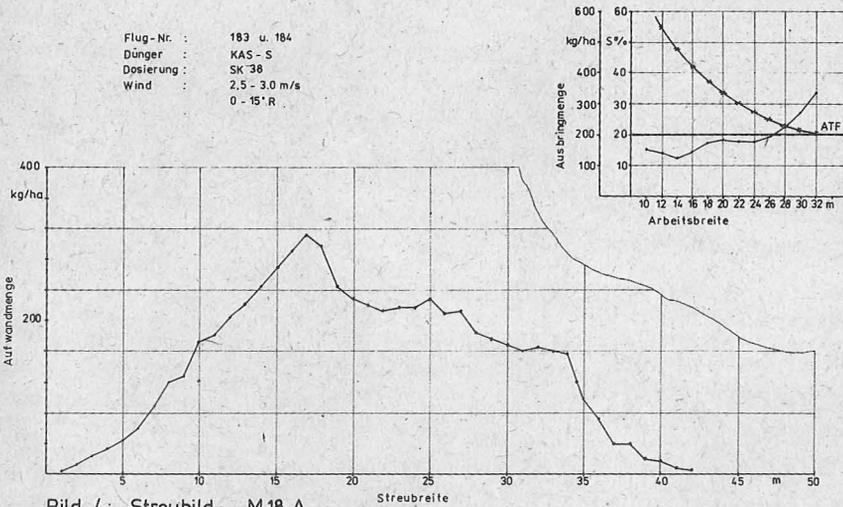
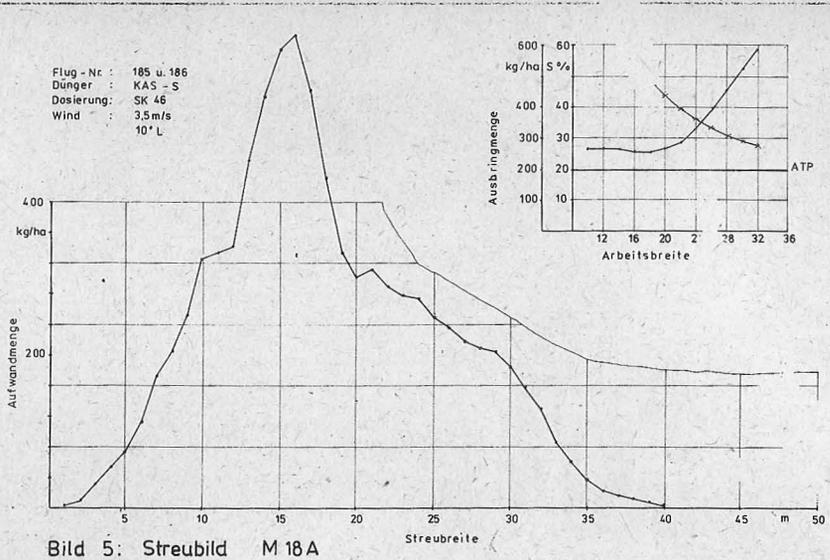
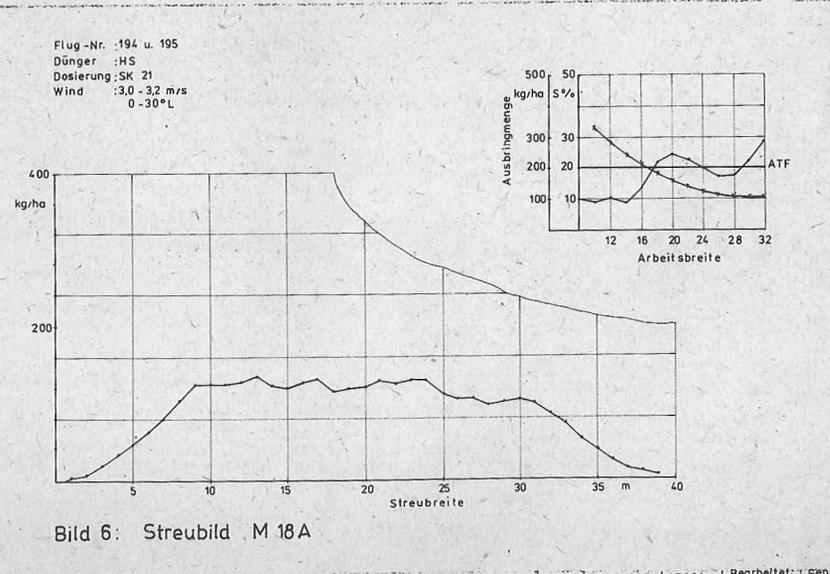


Bild 4: Streubild M18 A

ZEPH 77, Nr. 5, 1987, S. 36-39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100



ZEPH 77, Nr. 5, 1987, S. 36-39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100



Flug-Nr. : 198  
 Dünger : HS  
 Dosierung : SK 30  
 Wind : 3,5 m/s  
 15° L

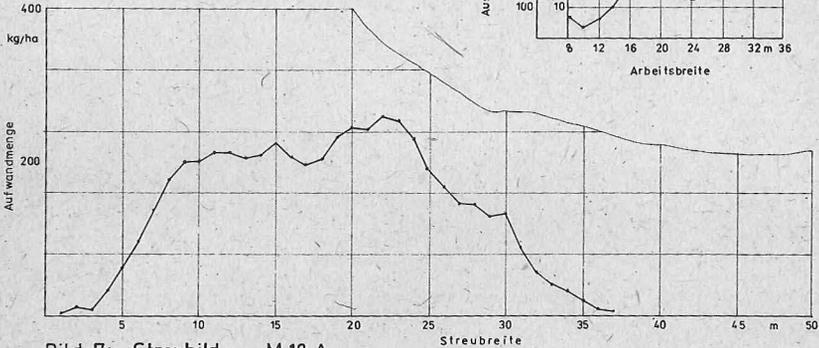


Bild 7: Streubild M 18 A

Flug-Nr. : 199 ; 200; 201  
 Dünger : HS  
 Dosierung : SK 38  
 Wind : 2,0 - 5,0 m/s  
 20° L - 10° R

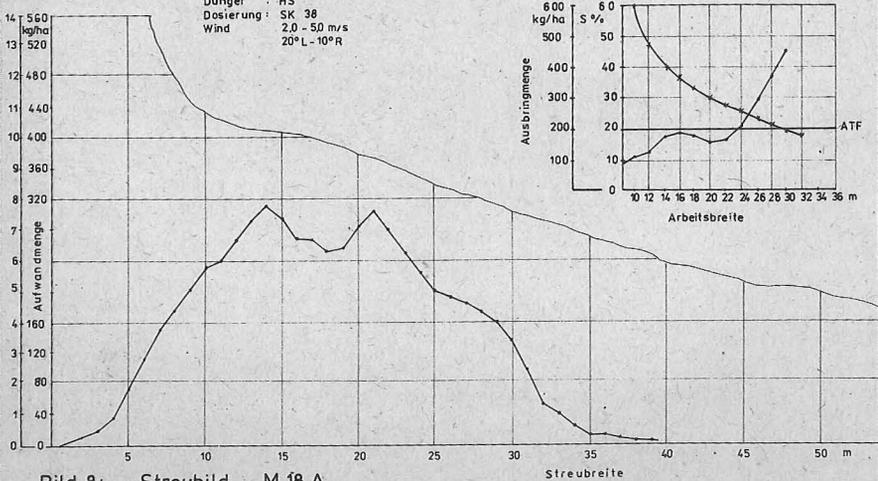
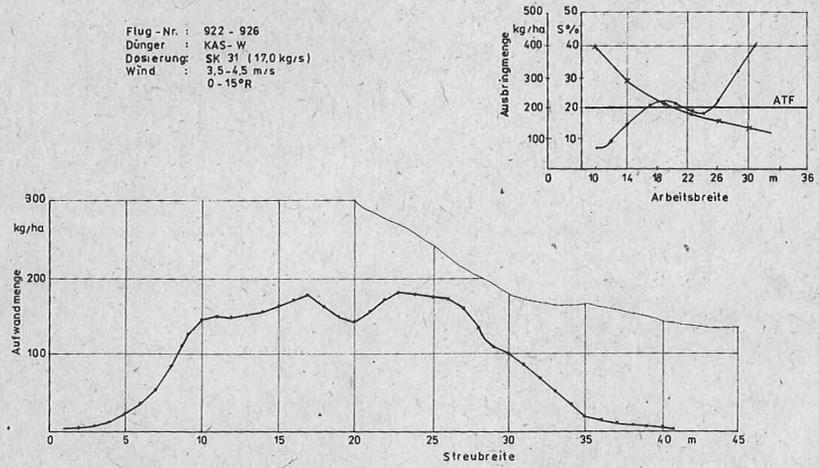
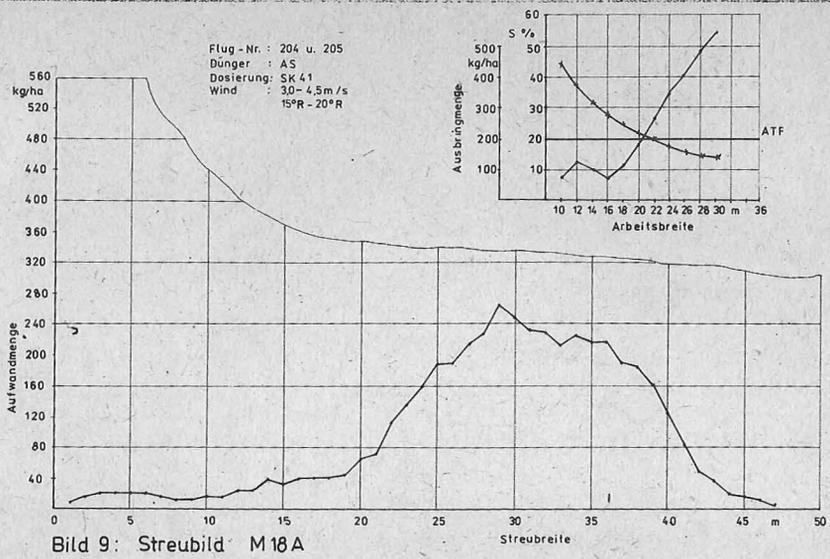


Bild 8: Streubild M 18 A



Arbeitsbreite grafisch dargestellt.

Die Arbeitsfluggeschwindigkeit beträgt 170 km/h und die Flughöhe 16...18 m. Die Einstellung des zusätzlichen Leitbleches wurde auf 200 mm von der Symmetrieachse des Fächers bei KAS, AS und auf 135 mm bei HS vorgenommen.

Die einstellbaren Fächereinlaufkanäle wurden entsprechend der Angabe des Flughandbuches der M 18 A kontrolliert.

Aus Tabelle 3 sind die Einstelldaten und die zulässigen Arbeitsbreiten bei einer Streugenauigkeit von  $s\% \leq 20\%$  sowie die dazugehörigen Ausbringmengen zu ersehen.

Tabelle 3

Einstelldaten und zulässige Arbeitsbreiten

Streubild-Nr.	Flug-Nr.	Düngemittel	Einstellung		Ausbringmenge kg/ha	Arbeitsbreite m
			Dosierung Skala/mm	Leitblech mm		
3	181,182	KAS-S	30/46	200	$\geq 125$	31
4	183,184	KAS-S	38/56	200	$\geq 235$	26
5	185,186	KAS-S	46/66	200	$\geq 480$	- 1)
6	194,195	HS	21/34	135	$\geq 115$ $140 \leq 200$	29 17 - 24 <sup>2)</sup>
7	198	HS	30/46	135	$\geq 185$	27
8	199-201	HS	38/56	135	$\geq 245$	25
9	204,205	AS	41/59	200	$\geq 220$	20
10	922-926	KAS-W	31/47	200	$> 150$	26
-	916-918	KAS-W	38/56	200	$> 220$	25
-	921,928 929	KAS-W	42/61	200	$> 300$	20
-	899-900	KAS-S	42/61	200	$> 300$	24

1) keine Erfüllung der Agrotechnischen Forderung

2)  $s\% \geq 20\%$

Die erreichte Produktivität bei verschiedenen Ausbringmengen ist in Tabelle 4 dargestellt.

Aus Zeitmessungen während des Einsatzes von 11 Maschinen wurden Zeitanteile ermittelt und in Tabelle 5 im Vergleich zur Z 37 dargestellt.

Tabelle 4

Erreichte Produktivität während des Einsatzes im Jahre 1985  
im Bezirk Neubrandenburg und Vergleich zur Z 37  
(Anflugentfernung  $\bar{x} = 2,9$  km)

Ausbring- menge ( kg/ha	Flächenproduktivität		relativ (Z 37 = 100)
	Z 37 (500 kg Zuladung) ha/Flugstunde <sup>1)</sup>	M 18 A (1250 kg Zuladung) ha/Flugstunde <sup>1)</sup>	
100	38,2	64,6	169
150	40,3	61,5	153
200	26,0	44,5	171
250	24,6	41,8	170
300	21,3	38,0	178
350	15,4	33,9	220
400	13,6	28,8	212

1) Flugstunde ( $T_1 + T_{21} + T_{221}$ )

$T_1$  Streuzeit

$T_{21}$  Wendezeit (75 s je Wendung)

$T_{221}$  Zeit für An- und Abflug Arbeitsflugplatz - Feld

Der Kraftstoffverbrauch beträgt im Mittel 154 kg/Flugstunde  
bzw. bei 100...300 kg/ha Ausbringmenge 2,4 bis 4,0 kg/ha.  
Im Vergleich dazu wurde für das Agrarflugzeug Z 37 unter  
gleichen Bedingungen ein Verbrauch von 62,6 kg/Flugstunde  
bzw. bei 100...300 kg/ha Ausbringmenge 1,6 bis 2,9 kg/ha  
ermittelt.

Tabelle 5

Zeitanteile im Vergleich zur Z 37 aus dem Einsatz des Jahres 1985

Teilzeit	Kurz- zeichen	prozentuale M 18 A	Anteile a.d. Schichtzeit Z 37
Schichtzeit	$T_{08}$	100	100
Flugzeit	$T_1 + T_{21} + T_{221}$	37,1	37,5
Beladezeit (1,5 min/Beladung)	$T_{23}$	10,5 <sup>1)</sup>	7,7 <sup>2)</sup>
Pflege und Wartung	$T_{31}$	20,1 <sup>1)</sup>	17,9 <sup>2)</sup>
Zeit für die Beseitigung von $T_4 + T_8$ Störungen sowie Stand-u. Wartezeit		28,5	30,1
durch das Agrar- flugzeug be- dingt		5,6 <sup>1)</sup>	2,6 <sup>2)</sup>
durch meteorolog. u. organisator. Bedingungen ver- ursacht		22,9	27,5
sonstige Teilzeiten		3,8	6,8
Standzeit des Agrarflugzeuges		<sup>1)</sup> 36,2	<sup>2)</sup> 28,2

## 2.2. Einsatzprüfung

Während des Einsatzes 1985 im Bezirk Neubrandenburg wurde mit 11 Flugzeugen ein Einsatzumfang von 168033 ha in 3799 Flugstunden erreicht, der in Tabelle 6 aufgeführt ist.

Tabelle 6

### Einsatzumfang

Bereich des ACZ	bestreute Fläche ha	Flugstunden h	Anzahl d. Starts
Anklam	41091	689	1125
Dargun	27750	420	412
Friedland	40453	618	646
Löcknitz	37739	590	693
Neubrandenburg	39281	626	559
Prenzlau	29140	542	463
Röbel	24245	389	465
Teterow	26083	445	467
Waren	26400	524	386
Tatow	30800	525	607
Woldegk	30910	455	n.g.
$\Sigma$	168033	3799	-

Die Zuladung war zunächst auf 1000 kg begrenzt und wurde dann auf 1250 kg erhöht.

Die durchschnittliche Anflugentfernung betrug 2,9 km.

Die Verfügbarkeit des Agrarflugzeuges einschließlich Applikationsanlage betrug 0,85.

Im Einsatzzeitraum traten folgende Mängel auf:

- Der Füllstand im Vorratsbehälter ist durch die Klarsichtscheibe nur im oberen Bereich erkennbar.  
Eine Behälterwaage bzw. geeignete Füllstandsanzeige ist notwendig.
- Da es eine KompromißEinstellung der zusätzlichen Leitbleche im rechten Streufächerteil zwischen 135 und 200 mm als Fest-einstellung nicht gibt, entsteht ein unproduktiver Zeitan-teil für die jeweilige Umstellung.  
Eine in zwei Stellungen eindeutig gekennzeichnete Schnell-verstellung des Leitbleches ist nachzurüsten.

### 3. Auswertung

Die Applikationsanlage mit modifiziertem Streufächer und Dosierspaltabdeckung zum Agrarflugzeug M 18 A ist zum Ausbringen von granulierten und freifließenden Mineraldüngemitteln einsetzbar.

Die Ergebnisse der Arbeitsqualitätsmessungen bestätigen die Erfüllung der Agrotechnischen Forderung beim Ausbringen der gebräuchlichen Stickstoffdüngemittel.

Es werden in Abhängigkeit von der Ausbringmenge maximal zulässige Arbeitsbreiten von 26 bis 31 m bei KAS, von 25 bis 29 m bei HS und von 20 m bei Ammonsulfat erreicht.

Bei Ausbringmengen von 140 bis 200 kg/ha treten bei Harnstoff im Arbeitsbreitenbereich von 17 bis 24 m geringfügige Überschreitungen der zulässigen Abweichungen auf. Diese Einschränkungen der Streuqualität in dem Bereich sind beim Festlegen der Arbeitsbreite zu beachten.

Aus den durchgeführten Messungen zur Streuqualität ergab sich, daß eine einheitliche Einstellung der zusätzlichen Leitbleche im rechten Auslauffächerteil für verschiedene Düngemittel nicht möglich ist. Es ist notwendig, die Leitbleche beim Wechsel der Düngemittel zu verstellen (KAS 200 mm, HS 135 mm und AS 200 mm). Eine in diesen Stellungen eindeutig gekennzeichnete Schnellverstellung des Leitbleches ist nachzurüsten.

Die Behälterfüllstandsanzeige entspricht nicht den Anforderungen. Sie ist grundsätzlich zu verbessern.

Im Vergleich zum Agrarflugzeug Z 37 (500 kg Zuladung) ergibt sich unter den Einsatzbedingungen des Bezirkes Neubrandenburg im Jahre 1985 eine um 1,5- bis 2,2-fach höhere Produktivität bei einem um 2,5-fach höheren Kraftstoffverbrauch je Flugstunde bzw. ein um 1,4- bis 1,6-fach höherer Kraftstoffverbrauch je Hektar.

Bei nahezu gleichen Anteilen der Flugzeit an der Gesamteinsatzzeit beider Flugzeuge sind die unproduktiven Teilzeiten der Beladung, Pflege und Wartung sowie für die Beseitigung technischer Störungen und die Standzeiten bei der M 18 A um 8 % größer.

Die technische Verfügbarkeit von 0,85 ist zur Erreichung einer höheren Flächenproduktivität zu verbessern.

Der höhere Energieverbrauch von 40 bis 60 % je Hektar ist vorrangig bedingt durch längere Rollwege beim Starten und Landen, da der Fließstart nicht auf allen Arbeitsflugplätzen möglich

ist, und ein zusätzliches Warmlaufen bei niedrigen Außentemperaturen unmittelbar vor dem Start.

Für eine optimale Auslastung sind eine exakte Einsatzplanung und -organisation Voraussetzung.

#### 4. Beurteilung

Die Applikationsanlage mit modifiziertem Streufächer "Krajowy" und Dosierspaltabdeckung zum Agrarflugzeug M 18 A des Flugzeugwerkes WSK-Mielec, VR Polen, ist zum Streuen von granulierten und freifließenden Mineräldüngemitteln einsetzbar.

Durch hohe Arbeitsgeschwindigkeit und Zuladung wird im Vergleich zur bisherigen Flugzeugapplikationstechnik eine beachtliche Produktivitätssteigerung erreicht.

Die gute Reproduzierbarkeit und Windstabilität der Querverteilung gewährleisten die Einhaltung der geforderten Streuengenauigkeit bei wechselnden Windverhältnissen und verschiedenen Ausbringungsmengen. Es fehlt eine Behälterfüllstandsanzeige zur Kontrolle der Zuladung und der Ausbringungsmenge.

Im Vergleich zu bisherigen Agrarflugzeugen sind längere Start- und Landebahnen erforderlich.

Die Applikationsanlage mit modifiziertem Streufächer "Krajowy" und Dosierspaltabdeckung zum Agrarflugzeug M 18 A ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR "geeignet".

Potsdam-Bornim, den 29.7.1986

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez. i. V. Brandt    gez. B. Ziehe

Dieser Bericht wurde bestätigt:

Berlin, den 09. März 1987

gez. Simon

Ministerium für Land-, Forst-  
und Nahrungsgüterwirtschaft

Bei Weiterverwendung der Prüfungsergebnisse ist die Quellenangabe erforderlich.

Herausgeber: Zentrale Prüfstelle für Landtechnik  
beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungs-  
güterwirtschaft (RIS 1121)

Druckgenehmigungsnummer: FG 039/21/87/2.0 IV 118 660 1680

Printed in the German Democratic Republic

Druckerei: Salzland-Druckerei Staßfurt