

Deutsche Demokratische Republik
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft
ZENTRALE PRÜFSTELLE FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM
Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
INSTITUT FÜR PFLANZENSCHUTZFORSCHUNG KLEINMACHNOW

Prüfbericht + Nr. 952

Sprüh- und Spritzeinrichtung B 1-10 zum Agrarflugzeug

PZL - M 18 A

Hersteller: PZL - Mielec VRP



Agrarflugzeug PZL - M 18 A mit Applikationsanlage

Bearbeiter: Dipl.-Ing. H. J. Wogyda
Dipl.-Ing. B. Diezemann
Dipl.-Ing. A. Rump

DK-Nr.: 629.138.9: 632.934.001.4

Gr.-Nr.: 6a

Potsdam-Bornim 1986

1. Beschreibung

Die Sprüh- und Spritzeinrichtung B 1-10 des Agrarflugzeuges PZL - M 18 A dient zur Ausbringung ölgiger Flüssigkeiten, wässriger Lösungen, Emulsionen und Suspensionen im Aufwandmengenbereich 7 - 100 l/ha.

Die Applikationseinrichtung besteht aus den Hauptbaugruppen:

- Chemikalienbehälter mit Schwallwänden
- Bodenadapter des Chemikalienbehälters mit aufgebautem Druckregelmechanismus und Zentrifugalpumpe
- Filter, Absperrventil und Rohrsystem mit Düsenanschlußstutzen

Die Befüllung des Chemikalienbehälters kann sowohl über die Deckelöffnung als auch über die dafür vorgesehene Fülleitung erfolgen. Die zulässige Befüllmasse des 2500 l fassenden Behälters beträgt 1400 kg. Der Behälter ist mit einer automatischen Behälterbelüftung versehen, die insbesondere beim Notabwurf bzw. Wasserabwurf zur Brandbekämpfung wirksam wird.

Der rechteckige Bodenadapter des Chemikalienbehälters ist mit Schnellverschlüssen versehen, die einen Wechsel der Applikationseinrichtung in relativ kurzer Zeitspanne ermöglichen.

Die Chemikalienpumpe ist als Windmühlenpumpe ausgelegt und arbeitet nach dem Zentrifugalprinzip. Das Ein- und Ausschalten des Pumpenantriebes erfolgt pneumatisch durch Lösen bzw. Anbremsen einer Scheibenbremse.

Die Druckeinstellung an der Applikationsanlage erfolgt mittels eines von der Pilotenkabine aus zu betätigenden Druckregelmechanismus. Der anliegende Arbeitsdruck wird an einem Manometer in der Pilotenkabine angezeigt. Für Brüheaufwandmengen bis 50 l/ha werden Arbeitsdrücke von 0,6 MPa, darüber hinaus nur von 0,4 MPa erreicht. Das Absperrventil am Verteilerrohr des Applikationsbalkens wird pneumatisch betätigt.

Während des Applikationsvorganges ist eine Kontrolle der Chemikalienmenge durch ein in 100 l-Abständen markiertes Schauglas möglich. Das Erreichen der Brüherestmenge wird über ein im Behälter eingebautes Schwimmersystem in der Pilotenkabine signalisiert. Das Rohrleitungssystem besteht aus einer Aluminium-Legierung. Der Applikationsbalken besitzt 128 Düsenanschlußstutzen. Die an der PZL-M 18 A eingesetzten Düsen sind Messingdüsen mit Dralldüsenmundstück und Membranverschluß.

1.1. Technische Daten des Agrarflugzeuges PZL - M 18 A

Triebwerk	ASZ - 62 IRm
Triebwerksleistung	736 kW (1000 PS)
Luftschraube	Vierblatt-Ganzmetall
Luftschraubendurchmesser	3,3 m
Länge des Flugzeuges	9,5 m
Höhe des Flugzeuges	3,1 m
Spannweite des Flugzeuges	17,7 m
Spannfläche	40 m ²
Spurweite des Fahrwerks	3,48 m
Leermasse	2470 kg
max. zulässige Startmasse	4700 kg
Inhalt der Kraftstoffbehälter	2 x 350 l
Steiggeschwindigkeit	6,9 m/s
Startrollstrecke	170 m
Landerollstrecke beim Bremsklappeneinsatz	200 m
Arbeitsgeschwindigkeit	170 - 180 km/h
Höchstgeschwindigkeit	280 km/h

1.2. Technische Daten der Applikationsanlage B 1 - 10

Art der Pumpe	Zentrifugalpumpe
Antriebsart der Pumpe	Windrad
Anzahl der Windflügel	max. 6
max. Volumendurchsatz der Pumpe	16,5 l/sec.
Maximaldruck	0,6 MPa
Volumen des Chemikalienbehälters	2500 l
Material des Chemikalienbehälters	glasfaserverstärktes Polyester
Zuladung	max. 1400 kg
Bedienersystem des Brühregelmechanismus	mechanisch von der Pilotenkabine aus
Art der Düsen	Dralldüsen
Anzahl der Düsen	max. 96
Düsengrößen	Düse Bohrungsdurchmesser
	B 1 1,6 mm
	B 2 2,0 mm
	B 3 2,4 mm
	B 5 3,2 mm
	B 8 4,0 mm
	B10 4,4 mm

2. Prüfergebnisse

2.1. Funktionsprüfung

2.1.1. Volumendurchsatz

Die Ergebnisse der Volumendurchsatzmessungen der Düsen sind in Tabelle 1 dargestellt;

Tabelle 1

Volumendurchsatz in Abhängigkeit vom Applikationsdruck

Bezeichnung der Düse	Bohrungs- durch- messer	Druck MPa	Volumendurch- satz (Durch- schnitt von 10 Düsen) l/min	max. Abwei- chungen vom Mittelwert	
				+ %	- %
B 1	1,6	0,2	1,46	9,9	8,4
		0,3	1,75	4,5	8,2
		0,4	2,01	5,4	7,9
		0,5	2,23	6,0	7,4
		0,6	2,44	6,1	7,6
		B 2	2,0	0,2	2,42
0,3	2,98			7,4	6,4
0,4	3,43			8,0	6,2
0,5	3,81			7,3	5,9
0,6	4,18			7,6	6,0
B 3	2,4			0,2	3,05
		0,3	3,72	7,1	6,4
		0,4	4,29	8,0	6,7
		0,5	4,76	5,7	6,6
		0,6	5,20	7,7	7,1
		B 5	3,2	0,2	4,72
0,3	5,80			4,0	6,6
0,4	6,72			4,1	5,8
0,5	7,53			5,8	6,0
0,6	8,33			4,1	6,0
B 8	4,0			0,2	5,74
		0,3	7,07	3,8	5,6
		0,4	8,21	3,6	6,6
		0,5	9,13	3,4	4,7
		0,6	9,99	3,4	5,7
		B 10	4,4	0,2	6,63
0,3	8,23			4,3	6,8
0,4	9,51			4,3	5,4
0,5	10,51			3,1	5,6
0,6	11,60			4,8	3,1

2.1.2. Nachtropfverhalten

Während der applikationstechnischen Untersuchungen wurden keine Nachtropfungen festgestellt. Die Beurteilung der Nachtropfsicherheit erfolgte im Standversuch, indem durch mehrmaliges Ein- und Ausschalten der Applikationsanlage die Dichtheit der gesamten Anlage und das exakte Schließen aller Düsen visuell geprüft wurden.

2.1.3. Brüherestmenge

Die Ermittlung der Brüherestmenge erfolgte in den Brüheaufwandmengen 10 und 100 l/ha in 2 Varianten der Brüherückführung.

A: Brüherückführung in den Behälter mittels eingebautem Krümmerrohr

B: Brüherückführung in den Behälter bei eingebauter Abdeckplatte

Die nach Volumenstromabriß im Applikationssystem verbleibende Brüherestmenge wurde ausgelitert. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

Brüherestmenge im Applikationssystem

Q	Variante	Druck	Brüherestmenge in Pumpe und Be- hälter	Applika- tionsbal- ken	Summe
l/ha		MPa	l	l	l
10	A	0,25	32	10,5	42,5
	B	0,25	46	10,5	56,5
100	A	0,35	31	10,5	41,5
	B	0,35	45	10,5	55,5

2.1.4. Rührwerksfunktion

Die Untersuchungen zur Rührwerksfunktion wurden für die beiden Systemvarianten der Brüherückförderung durchgeführt. Als Pflanzenschutzmittel wurde bercema-Zineb 90 (2,5 kg in 25 l) eingesetzt. Die Pflanzenschutzmittelproben wurden aus 3 verschiedenen Ebenen des Chemikalienbehälters jeweils nach unmittelbarer Befüllung und 5 minütiger Umwälzung im Chemikalienbehälter, sowie nach 40 minütiger Absetzzeit der Brühe und erneuter 5 minütiger Umwälzung mittels Windmühlenpumpe im Bodenlauf des Flugzeuges bei einer Propellerdrehzahl von 1800 min^{-1} gezogen.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3

Feststoffgehalt von Zineb 90 - Proben in Abhängigkeit von den Systemvarianten

Variante	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Ø Abweichung
	obere Be- hälterzone	mittlere Behälter- zone	untere Be- hälterzone	vom Sollwert
	%	%	%	%
A 1				
nach Behälter- füllung und Um- pumpzeit 5 min	8,9	8,95	9,0	10,5
A 2				
nach 40 minütiger Absetzzeit und Umpumpzeit 5 min	7,9	9,0	8,9	14,0
B 1				
nach Behälter- füllung und Um- pumpzeit 5 min	8,7	9,0	8,5	12,6
B 2				
nach 40 minütiger Absetzzeit und Umpumpzeit 5 min	8,6	9,0	9,0	11,3

2.1.5. Druckdynamik

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Druckauf- und Druckabbauzeiten für die Brüheaufwandmengen 10 und 100 l/ha und die beiden Systemvarianten der Brüherückführung dargestellt. Es ergeben sich für die einzelnen Varianten folgende Druckauf- und Druckabbauzeiten:

Tabelle 4

Druckauf- und Druckabbauzeiten für Q = 10 l/ha und 100 l/ha

Variante		Q = 10 l/ha	Q = 100 l/ha
		A	Druckaufbauzeit bis zum Nenndruck
	Druckabbauzeit	1,0 sec.	1,0 sec.
B	Druckaufbauzeit bis zum Nenndruck	0,5 sec.	0,4 sec.
	Druckabbauzeit	0,9 sec.	0,6 sec.

2.1.6. Tropfenspektren

In den Abbildungen 3 und 4 sind die Tropfenspektren der für die Düsenkonfigurationen der Brüheaufwandmengen 7 - 100 l/ha benötigten Düsen graphisch dargestellt. Die Spektren wurden in den für die Anwendungstechnologie relevanten Druckbereichen ermittelt. Es ergeben sich für die einzelnen Düsen folgende Charakteristika der Tropfenspektren:

Tabelle 5

Charakteristika der Tropfenspektren

Düse	Applikations- verfahren	Druck MPa	Temperatur °C	Luftfeuchte %	VMD ¹⁾ µm	volumetrischer Tropfenanteil		
						<50 µm %	50-250 µm %	>150 µm %
B 1	Sprühen	0,3	10	87	132	<7	90	-
B 2	Sprühen	0,2	14	85	148	<3	84	-
B 5	Sprühen	0,25	11	92	160	<2	79,5	-
B 8	Sprühen/Spritzen	0,3	14	80	230	<1	58	41
B10	Spritzen	0,25	14	80	255	<1	-	86

1) Mittelwert der volumetrischen Summenkurve

2.1.7. Querverteilungsverhalten

In den Abbildungen 5 - 11 sind für die Brüheaufwandmengen 7, 10, 25 und 50 l/ha im Sprühverfahren sowie 35, 50 und 100 l/ha im Spritzverfahren jeweils unter Geradwindbedingungen Verteilungsbilder dargestellt. Die Verteilungen resultieren aus optimierten Düsenkonfigurationen entsprechend den Vorgaben des Herstellers. Die Beurteilung der Verteilungsqualität wurde unter Zugrundelegung eines Variationskoeffizienten von $S\% = 25$ vorgenommen, der aus Bedeckungsgradmeßwerten bzw. Extinktionswerten über die absolute Arbeitsbreite im Meßstellenabstand von 1 m mittels gezieltem Statistikprogramm für das Beetflugverfahren berechnet wurde. Insgesamt werden 152 Querverteilungen in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 6

Obersicht der in die staatliche Prüfung einbezogenen Verteilungsvarianten

Brühe- aufwand- menge l/ha	AV ¹⁾	Summe d. Vertei- lungen	(Flugrichtung gegen Windrichtung)		
			Geradwind ± 10°	Linkswind 30-60°	Rechtswind 30-60°
7	ü	8	2	2	4
10	ü	22	7	7	8
25	ü	21	7	8	6
50	ü	18	6	11	1
35	i	27	6	6	15
50	i	21	4	6	11
100	i	35	9	16	10

1) Arbeitsverfahren ü - Sprühen; i - Spritzen

2.1.8. Düsenkonfigurationen

Abbildung 12 enthält eine graphische Gesamtübersicht der für die Brüheaufwandmengen 7 - 100 l/ha verwendeten Düsenkonfigurationen. In Verbindung mit diesen Konfigurationsvarianten gelten folgende anwendungstechnologischen Parameter:

Tabelle 7

Anwendungstechnologische Parameter

Q	AV ¹⁾	Düsen- typ	Düsen- anzahl	Druck	Volumen- durchsatz der Düsen	Arbeits- breite	Konfigurations- variante
l/ha				MPa	l/s	m	
7	ü	B 1	43	0,2	1,38	30	
10	ü	B 1	52	0,3	1,41	30	
12,5	ü	B 1	52	0,42	1,78	30	
25	ü	B 2	96	0,2	3,52	30	Düsenkonfi- gurationen sind aus
50	ü	B 5	96	0,2	7,05	30	
35	i-ü	B 8	52	0,2	4,96	30	Abbildung 11 zu entnehmen
50	i	B 10	52	0,22	5,90	25	
75	i-ü	B 8	96	0,19	8,85	25	
100	i	B 10	96	0,25	11,80	25	

1) Arbeitsverfahren ü - Sprühen; i - Spritzen

Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt für alle Arbeitsarten der Flüssigapplikation 170 km/h. Die Flughöhe ist differenziert anzusetzen:

- 5 m bei Feldkulturen
- 10 m über den Baumkronen bzw. Gerüsthöhe bei Obstkulturen, Hopfen und sonstigen Spezialbehandlungen

Die Düsenpositionierung hat unter Berücksichtigung folgender Anbaukriterien zu erfolgen:

- Anstellwinkel der Düse 15° nach vorn (in Flugrichtung)
- seitlicher Neigungswinkel 70° zum Applikationsbalken

2.2. Einsatzprüfung

Die Einsatzprüfung erfolgte im Jahr 1985 mit 11 PZL - M 18 A in verschiedenen ACZ-Bereichen des Bezirkes Neubrandenburg. Die erzielten Leistungen, der Umfang der Behandlungsfläche sowie die Summe der geleisteten Flugstunden aufgeschlüsselt nach den wichtigsten Brüheaufwandmengen sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8

Ergebnisse der Einsatzprüfung

Brüheaufwand- menge l/ha	Behandlungs- fläche ha	Flug- stunden Fh	Leistung ha/Fh
10	7659	62,4	112,7
25	70334	623,9	112,7
35	9742	115,2	84,6
50	45104	574,2	78,6

Die Ergebnisse wurden bei einer Chemikalienzuladung von 1250 kg pro Start erzielt.

Im Einsatzzeitraum traten an der Applikationsanlage folgende Mängel und Schäden auf:

- Die Behälterfüllstandsanzeige, ausgelegt als Sichtkontrolle am Schauglas, für Füllmengen < 1000 Liter erwies sich unter den Praxisbedingungen als unzureichend.
- An den Aluminiumrohrleitungen des Applikationssystems wurden während der einjährigen Einsatzprüfung starke Korrosionsschäden festgestellt.

3. Auswertung

3.1. Volumendurchsatz

Die Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Abweichungen des Volumendurchsatzes der Düsen werden annähernd erfüllt. Die maximale zulässige Toleranz beträgt $\pm 7,5\%$ bezogen auf den Mittelwert der gemessenen Düsendurchflussmengen.

Geringfügige Abweichungen von diesem Wert wurden bei den Düsen B 1, B 2 und B 3 festgestellt.

3.2. Nachtropfverhalten

Die agrotechnischen Forderungen für das Nachtropfverhalten der Düsen betragen $\leq 0,5$ Sekunden.

Während des Prüfungsablaufes konnte kein Nachtropfen der Düsen festgestellt werden.

3.3. Brüherestmenge

Die Brüherestmenge in der Originalanlage mit Brüherückfluß in den Chemikalienbehälter über ein eingebautes Krümmerrohr beträgt 42 Liter. Gegenüber diesem Wert erhöht sich die Brüherestmenge in der Variante mit eingebauter Abdeckplatte am Behälterboden um 14 Liter. Die relativ hohe Brüherestmenge ist auf die geometrisch ungünstige Gestaltung des Behälterauslaufes zurückzuführen.

3.4. Rührwerksfunktion

Die Überprüfung der Rührwerksfunktion unter Berücksichtigung der beiden Systemvarianten zur Brüherückführung in den Chemikalienbehälter erbrachte bessere Ergebnisse für die Variante mit eingebauter Abdeckplatte am Behälterboden. Die Durchmischung der PSM-Suspension nach längerer Absetzphase im Chemikalienbehälter ist in diesem Fall intensiver und besser. Die agrotechnischen Anforderungen hinsichtlich der Rührwerksfunktion werden von beiden Varianten erfüllt.

3.5. Druckdynamik

Die agrotechnischen Anforderungen an die Druckstabilität werden in allen Prüfvarianten erfüllt. Die Druckaufbauzeiten betragen $\leq 0,5$ Sekunden. Die Druckabbauzeiten schwanken zwischen 0,6 - 1,0 Sekunden. Die Einhaltung eines konstanten Arbeitsdruckes während des Applikationsvorganges ist gewährleistet.

3.6. Tropfenspektrum

Die agrotechnischen Anforderungen an das Tropfenspektrum der in den Brüheaufwandmengen 7 - 100 l/ha eingesetzten Düsen werden nur teilweise erfüllt.

Bei den Düsen B 1 und B 2 liegt der Tropfenfeinanteil $< 50 \mu\text{m}$ über den geforderten 2 Volumenprozent.

Die Düse B 8 kann nur bedingt als Spritzdüse klassiert werden, da nur 41 Volumenprozent des Tropfenspektrums in den Bereich $> 150 \mu\text{m}$ Tropfendurchmesser fallen.

Bei den Düsen B 5 und B 10 gibt es keine Beanstandungen.

3.7. Querverteilungsverhalten

Aus den Untersuchungen zum Querverteilungsverhalten lassen sich unter Berücksichtigung bestehender Qualitätsanforderungen für Agrarflugzeuge in der sozialistischen Landwirtschaft Arbeitsbreiten von 30 m für die Brüheaufwandmengen 7, 10, 25, 50 l/ha - Sprühen und 35 l/ha - Spritzen sowie von 25 m für die Brüheaufwandmengen 50, 75 und 100 l/ha - Spritzen ableiten.

Allgemein ist einzuschätzen, daß durch den starken Luftschraubenwirbel im Bereich der unteren Rumpfzone große Verteilungsungleichmäßigkeiten auftreten, die die Arbeitsbreite schmälern.

Die Messungen ergaben, daß Seitenwind von links einen stärkeren Einfluß auf die Verteilungsqualität hat als Seitenwind von rechts. Charakteristisch für die Verteilungsbilder ist eine ausgeprägte Zwei- und Mehrgipfligkeit sowie eine starke Zerklüftung der Querverteilung.

4. Beurteilung

Die Sprüh- und Spritzeinrichtung B 1-10 zum Agrarflugzeug PZL - M 18 A dient der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und Mitteln zur Steuerung biologischer Prozesse im Bräueaufwandmengenbereich von 7 bis 100 l/ha.

Die Applikationsanlage zeichnet sich durch eine gute Druckdynamik und eine zuverlässige Nachtropfsicherung aus.

Die Tropfenspektren entsprechen nicht in allen Parametern der ATF.

Die Füllstandsanzeige entspricht nicht den praktischen Anforderungen.

Das Aluminium-Rohrsystem und die Düsen sind nicht gegen alle verwendeten chemischen Mittel korrosionsbeständig. Von der Applikation sind deshalb Ammoniumnitrat-Harnstofflösung und Camposan auszuschließen.

Die Sprüh- und Spritzeinrichtung B 1-10 zum Agrarflugzeug PZL - M 18 A ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR "geeignet" und vom Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow anerkannt.

Potsdam-Börnim, den 29.7.1986

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez. i. V. Brandt

gez. Rump

Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow

gez. Müller

gez. Diezemann

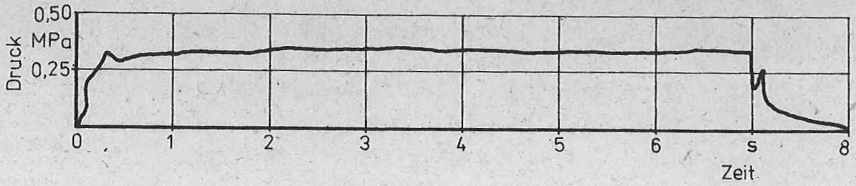
Dieser Bericht wurde bestätigt:

Berlin, den 03. April 1987

gez. Simon

Ministerium für Land-, Forst-
und Nahrungsgüterwirtschaft

Druckauf- und -abbauzeiten - Variante Rohr



Druckauf- und -abbauzeiten - Variante Abdeckplatte

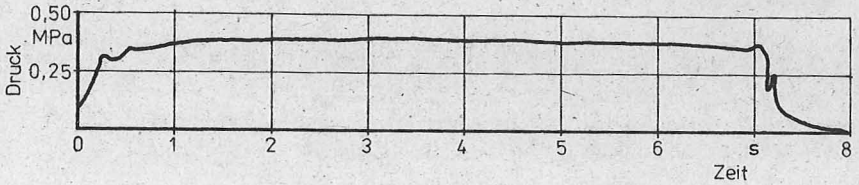
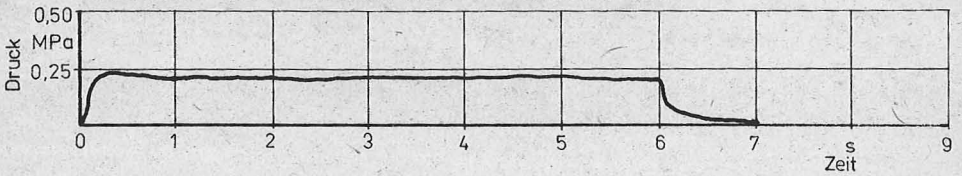


Abb.1: Druckdynamik der PZL-M 18A-10 l/ha

Druckauf- und -abbauzeiten - Variante Rohr



Druckauf- und -abbauzeiten - Variante Abdeckplatte

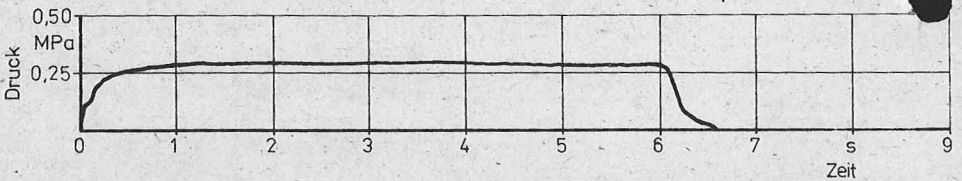


Abb.2: Druckdynamik der PZL-M 18 A - 100 l/ha

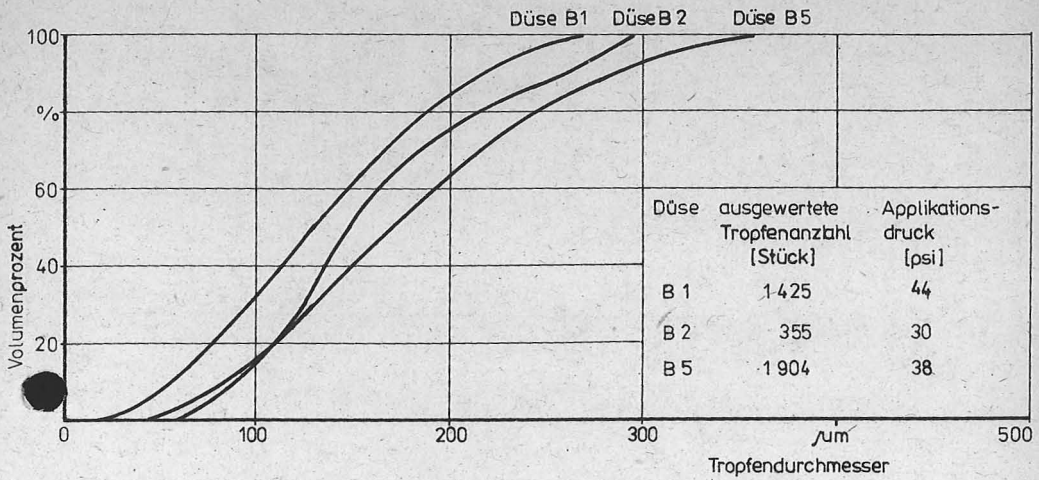


Abb.3: Tropfenspektrum der PZL-M 18 A

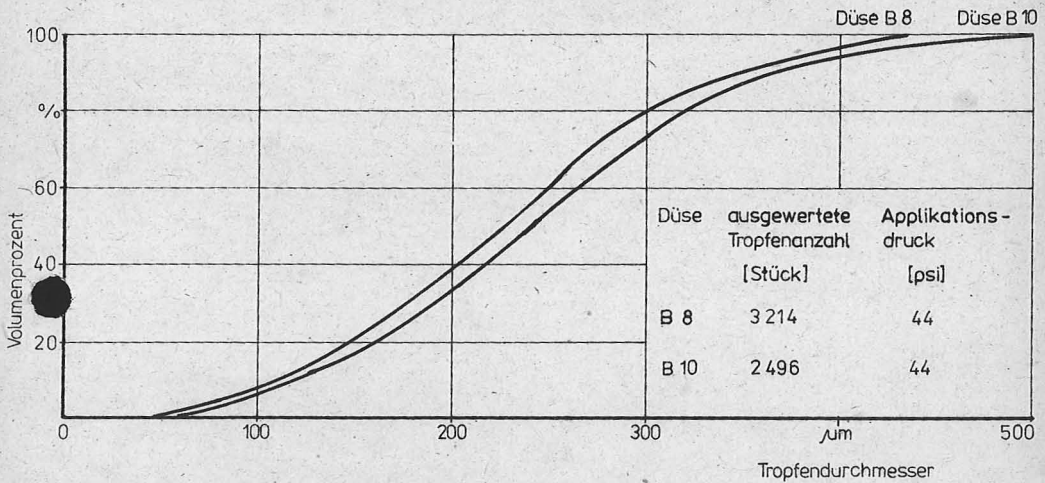


Abb.4: Tropfenspektrum der PZL-M 18

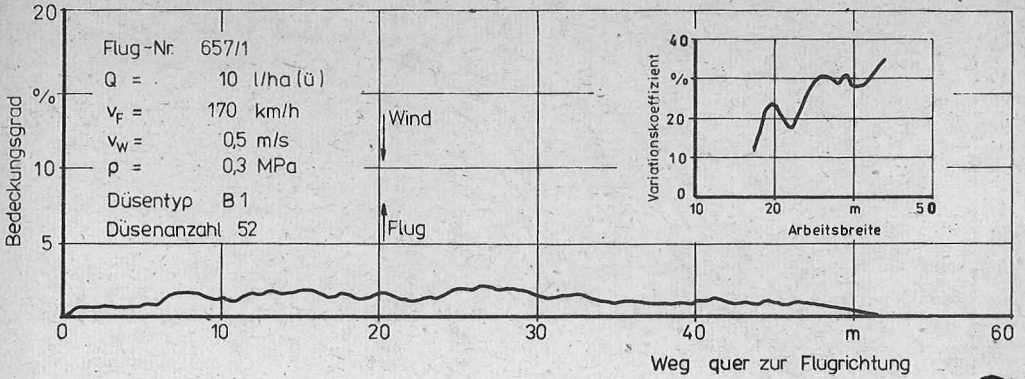


Abb.5: Querverteilung der PZL-M 18 A

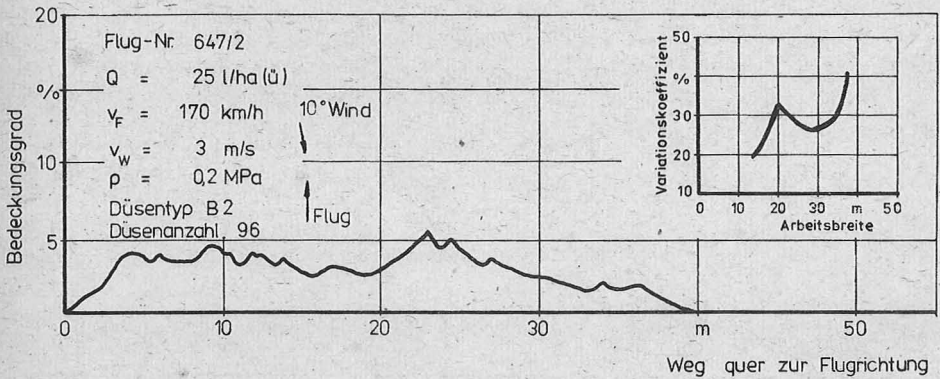


Abb.6: Querverteilung der PZL-M 18 A

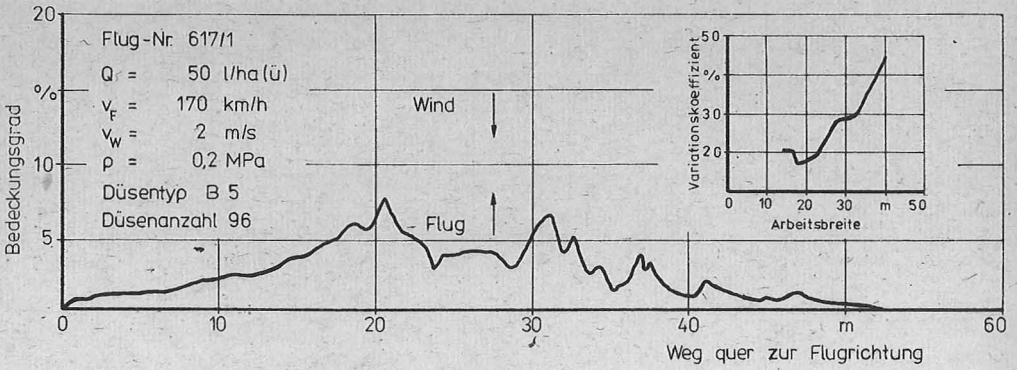


Abb. 7: Querverteilung der PZL - M 18 A

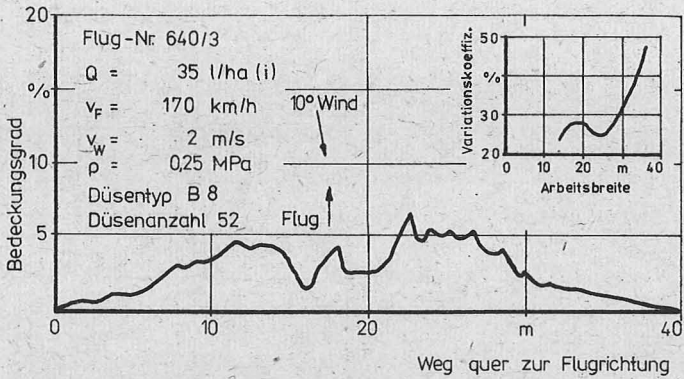


Abb. 8: Querverteilung PZL-M 18 A

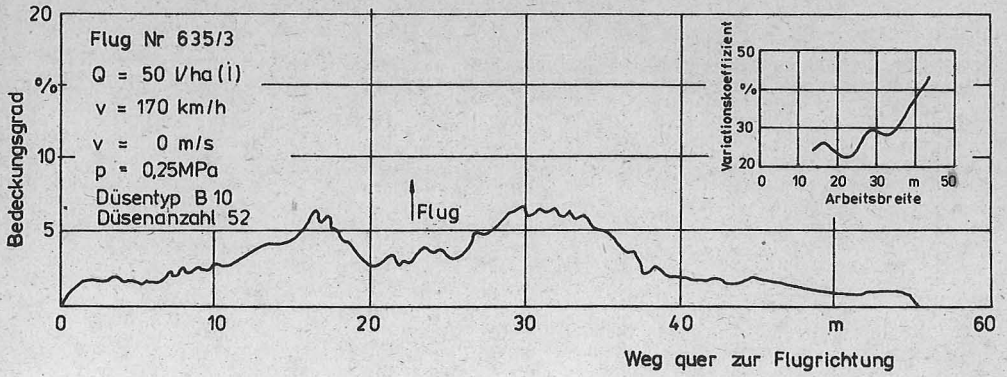


Abb 9: Querverteilung PZL- M 18A

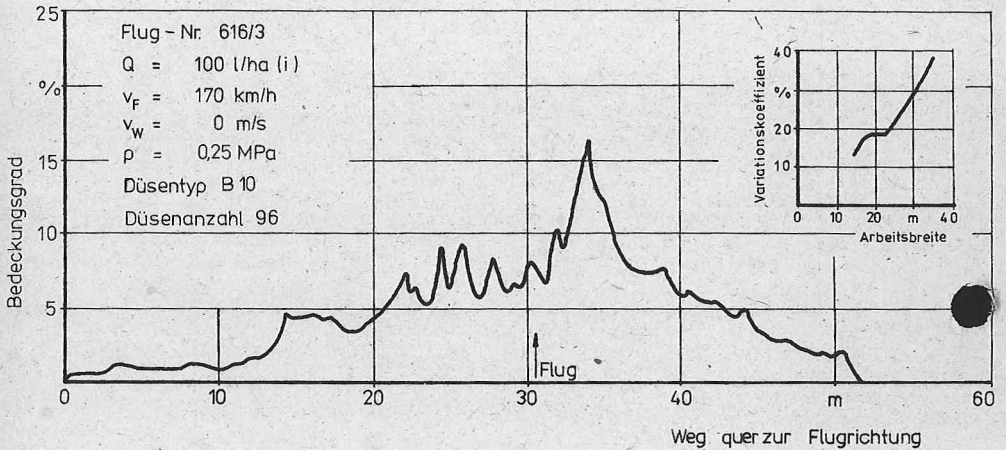


Abb.10: Querverteilung PZL - M 18 A

Flug-Nr. 4/86
 Q = 7 l/ha
 $v_F = 170$ km/h
 $v_w = 0$ m/s
 $p = 0,2$ MPa
 Düsentyp B 1
 Düsenanzahl 43

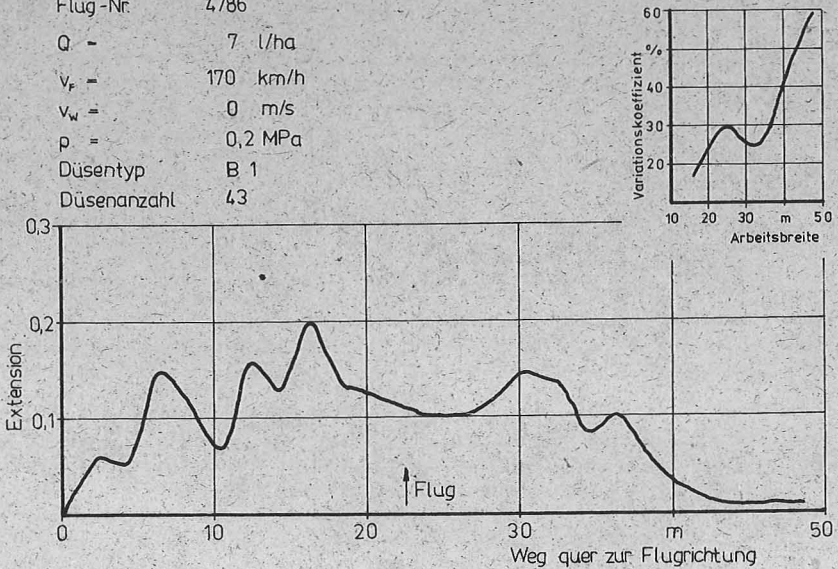
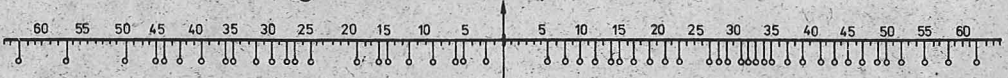


Abb. 11: Querverteilung PZL M-18

Konfiguration mit 52 geöffneten Düsenpositionen:



Konfiguration mit 96 geöffneten Düsenpositionen:



Konfiguration mit 43 geöffneten Düsenpositionen (Q = 7 l/ha):



Abb. 12: Konfiguration der PZL M-18 A

Bei Weiterverwendung der Prüfungsergebnisse ist die Quellenangabe erforderlich.

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

Druckgenehmigung: FG 039/33-38/87-1005

Printed in the Democratic Republic

Druckerei: Druckerei Märkische Volksstimme, I/16/01