

Beobachtungen an automatischen Futterverteilanlagen

F. Zihlmann, R. Frei

1. Einleitung

Mit der Verbreitung der Heubelüftung stieg auch die Nachfrage nach Futterverteilern. Eine gute Durchlüftung des Heustockes ist nur gewährleistet, wenn das Futter locker und gleichmässig aufgeschichtet ist. Mit den handgesteuerten Verteilern wurde dieses Ziel weitgehend erreicht. Der heutige Arbeitskräftemangel weckte das Bedürfnis nach der Automation der Futterverteilung beim Abladen. Es ist zu erwarten, dass mit der besseren Verteilung des Futters auch günstigere Ergebnisse bei der Heubelüftung erreicht werden.

Die ersten mehr oder weniger automatisierten Verteiler befriedigten nur für runde Futterstöcke und kamen daher praktisch nur für Heutürme und Heuberge in Frage. In letzter Zeit wurden Verteilanlagen entwickelt, die eine automatische Futterverteilung bei quadratischen und rechteckigen Futterstöcken ermöglichen.

2. Anforderungen an die Arbeitsqualität der Verteilung

2.1 Im Heustock

Aus belüftungstechnischen Gründen muss für die Heubelüftung das zu trocknende Halmgut in waagrecht Schichten gleichmässig hoch und möglichst locker eingebracht werden. Dabei soll es zu keinen örtlichen Verdichtungen kommen. Diese führen wegen der unzureichenden Durchlüftung des Heus meistens zu lokaler Schimmelbildung und deshalb zu einer erheblichen Qualitätseinbusse. Solche Verdichtungsstellen sind ausserdem die Ursache unerwünschter Wärmeherde im Heustock. Eine wirtschaftliche Unterdachrocknung ist nur möglich, wenn

- die Schichthöhe überall gleichmässig ist,
- keine lokalen Verdichtungen auftreten und
- keine Entmischung des Futters nach Feuchte und Struktur stattfindet.

2.2 Im Silo

Im Silo ist eine gute Verteilung wegen der grösser werdenden Gärfutterbehälter noch wichtiger. Besonders bei der Beschickung durch Gebläse kann die Futterentmischung eine ungleichmässige Verdichtung und damit verschlechterte Gärungsbedingungen zur Folge haben. Umstürzende Schüttkegel gefährden manchmal den ganzen Behälter und können später die Arbeit der Entnahmefräse sehr erschweren. Die Anforderungen an die Verteilarbeit wurden also trotz aller im Behälterbau erzielten Fortschritte keineswegs geringer. Zudem ist zu bedenken, dass auch dann, wenn genügend Arbeitskräfte vorhanden wären, diesen ein längerer Aufenthalt im Förderstrom von Hochleistungsgebläsen nicht zugemutet werden könnte. An die Futterverteilung im Silo sind folgende Anforderungen zu stellen:

- gleichmässige Verteilung im Behälter ohne Anhäufungen in den Randzonen oder in der Mitte,
- gleichmässiges Absetzen des Futters,
- keine Entmischung des Futters durch den Luftstrom oder andere Einflüsse.

3. Klassifikation der automatischen Futterverteilanlagen

Die automatische Futterverteilung ist bis heute nur bei jenen Systemen befriedigend gelöst, die pneumatisch fördern. Der Förderbandverteiler System «Edel» wird nicht mehr hergestellt. Bei allen Systemen ist der Verteiler oder der sogenannte Verteilerkopf entweder an ein festes Rohr, einen Rohrbogen oder ein Teleskoprohr angeschlossen.

Für eine Klassifikation sind Firmen-Bezeichnungen wie Schichtenverteiler, Heuverteiler, Siloverteiler, Teleskopverteiler, Grossflächenverteiler, Rundverteiler usw. nicht brauchbar.

Zweckmässiger ist eine Klassifikation nach dem Flächenbild. Wir unterscheiden daher

- Rechteckflächenverteiler und
- Kreisflächenverteiler.

Bei den **Rechteckflächenverteilern** sind mit wenigen Ausnahmen bei allen Fabrikaten eine Teleskoprohrleitung, welche die Längsverteilung übernimmt, und ein Verteilerkopf für die Querstreuung erforderlich. Diese Verteiler sind ohne Ausnahme für Welk- und Dürrfutterstöcke vorgesehen.

Sämtliche **Kreisflächenverteiler** sind an einem festen Rohr oder Rohrbogen befestigt. Die Drehachse des Verteilers ist vertikal und nicht horizontal wie bei den Rechteckflächenverteilern. Kreisflächenverteiler werden hauptsächlich für das Einfüllen von Silage eingesetzt. In gewissen Fällen kommen sie aber auch für Heustöcke mit runder und quadratischer Grundfläche in Frage.

Eine Ausnahme bilden die unter dem Namen «Flächenverteiler» (Raupenbogen, Raupenschwenkbogen) bekannten Verteiler, die sowohl als Rechteckflächenverteiler als auch als Kreisflächenverteiler eingesetzt werden. Sie können also vom gleichen Standort aus je nach Lage (horizontal oder vertikal) und Ausrüstung mit Rundlauf oder Wendeschalter eine rechteckige oder kreisförmige Fläche bestreichen.

4. Art und Funktion der Verteilorgane

4.1 Rechteckflächenverteiler

Je nach Gebäudeverhältnissen und benützter Förderanlage erforderte bisher der Verteilvorgang bis zu drei Arbeitskräfte. Heute versucht man durch die Automation der Steuerung des Verteilers auch diese Arbeitskräfte einzusparen. Dies wird mit folgenden Einrichtungen angestrebt:

4.1.1 Teleskoprohr mit Schwenkbogenverteilerkopf (Abb. 1)

Das Teleskoprohr ist an einer Laufschiene gleitend über dem Heustock aufgehängt und wird während des Verteilens mit Hilfe des Getriebemotors am Verteilerkopf aus- und eingefahren. Dabei bewegt sich der Laufwagen mit Verteilerkopf mit konstanter Geschwindigkeit zwischen den verstellbaren Endanschlägen der Laufschiene hin und her. Dadurch wird eine gleichmässige Längsverteilung gewährleistet. Der Verteilerkopf besteht aus einem 90°-Rohrbogen. Das Schwenken für die Querverteilung innerhalb des eingestellten Streuwinkels besorgt ein besonderer Getriebemotor. Der Schwenkbereich lässt sich durch verschiebbare Anschläge verstellen und somit der Stockhöhe und der erforderlichen Streubreite anpassen. Durch die kontinuierliche Längs- und Querbewegung des Verteilerkopfes über dem Heulager wird das Belüftungsgut in gleichmässigen Schichten abgelegt.

4.1.2 Teleskoprohr mit Haspelverteilerkopf (Abb. 2)

Die Querverteilung erfolgt hier durch das am Ende der Teleskoprohrleitung angebrachte gegenläufig rotierende Haspelpaar. Jeder Haspel wird durch einen eigenen 2 PS-Elektromotor angetrieben. Die Wurfbahn des Futters wird durch verstellbare, seitlich angebrachte Leitbleche der Stockbreite und Stockhöhe angepasst.

4.1.3 Teleskoprohr mit Wurfradverteilerkopf (Abb. 3)

Ein Wurfrad, dessen Drehzahl durch einen ferngesteuerten Variator verändert werden kann, besorgt die Verteilung des Futters in die Breite. Das Wurfrad wird durch einen 4 PS-Motor angetrieben. Die Regulierung der Streubreite erfolgt durch Veränderung der Motordrehzahl.

4.1.4 Raupenschwenkbogenverteiler (Abb. 4)

Er ist unter dem Namen «Flächenverteiler» bekannt. Im Gegensatz zu den anderen Rechteckflächenverteilern benötigt er keine Teleskoprohrleitung. Er wird horizontal am Ende der festen Rohrleitung montiert und führt zwei Bewegungen aus: die hin- und herschwenkende des Verteilerkopfes und eine beugende und streckende des Bogens, der aus ineinanderlaufenden Bogenstücken besteht. Die Streubreite lässt sich wie beim Schwenkbogenverteilerkopf durch verschiebbare Anschläge verstellen. Die Streutiefe kann durch eine gelochte und von einem Rasterrad angetriebene Steuerstange beliebig reguliert werden. Wenn es die Gebäudeverhältnisse erlauben, können diese Raupenschwenkbogenverteiler mit Vorteil in Verbindung mit fahrbaren Gebläsen verwendet werden. Das Gebläse mit Fahrgestell, die Rohrleitung und der Verteiler werden dann in einer fahrbaren Einheit vereinigt. Dadurch lassen sich sowohl an der Rohrleitung als auch an der Antriebsleistung für das Gebläse erhebliche Einsparungen erzielen.

4.2 Kreisflächenverteiler

Die Mehrheit der Verteilerfabrikate benützt den Gebläseluftstrom direkt oder indirekt zur Verteilung des Futters. Die Unterschiede ihrer technischen Anwendungen sind sehr gering.

4.2.1 Streukorb mit Luftantrieb (Abb. 5)

Der Luftstrom setzt einen Streukorb mit aerodynamisch geformten Schaufeln in eine taumelförmige Kreisbewegung. Der Streuwinkel lässt sich durch einen einfachen Stellring einstellen und damit dem Behälterdurchmesser und dem Füllungsgrad anpassen.

4.2.2 Streukorb mit Elektroantrieb (Abb. 6)

Der Streukorb hat die Form eines stark konischen Rohrstückes, dessen Austrittsöffnung kleiner als die Eintrittsöffnung ist. Der Antrieb seiner Taumelbewegung erfolgt durch einen Elektromotor. Der Streuradius kann mit zwei Stellschrauben verändert werden.

4.2.3 Leitblech mit Luftantrieb (Abb. 7)

Der Gebläseluftstrom treibt zwei beim Rohraustritt angebrachte Propeller, welche ihrerseits die Antriebskraft für die horizontale Drehbewegung und die Verstellung des Leitbleches liefern. Für jede Behältergrösse wird eine besondere Steuerkurve angewendet. Die Feinregulierung der Anpassung an den Füllungsgrad des Behälters erfolgt mit einer kleinen Handkurbel.

Abb. 1:
 1 Laufschiene
 2 Teleskoprohr
 3 Schwenkbogen

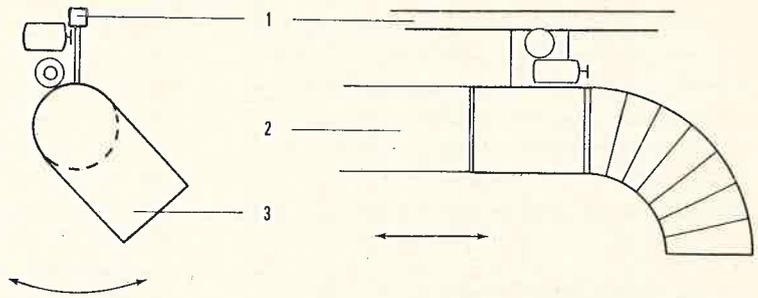


Abb. 2:
 1 Laufschiene
 2 Teleskoprohr
 3 Leitblech
 4 Haspel

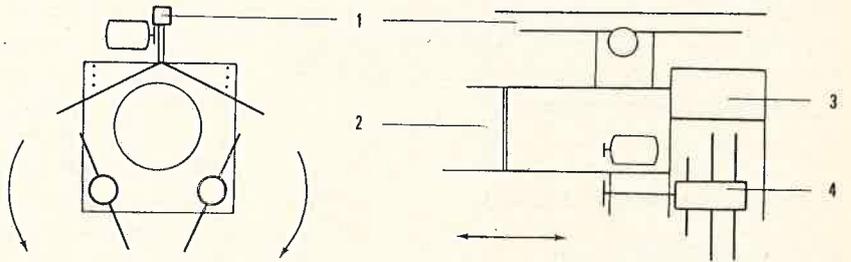


Abb. 3:
 1 Laufschiene
 2 Teleskoprohr
 3 Wurfrad

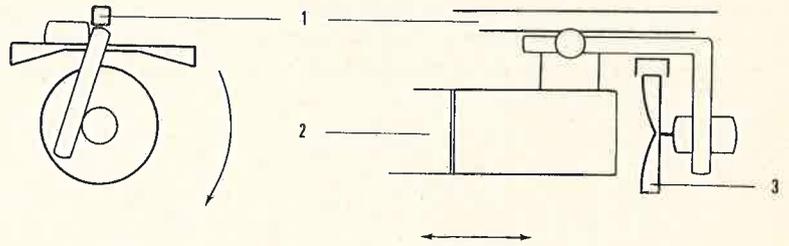


Abb. 4:
 1 Steuerstange
 2 feste Rohrleitung
 3 Raupenschwenkbogen
 4 Wendescharter
 5 Anschlag

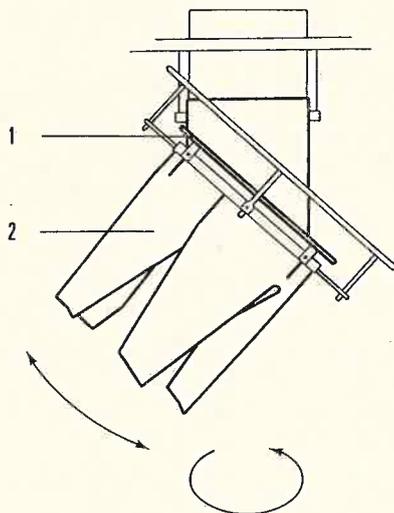
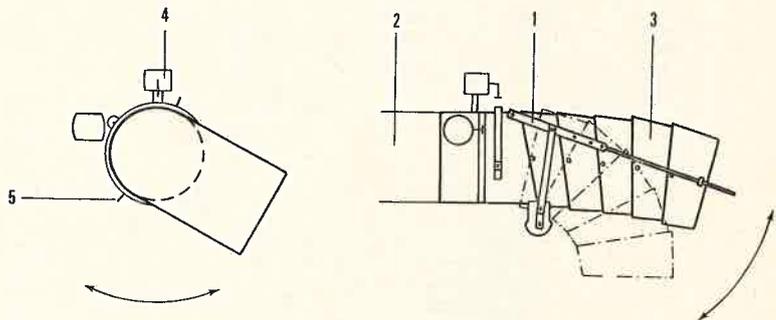
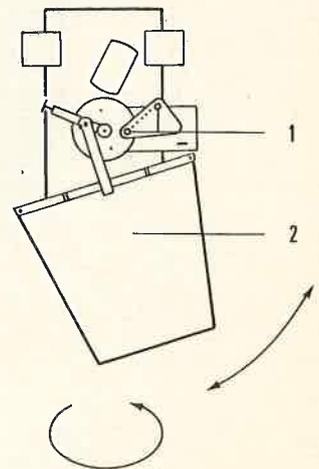


Abb. 5:
 1 Stellring
 2 Streukorb

Abb. 6:
 1 Stellschraube
 2 Streukorb



4.2.4 Leitblech mit Elektroantrieb (Abb. 8)

Die Drehbewegung und die Verstellung des Leitbleches erfolgen durch einen Elektromotor. Das Leitblech besteht aus einem Hauptblech, dem mit einer Handspindel die gewünschte Lage gegeben wird, und einem angesetzten beweglichen Teil, der über ein Gestänge und ein Rastenrad bei jeder Umdrehung eine kleine Abstreuwinkelveränderung vornimmt.

4.2.5 Raupenbogen mit Elektroantrieb (Abb. 9)

Das Prinzip ist ähnlich wie beim Raupenschwenkbogenverteiler. Allerdings ist der Verteiler in der vertikalen Lage montiert und dreht sich rund. Bei einem der Fabrikate wird der Streuradius durch einen Elektrokontaktgeber begrenzt.

30 m bestreichen. An der oberen Grenze der Stockbreiten und -längen steigen die Anforderungen an die Gebläseleistung beträchtlich. Die Antriebsleistung der entsprechenden Motoren variiert von 10 bis 25 PS je nach Grösse der Anlage, wenn auch Futter mit 45% Feuchtigkeit einwandfrei verteilt werden soll.

Vom Gebläse her gesehen ist eine Förderleitung mit 400 oder 500 mm \varnothing günstig. Unter Umständen ist ein konisches Uebergangsstück zwischen der Förderleitung und dem ersten Teleskoprohr einzufügen. Da eine Verlängerung der Teleskopleitung eine entsprechende Querschnittserweiterung bedingt, muss durch den Einsatz eines konischen Rohrstückes die Lichtweite des Leitungsendes derjenigen des Verteilerkopfes angepasst werden. Durch diese Erweiterung entsteht zwangsläufig eine Reduktion der Luft- und Futtergeschwindigkeit im Teleskoprohr, die im Uebergangskonus wieder erhöht wird. Bei ungenügender Antriebsleistung treten daher beim Schwenkbogenverteiler schlechte Wurfwirkung und Verstopfungen auf. Die gleiche Verstopfungsgefahr besteht auch beim Wurfrad und Haspelverteiler. An dieser Stelle muss betont werden, dass aufgrund von Messungen der FAT durch eine gleichmässige

5. Praktische Beobachtungen

5.1 Rechteckflächenverteiler

Vom System her unterscheiden wir Verteiler an einer Teleskoprohrleitung und Raupenschwenkbogenverteiler. Mit den Teleskopanlagen lassen sich Stockbreiten von 3 bis 16 m und Stocklängen von 6 bis

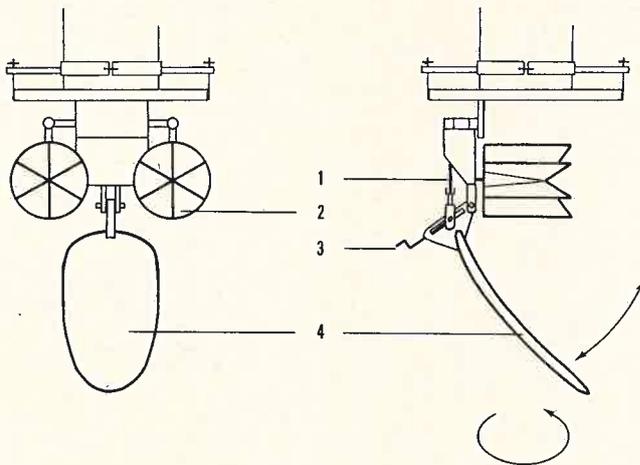
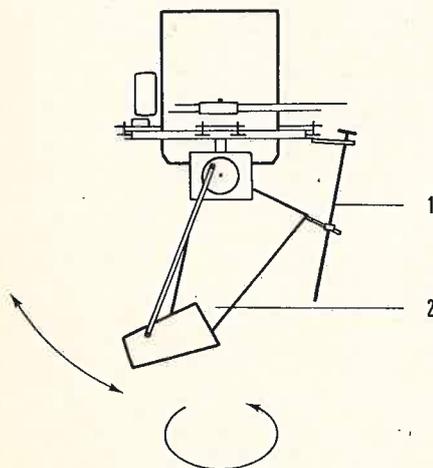
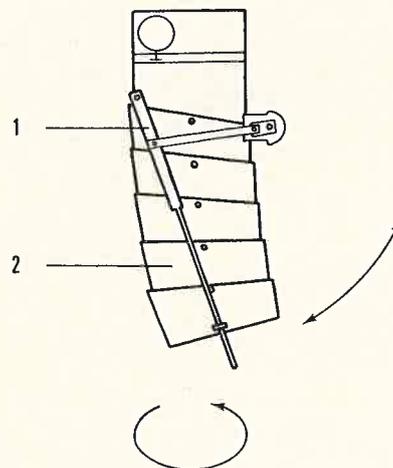


Abb. 7:
1 Steuerkurve
2 Propeller
3 Handkurbel
4 Leitblech



◀ Abb. 8:
1 Handspindel
2 Leitblech

▶ Abb. 9:
1 Steuerstange
2 Raupenbogen



Beschickung eine enorme Verbesserung der Abladeleistung und eine gleichmässige Stockoberfläche erzielt werden können.

Bezüglich Verteilerkopf ist zu bemerken, dass eine befriedigende Querverteilung bei Haspel- und bei Wurfradverteiltern wohl gewährleistet ist, aber Art und Zustand des Futters stets einen Einfluss ausüben. Zu beachten ist die wesentlich grössere Leistungsaufnahme der Haspel- und Wurfradverteiler: sie erreicht zirka 3 kW. Die Ansicht, dass diese Leistung beim Gebläse eingespart werde, wurde nicht nachgeprüft.

Um Verdichtungen im Bereich unterhalb des Verteilers zu vermeiden, empfiehlt es sich, beim Schwenkbogenverteiler einen Abstand von 2 m zwischen Stockoberfläche und Auswurf einzuhalten. Bei Haspel- und Wurfradverteiltern darf der Abstand ohne weiteres 1 m betragen. Dadurch kann aber die Stockhöhe nicht unbedingt besser ausgenützt werden, weil solche Verteiler wegen der Dachneigung tiefer als Schwenkbogenverteiler gehängt werden müssen, damit das Futter nicht gegen das Dach geworfen wird.

Solange die Fernsteuerung einer Anlage zirka Fr. 1500.— kostet, bleibt diese Mehrinvestition fragwürdig, dies umso mehr, wenn die Steuerung in der Nähe des Fördergebläses im normalen Schaltkasten eingebaut wird. Wenn eine Fernsteuerung in Frage kommt, sollte sie sich unbedingt an dem Ort

befinden, von dem aus der Verteiler überwacht werden kann.

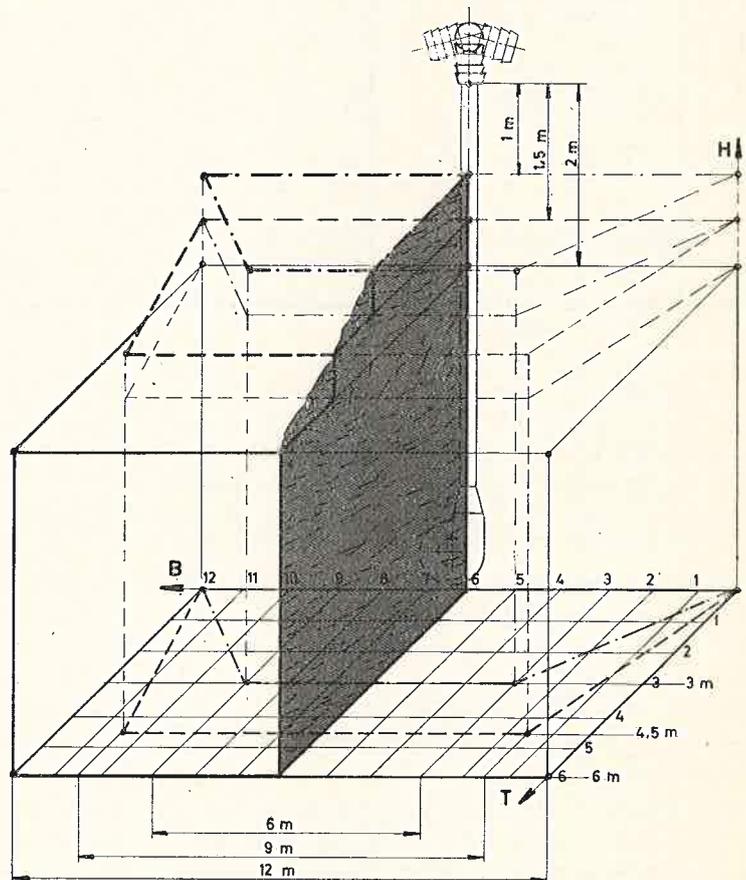
Mit dem Raupenschwenkbogenverteiler können vom gleichen Standort aus höchstens eine Streutiefe von 7 m und eine Streubreite von 12 m erreicht werden. Dabei darf der Abstand des Auswurfes über dem Futterstock nicht kleiner als 2 m sein, wenn die erwähnte maximale Fläche noch einwandfrei bestreut werden soll (Abb. 10). Bei diesem System arbeitet man in der Regel mit einer kurzen Beschickungsleitung. Die Antriebsleistung kann infolgedessen relativ bescheiden sein: 10 bis 15 PS.

Auf einem fahrbaren Gebläse montiert können solche Verteiler einer Hocheinfahrt oder einem erdlastigen Futterstock entlang verschoben werden. Dadurch kann die Streufläche stark vergrössert werden. Die Förderleitung sollte nicht länger als 4 m sein, weil sonst die Beweglichkeit und Stabilität abnehmen.

Eine andere, ebenfalls preisgünstige Lösung besteht in der Montage des Verteilers an eine Teleskopanlage mit Laufwagen. Damit kann der Verteiler durch ein Handseil von Streufläche zu Streufläche gezogen werden.

Bei allen Rechteckflächenverteiltern ist eine sorgfältige Ueberwachung und ein gelegentliches Regulieren von Hand, besonders beim Fördern von Belüftungsheu unerlässlich, zumal dieser Aufwand im Vergleich zur Arbeitseinsparung sehr klein ist. Das

Abb. 10:
Streufläche des Raupenschwenkbogenverteilers in Abhängigkeit vom Abstand des Verteilers über dem Futterstock.
(Foto Firma Wild, Untereggen)



Typentabelle Rechteckflächenverteiler

Nr.	Fabrikat		System		Verteilerkopf			
	Hersteller Importiert durch	Typ	Ha = Haspel Sb = Schwenk- bogen Wr = Wurfrad Rs = Raupen- schwenk- bogen	Teleskop- leitung erforderlich ja / nein	Gewicht	Abmessungen Länge/ Breite/ Höhe	Lichtmass (\emptyset innen)	Nennleistung Motor für Querstreue- ung oder Schwenkbe- wegung
	1	2	3	4	5 kp	6 cm	7 mm	8 kW
1	Gutknecht + Heller Ellikon a.d. Thur, TG	TORNADO 400	Wr	ja	180	110/150/115	350 od. 475	3,00
2	Grimm, Hinwil, ZH	GFV 400 GFV 500	Sb Sb	ja ja	77 77	130/140/127 136/140/138	500 560	0,18 0,18
3	Güttinger, Hinwil, ZH	TEV 400 TEV 500	Rs Rs	nein nein	55 60	100/150/130 100/150/130	400 500	0,18 0,18
4	Lanker, St.Gallen, SG	Lanker Fegu 400 Lanker Fegu 500	Sb Sb	ja ja	66 66	138/127/145 138/127/145	470 520	0,25 0,25
5	Fegu, Remscheid (D) Lanker, St.Gallen u.a.	Fegu 400 Fegu 500	Rs Rs	nein nein	53 60	126/126/60 132/140/65	400 500	0,18 0,18
6	Neuero, Melle (D) Müller, Bättwil, SO	QL 380	Sb	ja	75	121/134/130	450	0,09
7	Stabag, Balzers (FL)	System Fegu	Sb	ja	63	135/120/135	470 od. 520	0,25
8	Wängi, Wängi, TG	KRS 74 SKS 74	Ha Sb	ja ja	265 45	240/200/120 130/120/120	450 450	2 x 1,5 0,18
9	Wild, Untereggen, SG	GFV 400 GFV 450	Sb Sb	ja ja	84 84	132/148/127 132/148/127	475 475	0,09 0,09
10	Wild, Untereggen, SG	Turbo 400 Turbo 450	Wr Wr	ja ja	146 146	108/160/102 108/160/102	475 475	3,00 3,00
11	Wild, Untereggen, SG	90/180° 400 90/180° 500	Rs Rs	nein nein	66 74	128/100/86 128/100/86	400 500	0,09 0,09

Fussnoten:

- 1) Schlepplleitung montiert und verdrahtet bis zum Abzweigkasten beim Steigbogen
- 2) Mehrpreis für ferngesteuerte Ausführung Fr. 1'200.-
- 3) Mehrpreis für ferngesteuerte Ausführung Fr. 900.-
- 4) Schalt-/Steuerkasten bis zum Verteiler fertig verdrahtet und montiert.
Das Kabel wird je nach Länge extra verrechnet.

Betreten des Belüftungsstockes verlangt aber eine gewisse Vorsicht, wenn Verdichtungen vermieden werden sollen.

Es ist vorteilhaft, vor dem Einbau einer Anlage vom Verkäufer eine **ausführliche** und den **vorhandenen Gebäuden entsprechende Offerte** ausstellen zu lassen und exakt zu überprüfen.

5.2 Kreisflächenverteiler

Je nach System erreichen die Verteiler einen Streuradius bis 4 m im Silo und bis 6 m auf dem Heustock. Die Wurfweite wird von mehreren Variablen wie Gebläseleistung, Feuchtegehalt und Schnittlänge des Futters beeinflusst. Um das Funktionieren der pneumatisch angetriebenen Verteiler zu ermöglichen,

Nennleistung Motor für Längsbe- wegung	Teleskoprohrleitung		Längsverteilung		Querverteilung				Preis	
	Streu- längen	Einbau- längen	Vorschub- geschwin- digkeit	Streutiefe	Streu- breite von - bis	Verstellung Hd = von Hand HV = von Hand mit Ver- länge- rung FS = Fern- steue- rung	Begrenzung durch A = Anschlag V = Variator L = Leitblech E = Elektro- nik	Drehzahl von Hassel oder Wurfrad	Verteiler mit Teleskopleitung Kabelaufhängung Schaltkasten Montagemate- rial ohne mech. u. elektr. Mon- tage, ohne Schleppleitung	Verteiler ohne Mon- tagemate- rial, ohne mech. u. elektr. Montage u. Kabel
	Min./Max. m	Min./Max. m	m/min	m	m		U/min	Sommer 1973 Min./Max. Fr.		
kW	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0,09	5,6/30,0	4,5/5,0	1,22	-	5 - 16	FS	V	50-650	4'900.-/9'800.-	
0,18	8,8/30,8	4,2/4,7	1,36	-	3 - 14	Hd	A	-	4'760.-/8'980.- ²⁾	
0,18	8,8/30,8	4,3/4,8	1,36	-	3 - 14	Hd	A	-	4'950.-/9'550.- ²⁾	
-	-	-	-	7	3 - 12	Fs	E	-	-	2'800.- ²⁾
-	-	-	-	7	3 - 12	Fs	E	-	-	2'800.- ²⁾
0,25	11,0/30,0	5,0/5,5	1,50	-	3 - 14	Hd	A	-	5'750.-/9'450.- ²⁾	
0,25	11,0/30,0	5,0/5,5	1,50	-	3 - 14	Hd	A	-	5'850.-/9'750.- ²⁾	
-	-	-	-	7	3 - 12	Hd	A	-	-	1'750.-
-	-	-	-	7	3 - 12	Hd	A	-	-	1'800.-
0,18	9,5/30,3	5,1/5,7	0,92	-	3 - 14	HV	A	-	5'120.-/8'600.- ²⁾	
0,25	11,2/32,8	4,9/5,7	1,50	-	3 - 14	Hd	A	-	5'800.-/9'650.- ²⁾	
0,37	6,0/30,0	3,5/4,5	1,80	-	5 - 16	Hd	L	~475	6'490.-/10'450.-	
0,37	6,0/30,8	4,3/5,5	1,80	-	3 - 14	Hd	A	-	4'690.-/8'650.-	
0,09	5,6/35,0	4,5/5,2	0,43	-	3 - 14	HV, FS	A, E	-	3'890.-/9'600.- ²⁾	
0,09	5,6/25,2	4,5/5,0	0,43	-	3 - 14	HV, FS	A, E	-	4'180.-/8'200.- ²⁾	
0,09	5,6/35,0	4,5/5,2	0,43	-	5 - 16	HV, FS	V	90-700	3'890.-/9'600.- ²⁾	
0,09	5,6/25,2	4,5/5,0	0,43	-	5 - 16	HV, FS	V	90-700	4'180.-/8'200.- ²⁾	
-	-	-	-	6	3 - 12	Hd	A	-	-	1'600.-
-	-	-	-	6	3 - 12	Hd	A	-	-	1'800.-

ist eine bestimmte Luftleistung erforderlich. Beim Kauf sind deshalb die Wahl des Fördergebläses und die Garantie für einwandfreies Funktionieren sehr wichtig.

Beim Einsatz der Verteiler im Silo ist darauf zu achten, dass zirka 1/2 m vor dem Verteiler eine Regulierklappe im Rohrbogen eingebaut wird. Ihre Aufgabe besteht darin, das Futter in die Mitte des Verteilers zu führen, um eine gleichmässige Futteroberfläche zu erzielen. Je nach Höhe des Silos ist die Wurfwerte des Verteilers 2, 3 oder 4mal während des Auffüllens nachzustellen. Eine einwandfreie Verteilung bis an die Silowand ist möglich, solange der Abstand zwischen Verteiler und Futter mindestens 1 bis 2 m beträgt. Andernfalls bildet sich rasch ein Futterkegel, der den Verteiler verstopft.

Bei den Verteilern mit Elektromotor leistet in solchen

Fällen ein Motorschutzschalter wertvolle Dienste. Da der Verteiler selbst 1 m in den Silo hineinragt, bereitet das Einfüllen der letzten 2 bis 3 m Schwierigkeiten. Diese können behoben werden durch:

- Wegnehmen des Verteilers und Verteilen von Hand,
- Anheben des Verteilers bis zur Kante der Einfüllluke,
- erhöhte Montage des Verteilers bei oben ganz offenem Silo.

Bei diesen Massnahmen wird aber auch Futter weggeblasen. Es wird vorläufig nur ein Fabrikat mit einem speziellen Traggestell geliefert, die ändern müssen auf Holzbalken oder 1-Zoll-Rohrstücken selbst montiert und abgestützt werden.

Bei allen Verteilern ist eine minimale Luftleistung erforderlich, um eine störungsfreie Arbeit zu gewähr-

Typentabelle Kreisflächenverteiler

Nr.	Fabrikat		System	Verteilerkopf				Verteilung			Preis		
	Hersteller, Importiert durch	Typ		Einsatz- im	Gewicht	Abmes- sungen	Licht- mess (Ø innen)	Nenn- leistung Antriebs- motor	Umdrehun- gen (ohne Futter)	Streu- radius von-bis	Verteilung des Streuradius durch	Verteiler mit Mo- torschutzschalter ohne mech. u. elektr. Montage u. Kabel, ohne Traggestell	Verteiler ohne Traggestell und Montage
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				S = Silo H = Heu- stock	kg	cm	mm	kW	U/min	m		Fr.	Fr.
1	Aebi, Burgdorf, BE	AEROMATIC 250 AEROMATIC 310 AEROMATIC 380 AEROMATIC 400	SKL=Streu- korb m. Luft- antrieb SKE=Streu- korb m. Elek- troantrieb LbL=Leitblech m. Luft- antrieb LbE=Leitblech m. Elek- troantrieb RbE=Raupenbogen m. Elektroantrieb	S S S S	13 17 27 27	80/68 96/78 120/97 120/97	250 310 380 400	- - - -	60-80 60-80 60-80 60-80	0-2,0 0-2,5 0-2,5 0-2,5	Sr Sr Sr Sr	- - - -	385.- 1) 455.- 1) 525.- 1) 510.- 1)
2	Güttinger, Hirwil, ZH	TEV 400 TEV 500	RbE RbE	H H	55 60	75/100 75/100	400 500	0,18 0,18	2,3 2,3	0-6,0 0-6,0	Ek Ek	2'800.- 2) 2'800.- 2)	- -
3	Neuro, Melle (D) Müller, Bättwil, SO	MV 380	SKE	S	65	100/120	380	0,12	19,0	0-3,0	Ss	1'690.-	-
4	Weichel, Heiningen (D) Müller, Bättwil, SO	HEINI 310 HEINI 380	LbL LbL	S, H S, H	21 22	84/104 91/117	310 380	- -	1,0 1,0	0-2,5/0-4 0-2,5/0-4	Sk, Hs Sk, Hs	- -	1'030.- 1'030.-
5	Bavendiek, Serring über Saarburg (D) Müller, Hettlingen, ZH	BV 310 BV 380	LbE	S	25	130/115	310 380	0,07	8,0	0-2,5	Hs	1'250.-	-
6	Wiid, Untereggen, SG	90/360° 400 90/360° 500	RbE RbE	S, H H	66 74	100/128 100/128	400 500	0,09 0,09	1,1 1,1	0-4/0-6,0 0-6,0	St St	1'450.- 1'600.-	- -

1) Traggestell erhältlich zu Fr. 155.-

2) kein Motorschutzschalter; Schalt-/Steuerkasten bis und mit Verteiler fertig verdrahtet und montiert. Das Kabel wird je nach Länge extra verrechnet.

leisten. Verteiler mit einem zu starken Luftstrom haben die Tendenz, das Futter zu entmischen und es aus dem Behälter zu blasen. Bei allen Verteilern ist der Funktionsraum relativ gross. Der Silobehälter kann im besten Fall nur bis 1,5 m unterhalb des Silorandes aufgefüllt werden. Bei sorgfältiger Ueberwachung sind diese Verteiler aber doch eine wertvolle Hilfe.

6. Verfahrenskostenvergleich

6.1 Futterverteilung auf dem Heustock

Es wurden die Kosten folgender Verfahren berechnet:

- a 1 – a 5 = Teleskopanlage mit Schwenkbogenverteiler (ausgewähltes Beispiel)
- b = Raupenschwenkbogenverteiler mit festem Standort
- c = Raupenschwenkbogenverteiler an Teleskopanlage
- d = Raupenschwenkbogenverteiler auf fahrbarem Gebläse
- e = Handverteiler mit Seilsteuerung (nicht automatische Verteilung als Vergleich)

In der Berechnung sind sämtliche Kostenelemente wie Montage, elektrische Installation, Einbau des Tragbalkens bei Teleskopanlagen usw. enthalten. Die Beschickungsleitung zwischen Gebläse und Steigbogen wurde weggelassen.

Tabelle 1:
Kostendaten für den Verfahrenvergleich bei Dürrfutter

Anlage	Streulänge m	Anschaffungs- kosten Fr.	Grundkosten Fr.	Gebrauchs- kosten Rp/q TS
a 1	9,5	6 110.—	840.—	20
a 2	15,2	7 295.—	1004.—	20
a 3	19,0	8 100.—	1114.—	20
a 4	24,6	9 190.—	1265.—	20
a 5	30,3	10 360.—	1425.—	20
b	7	2 250.—	309.—	10
c	14	4 500.—	619.—	14
d	30	3 100.—	427.—	10
e	10	1 105.—	152.—	7

Abb. 11 zeigt, dass die Gesamtkosten je nach Verfahren zwischen zirka Fr. 4.—/q TS bei einer Auslastung von 200 q und Fr. —.60/q TS bei 1000 q schwanken.

Es sei speziell darauf verwiesen, dass für den Bereich des stark degressiven Kostenverlaufes der Teleskopanlagen Alternativlösungen vorhanden sind. Die Kostenunterschiede sind so gross, dass es sich bei der Wahl des Systems lohnt, den Kostenfaktor entsprechend zu berücksichtigen. Ebenfalls übt die Ausnützung der Stockhöhe und Stockbreite einen wesentlichen Einfluss auf die Kostenhöhe aus.

6.2 Futterverteilung im Silo

Für die Berechnung der Kosten wurde folgende Ausrüstung zugrunde gelegt:

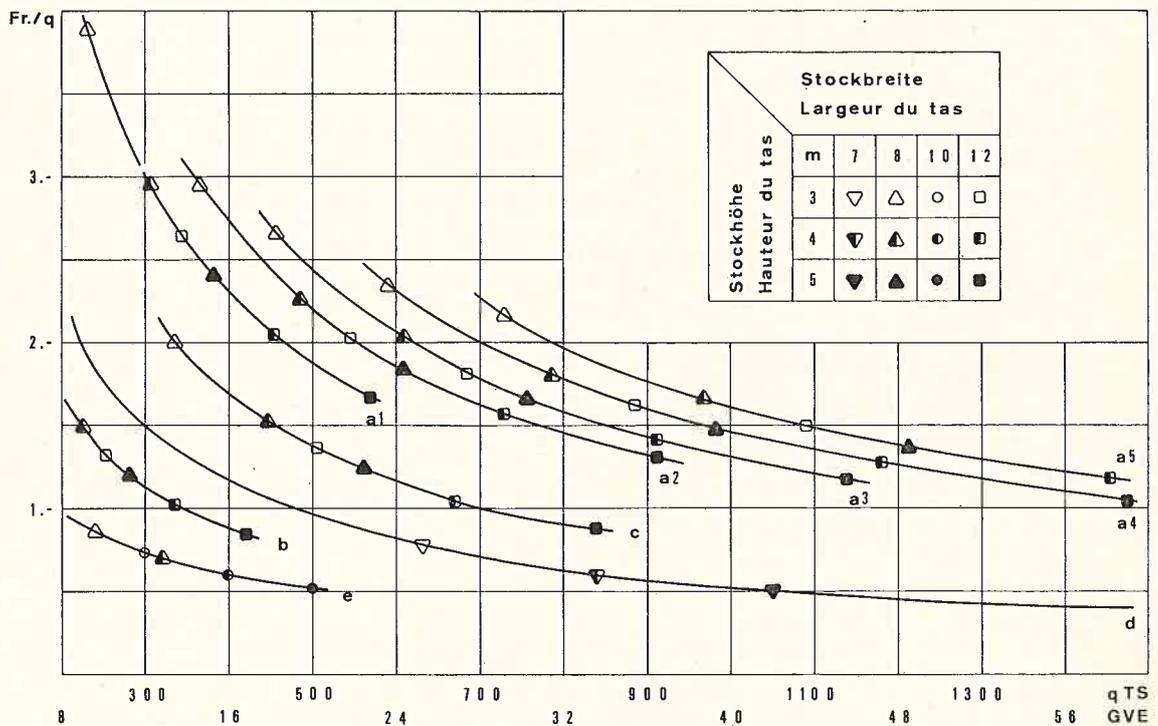


Abb. 11: Gesamtkosten je q verteiltes Futter auf dem Heustock.

Verteiler \varnothing 400 mm, Traggestell, ein Einschieberohr, ein 90°-Rohrbogen Radius 1 m, mit oder ohne Regulierklappe und 10 m Kabel mit Stecker.

Es wurden drei Systeme durchgerechnet:

- a) Streukorb mit Luftantrieb
- b) Leitblech mit Luftantrieb
- c) Leitblech mit Elektroantrieb

Es wurden keine Montagekosten berücksichtigt, weil der Verteiler in der Regel selbst an- und abgebaut wird. Die entsprechenden Kosten sind in der Wartung inbegriffen.

Tabelle 2:
Kostendaten für Verfahrensvergleich bei Silofutter

Kostenarten	Anlagen		
	a	b	c
Anschaffungskosten	Fr. 855.-	1289.-	1562.-
Grundkosten	Fr. 118.-	178.-	215.-
Gebrauchskosten Rp./q TS	10,6	14,8	17,4

Die Gesamtkosten (Abb. 12) der drei Systeme bewegen sich somit zwischen Fr. $-.23/q$ TS (bei einer Auslastung von 1000 q TS/Jahr) und Fr. $1.25/q$ TS (bei einer Auslastung von 200 q TS/Jahr).

Obwohl die Futterverteilung im Silo wesentlich billiger als im Heustock ist, sind der Wahl des Verteilers und der möglichen Auslastung trotzdem die nötige Beachtung zu schenken.

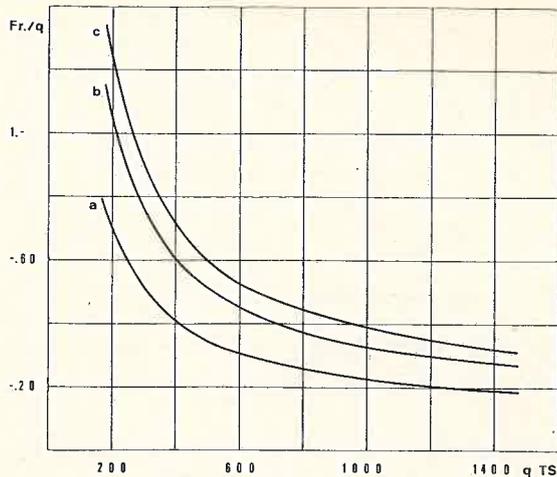


Abb. 12: Gesamtkosten je q verteiltes Futter im Silo.

7. Zusammenfassung

Mit der Entwicklung der automatischen Futterverteilanlagen wird ein wichtiges Glied der Rauhfutterkette geschlossen. Bis heute setzten sich bei uns nur die automatischen Verteiler in Verbindung mit pneumatischen Fördergeräten durch. Bei der Produktion von Belüftungsfutter sind die Anforderungen an eine Verteilanlage besonders gross. Art und Grösse der Anlage sind möglichst auf die Grundfläche des Futterstockes abzustimmen.

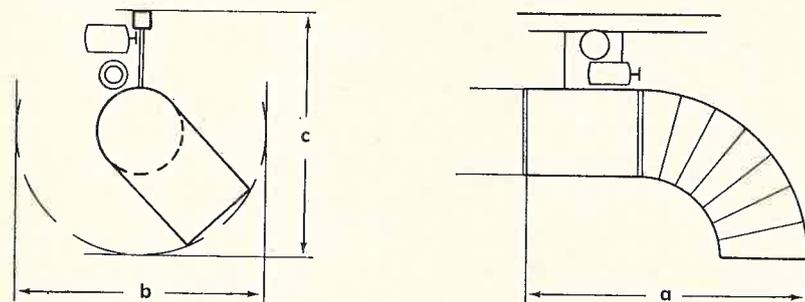


Abb. 13:
a = Länge
b = Breite
c = Höhe

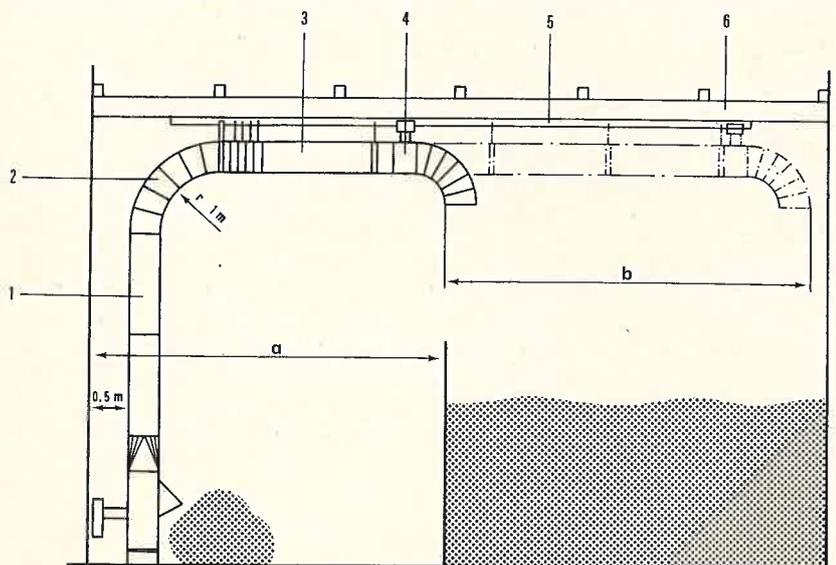


Abb. 14:
a = Einbaulänge
b = Streulänge
1 Steigleitung
2 Steigbogen
3 Teleskopleitung
4 Verteilerkopf
5 Laufschiene
6 Tragbalken

Obwohl die automatischen Verteiler einen wesentlichen Fortschritt brachten, konnte das Problem der örtlichen Verdichtungen und der Entmischung noch nicht vollständig gelöst werden. Dieser Nachteil kann zum Teil durch die Wahl von Belüftungssystemen, die eine möglichst weite Führung der Luft ermöglichen, aufgefangen werden.

Vor dem Einbau einer automatischen Verteilanlage sind die Art und Grösse der Anlagen, des Fördergerätes und der Heubelüftung gründlich abzuklären, weil alle drei Anlagen sich gegenseitig beeinflussen.

Ergänzungen zur Typentabelle

Rechteckflächenverteiler

- 3 Die verschiedenen Systeme sind im Abschnitt 4.1 beschrieben.
- 6 Die angegebenen Masse beziehen sich auf Breite und Höhe der maximalen Ausladung während des Verteilens (Abb. 13).
- 10 und 11 Die genauen Abgrenzungen sind in der Skizze enthalten.
- Min. = kürzeste Anlage
- Max. = längste Anlage. (Abb. 14)
- 18 Die Montagekosten betragen zirka 8 bis 10% der Anlagekosten.

In der Regel muss für Teleskopanlagen ein Tragbalken zur Befestigung der Laufschiene in der Scheune eingebaut werden. Die Kosten hierfür betragen 25.- bis 30.- Fr. je m Streulänge.

Die elektrische Installation vom Abzweigkasten (Steigbogen) bis und mit Schaltkasten (Anschluss in der Nähe des Gebläses) kostet zirka Fr. 300.- bis 400.-.

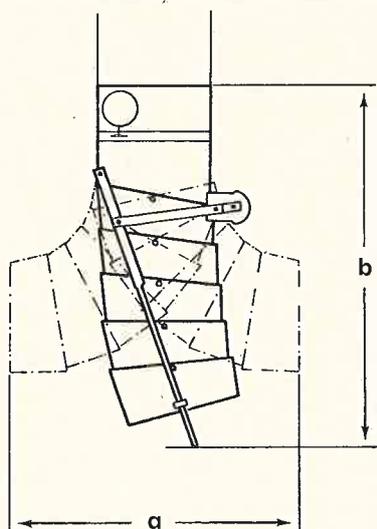


Abb. 15: A = Durchmesser b = Höhe

Kreisflächenverteiler

- 3 Die verschiedenen Systeme sind im Abschnitt 4.2 beschrieben.
- 6 Die angegebenen Masse beziehen sich auf Durchmesser und Höhe der maximalen Ausladung während des Verteilens (Abb. 15).

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

- ZH Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen
- ZH Schmid Viktor, 01 / 77 02 48, 8620 Wetzikon
- BE Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis
- BE Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 3052 Zollikofen
- BE Herrenschand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins
- LU Rüttimann Xaver, 045 / 6 18 33, 6130 Willisau
- LU Widmer Norbert, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain
- UR Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen
- SZ Fuchs Albin, 055 / 48 33 45, 8808 Pfäffikon
- OW Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach
- NW Lussi Josef, 041 / 61 14 26, 6370 Oberdorf
- GL Jenny Jost, 058 / 61 13 59, 8750 Glarus
- ZG Müller Alfons, landw. Schule, Schluethof, 042 / 36 46 46, 6330 Cham
- FR Lippuner André, 037 / 9 14 68, 1725 Grangeneuve
- BL Wüthrich Samuel, 061 / 96 15 29, 4418 Reigoldswil
- SH Seiler Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen
- AI/AR Moesch Oskar, 071 / 33 25 85, 9053 Teufen
- SG Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck
- SG Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil
- GR Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis
- AG Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 31 15 53, 5722 Gränichen
- TG Monhart Viktor, 072 / 6 22 35, 8268 Arenenberg.
- Schweiz. Zentralstelle SVBL Küssnacht, Maschinenberatung, Telefon 01 - 90 56 81, 8703 Erlenbach.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 24.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.