

Konzipierung und Untersuchung einer universell einsetzbaren Fütterungseinrichtung

Dipl.-Ing. D. Gatzky, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung

Der effektive Futtereinsatz in der Tierproduktion erfordert Fütterungseinrichtungen, die mit hoher Arbeitsqualität und Funktionssicherheit die zu verarbeitenden Futtermittel dosieren und an die Tiere verteilen. Diese Aufgabe wird in den meisten Fällen in modernen und rekonstruierten Ställen von Dosierern erfüllt. Der Einsatz erfolgt hauptsächlich in Verbindung mit selbstfahrenden mobilen, schienengebundenen elektrogetriebenen Fahrgestellen, Futterverteilanhängern oder mit stationären Einrichtungen.

Ausgehend von den in der Praxis zu verarbeitenden Futterarten, wie Grobfutterstoffe, Mischfuttermittel und Futtermischungen, bestehen agrotechnische Forderungen (ATF) hinsichtlich der erreichbaren Arbeitsqualität und Funktionssicherheit für das Dosieren und Verteilen, die die Grundlage für die Festlegung der wichtigsten Konstruktions- und Betriebsparameter der Dosiereinrichtungen bilden.

Aufgrund der sich wesentlich unterscheidenden physikalisch-mechanischen Eigenschaften der Futtermittel werden in Fütterungseinrichtungen unterschiedliche Wirkprinzipie angewendet. Beschränkte Eignung des Mechanisierungsmittels für das Verteilen sich unterscheidender Futtermittel führt im praktischen Betrieb zu Funktionsstörungen und

vermindert die Arbeitsqualität beim Dosieren und Verteilen.

Nach Analyse und Auswertung des Standes der Technik zum Dosieren von Futtermitteln sowie aufgrund von Laboruntersuchungen mit einer neu konzipierten Fütterungseinrichtung ist die Eignung für das Dosieren von unterschiedlichen Grobfutterstoffen und Mischfuttermitteln nachzuweisen. Der Einfluß der wichtigsten Konstruktions- und Betriebsparameter der technischen Einrichtung auf die Dosierqualität und Funktionssicherheit ist zu bestimmen.

2. Stand der Technik zum Dosieren von Futterstoffen

Für das Dosieren von Mischfuttermitteln und Grobfutterstoffen werden in technischen Einrichtungen unterschiedliche Wirkprinzipie angewendet [1, 2]. Besondere Bedeutung für Trockenmischfutter haben Schnecken und Kratzerketten erlangt, da sie den Massestrom volumetrisch dosieren und funktionssicher ohne Brückenbildung entnehmen [3]. Aufgrund erhöhter Kompressibilität und Reibung bei angefeuchteten Mischfuttermitteln und feuchtkrümeligen Futtermischungen ergeben sich jedoch beim Dosieren hinsichtlich der Arbeitsqualität und Funktionssicherheit wesentliche Probleme. Während das Reibverhalten direkten Einfluß auf die Brük-

kenbildung im Vorratsbehälter hat, beeinflusst die Kompressibilität die Stationarität des dosierten Massestroms [4].

Für das Dosieren von Grobfutterstoffen sind unterschiedliche Wirkprinzipie bekannt [5]. Grundlegende Untersuchungen zur Auswahl eines geeigneten Abfräsprinzipis für Grünfütter, Silage und Rauhfutter wurden in den Jahren 1957 bis 1961 im damaligen Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim vorgenommen [6].

Werden bekannte und bereits eingesetzte Abfräseinrichtungen und Wirkprinzipie mit Hilfe der erreichbaren Arbeitsqualität und Funktionssicherheit beurteilt, so kann eingeschätzt werden, daß Fräsrollen mit am Umfang angeordneten Schlagleisten für das Abfräsen von Grobfutterstoffen am besten geeignet sind. Besondere Vorteile dieses Abfräswerkzeugs sind die große spezifische Ausbringmenge und die Unempfindlichkeit gegenüber Fremdkörpern. Untersuchungen zur konstruktiven Gestaltung und zur Anordnung der Arbeitsorgane dieser Abfräseinrichtung wurden im Jahr 1981 im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim durchgeführt [7].

In Auswertung des Standes der Technik kann eingeschätzt werden, daß die gegenwärtig zur Fütterung eingesetzten landwirtschaftlichen Güter nicht durch ein spezielles Dosierprinzip funktionssicher mit guter Arbeitsqualität verarbeitet werden können. Es besteht die Notwendigkeit, bekannte Dosierprinzipie in vorteilhafter Weise so zu kombinieren und konstruktiv anzuordnen, daß entsprechend der zu verarbeitenden Futterart

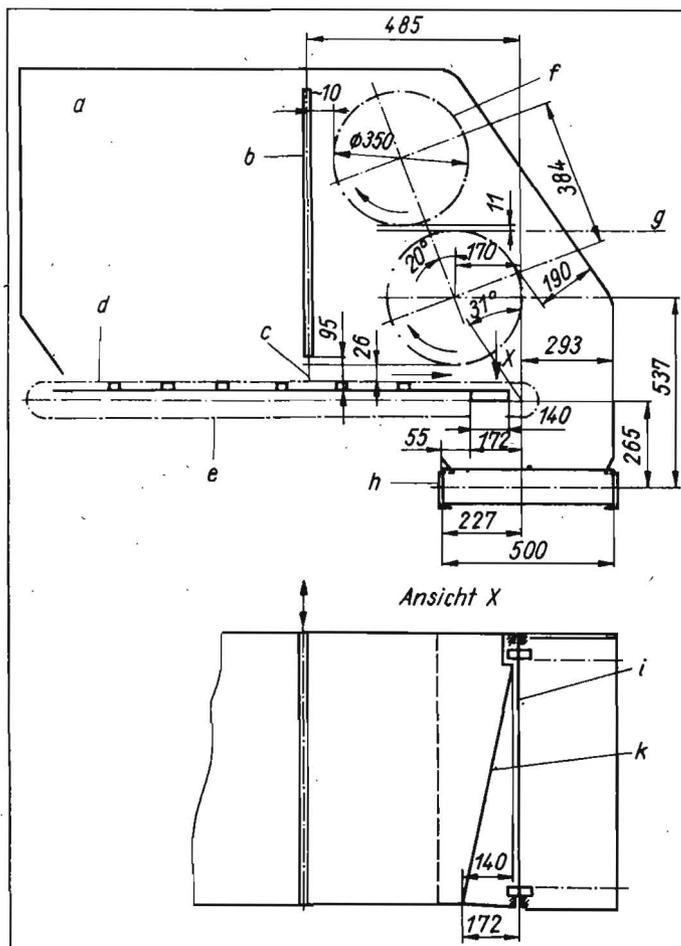


Bild 1
Konstruktive Anordnung der Abdeckwand und der Frästrommel zur Antriebswelle der Kratzerkette für den Futtermittelschub; a Vorratsbehälter, b Abdeckwand, c Dosierspalt, d Oberkante Kratzer, e Behälterboden, f Hüllkurve der Frästrommel, g horizontale Ebene, h Querförderer, i Antriebswelle der Kratzerkette, k schräge Abwurfkante

Tafel 1. Wesentliche technische Daten des Grobfutter- und Mischfutterdosierers

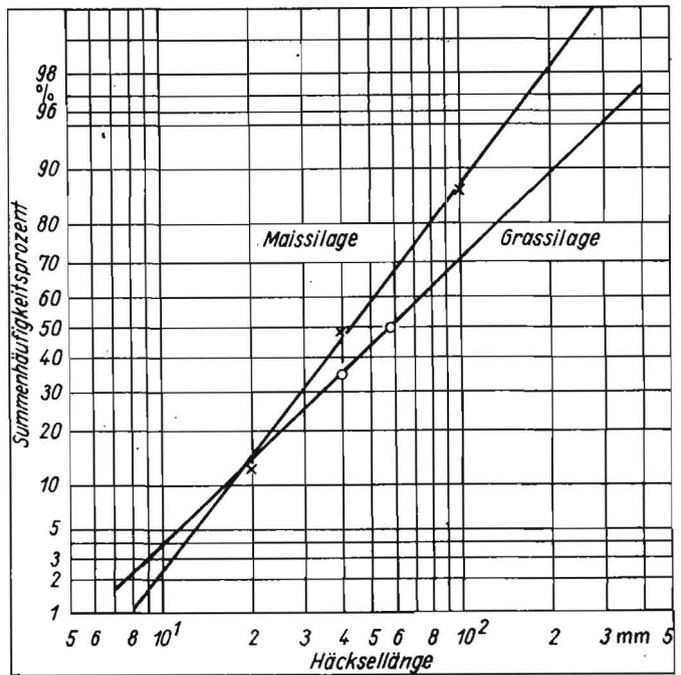
Benennung	
Vorratsbehälter	
lichte Breite	1 290 mm
Füllhöhe	max. 800 mm
Fülllänge	2 000 mm
Kratzerkette	
Anzahl der Kratzerketten für den Futtermittelschub	1
Kratzerleistenabstand	162 mm
Kratzerleistenvorschub	0,102 ... 7,3 m/min
Fräseinrichtung	
Anzahl der Frästrommeln	2
Spitzenkreisdurchmesser	350 mm
Frästrommelgeschwindigkeit	
unten	2,09 ... 4,38 m/s
oben	1,41 ... 3,00 m/s
Fräsfläche	1,1 m ²
Abdeckwand	
Breite	1 350 mm
Höhe	
Variante 1	780 mm
Variante 2	735 mm
Spalthöhe zwischen Boden und Abdeckwand	
Variante 1	50 mm
Variante 2	95 mm
Querförderer	
Gurtbreite	500 mm
Bandgeschwindigkeit	0,72 ... 1,53 m/s

Tafel 2. Verwendete Versuchsgüter

Futtermittel	mittl. Häcksellänge mm	TS-Gehalt %	Schüttdichte kg/m ³
Maissilage	43	26,2	320 ... 360
Grassilage	54	49	136 ... 182
Trockenmischfutter (Schweinemastfutter S I)	-	88,4	0,607

der Futtermittelaufbau kurzfristig umgerüstet werden kann. Wesentliche Vorteile bieten Wirkprinzipie, die durch das Abfräsen einer vertikalen Querschnittsebene des Futterstapels im Vorratsbehälter negative Einflüsse auf den Dosierprozeß durch unterschiedliche Lagerungsdichten vermeiden. Futtermittel, die eine geringe innere Reibung haben und somit durch vertikal angeordnete Fräsworkzeuge nicht abfräsbar sind, werden ebenfalls in einem quaderförmigen Vorratsbehälter durch Untenentnahme mit einer umlaufenden Kratzerkette und einem Dosierschlitz verarbeitet.

Bild 2 Häcksellängenverteilung der verwendeten Futtermittel



3. Untersuchungsmethode

3.1. Versuchseinrichtung

Die Versuchseinrichtung des Futterdosier- und -verteilungsbau besteht im wesentlichen aus Vorratsbehälter, Abfräseinrichtung, Kratzerkette, Abdeckwand und Querförderer (Bild 1, Tafel 1). Entsprechend der zu verarbeitenden Futterart ist die Einrichtung kurzfristig umrüstbar. Durch eine Kratzerkette werden Grobfutterstoffe in Richtung der stirnseitig angeordneten Abfräseinrichtung transportiert und abgefräst. Durch einen Querförderer werden die Futtermittel aus dem Bereich der Futterdosier- und -verteilungseinrichtung gefördert.

Für das Dosieren von Mischfuttermitteln wird durch eine Abdeckwand die Abfräseinrichtung abgedeckt und damit ein Dosierspalt zwischen Boden und Abdeckwand erzeugt. Durch diesen Dosierspalt wird mit der Kratzerkette das Mischfutter gezogen und über eine schräge Abwurfkante auf den Querförderer gefördert.

Unterschiedliche Masseströme werden durch Variation der Kratzerkettengeschwindigkeit erreicht.

Als Versuchsgüter werden Grobfutterstoffe und Trockenmischfutter verwendet (Tafel 2).

3.2. Versuchsdurchführung

Die Arbeitsqualität der Fütterungseinrichtung wird unter Laborbedingungen mit Hilfe von Bandwaagen bestimmt. Wichtigstes Beurteilungskriterium für die Güte des dosierten Massestroms ist die Autokovarianzfunktion des durch die Bandwaage aufgenommenen integrierten Prozesses [8]. Die Berechnung des Variationskoeffizienten dient der Beurteilung der erreichten Dosiergleichmäßigkeit bei den Versuchen.

4. Ergebnisse

Die verwendeten Grobfutterstoffe werden vom Futterstock funktionssicher und mit guter Arbeitsqualität durch die Fräsworkzeuge

Tafel 3. Arbeitsqualität beim Dosieren von Grobfutter- und Mischfuttermitteln

Vers.-Nr.	Kratzerketten- geschwindigkeit m/min	Umfangsgeschwindigkeit der Frästrommeln		Schütthöhe mm	Futtermittel	Massestrom t/h	Standard- abweichung t/h	Variations- koeffizient (Auffangzeit T _A = 4,4 s) %
		unten m/s	oben m/s					
1	0,147	3,26	2,21	700	Maissilage	2,703	0,41	15,2
2	0,279	3,26	2,21	700	Maissilage	5,14	1,31	25,5
3	0,372	3,26	2,21	700	Maissilage	7,38	-	-
4	0,446	3,26	2,21	700	Maissilage	9,115	1,69	18,5
5	0,150	3,51	2,38	800	Maissilage	3,208	0,676	21,1
6	0,154	3,52	2,38	800	Maissilage	3,169	0,616	19,4
7	0,229	3,26	2,21	800	Maissilage	6,24	0,73	11,7
8	0,257	3,26	2,21	800	Maissilage	5,23	0,639	12,2
9	0,311	4,03	2,73	800	Maissilage	6,536	0,756	11,6
10	0,313	4,03	2,73	800	Maissilage	6,453	0,738	11,4
11	0,148	3,51	2,38	800	Grassilage	1,423	0,48	33,7
12	0,148	3,51	2,38	800	Grassilage	1,129	0,388	34,4
13	0,153	3,51	2,38	800	Grassilage	1,2	0,682	56,8
14	0,164	4,03	2,73	800	Grassilage	0,5	0,182	36,4
15	0,470	4,03	2,73	800	Grassilage	3,635	0,626	17,2
16	0,477	4,03	2,73	800	Grassilage	3,762	0,446	11,9
17	1,56			50 ^{II}	Mischfutter	3,97	0,463	11,7
18	1,569			50 ^{II}	Mischfutter	4,02	0,245	6,1
19	1,611			50 ^{II}	Mischfutter	3,79	0,25	6,6
20	2,55			50 ^{II}	Mischfutter	6,39	0,25	3,9
21	3,29			50 ^{II}	Mischfutter	8,09	0,37	4,6
22	3,4			50 ^{II}	Mischfutter	8,44	0,52	6,2
23	4,86			50 ^{II}	Mischfutter	11,83	0,418	3,5
24	4,95			50 ^{II}	Mischfutter	12,22	0,373	3,1
25	1,57			95 ^{II}	Mischfutter	6,74	0,227	3,4
26	1,645			95 ^{II}	Mischfutter	6,86	0,168	2,4
27	3,29			95 ^{II}	Mischfutter	13,62	0,315	2,3

1) Dosierspalthöhe in mm

abgetrennt und ausgetragen (Tafel 3, Bild 2). Der Fehler der Dosiergleichmäßigkeit, ausgedrückt durch den Variationskoeffizienten, ist vom Massestrom unabhängig. Durch Erhöhen der Umfangsgeschwindigkeit der Frästrommeln wird beim Dosieren von Grassilage die Arbeitsqualität verbessert. Der Verlauf der normierten Autokovarianzfunktion des dosierten Maissilagestroms hat entsprechend dem Modellprozeß für das Dosieren einen charakteristischen Verlauf. Der Verlauf beschreibt einen zufälligen Prozeß ohne systematische Beeinflussung, wie z. B. den Einfluß des Kratzerabstands der Kratzerkette auf den Massestrom (Bild 3). Der Massestrom von Mais- und Grassilage ist proportional von der Kratzerkettengeschwindigkeit abhängig (Bild 4). Die Größe der linearen Abhängigkeit ist von der Lagerungsdichte des Futters im Vorratsbehälters abhängig. Die Stationarität des Dosierprozesses wird durch die gewählten Abmessungen des Vorratsbehälters beeinflusst, vor allem durch das Verhältnis Fräfläche zu Behälterlänge und die Kratzerkettengeschwindigkeit. Nach einer bestimmten Dosierzeit, die von den Reibverhältnissen im Futterstock abhängt, fällt der quaderförmige Futterstock im letzten Drittel seiner Länge zusammen und gewährleistet somit nicht mehr die Kontinuität des Massestroms bei gleichbleibender Kratzerkettengeschwindigkeit (Bild 5). Beim Dosieren von Mischfuttermitteln mit umlaufender Kratzerkette und Dosierspalt treten keine Funktionsstörungen auf. Die gewählte konstruktive Zuordnung des Querförderers zur schrägen Abwurfkante und ein Abstreifer verhindern Übergabeverluste. Durch Anordnung einer schrägen Abwurfkante vor der Antriebswelle der Kratzerkette wird das durch die Kratzerkette geförderte Mischfutter bei der Abgabe vergleichmäßig (Tafel 3). Der Verlauf der normierten Autokovarianzfunktion entspricht dem Modellprozeß. Der periodische Verlauf ist zufällig und wird nicht durch die Wirkung der Kratzer hervorgerufen (Bild 6). Der Variationskoeffizient sinkt mit größer werdendem

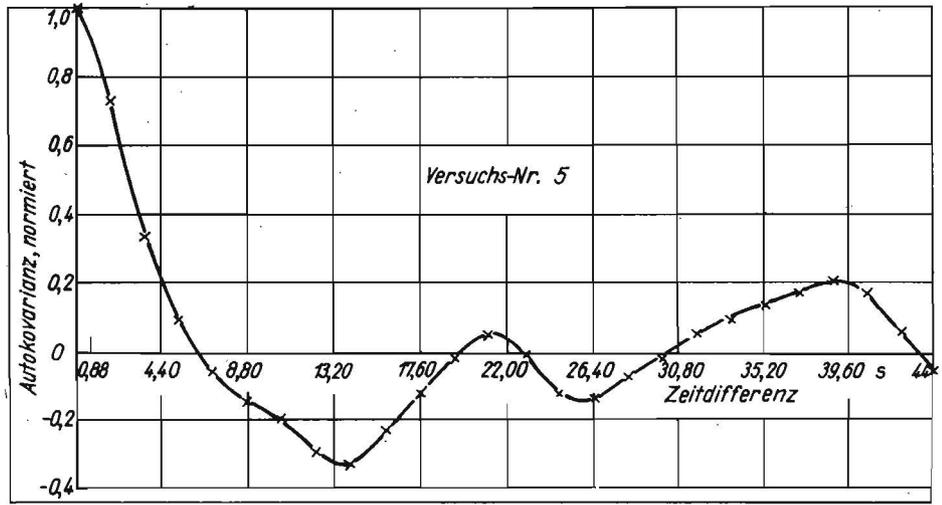


Bild 3. Normierte Autokovarianzfunktion des dosierten Maissilagestroms

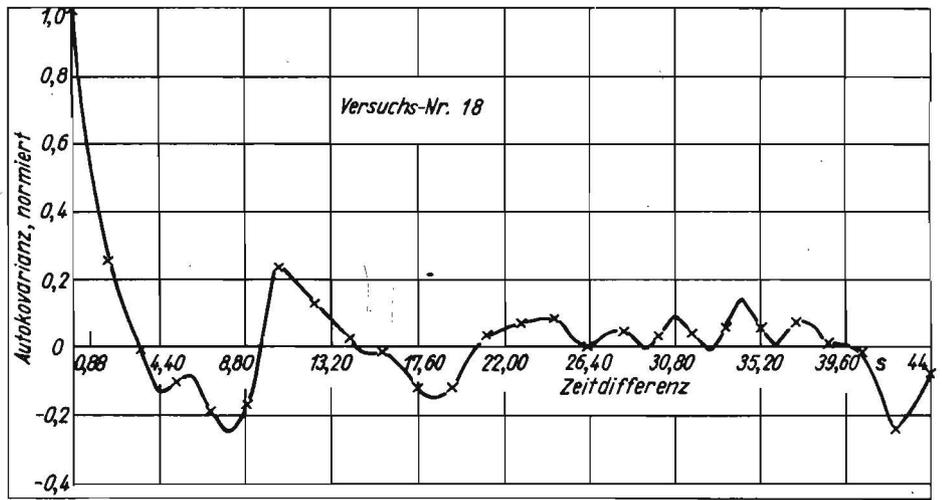


Bild 6. Normierte Autokovarianzfunktion des dosierten Mischfutterstroms

Bild 4. Masseströme von Mais- und Grassilage in Abhängigkeit von der Kratzerkettengeschwindigkeit

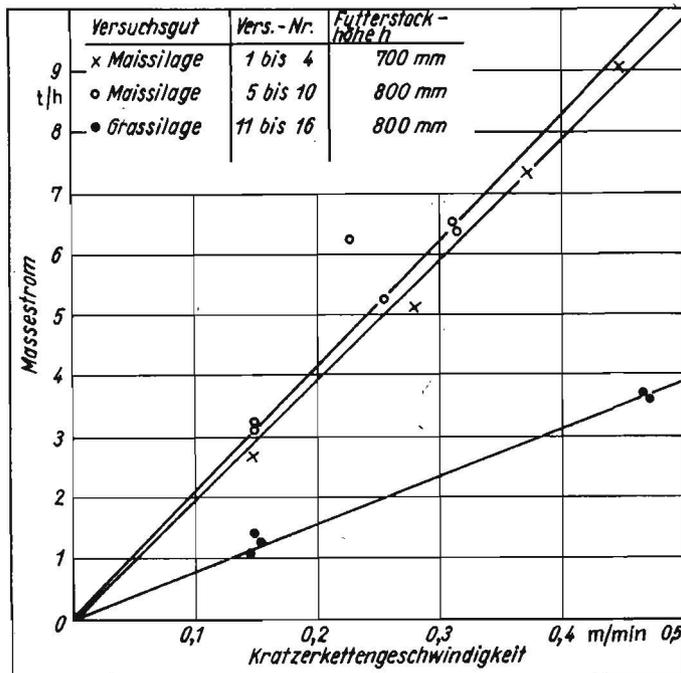
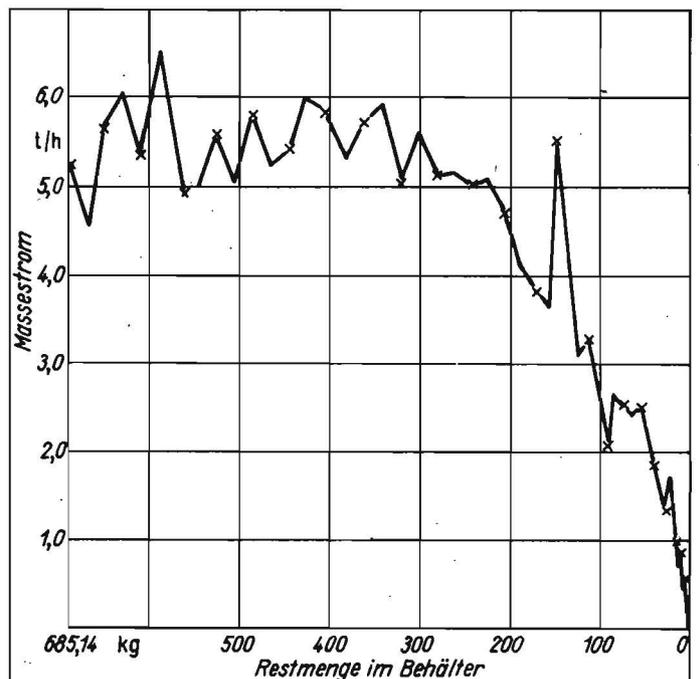


Bild 5. Massestrom von Maissilage (Futterstockhöhe 800 mm, Kratzerkettengeschwindigkeit 0,26 m/min) in Abhängigkeit von der Restmenge im Behälter (Entleerungscharakteristik)



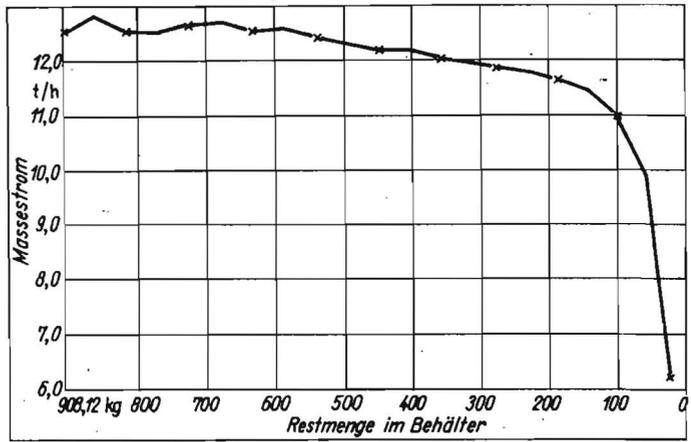
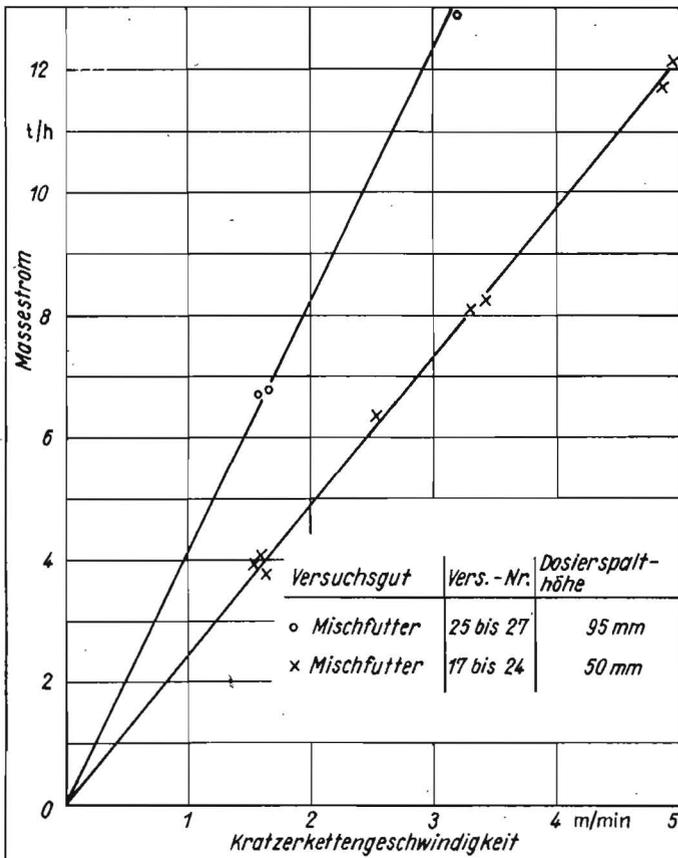


Bild 9. Massestrom von Mischfutter (Behälterinhalt 908 kg, Kratzerkettengeschwindigkeit 4,87 m/min, Dosierspalthöhe 50 mm) in Abhängigkeit von der Restmenge im Behälter (Entleerungscharakteristik)

Bild 8. Massestrom von Mischfutter in Abhängigkeit von der Kratzerkettengeschwindigkeit

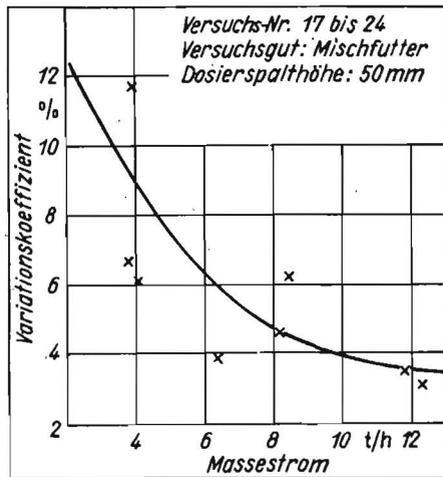


Bild 7. Variationskoeffizient in Abhängigkeit vom Massestrom

Massestrom (Bild 7). Der Massestrom ist bei Dosierspalthöhen von 50 und 95 mm von der Kratzerkettengeschwindigkeit linear abhängig und über lange Zeitintervalle als stationär zu betrachten (Bild 8). Der gering abfallende Massestrom über der Dosierzeit ist auf den

Schweredruck der Futtermittel und die sich daraus ändernde Lagerungsdichte am Dosierspalt zurückzuführen (Bild 9).

5. Schlussfolgerungen

Durch vorteilhafte Anordnung und Zuordnung bekannter Dosierprinzipien ist es mit der technischen Lösung möglich, wahlweise Mischfuttermittel oder Grobfutterstoffe zu verarbeiten. Die Arbeitsqualität und Funktionssicherheit beim Dosieren werden durch die Konstruktions- und Betriebsparameter wesentlich beeinflusst. Für die Optimierung der Parameter sind weiterführende Untersuchungen notwendig.

Mit der vorgeschlagenen technischen Konzeption besteht eine aussichtsreiche Grundlage für die Schaffung eines neuen Futterdosier- und -verteilungsbau für Ställe mit schmalen Futtergängen (z. B. Schweine- und Kälberställe).

6. Zusammenfassung

Der Beitrag beinhaltet Untersuchungsergebnisse zum Dosieren von Grob- und Mischfutter mit einer Fütterungseinrichtung, die wahlweise als Schlitzdosierer und als Kratzerkettendosierer mit Abfräeinrichtung betrieben wird. Durch die Auswahl geeigneter Konstruktions- und Betriebsparameter soll

eine hohe Arbeitsqualität und Funktionssicherheit beim Dosieren erreicht werden.

Literatur

- [1] Dosierung von Saftfutter, feuchtkrümeligem und pastösem Gut. FZM Schlieben/Bornim, Literaturzusammenstellung 1983 (unveröffentlicht).
- [2] Befüllen und Entleeren von Silos und anderen Lagerräumen mit pulverförmigen bis feinkörnigen Schüttgütern. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim, Patentszusammenstellung 1974 (unveröffentlicht).
- [3] Ganskow, F.: Untersuchungen zur Dosierung feuchtkrümeliger Futterkomponenten und Futtermischungen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, wissenschaftliche Abschlussarbeit 1974 (unveröffentlicht).
- [4] Ganskow, F.: Technische Prinziplösungen für Schweineproduktionsanlagen der II. Verfahrensgeneration, Teilleistung: Fütterung. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [5] Bialojan, G.: Mechanisierung der Stall- und Futterwirtschaft. Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1959 (unveröffentlicht).
- [6] Bialojan, G.; Noack, W.: Grundlagenuntersuchungen über die Dosierung von Saft- und Kraftfutter in Rinderställen. Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, 1961 (unveröffentlicht).
- [7] Gatzky, D.: Zur konstruktiven Gestaltung der Abfräeinrichtung an Grobfutterdosierern. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 8, S. 351-353.
- [8] Michaelis, G.: Grundlagen zum Dosieren von Futterkomponenten und Gemischen. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1978 (unveröffentlicht).

A 3900

Lieferbar in vierter Auflage:

Trennen Spanen und Abtragen

Mit einer großen Anzahl von Lehrbeispielen und Übungen.

Von Ing. Wolfgang Düniß, Dr.-Ing. Manfred Neumann und Dr.-Ing. Harald Schwartz (federführend).

Reihe Fertigungstechnik. 424 Seiten, 505 Bilder, 68 Tafeln, Kunstleder, 28,- M, Ausland 35,- M. Auslieferung durch den Fachbuchhandel. Bestellangaben: 551 478 5/Schwartz, Trennen.

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

