

4.2. Einsatzergebnisse

Die Gesamtdauer der meßtechnisch erfaßten Komponentendosierung betrug 510 min. Daraus ergibt sich je Dosierschnecke die Gesamtanzahl von 1530 Einzelwerten (jeweils für Drehzahl und Durchsatz). Im Ergebnis der Untersuchungen konnte eine mittlere Dosiergenauigkeit des Harnstoffanteils mit 20,49% +1,25%; -0,95% nachgewiesen werden. Die in Tafel 2 auffallenden großen Streuungen am 14. Oktober 1977 beruhen auf der Zuführung von Schrotresten mit abweichender Dichte aus mehreren Silozellen: Schließt man o. g. Fall aus, so ist das Ergebnis wesentlich besser. Der Harnstoffanteil im Gemisch beträgt danach 20,22% +0,45%; -0,77%. Die erzielten Dosiergenauigkeiten bei homogenen und parameterkonstanten Komponenten lagen damit innerhalb des geforderten Toleranzbereichs von 20% ± 1% Harnstoffanteil im Gemisch. Es ist zu beachten, daß durch

den Einsatz des Mischers CM 1000 nachträglich alle Maximum- und Minimumwerte zu einem Mittelwert abgeglichen werden. Füllstandsabhängige Schwankungen traten im Versuchszeitraum nicht mehr auf. Die passiven Behälterelemente (Einbaukegel, Entlastungsnasen) reichten zum stetigen Aufrechterhalten des Gutflusses aus.

5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Im Beitrag wird über Untersuchungen zum Dosierverhalten zweier parallelgeschalteter Schnecken für die Gemischherstellung von 80% Getreideschrot und 20% Harnstoff berichtet. Im angestrebten Gesamtdurchsatzbereich konnte für homogene und parameterkonstante Komponenten eine ausreichende Dosiergenauigkeit nachgewiesen werden. Die enge

Wechselwirkung von Behältergestaltung und Volumendosierer wurde erkannt und nutzbar gemacht. Eine starre Drehzahlzuordnung der Dosierschnecken erwies sich im Praxiseinsatz als ausreichend, so daß die beiden projektierten thyristorgesteuerten Gleichstromtriebemotoren gegen einen Drehstromtriebemotor mit Verteilergetriebe ausgetauscht werden konnten.

Literatur

- [1] Krüger, G.: Bericht über den Kombidosierer „Schwerin“. WZ für Landtechnik Schlieben 1976 (unveröffentlicht).
- [2] Krüger, G.; Marten, F.: Untersuchungsergebnisse beim Dosieren von Harnstoff mit einer Schnecke. agrartechnik 29 (1979) H. 8, S. 365—366.

A 2627

Technische Prinziplösung für das Dosieren von Mineral- und Wirkstoffmischungen

Dipl.-Ing. R. Becker, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/
Dipl.-Ing. W. Huschke, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim
Dipl.-Phys. H.-J. Ogradowski, VEB Landtechnische Industrieanlagen Havelberg

Verwendete Formelzeichen

c	Konstante des Prozesses
K(τ)	Autokovarianz des Prozesses
T	Auffangzeit
t	Zeit
x(t)	stochastischer Prozeß
V _{rel}	relativer Variationskoeffizient
α	Abklingkonstante
β	Winkelgeschwindigkeit des Prozesses
μ_x	mathematische Erwartung des Prozesses x(t)
σ_x^2	Streuung des Prozesses x(t)
τ	Zeitabstand

Indizes:

0	Poissonprozeß
x	Modellprozeß
y	integrierter Modellprozeß

1. Problemstellung

Die Verabreichung von Mineral- und Wirkstoffmischungen in Anlagen der Rinderproduktion stellt seit langem ein ungelöstes Mechanisierungsproblem dar. Die verbreitete manuelle Verteilung direkt in die Krippe oder auf den gefüllten Grobfutterdosierer ist arbeitsaufwendig und zu ungenau. Kennzeichnend für die Situation ist auch die Tatsache, daß Angebotsprojekte ungeprüfte oder als „nicht geeignet“ beurteilte Dosierer, z. B. das in der Chemieindustrie unter Laborbedingungen verwendete regelbare Aufgabegerät MAR-1, erhielten [1, 2]. Auf der agra 1979 stellte der VEB Landtechnische Industrieanlagen (LIA) Havelberg den Mineralstoffdosierer H 825 M/H 826 M aus, der diese Lücke schließt. Seine Entwicklung erfolgte in enger Gemeinschaftsarbeit zwischen dem Hersteller, der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim und dem Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim. Dabei vergingen von ersten konzeptionellen Überlegungen über parallellaufende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie die landwirtschaftliche Eignungsprüfung bis zur

Produktion des Erzeugnisses weniger als drei Jahre.

Ausgangspunkte der Bearbeitung waren eine Analyse des nationalen und internationalen Standes und eine Zusammenstellung der technisch-technologischen Anforderungen in den ATF [3].

Die wichtigsten Anforderungen sind:

- kurzzeitige Bevorratung und dosierte Abgabe von Mineral- und Wirkstoffmischungen, Harnstoff granuliert und Natriumazetat
- Einsatz in Futterhäusern der Rinderproduktion
- Massestrombereich von 10 bis 300 kg/h
- Variationskoeffizient der Dosiergleichmäßigkeit bei einer Auffangzeit von 10 s
 - bei einem Massestrom bis 50 kg/h: < 20%
 - bei einem Massestrom über 50 kg/h: < 10%
- Mindestvorratsvolumen 500 l
- Leistungsbedarf $\leq 1,5$ kW
- Nutzungsdauer 8 Jahre oder 40 000 Betriebsstunden.

2. Lösungsmethode

Unter Berücksichtigung der Schüttguteigenschaften der Mineralstoffe, besonders der Neigung zur Brückenbildung, wurde der Grundbaukörper des Kraftfutterdosierers H 82 mit veränderter Dosierschnecke ausgewählt. Zur Erfüllung der agrotechnischen Forderungen (ATF) war eine Reihe von Modifizierungen zu untersuchen, wie Schnecken unterschiedlicher Durchmesser, Steigungen und Ganghöhen, verschiedene Auslaufgestaltungen sowie die aktiven Austragehilfen Rührwelle und Schwingrüttler.

Die Arbeitsqualität der zu untersuchenden Lösungsvarianten läßt sich unter Laborbedingungen mit Hilfe einer Einrollenbandwaage bestimmen. Die der Bandbelegung proportionale Auslenkung der Wägerolle wird von einem induktiven Wegaufnehmer erfaßt, digitalisiert

und auf Lochstreifen gespeichert. Dieses Meßsystem ermöglicht die rationelle Erfassung einer großen Meßwertanzahl. Die Auswertung geht von der Theorie der stochastischen Prozesse aus [4]. Berechnet werden die statistischen Größen Mittelwert, Streuung, Testzahlen für Stationarität und die Autokovarianzfunktion mit Hilfe von Standardprogrammen. Der für die theoretische Berechnung der Autokovarianzfunktion verwendete Modellprozeß stellt einen Prozeß mit dominierender Frequenz, der Drehzahl der Dosierschnecke, dar. Für den Modellprozeß

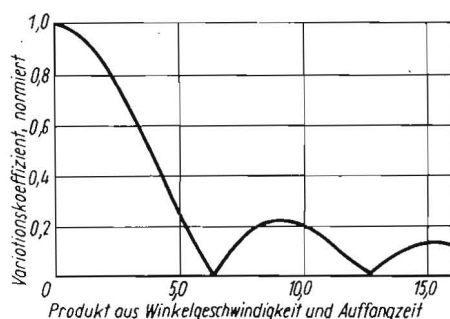
$$x(t) = x_0(t) + c \mu_x \cos(\beta t) \quad (1)$$

ergibt sich die Autokovarianzfunktion zu

$$K_x(\tau) = \sigma_{x_0}^2 \text{EXP}(-\alpha|\tau|) + 0,5c^2 \mu_x^2 \cos(\beta\tau) \quad (2)$$

Die Voraussetzung $\sigma_{x_0}^2 \ll c \mu_x^2$, d. h. die Vernachlässigung der stochastischen Streuung des Dosierprozesses gegenüber der durch die dominierende Frequenz hervorgerufenen, ermöglicht nach Integration der Autokovarianzfunktion mit der Belastungsfunktion der Ein-

Bild 1. Relativer Variationskoeffizient bei einer dominierenden Einflußgröße des Prozesses



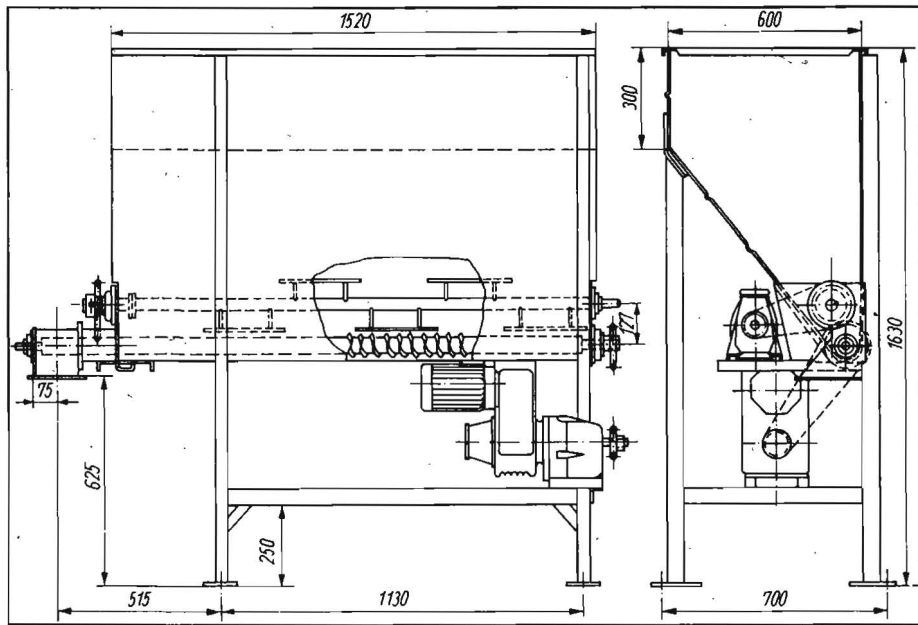


Bild 2. Grundaufbau des Mineralstoffdosierers

Bild 3. Nomogramm zur Ermittlung von Rationsgrößen bei unterschiedlichen Fütterungseinrichtungen;

Futtermittel:

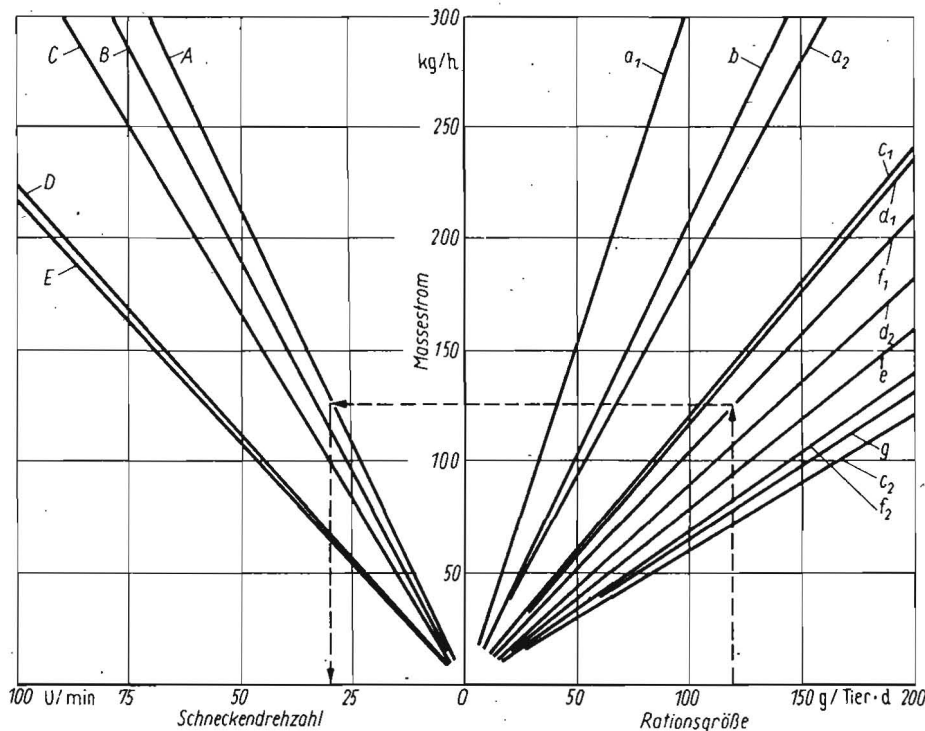
- A Mineralstoffmischung ($\rho = 1,5 \text{ kg/dm}^3$, z.B. Mineralstoffmischung mit 127 g Phosphor)
- B Mineralstoffmischung ($\rho = 1,3 \text{ kg/dm}^3$)
- C Mineralstoffmischung ($\rho = 1,1 \text{ kg/dm}^3$)
- D Mileipan-Wirkstoffmischung für Hochleistungskühe ($\rho = 0,7 \text{ kg/dm}^3$)
- E Futterharnstoff „fein“ ($\rho = 0,7 \text{ kg/dm}^3$)

Fütterungseinrichtung:

- a₁ Futterbandanlage T 228, Abstreichgeschwindigkeit 0,42 m/s
- a₂ Futterbandanlage T 228, Abstreichgeschwindigkeit 0,26 m/s
- b Futterbandanlage T 227, Abstreichgeschwindigkeit 0,29 m/s (Gleichlauf)
- c₁ Krippenauszugsband T 908, Bandgeschwindigkeit 10 m/min
- c₂ Krippenauszugsband T 908, Bandgeschwindigkeit 5 m/min
- d₁ Gurtbandförderer T 430, längsverfahrbar, Fahrgeschwindigkeit 9,8 m/min
- d₂ Gurtbandförderer T 430, längsverfahrbar, Fahrgeschwindigkeit 7,6 m/min
- e Gurtbandförderer T 283, längsverfahrbar, Fahrgeschwindigkeit 6,6 m/min
- f₁ Krippenauszugsband T 906, Bandgeschwindigkeit 8,7 m/min
- f₂ Seilantrieben, Bandgeschwindigkeit 5,75 m/min

Anwendungshinweise:

- Für die Nomogrammdarstellung wurde je Krippenseite ein Tier mit 1 m Standbreite als Grundlage gewählt. Bei Änderung der Standbreite ist diese durch die geplante Rationsgröße zu dividieren. Im Nomogramm ist dann von diesem Produkt auszugehen.
- Erfolgen bei der Beschickung durch Futterbandanlagen mehrere Abstreichungen je Krippe, so sind folgende Umrechnungen anzuwenden:
 - T 228: Division der geplanten Rationsgröße durch die Anzahl der Abstreichungen. Dieser Quotient gilt dann im Nomogramm als Ausgangsbasis.
 - T 227: Aufgrund der unterschiedlichen Abstreichgeschwindigkeiten beim Gleichlauf ($v = 0,29 \text{ m/s}$) und Gegenlauf ($v = 0,58 \text{ m/s}$) erfolgt gegenüber der Futterbandanlage T 228 eine Änderung in der Weise, daß jede Abstreichung im Gegenlauf in die Ermittlung der Anzahl der Abstreichungen zweifach eingeht.



rollenbandwaage eine einfache Ermittlung der Streuung

$$K_v(0) = \sigma_y^2 \quad (4)$$

$$= \frac{2c^2 \mu_y^2}{\beta^2 (\beta T)^2} [1 - 2 \cos(\beta T) + \cos^2(\beta T)]$$

und eines relativen Variationskoeffizienten

$$V_{rel} = \frac{\sqrt{2[1 - \cos(\beta T)]}}{\beta T} \quad (5)$$

Unter Verwendung der berechneten Streuung des realisierten Dosierungsprozesses lassen sich die Konstante c des Prozesses und damit Streuung und Variationskoeffizient für beliebige Auffangzeiten berechnen (Bild 1). Die Konstante c stellt dabei das Maß für die Amplitude dar und nimmt Werte zwischen 0 und 1 an. Damit kann sie als Bewertungskriterium für konstruktive Maßnahmen, die eine Vergleich-

mäßigung des Gutstromes zum Ziel haben, herangezogen werden.

3. Technische Lösung

Das Grundgerüst des Kraftfutterdosierers H 82 mit Gestell und Vorratsbehälter wird für den Mineralstoffdosierer H 825 M/H 826 M verwendet (Bild 2).

Im Vorratsbehälterboden befindet sich eine Dosierschnecke mit konstanter Steigung. Eine mit Mitnehmerleisten versehene Rührwelle ist oberhalb der Dosierschnecke im Vorratsbehälter gelagert. Der Antrieb der Dosierschnecke und der Rührwelle erfolgt separat über Getriebemotoren und Kettentriebe. Dabei wird der gewünschte Massestrom über die stufenlos regelbare Dosierschneckendrehzahl erzeugt.

Am Übergabestück des seitlichen Auslaufs können Fallschächte entsprechend der Fallhöhe angeflanscht werden. Zur Verminderung der Staubbelästigung der Bedienperson beim manuellen Einfüllvorgang wurde eine Behälterab-

deckung mit zwei Einfüllöffnungen angebracht.

Die Beschickung kann manuell oder mechanisiert über Förderschnecken vorgesehen werden.

Durch Fernanzeige und -regulierung ist eine einfache Bedienung von der Schaltzentrale aus möglich. Der Einsatz des Mineralstoffdosierers in Ober- oder Unterfluraufstellung wird vorrangig in Futterhäusern mit stationärem Fütterungssystem erfolgen. Zur Gewährleistung des geforderten Massestromes werden zwei Varianten des Mineralstoffdosierers angeboten. Der funktionelle Unterschied zwischen den Typen H 825 M und H 826 M besteht nur im Drehzahlbereich der Dosierschnecke (Tafel 1).

4. Ergebnisse

Der geforderte Massestrombereich von 10 bis 300 kg/h wird durch die Varianten des Mineralstoffdosierers H 825 M/H 826 M in Ab-

Tafel 1. Technische Daten der Mineralstoffdosierer H 825 M und H 826 M

		H 825 M	H 826 M
Gesamtabmessungen			
Länge	mm	2000	
Breite	mm	750	
Höhe	mm	1630	
Behältervolumen			
max. Zuladung	kg	0,5	700
Masse	kg	245	365
Dosierschnecke			
Außendurchmesser	mm	67	
Wendelhöhe	mm	8	
Steigung	mm	40	
Drehzahl	U/min	19,3 ... 113,5	3,7 ... 26,1
Rührwelle			
Außendurchmesser	mm	160	
Drehzahl	U/min	16,4	
Stellgetriebemotor			
		ZG2-BKG 1-KMR 80 K4	ZG4-BKG3-KMR 100 S8
Anschlußwert gesamt			
	kW	1,5	

hängigkeit vom Futtermittel erreicht bzw. erweitert. Einflußgrößen auf den Massestrom sind Art, Korngrößenverteilung, Feuchtigkeitsgehalt und besonders die Schüttdichte der Futtermittel.

Vom Mineralstoffdosierer wird ein der Dosierschneckendrehzahl direkt proportionaler Massestrom erzeugt.

Entsprechend den Fütterungshinweisen nach [5] und der vorhandenen Fütterungseinrichtung kann der Anwender aus dem Nogramm (Bild 3) die erforderliche Schneckendrehzahl zur Rationsgestaltung ermitteln. Das eingetragene Anwendungsbeispiel verdeutlicht, daß bei der geforderten Rationsgröße einer Mineralstoffmischung ($\rho = 1,5 \text{ kg/dm}^3$) von $120 \text{ g/Tier} \cdot \text{d}$ und bei Nutzung des Krippenauszugsbandes T906 als Fütterungseinrichtung eine Schneckendrehzahl von 30 U/min am Mineralstoffdosierer einzustellen ist. Der Dosierprozeß ist stationär, d. h. die Dosiermenge ist unabhängig vom Füllstand im Vorratsbehälter. Dieses positive Verhalten konnte bei der Dosierung von Mineralstoffmischungen nur durch eine aktive Zerstörung der Brückenbildung mit Hilfe der mit konstanter Drehzahl betriebenen Rührwelle erreicht werden. Den entscheidenden Einfluß auf die Wirksamkeit des Einsatzes der Rührwelle stellt die

Größe des Abstands der Rührwellenmitnehmerleisten zu den Wänden des Vorratsbehälters dar. Brückenbildungsansätze werden nur bei minimalem Abstand unterbunden.

Der Variationskoeffizient ist als Kriterium der Dosiergleichmäßigkeit entsprechend Gl. (5) abhängig von der Auffangzeit und der Drehzahl der Dosierschnecke. Die Verwendung einer Bezugsauffangzeit von 10 s gestattet die Darstellung in Abhängigkeit von der Drehzahl und damit vom erzeugten Massestrom (Bild 4). Eine der Wendelneigung entgegengesetzte schräge Abwurfkante vergleichmäßig den Massestrom besonders im Drehzahlbereich von 6 bis 20 U/min . Die ATF bezüglich der Dosiergleichmäßigkeit werden jedoch auch von einer geraden Abwurfkante erfüllt.

Der Vergleich der Kurve mit dem theoretischen Verlauf entsprechend Bild 1 zeigt, daß die zu erwartenden Minima der Kurve bei 6 U/min und ganzzahligen Vielfachen davon durch stochastische Einflüsse und den Meßfehler der Bandwaage verdeckt werden.

Dabei stellte sich heraus, daß der so ermittelte Variationskoeffizient 1 bis 2% höher liegt als bei der Probenahme von Hand und anschließendem Auswiegen der Nettomasse mit einer Laborwaage.

Während der staatlichen Eignungsprüfung konnten die positiven Laborergebnisse unter Praxisbedingungen in einer Milchviehanlage mit 1930 Tierplätzen und in einer Jungrinderanlage mit 4480 Tierplätzen nachgewiesen werden.

Dabei zeigte sich, daß besonders der untere bis mittlere Massestrombereich zur Anwendung gelangt. Wichtig für die Erhaltung der Einsatzsicherheit ist die Verwendung von trocken gelagerten Futtermitteln. Feuchtes Gut führt zu Ablagerungen und Verkrustung im Dosierer, wodurch ein erhöhter Reinigungsaufwand entsteht.

Arbeiterschwernisse für die Bedienperson treten bei der Beschickung von Hand durch das Überschreiten der zulässigen Staubkonzentration (TGL 32601/1) und die Oberfluraufrichtung durch das Heben der in 25 - bzw. 50 -kg-Säcken abgepackten Futtermittel auf.

Die weitere Entwicklungsarbeit wird sich auf die Verminderung der Arbeiterschwernisse, die Verbesserung des Korrosionsschutzes und die Vereinheitlichung des Dosierschneckenantriebs konzentrieren.

Im VEB LIA Havelberg wurde die Serienproduktion des Mineralstoffdosierers H 825 M/H 826 M im vierten Quartal 1979 aufgenommen.

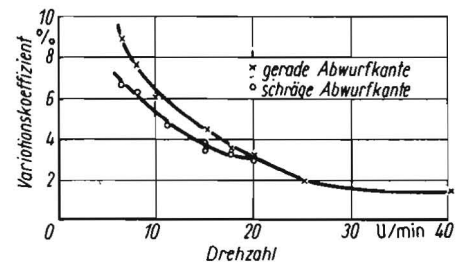


Bild 4. Variationskoeffizient in Abhängigkeit von der Dosierschneckendrehzahl bei einer Mineralstoffmischung mit 127 g Phosphor

5. Zusammenfassung

Im Beitrag wird eine technische Lösung für das Dosieren von Mineral- und Wirkstoffmischungen in Rinderproduktionsanlagen dargestellt. Zur Untersuchung verschiedener Parameter der Arbeitsqualität kommt eine Einrollenbandwaage unter Laborbedingungen zur Anwendung. Diese Ergebnisse dienen zur Auswahl der Konstruktionsparameter der Dosierschnecke.

Eine Beschreibung und technische Daten charakterisieren die entwickelte Dosiereinrichtung.

Für den Anwender werden Hinweise zum Einsatz des Mineralstoffdosierers vermittelt. Erkenntnisse aus Untersuchungen unter Labor- und Praxisbedingungen kennzeichnen den erreichten technischen Stand. Mit dem Mineralstoffdosierer H 825 M/H 826 M wird eine Mechanisierungslücke im Maschinensystem der Rinderproduktion geschlossen.

Literatur

- [1] Teltser, U.: Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Prüfung des regelbaren Aufgabegerätes MAR-1. TU Dresden. Praktikumsarbeit 1974 (unveröffentlicht).
- [2] Matiaske, W.: Regelbares Aufgabegerät Typ MAR-1. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1974 (unveröffentlicht).
- [3] Agrotechnische Forderungen an eine Dosiereinrichtung für Mineral- und Wirkstoffe. Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim 1976 (unveröffentlicht).
- [4] Michaelis, G.: Grundlagen zum Dosieren von Futterkomponenten und Gemischen. Forschungszentrum für Mechanisierung Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).
- [5] Röhnisch, H.-G.; Knappe, G.: Qualitätsanforderungen für industrielle Mischfuttermittel, Wirk- und Mineralstoffmischungen und wissenschaftliche Empfehlungen für den Einsatz in der sozialistischen Landwirtschaft der DDR. Markkleeberg: agr-Buch 1975. A 2675

Grundlagen zur geometrischen Anordnung starrer Einbauten in Schüttgutbehältern

Dipl.-Ing. V. Scholz, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/ Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

A	m^2	Fläche
Fr	—	Froude-Zahl
g	m/s^2	Erdbeschleunigung
h	m	Höhe
i	—	Faktor nach Jenike
k	—	Konstante
l	m	Länge
m	kg/s	Massestrom

r	m	Radius
\dot{v}	m/s	mittlere Geschwindigkeit
w	m	Wandabstand, Freispaltbreite
α	$^\circ$	Winkel zur Horizontalen
Θ	$^\circ$	Winkel zur Vertikalen
σ	Pa	Spannung
ρ	kg/dm^3	Dichte
φ	$^\circ$	Reibungswinkel

Indizes

A	Auslauföffnung
E	Einbau
e	effektiver Wert
0	Nullniveau
W	Behälterwand
w	Freispalt
T	Trichter