

fein. Eine wöchentliche Spritzung mit Fungiziden und Insektiziden wird in allen Betrieben durchgeführt. Gewöhnlich erfolgt die Bewässerung in einem 10tägigen Rhythmus. Dominierend ist die Furchenbewässerung. Bei Applikation von Herbiziden (Gesagard) wird zur Erhöhung der Wirksamkeit des Herbizids die Beregnung eingesetzt. Eine Beregnung zur Klutenminderung erfolgt nur in Ausnahmefällen (Bild 2).

Der typische Anteil der Kartoffelproduktion lag in den besichtigten Betrieben zwischen 5 und 8% der Ackerfläche. Die Anbaufläche betrug 130 bis 400 ha je Betrieb. Die Spezialisierung auf einen Gebrauchswert (Pflanz- oder Speisekartoffeln) war in den meisten Betrieben anzutreffen. Der Anteil der Flächen, die mit Vollerntemaschinen geerntet werden, schwankt zwischen 10 und 100%. Als Gründe für den in einigen Betrieben zum Teil geringen Einsatz von Vollerntemaschinen und für relativ geringe Maschinenleistungen (1,5 ha/8 h bis 2,5 ha/8 h) werden ein nicht ausreichender Maschinenbestand, zu viele Kluten und zu hoher Unkrautbesatz genannt. In einigen Betrieben war auch ein hoher Steinanteil die Ursache für den Einsatz des Vorratsroders.

Die Schlaggrößen sind für die vollmechanisierte Ernte nur in einigen Betrieben ausreichend. Besondere Probleme für die maschinelle Ernte stellen der hohe Kluten- und Unkrautbesatz, die Dammform (hohe und breite Dämme), die Legegenauigkeit und die technologische Zuordnung der Ernte-, Transport- und Aufbereitungskomplexe dar.

Der Transport der Kartoffeln nach der Aufbereitung sowie die Lagerung erfolgt in Säcken (Bild 3). Zur Lagerung der Kartoffeln über einen Zeitraum von mehr als 3 Monaten dienen ausschließlich Kühllagern.

Der Arbeitskräftebedarf bei der Kartoffelernte

Bild 3  
Kartoffeltransport von der Aufbereitungsanlage zum Kühllager in Säcken im großvolumigen LKW, Nutzmasse rd. 12 t



wird in Spitzenzeiten durch freiwillige Arbeits-einsätze von Schülern, Studenten, Soldaten und Arbeitern gedeckt.

Im Ergebnis der während des Studienaufenthalts durchgeführten Analyse und Messungen (u.a. Klutenbesatz und Krautertrag, Dammform und Reihenweite, Lage der Knollen im Damm, Klutenfestigkeit und Einfluß der Feuchte auf die Klutenfestigkeit) wurden Empfehlungen unterbreitet, die bereits bei der Nutzung der vorhandenen Mechanisierungsmittel eine Steigerung der Arbeitsproduktivität ermöglichen. Außerdem wurden erste Vorschläge zu Möglichkeiten der weiteren Mechanisierung der Kartoffelproduktion unter Einbeziehung von Maschinen und Anlagen aus der Produktion der DDR bzw. anderer sozialistischer Länder erörtert.

#### Schlußbemerkungen

Die Verfasser waren von den großen Leistungen beeindruckt, die in relativ kurzer Zeit seit der Revolution und unter komplizierten Be-

dingungen in der Landwirtschaft Kubas erreicht wurden. Besonders hervorzuheben ist der revolutionäre Elan, der dabei von Arbeitern, Armeeeingehöri-gen, Studenten und Schülern im ganzen Land entwickelt wird. Die Unterstützung der Republik Kuba durch die sozialistischen Länder, besonders durch die UdSSR, wird sowohl von den Landarbeitern als auch von Partei- und Staatsfunktionären als Ausdruck der engen Verbundenheit im Geiste des proletarischen Internationalismus gewertet und findet hohe Anerkennung. Für die Verwirklichung der auf dem I. Parteitag der Kommunistischen Partei Kubas beschlossenen Hauptaufgabe ist die weitere Integration der Republik Kuba mit den RGW-Ländern eine entscheidende Voraussetzung.

#### Literatur

- [1] Turek, E.; Niese, B.: Bericht über den Studienaufenthalt in der Republik Kuba. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim 1976.

A 1405

## Einfluß physikalisch-mechanischer Eigenschaften feucht-krümeliger Güter auf quantitative und qualitative Kenngrößen des Dosierens

Dipl.-Ing. F.-W. Ganskow, KDT, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR  
Dozent Dr.-Ing. P. Jakob, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

### 1. Aufgabenstellung

Für die Verfütterung feucht-krümeliger Futterstoffe in industriemäßig produzierenden Schweineanlagen sind Futterdosierer notwendig, die das Futter mit hoher Dosierqualität abgeben. Für die funktionssichere Gestaltung dieser Dosierer ist die Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten des zu dosierenden Futterstoffes Voraussetzung [1].

Da die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften feucht-krümeliger Stoffe und dem Dosiervorgang bisher nicht ausreichend geklärt sind, besteht die Aufgabe, am Beispiel eines Kratzerkettendosierers für die wesentlichsten Kenngrößen des Dosierens, das Antriebsdrehmoment und den Durchsatz, Gesetzmäßigkeiten für Berechnungsverfahren aufzustellen und experimentell zu überprüfen.

### 2. Theoretische Untersuchungen

Die Berechnungsgleichungen für das Antriebsdrehmoment und den Durchsatz werden unter Berücksichtigung der physikalisch-mechani-

schen Einflüsse, der Einflüsse durch konstruktive Parameter und der Einflüsse durch Betriebsparameter aufgestellt [2]. Physikalisch-mechanische Einflüsse werden besonders durch die Dichte, durch die innere und äußere

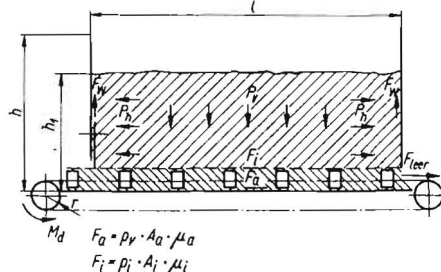


Bild 1. Wirkende Kräfte im Kratzerkettendosierer;  
h = 1,0 m r = 0,055 m  
l = 1,2 m A\_a = 0,96 m²  
b = 0,8 m A\_i = 0,80 m²

Reibung und durch die Kompressibilität gekennzeichnet. Konstruktive Parameter sind Länge, Breite und Höhe; zu den Betriebsparametern gehören Drehzahl und Dosierschlitzhöhe.

#### 2.1. Antriebsdrehmoment

Unter der für den Anwendungsfall möglichen Vernachlässigung der Wandreibung  $F_w$  lautet die Gleichung für das Antriebsdrehmoment (Bild 1):

$$M_d = |F_{\text{leer}} + p_v (A_a \mu + A_i \mu_i)| r \quad (1)$$

$$p_v = h_1 \rho (h) g \quad (2)$$

Um die Kompressibilität des Gutes zu berücksichtigen, müssen für die weitere Berechnung die Funktionen  $\rho = f(p_v)$  und  $p_v = f(h)$  bestimmt werden.

Für die Funktion  $p_v = f(h)$  ergibt sich entsprechend Bild 2 die Differentialgleichung

$$\frac{dp_v(h)}{dh} = g \rho(p_v) \quad (3)$$

Unter der Annahme nach Bild 3  
 $g \varrho(p_v) = g \varrho_S + \varrho_G (1 - e^{-\alpha p_v})$  (4)  
 erhält man durch Trennung der Variablen die Lösung

$$h = \frac{p_v}{g(\rho_s + \rho_G)} \left\{ 1 + \frac{1}{\alpha p_v} \ln \left[ 1 + \frac{\rho_G}{\rho_s} (1 - e^{-\alpha p_v}) \right] \right\} \quad (5)$$

## 2.2. Massedurchsatz

Nach Bild 4 ergibt sich der Massedurchsatz zu

$$\dot{m} = \frac{m_K}{t_K} \quad (6)$$

$$m_K = V_K \varrho(p) \quad (7)$$

$$t_K = \frac{a}{v} \quad (8)$$

Die Abhängigkeit der Dichte vom Druck wird durch Gleichung (4) charakterisiert. Der Gesamtdruck errechnet sich nach Bild 4 zu

$$p = \sqrt{p_v^2 + p_h^2} \quad (9)$$

$$p_h = F_Z / A_{KG} \quad (10)$$

$$A_{KG} = b_K h_K z \quad (11)$$

## 3. Versuchseinrichtung und -methode

In den aufgestellten Gleichungen sind die Größen Kompressibilität  $\varrho = f(p)$  und Reibung  $\mu_i$  bzw.  $\mu_a$  unbekannt, sie sind experimentell zu bestimmen.

### 3.1. Kompressibilität

Die Kompressibilität wird mit Hilfe eines Preßtopfs bestimmt (Bild 5) [3]. In den Preßtopf wird eine definierte Masse eingebracht und in gleichmäßigen Zeitabständen stufenweise mit zunehmendem Druck belastet.

Aus dem jeweiligen Restvolumen wird die Dichte errechnet. Zur Berücksichtigung der

### Verwendete Formelzeichen

a	m	Kratzerabstand
$A_a$	$m^2$	äußere Reibfläche
$A_i$	$m^2$	innere Reibfläche
$A_{KG}$	$m^2$	Kratzervorderfläche gesamt
$b_K$	m	Kratzerbreite
$F_{leer}$	N	Leerlaufkraft
$F_N$	N	Normalkraft
$F_w$	N	Wandreibkraft
$F_Z$	N	Zugkraft
g	$m/s^2$	Erdbeschleunigung
h	m	Behälterhöhe
$h_l$	m	Füllstandshöhe
$h_K$	m	Kratzerhöhe
$h_S$	m	Schlitzhöhe
l	m	Behälterlänge
$l_K$	m	Kratzerlänge
$\dot{m}$	kg/min	Massedurchsatz
$M_d$	N · m	Drehmoment
$m_K$	kg	Masse je Kratzerfüllung
p	$N/m^2$	Druck
$p_h$	$N/m^2$	Horizontaldruck
$p_v$	$N/m^2$	Vertikaldruck
r	m	Radius
$t_K$	min	Zeit je Kratzerentleerung
v	m/min	Kratzergeschwindigkeit
$V_K$	$dm^3$	Volumen je Kratzerfüllung
z		Kratzeranzahl im Vorratsbehälter
$\beta$	°	Schüttwinkel
$\lambda$		Druckverhältnis
$\mu_a$		Faktor für äußere Reibung
$\mu_i$		Faktor für innere Reibung
$\varrho$	$kg/dm^3$	Dichte
$\varrho_G$	$kg/dm^3$	Grenzdichte
$\varrho_{Gr}$	$kg/dm^3$	Größtdichte
$\varrho_S$	$kg/dm^3$	Schüttdichte

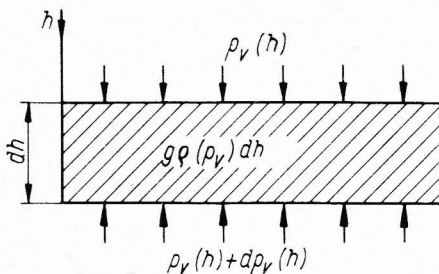


Bild 2. Druck- und Dichteverhältnisse in einer Schichthöhe dh

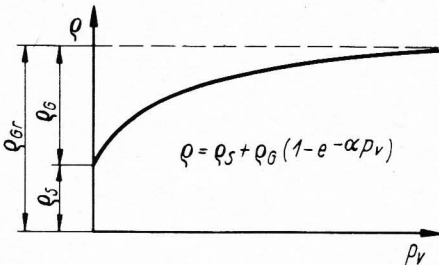


Bild 3. Darstellung der Funktion  $\varrho = f(p_v)$

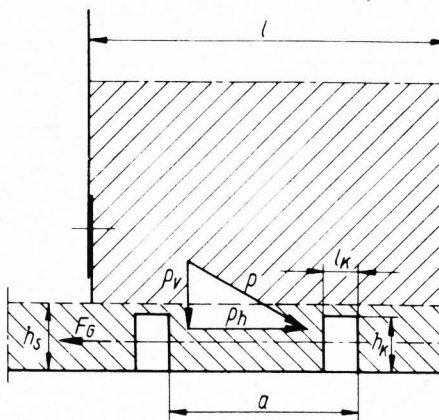


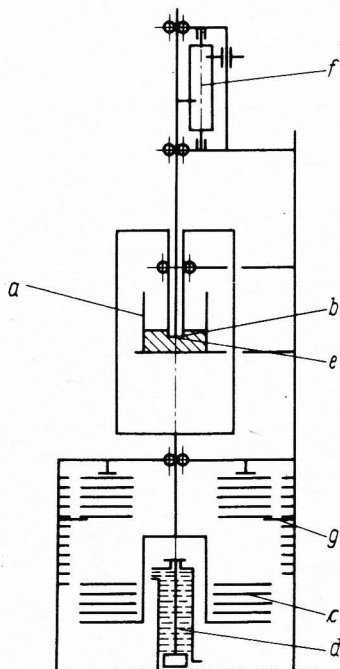
Bild 4. Abmessung der Kratzerkette zur Berechnung des abgefrästen Volumens zwischen zwei Kratzern:

$$a = 0,150 \text{ m} \quad b_K = 0,800 \text{ m}$$

$$l_K = 0,025 \text{ m} \quad h_S = 0,050 \text{ m}$$

$$h_K = 0,045 \text{ m} \quad z = l/a = 8$$

$$V_K = (a h_S - h_K l_K) b_K$$



Wandreibung werden die gemessenen Werte mit der Gleichung (12) korrigiert [4]:

$$\frac{p_h}{p_v} = \lambda = \frac{1 - \sin \beta}{1 + \sin \beta} \quad (12)$$

### 3.2. Innere und äußere Reibung

Die Messung der Reibung erfolgt mit Hilfe einer Reibplatte (Bild 6). Die Reibplatte (bei der Messung der äußeren Reibung ohne Querstege, bei der Messung der inneren Reibung mit Querstege) wird mit verschiedenen Gewichten belastet und mit einer Seiltrommel über das lose aufgeschüttete Gut gezogen. Aus der mit einem Zugkraftmesser ermittelten notwendigen Zugkraft werden  $\mu_i$  und  $\mu_a$  errechnet.

### 3.3. Kratzerkettendosierer

Der zur Untersuchung ausgewählte Kratzerkettendosierer (Bild 7) besteht aus einem kastenförmigen Vorratsbehälter, auf dessen Boden eine umlaufende Kratzerkette angeordnet ist. Die Kratzerkette wird auf einer Seite des Behälters durch einen Dosierschritt geführt, hinter dem sich unterhalb der Kratzerkette und quer zur Förderrichtung eine Austragschnecke befindet. Um den für den Kratzerkettenantrieb zu erwartenden hohen Drehmomentenbedarf zu senken, wird weiterhin eine Einrichtung untersucht, die aus dicht über der Kratzerkette angeordneten Stäben besteht, die von dem Kratzerkettenantrieb in eine Drehung versetzt werden. Zur Überprüfung der Berechnungsverfahren in der Praxis wird der beschriebene Kratzerkettendosierer bei verschiedenen Befüllhöhen untersucht, wobei jeweils das Antriebsdrehmoment und der Massedurchsatz gemessen werden.

## 4. Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse des Preßtopfversuchs zeigen, daß feucht-krümelige Güter gegenüber trockenen Gütern stark kompressibel sind (Bild 8). Dieser Einfluß wirkt sich auf die Dosiergenauigkeit und auf die Stationarität des Dosierprozesses aus.

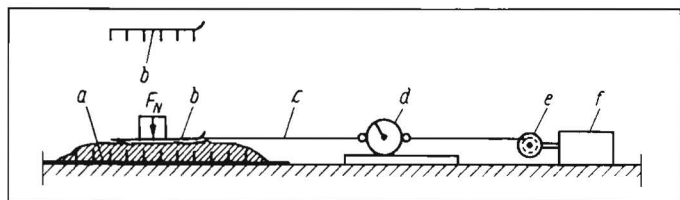
Auch gegenüber trockenen Schüttgütern sind die Reibwerte (Tafel 1) höher, wodurch die Brückenbildung im Vorratsbehälter begünstigt wird und der Drehmomentenbedarf ansteigt.

Der Vergleich der Meßwerte mit den theoretischen Werten zeigt, daß beide Berechnungsverfahren geeignet sind. Die Abweichung zwischen errechnetem und gemessenem Wert beträgt bei der Berechnung des Antriebsdrehmoments 10% und bei der Berechnung des Massedurchsatzes 20%. Bei Verwendung der Einrichtung zum Vermindern des Drehmomentenbedarfs wird das Drehmoment um 40 bis 60% reduziert, und die Dosiergenauigkeit verbessert sich um 5 bis 10%.

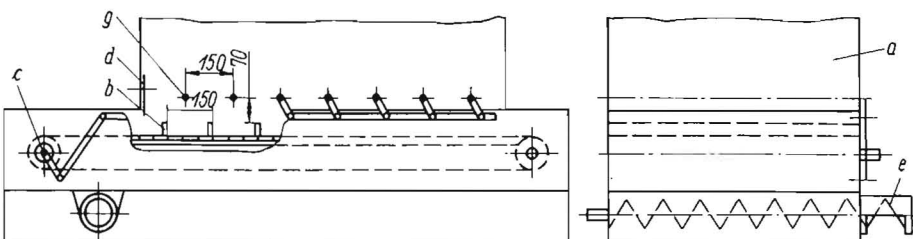
## 5. Schlußfolgerungen

Durch die Kompressibilität des feucht-krümeligen Gutes verläuft der Dosierprozeß instationär, d. h., der Massestrom wird mit abnehmender Füllstandshöhe im Vorratsbehälter geringer. Die Abweichungen vom Mittelwert betragen  $\pm 25\%$ . Da der Stoffparameter Kompressibilität dieses Verhalten verursacht, ist auch für andere Dosierprinzipien

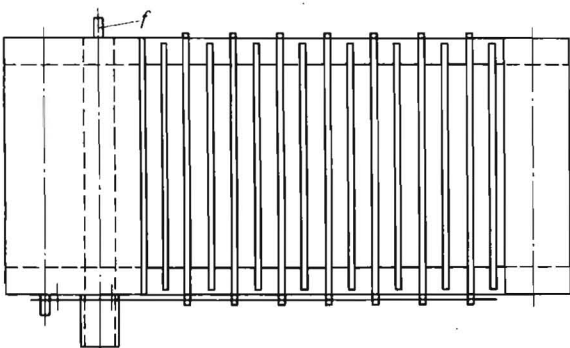
Bild 5. Versuchsaufbau zur Ermittlung der Kompressibilität; a Preßtopf, b Druckstempel, c Zusatzmassen, d Hydraulikzylinder, e Sonde, f Wachspapierschreiber, g Griffchieber



**Bild 6**  
Versuchsaufbau zur Messung der äußeren und inneren Reibung; a Grundplatte, b Reibplatte, c Zugseil, d Zugkraftmesser, e Seiltrommel, f Motor



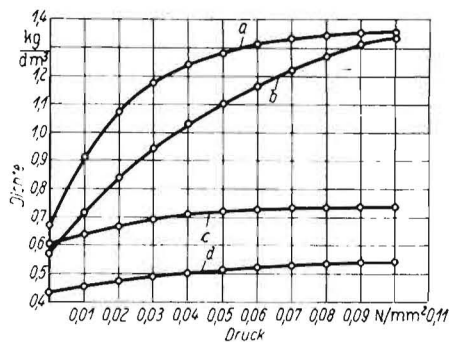
**Bild 7**  
Aufbau des Kratzerkettendosierers; a Vorratsbehälter, b Kratzerkette, c Antrieb für Kratzerkette und Stäbe, d Schieber, e Austragschnecke, f Antrieb für Austragschnecke, g Stäbe zur Verminderung des Vertikaldrucks



diese Tendenz zu erwarten, was bereits weitere Untersuchungen der Autoren bestätigten. Für mobile Dosierer läßt sich der durch die Kompressibilität hervorgerufene Dosierfehler durch die Abgabe bei Hin- und Rückfahrt kompensieren. Für stationäre Dosierer kann die Beseitigung dieses Fehlers durch mechanisch oder elektrisch bewirkte kontinuierliche Vergrößerung des Volumenstroms nach vorheriger Kalibrierung der Austragemasse über der Entleerungszeit erfolgen.

**Literatur**

- [1] Rössel, D.: Physikalische Eigenschaften landwirtschaftlicher Materialien. Wiss. Zeitschr. d. Universität Rostock (1973) H. 1, S. 85—87.
- [2] Füll, C.; Ehlert, D.; Freitag, B.: Bedeutung von Stoff- und Wirkpaarungskenngrößen im Entwicklungs- und Konstruktionsprozeß. agrartechnik 24 (1974) H. 3, S. 441—444.
- [3] Meßgeräte und Prüfverfahren in der Landtechnik. Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR, Forschungsbericht 1966.
- [4] Taubmann, H.: Austrageorgane und Austraghilfen



**Bild 8.** Ergebnisse der Kompressibilitätsmessung; a konservierte Zuckerrübenschnitzel, b Trockenmischfutter SM mit 55% TS, c Trockenmischfutter SM mit 86% TS, d trockene Zuckerrübenschnitzel

**Tafel 1.** Ergebnisse aus Reibversuchen

Gut	äußere Reibung bei $F_N = 545 \text{ N}$		Innere Reibung bei $F_N = 615 \text{ N}$	
	$F_Z$ N	$\mu_a$	$F_Z$ N	$\mu_i$
Trockenschnitzel	367	0,67	530	0,86
Trockenmischfutter				
SM lose 86% TS	247	0,45	537	0,89
konservierte Zuckerrübenschnitzel				
413	0,75	613	0,99	
SM 55% TS	390	0,71	693	1,12

## Haltungstechnik für Mastschweine

Dr.-Ing. M. Haidan, KDT/Ing. W. Reuschel, KDT, VEB Landtechnische Industrieanlagen (LIA) Cottbus, Sitz Neupetershain

Die Haltungsstufe „Mast“ in der industriemäßigen Schweineproduktion erfaßt Sauen und Börgе (kastrierte Eber) im Lebendmassebereich zwischen 30 kg und 125 kg. Produktionsziel dieser Haltungsstufe ist ein möglichst hoher spezifischer Fleischansatz bei möglichst geringem Futtereinsatz. Neben genetischen Faktoren sind die Umweltbedingungen während des Wachstums der Tiere entscheidend für das Produktionsergebnis. Die Umweltbedingungen werden vor allem durch die Haltungstechnologie und durch die konkrete Gestaltung der Haltungstechnik [1] bestimmt.

### 1. Technisch-technologische Grundsätze

#### 1.1. Einzel- oder Gruppenhaltung

Für die Einzelhaltung von Mastschweinen werden in der Fachliteratur Versuchsmuster

und -ergebnisse erläutert [2]. Praktisch verwirklicht ist in der industriemäßigen Schweinemast ausschließlich die Gruppenhaltung. Bei der Gruppengröße hat sich die Haltung in kleineren Gruppen gegenüber der Haltung in Großbuchten mit 100 und mehr Tieren eindeutig durchgesetzt. Für Mastanlagen werden heute

**Tafel 1.** Flächenbedarf bei Ein- und Zweiphasenmast

Haltungsform	Lebendmassebereich kg	Flächenbedarf m <sup>2</sup> /Tier
Einphasenmast	30...125	0,60
Zweiphasenmast		
Vormast	30...70	0,45
Endmast	70...125	0,60

Gruppengrößen von 8 bis 12 Tieren als zweckmäßig angesehen [3].

#### 1.2. Ein- oder Zweiphasenmast

Die Einphasenmast sichert die durchgängige Haltung der Mastschweine während des gesamten Mastabschnittes in einer Bucht. Sie verläuft damit ohne umstellungsbedingte Streßwirkungen auf die Tiere und ohne umstellungsbedingte Arbeitszeitaufwendungen. Eine rationelle Nutzung der Stallgrundfläche wird nicht erreicht (Tafel 1) [3].

Die Zweiphasenmast gliedert sich in die Haltungsabschnitte Vormast und Endmast. Der günstigeren Auslastung der Stallgrundfläche (Tafel 1) stehen erhöhte Arbeitszeitaufwendungen für das manuelle Umställen bzw. Treiben sowie Streßwirkungen auf die Tiere entgegen. In der Landwirtschaft der DDR werden sowohl