

1. Problematik

Das Pelletieren gestattet, Umschlag und Lagerung von Trockengut mit einem geringeren Aufwand als in den Verarbeitungsformen H6cksel und Mehl durchzuf6hren. Die Vorteile liegen insbesondere in der Erh6hung der Sch6tt-dichte, in der Verbesserung der Sch6ttguteigenschaften und der F6rderwilligkeit sowie in der Verringerung des Lagerisikos [1]. Mit der Einf6hrung des Pelletierens von Trockengut ergeben sich aus technischer Sicht bei den Teilarbeitsg6ngen F6rdern, Lagern und Verteilen Probleme, deren L6sung die Kenntnis der physikalisch-mechanischen und der f6rdertechnischen Eigenschaften voraussetzt.

2. Physikalisch-mechanische Eigenschaften

2.1. Sch6tt-dichte, Substanzdichte, Reindichte, Hohlraumvolumen

Die entsprechenden Definitionsgleichungen lauten:

$$\text{Sch6tt-dichte } \rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (1)$$

$$\text{Substanzdichte } \rho_f = \frac{m_w + m_{Tr}}{V_K} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (2)$$

$$\text{Reindichte } \rho_{Tr} = \frac{m_{Tr}}{V_K} \quad [\text{kg/m}^3] \quad (3)$$

$$\text{Hohlraumvolumen } V_h = \frac{V_s - V_K}{V_s} \quad [\%] \quad (4)$$

Zur Bestimmung der Sch6tt-dichte ρ_s wurde ein w6rfelf6rmiger Beh6lter mit einem Volumen von 1/8 m³ benutzt. Das Einsch6tten erfolgte in allen F6llen vom Rand des Beh6lters aus, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. Der Abriebanteil wurde vorher abgeseibt.

Verwendete Formelzeichen

m	Masse in kg
m_w	Masse des Wassers in kg
m_{Tr}	Trockenmasse in kg
V_h	Hohlraumvolumen in %
V_K	K6rpervolumen in m ³
V_s	Sch6ttvolumen in m ³
β	Sch6ttwinkel
ρ_f	Substanzdichte in kg/m ³
ρ_s	Sch6tt-dichte in kg/m ³
ρ_{Tr}	Reindichte in kg/m ³
φ_{ad}	6u6erer dynamischer Reibwinkel in °
φ_{id}	innerer dynamischer Reibwinkel in °
φ_{st}	innerer statischer Reibwinkel

Bei der Bestimmung des Hohlraumvolumens wurde in ein mit Pellets gef6lltes Me6gef66B Toluol oder Xylol gegeben. Die nachgef6llte Fl6ssigkeitsmenge entsprach dem Hohlraumvolumen. Die Differenz von Sch6ttvolumen V_s und Hohlraumvolumen V_h wurde als K6rpervolumen V_K bezeichnet.

Die Werte der Reindichte und Substanzdichte wurden unter Verwendung der obengenannten experimentellen Werte rechnerisch bestimmt.

Die ermittelten Ergebnisse von einigen ausgew6hlten Gutarten sind in Tafel 1 enthalten. Die H6he der Sch6tt-dichte ist in starkem Ma6e von der Matrizenkonstruktion, deren Verschle6zustand, vom Rohfasergehalt des Gr6ngutes, vom Trockensubstanzgehalt des Trockengutes und von der K6rnung der Pellets abh6ngig. Die H6he der Beeinflussung durch diese Faktoren wurde nicht untersucht.

W6hrend beim Pelletieren von Trockengr6ngut eine Erh6hung der Sch6tt-dichte auf das drei- bis sechsfache (von $\approx 120 \text{ kg/m}^3$ auf 340 bis 704 kg/m^3) erreicht wurde, betr6gt sie beim Pelletieren von Kartoffeltrockenschnitzeln etwa nur das 1,5- bis 2fache.

Die Werte f6r das relative Hohlraumvolumen betragen 45,0 bis 74,5%. Sie sind vor allem von der Pelletstruktur abh6ngig.

Die Reindichte von Trockengr6ngutpellets liegt zwischen 900 und 1380 kg/m^3 . Die Werte der Substanzdichte sind entsprechend dem Wassergehalt gr66er. Sie betragen 1000 bis 1550 kg/m^3 .

2.2. Stabilit6t

Die Stabilit6t und Festigkeit von Trockengutpellets mu6 einerseits so gro6 sein, da6 bei der F6rderung nur in geringem Ma6e Abrieb entsteht, und sie mu6 sich andererseits in den Bereichen bewegen, in denen eine Futterraufnahme durch die Tiere ohne vorherige Zerkleinerung m6glich ist.

Zur Beurteilung der Pelletstabilit6t wurden die Bruchkr6fte bei Druckbeanspruchung in axialer und radialer Richtung sowie bei Scherbeanspruchung und der entstehende Abriebanteil bei unterschiedlicher Fallstufenanzahl herangezogen. Als Abrieb wird der Anteil definiert, der beim Absieben der Trockengutpellets mit einem 10-mm-Rundlochsieb als Siebdurchgang anf6llt.

* Sektion Landtechnik der Universit6t Rostock (Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. CHR. EICHLER)

Tafel 1. Physikalisch-mechanische Eigenschaften von Trockengutpellets

Gutart	Durchmesser	L6nge	Trockensubstanzgehalt	Sch6tt-dichte	Substanz-dichte	Reindichte	Hohlraumvolumen	Scherbruchkraft	Druckbruchkraft \bar{x} (ax. Bel.)	Druckbruchkraft \bar{x} (rad. Bel.)	Sch6ttwinkel \bar{x}
	mm	mm	%	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	%	kp	kp	kp	°
Gras ¹	8,0	8,0	90,8	563	1300	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	42,8
Luzerne	14,0	16,2	90,7	380	1360	1233	72,3	4,3	12,0	12,6	n. g.
Luzerne	14,0	23,9	90,3	572	1230	1110	53,4	17,3	60,0	35,0	48,5
Luzerne	14,0	15,2	87,3	423	1265	1105	66,6	7,3	23,0	15,0	n. g.
Luzerne	14,0	14,3	86,8	376	1210	1050	63,0	6,5	38,0	14,7	n. g.
Gr6nhafer	14,0	13,6	91,2	341	1340	1220	74,5	3,3	42,0	9,0	n. g.
Gr6nroggen	14,0	14,7	90,3	448	1200	1084	62,7	9,2	82,0	21,0	46,8
Klee gras	14,0	16,8	90,2	352	1320	1190	73,4	9,2	64,0	12,9	53,2
Gras	14,0	17,0	92,3	420	1210	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	53,9
Gras ¹	14,0	18,0	91,3	455	1220	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	50,7
Rotklee	16,0	22,0	90,9	540	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	48,3
Leguminosen	16,0	32,0	90,4	553	1010	900	45,0	n. g.	n. g.	n. g.	48,0
Rotklee	20,0	33,0	89,9	534	1430	1280	62,5	n. g.	n. g.	n. g.	48,6
So-Raps	20,0	32,0	86,9	450	1340	1170	66,5	n. g.	n. g.	n. g.	60,9
So-Raps	20,0	33,0	88,9	704	1550	1380	54,4	n. g.	n. g.	n. g.	47,3
Rotklee	24,0	11,5	91,42	498	1260	1150	60,4	20,5	86,0	25,2	50,5
Luzerne	24,0	9,9	92,2	449	1340	1235	66,5	8,9	59,0	16,9	50,9
Kartoffel	14,0	17,0	90,0	564	1430	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	n. g.	50,7
R6benblatt	14,0	25,0	85,5	765	1730	1480	55,0	n. g.	n. g.	n. g.	36,0

n. g. nicht gemessen

¹ aus Gr6nmehl hergestellte Pellets, alle anderen Pellets wurden aus Trockenguth6cksel produziert

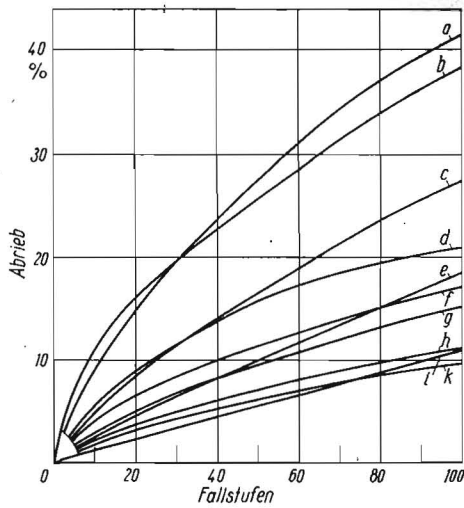


Bild 1. Abriebanteile bei verschiedener Fallstufenanzahl (Fallstufe = 580 mm; Abriebangabe in Masse-%)

a Grünhafer	(\varnothing 14 mm, TrS 91,20 %)
b Luzerne	(\varnothing 14 mm, TrS 90,67 %)
c Gras	(\varnothing 24 mm, TrR 85,98 %)
d Luzerne	(\varnothing 14 mm, TrS 86,80 %)
e Luzerne	(\varnothing 24 mm, TrS 92,20 %)
f Luzerne	(\varnothing 14 mm, TrS 87,30 %)
g Kleegras	(\varnothing 14 mm, TrS 90,20 %)
h Klee	(\varnothing 24 mm, TrS 88,69 %)
i Luzerne	(\varnothing 14 mm, TrS 90,30 %)
k Futterroggen	(\varnothing 14 mm, TrS 90,30 %)

Der Abriebanteil muß aus folgenden Gründen so gering wie möglich gehalten werden:

- Abrieb verschlechtert die Rieselfähigkeit. Dadurch wird die Entnahme aus Vorratslagern und -behältern erschwert;
- Abrieb führt zu einem Absinken der Schüttdichte. Das für die Lagerung benötigte Volumen wird größer;
- mit Abrieb eingelagerte Trockengutpellets neigen eher zur Selbstentzündung, weil die Temperaturleitkoeffizienten von feinkörnigem Gut niedriger als von grobkörnigem Gut sind [2];
- durch den Abriebanteil vergrößern sich die Streuverluste beim Pelletumschlag;
- Abrieb beeinträchtigt die Futteraufnahme und Futterverwertung bei Rindern [3].

Die ermittelten Bruchkräfte bei Druck- und Scherbeanspruchung von Trockengutpellets, die mit den in der Republik vorhandenen Pelletieranlagen aus der ČSSR (Granulierstrecke P600) und der Firma Kahl (Scheibenmatrizenpressen) erzeugt werden, sind in Tafel 1 zusammengestellt. Den entstehenden Abriebanteil bei verschiedenen Fallstufenzahlen (1 Fallstufe = 580 mm) zeigt Bild 1.

Die Stabilität der Trockengutpellets ist allgemein vom Rohfasergehalt des Grüngutes, vom Trockensubstanzgehalt des Trockengutes, von der Struktur des Trockengutes (Mehl oder Häcksel), von der Konstruktion der Preßmatrize und deren Verschleißzustand sowie von der Beanspruchungsart abhängig. Aus rohfasereichen Gütern werden Pellets mit geringerer Festigkeit als aus rohfasereichen Gütern gepreßt. Die Bruchkräfte von Luzerne-Pellets liegen z. B. im Mittel um 70% höher als bei Grünhafer.

Das Optimum des Trockensubstanzgehalts für das Pelletieren liegt zwischen 90,5 und 87,5%.

Der Einfluß der Trockengutstruktur auf die Pelletstabilität zeigt sich daran, daß Pellets, die aus Grünmehl hergestellt wurden, durchschnittlich um 40% höhere Bruchkräfte als Trockenguthäckselpellets aufweisen. Die Ursache dafür liegt in der größeren spezifischen Oberfläche von Grünmehl. Dadurch ist eine bessere Bindung möglich. Grundsätzlich sollte Trockengrünung aber aus Gründen der Kostenverringerung unvermahlen pelletiert werden.

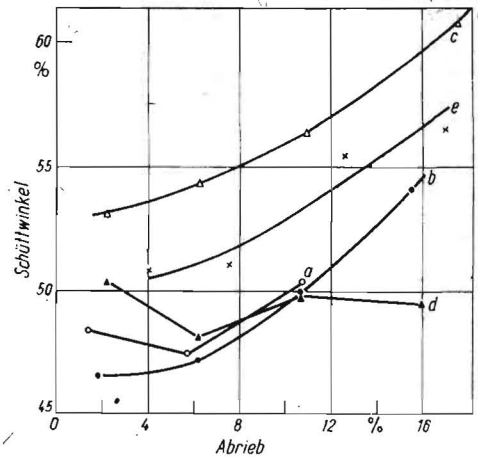


Bild 2. Schüttwinkel von Trockengrünungpellets in Abhängigkeit vom Abriebanteil (Abriebangabe in Masse-%)

a Luzerne	(\varnothing 14 mm; Länge 23,9 mm; TrS 90,30 %)
b Futterroggen	(\varnothing 14 mm; Länge 14,67 mm; TrS 90,30 %)
c Kleegras	(\varnothing 14 mm; Länge 16,75 mm; TrS 90,20 %)
d Klee	(\varnothing 24 mm; Länge 11,50 mm; TrS 91,42 %)
e Luzerne	(\varnothing 24 mm; Länge 9,94 mm; TrS 92,20 %)

Der Einfluß des Verschleißzustandes der Scheibenmatrize auf die Pelletstabilität resultiert aus der Verkürzung des Preßweges. Pellets, die mit einer neuen Matrize hergestellt wurden, widerstanden zweieinhalbmal höheren Bruchkräften als die Pellets, die mit der gleichen Matrize hergestellt wurden, nachdem mit dieser 300 t gepreßt worden sind.

Die Scherbruchkraft der geprüften Pellets lag zwischen 3,3 und 20,5 kp. Sie ist gegenüber den Bruchkräften bei Druckbeanspruchung wesentlich geringer. Die Druckbruchkräfte bei axialer Beanspruchung lagen in einem Bereich von 12 kp bis 86 kp, die Druckbruchkräfte bei radialer Beanspruchung betragen dagegen nur 9 kp bis 35 kp. Diese Werte gelten für Trockengrünung. Bei Kartoffel- und Rübentrockengutpellets wurden in radialer Richtung Druckbruchkräfte über 60 kp gemessen. Es ist zu erwarten, daß die Aufnahme dieser Pellets durch die Tiere in unzerkleinertem Zustand nicht mehr möglich ist.

Kennzeichnend für alle ermittelten Bruchkraftwerte sind hohe Standardabweichungen und Variationskoeffizienten. Sie sind Ausdruck der sehr unterschiedlichen Pelletstabilität. Aus Bild 1 ist ersichtlich, daß die Abriebzunahme im Bereich bis zu 30 Fallstufen am größten ist (degressiv ansteigende Kurvenverläufe). Der mittlere Wert liegt hier bei 10%, der maximale bei 20,0% (Grünhafer) und der minimale bei 3,5% (Luzerne).

Die angeführten Stabilitätswerte können zur Beurteilung der Pelletbeschädigung beim Umschlag, bei der Einlagerung in Hallen und Behältern und zur Festlegung der zulässigen Festigkeit bei der Verfütterung herangezogen werden.

2.3. Innere und äußere Reibwerte

Die Kenntnis der inneren und äußeren Reibwerte ist Voraussetzung für die technische Konzipierung von Lagerungseinrichtungen (Bestimmung von Seitendrücken) und die Auslegung von Fördersystemen.

Die Bestimmung des inneren statischen Reibwinkels φ_{is} und des inneren dynamischen Reibwinkels φ_{id} war nicht möglich, weil die aus der Literatur bekannten Methoden keine gesicherten Ergebnisse lieferten.

Der Schüttwinkel β entspricht nach PAJER [4] annähernd dem inneren dynamischen Reibwinkel. Als Bestimmungsmethode wurde ein von ROSE und TANAKA [5] empfohlenes Verfahren benutzt. Das zu untersuchende Gut wurde aus einem quaderförmigen Behälter (Abmessungen: 205×605×1000 mm) durch das Öffnen einer rechteckigen

Blende (205×105 mm) zum Ausfließen gebracht. Nach dem Entleerungsvorgang verblieb seitlich der Blende ein Gutrest mit dem Schüttwinkel β . Da die vordere Wand des Behälters aus Piacryl bestand, war eine einfache Messung möglich.

Die mittleren Schüttwinkelwerte sind in Tafel 1 wiedergegeben. Bild 2 enthält eine Darstellung des Schüttwinkels von Trockengrüngutpellets mit unterschiedlichen Guteigenschaften in Abhängigkeit vom Abriebanteil. Bei geringen Abriebanteilen (0 bis 8%) und unter der Voraussetzung gleicher Festigkeit haben Pellets geringerer Körnung kleinere Schüttwinkel. So ist z. B. bei Grünroggenpellets mit 14 mm Dmr. und einer Länge von 14,67 mm der Schüttwinkel kleiner als bei Luzernepellets mit 14 mm Dmr. und einer Länge von 23,90 mm, trotz größerer Festigkeit der Luzernepellets.

Trockengutpellets geringerer Festigkeit haben bei gleicher Körnung und gleichem Abriebanteil größere Schüttwinkel. Diese Tendenz kann im Bild 2 am deutlichsten beim Vergleich der Schüttwinkelwerte von Kleegraspellets (14 mm Dmr., 16,75 mm Länge), die eine radiale Druckbruchkraft von 12,9 kp haben, und von Luzernepellets (14 mm Dmr., 23,90 mm Länge) mit einer radialen Druckbruchkraft von 35,0 kp im Bereich kleiner Abriebanteile herausgelesen werden.

Der Einfluß des Abriebanteils auf den Schüttwinkel ist bei Pellets verschiedener Festigkeit unterschiedlich. Bei Trockengutpellets geringerer Festigkeit steigen die Schüttwinkelwerte progressiv mit größer werdendem Abriebanteil. Sie erhöhen sich nur geringfügig bis zu einem Bereich von 6 bis 8% Abrieb. Danach ist ein starker Anstieg zu verzeichnen. Bei Trockengutpellets von hoher Festigkeit (z. B. Luzernepellets Bild 2, Kurve a) bewirken kleine Abriebanteile von 3 bis 5% sogar ein geringeres Absinken der Schüttwinkelwerte. Bei Kleepellets mit einer radialen Druckbruchkraft von 25,2 kp war im untersuchten Bereich von 2,20 bis 16,0% Abriebanteil keine bedeutende Schwankung des Schüttwinkels zu beobachten, aus der eine Tendenz abzuleiten wäre.

Der Nachteil der durchgeführten Versuche besteht darin, daß der Einfluß der Verdichtung des Guthaufwerks auf die Ausbildung des Schüttwinkels nur in geringem Maße erfaßt wurde. Dieser Einfluß zeigt sich darin, daß bei Pellets mit geringerer Festigkeit und höherem Abriebanteil (insbesondere über 8%) infolge der Deformationseigenschaften eine Verdichtung eintritt, die ein Anwachsen des Schüttwinkels bewirkt. Aus der Praxis ist bekannt, daß bei der Entnahme von Trockengrüngutpellets mit höherem Abriebanteil nahezu senkrechte Wände entstehen. Zur Erfassung und vollkommenen Klärung dieser Erscheinungen wären umfangreiche Grundlagenuntersuchungen notwendig. Der äußere dynamische Reibwinkel von Trockengrüngutpellets gegenüber poliertem Stahl beträgt 20,3°. Die Versuche wurden mit Pellets durchgeführt, die 16 mm Dmr., eine mittlere Länge von 25 bis 30 mm und einen Trockensubstanzgehalt von 92,1% besaßen [6].

2.4. Schwebegeschwindigkeit

Die Schwebegeschwindigkeit ist eine physikalisch-mechanische Kenngröße, die für die Berechnung pneumatischer Förderkreisläufe bekannt sein muß.

Die Schwebegeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit des Strömungsmittels, bei der die antreibende Kraft der anströmenden Luft, die dem Umströmungswiderstand zahlenmäßig gleich ist, mit der Eigenlast des Prüfkörpers im Gleichgewicht ist [4].

Tafel 2 enthält die experimentell ermittelten Schwebegeschwindigkeiten von Trockengrüngutpellets mit hoher, mittlerer und geringer Schüttdichte in Abhängigkeit vom Längen-Durchmesser-Verhältnis. Man kann ein Ansteigen der Schwebegeschwindigkeit mit größer werdender Schüttdichte erkennen.

Tafel 2. Schwebegeschwindigkeit von Trockengrüngutpellets (14 mm Dmr.)

Gutart	Schüttdichte kg/m ³	Länge/Durchmesser	Schwebegeschwindigkeit m/s
Luzerne	572	0 ... 0,71	14,5
		0,71 ... 1,43	16,3
		1,43 ... 2,14	16,6
		2,14 ... 2,86	16,3
		2,86 ... 3,57	16,8
Grünroggen	448	0 ... 0,71	13,8
		0,71 ... 1,43	15,2
		1,43 ... 2,14	14,6
		2,14 ... 2,86	17,0
Kleegras	352	0 ... 0,71	12,4
		0,71 ... 1,43	14,5
		1,43 ... 2,14	15,8
		2,14 ... 2,86	15,4

Theoretisch muß die Schwebegeschwindigkeit mit der Wurzel aus dem Produkt von Pelletdurchmesser und Pelletschüttdichte zunehmen, wenn eine Anströmrichtung quer zur Pelletachse zugrunde gelegt wird.

2.5. Gefährlichkeitseigenschaften

Aufgrund von Untersuchungen zur Bestimmung der Gefährlichkeitseigenschaften von pelletiertem Trockengrüngut (Luzerne und Futterroggen), die am Institut für Grubensicherheit Freiberg von KOHLSCHMIDT [7] durchgeführt wurden, lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- Futterroggenpellets sind zündfreudiger als Luzernepellets;
- Staub von Trockengrüngutpellets muß zu den explosionsfähigen Stäuben gerechnet werden;
- bei der Einlagerung von Trockengutpellets ohne Erwärmung, d. h. bei Umgebungslufttemperaturen, in Lagerhallen, mit massiven Umwandungen bis zu Lagerhöhen von 6000 mm bestehen keine Bedenken in bezug auf Selbsterwärmung. Bei einer Erwärmung der Lagerstapel auf 60 bis 70 °C ist eine weitere Selbsterwärmung bis zur Selbstentzündung möglich. Für Selbsterwärmung und Selbstentzündung sind das Ausgangstemperaturniveau und der Wassergehalt vor der Einlagerung von Bedeutung.

Die Temperaturleitfähigkeit des Lagergutes soll möglichst groß sein, damit die durch die Selbsterwärmung entstandenen hohen Temperaturen im Lagerstapel so schnell wie möglich abklingen. Untersuchungen von WICKE und PETERS [2] an Koks ergaben, daß die Temperaturleitfähigkeit sehr stark von der Körnung abhängig ist. Für die Einlagerung von Trockengrüngutpellets läßt sich darum die Schlußfolgerung ableiten, daß der Abriebanteil auf ein Mindestmaß eingeschränkt werden muß. Erfahrungen bei der Trockengrüngutpelletlagerung in den Lehr- und Versuchsgütern Groß Stove, Groß Lüsewitz und Hohen Luckow zeigten, daß gegenüber Häckselform Pellets nur dann weniger zur Selbsterwärmung neigen, wenn sie ohne Abrieb eingelagert werden.

3. Fördertechnische Eignung von Trockengutpellets

3.1. Einsatz von stetig arbeitenden Fördermitteln

Beim Einsatz von stetig arbeitenden Fördermitteln muß aus den genannten Gründen vor allem bei der Beschickung von Vorratslagern auf eine geringe Abriebentwicklung Wert gelegt werden.

Die pneumatische Förderung müßte aufgrund der hohen Schwebegeschwindigkeit der Trockengrüngutpellets mit Förderluftgeschwindigkeiten von 30 m/s bei reiner waagerechter Förderung und von 40 m/s bei Vorhandensein einer Steigleitung und zwei Krümmern im Förderkreislauf durchgeführt werden. Dadurch entstehen einerseits sehr große Druckverluste, die nur durch leistungsstarke Lüfter überwunden werden können, und andererseits Gutgeschwindigkeiten von 20 bis 25 m/s. Praktische Förderversuche zeigten,

daß bei diesen Gutgeschwindigkeiten ein unzulässig hoher Abriebanteil entsteht. Die pneumatische Förderung begünstigt außerdem die Gutentmischung und führt zu starker Staubentwicklung. Sie kann aus diesen Gründen nicht empfohlen werden.

Bei der Verwendung von Trogkettenförderern, wie sie zur Getreideförderung benutzt werden, ergeben sich Schwierigkeiten bei der Beschickung und Abgabe. Die Pellets fallen nur sehr schlecht oder gar nicht durch die Mitnehmerketten. Untersuchungen des Fördervorgangs mit Trockengrünut-pellets mittlerer Stabilität im Trogkettenförderer T265 (Hersteller: VEB Petkus Wutha) ergaben, daß bei der Gut-aufgabe 3 bis 5% und bei der weiteren Förderung 0,4 bis 0,5% Abrieb je Meter entstehen. Der Einsatz von Trog-kettenförderern zur Pelletförderung ist nicht zu empfehlen.

Förderversuche in Schnecken (200 mm Dmr.) mit Trocken-grünutpellets mittlerer Stabilität zeigten, daß bei Förder-längen bis zu 15 m die Abriebzunahme sehr groß ist. In Abhängigkeit vom Füllungsgrad und der Schneckendrehzahl betrug der Abriebanteil 12 bis 20%. Die weitere Abriebzu-nahme verläuft degressiv. Aufgrund dieser Ergebnisse kann der Einsatz von Schnecken ebenfalls nicht empfohlen werden.

Für die Förderung von Trockengrünutpellets sind Bänder, Schwingförderer mit einer Wurfkennziffer > 1 , langsam-laufende Becherelevatoren mit großem Becherinhalt und Rohrkettenförderer mit entsprechenden Rohrdurchmessern geeignet. Bei der Verwendung von Förderbändern sollten aus Wirtschaftlichkeitsgründen schmale Bandbreiten be- vorzugt werden.

3.2. Einsatz von stetig arbeitenden Ladern

Kontinuierlich arbeitende Lader sind für die Entnahme von Trockengutpellets aus Vorratslagern geeignet. Die Auf- nahme des Gutes erfolgt mit speziellen Werkzeugen, die nach verschiedenen Wirkungsprinzipien arbeiten können. Zu empfehlen ist der Einsatz des Schneckenladers nach dem System Trautmann. Voraussetzung für einen störungsfreien Arbeitsablauf ist ein rieselfähiges Gut. Das Problem der Abriebentwicklung ist bei diesem Gerät vorhanden, es ist weniger bedeutsam, wenn die Trockengutpellets aus dem Vorratslager direkt an die Stallanlage abgegeben werden und eine weitere längere Lagerung nicht mehr vorgesehen ist.

3.3. Einsatz von Schaufelladern und Greiferladern

Frontlader, Überkopflader, Schwenklader und Wurflader, die jeweils als Schaufellader arbeiten, und Greiferlader sind für den Trockengutpelletumschlag geeignet. Ihr Einsatz ist aus technischer Sicht nicht mit besonderen Problemen ver- bunden. Zu empfehlen ist besonders die Verwendung von

Dieselgabelstaplern, die mit einer Kippschaufel ausgerüstet sind. Dieselgabelstapler zeichnen sich gegenüber anderen Frontladern durch ihre hohe Wendigkeit aus.

4. Schlußfolgerungen und Empfehlungen

Die angegebenen physikalisch-mechanischen und förder- technischen Eigenschaften von Trockengutpellets dienen zur Lösung der technischen Probleme, die sich beim Fördern, Lagern und Verteilen ergeben.

Die Schüttdichten von Trockengrünutpellets liegen je nach Gutart und Matrizenbeschaffenheit in einem Bereich von 350 kp/m³ bis 700 kg/m³, im Mittel bei 500 kg/m³.

Die Pelletstabilität ist bei Scherbeanspruchung am gering- sten. Die Scherbruchkraft ist zwei- bis dreifach kleiner als die Bruchkräfte bei Druckbeanspruchung.

Die Schüttwinkelwerte betragen im Mittel 45 bis 50°. Sie steigen insbesondere bei Abriebanteilen über 8% sehr stark an.

Auf die Vermeidung von Abrieb sollte insbesondere bis zur Einlagerung in das Vorratslager aus fördertechnischen, sicherheitstechnischen und fütterungstechnischen Gründen geachtet werden.

Für die Förderung von Trockengrünutpellets sind als stetig arbeitende Fördermittel Bänder, Schwingförderer, Becher- elevatoren und Rohrkettenförderer mit entsprechenden Rohrdurchmessern geeignet.

Zur Entnahme aus Vorratslagern können Schneckenlader und besonders auch Dieselgabelstapler mit Kippschaufel, die sich gegenüber anderen Frontladern durch ihre große Wendig- keit auszeichnen, empfohlen werden.

Der Einsatz von Greiferladern ist aus technischer Sicht ebenfalls möglich.

Literatur

- [1] HENK, G.: Untersuchungen über den Nährstoff- und Carotinabbau bei der Heißlufttrocknung von Grünfütter und der Lagerung von Trockengrünfütter. Diss. DAL Berlin 1967 (unveröffentlicht)
- [2] WICKE, M. / W. PETERS: Experimentelle Untersuchungen des Einflusses von Hohlraumstruktur und Körnung auf die Wärme- leitung in Haufwerken fester Brennstoffe. Brennstoff-Chemie 4 (1968)
- [3] BULONI, I.: Neuerer-Erfahrungen beim Brikettieren von Rau- fütter. Vortrag auf der KDT-Tagung „Moderne Verfahren der Heu- und Silagegewinnung“. Magdeburg, September 1966
- [4] PAJER, G. / F. KURTH: Fördertechnik-Stetigförderer. VEB Verlag Technik, Berlin 1966
- [5] ROSE, H. E. / T. TANAKA: Rate of discharge of granular materials from bins and hoppers. The Engineer 1959, Okt., S. 465
- [6] MARTENS, J.: Großer Beleg am Institut für Landtechnik der Uni- versität Rostock. Rostock 1968 (unveröffentlicht)
- [7] KOHLSCHMIDT: Bestimmung der Gefährlichkeitseigenschaften von pelletiertem Trockengrünut (Futterroggen und Luzerne). Unver- öffentlichter Bericht Nr. 22-275/69 (IS 313/314/69) des Instituts für Grubensicherheit Freiberg, Freiberg 1969 A 7902

Der Mehrzweck-Trommeltrockner BS-6

Dieser Aufsatz über den Mehrzweck-Trommeltrockner BS-6 aus der CSSR enthält zahlreiche Informationen, die auch für die landwirt- schaftliche Trocknungstechnik der DDR von Bedeutung sind. So ist z. B. interessant, daß sich diese Anlage – mit entsprechenden Zu- satzeinrichtungen – auch für die Trocknung von Hackfrüchten eignet. Hervorzuheben sind weiterhin die Ausführungen über die Regeltechnik der Anlage. Die Redaktion

Nach einer Information über die Entwicklung der technischen Trocknung in der CSSR wird der gegenwärtige Stand der Mechanisierung auf diesem Gebiet vermittelt und anschlie- ßend der Mehrzweck-Trommeltrockner BS-6 vorgestellt.

* Abt.-Leiter im RND Ejporice, CSSR

Dipl.-Ing. V. MUZIK*

1. Entwicklung des landwirtschaftlichen Trocknungswesens in der CSSR

Die technische Trocknung in der Landwirtschaft der CSSR hat im Vergleich zum Weltstand stark aufzuholen. In einem Regierungsbeschluß wurde dazu 1964 ein Produktionsplan für landwirtschaftliche Trockenguterzeugnisse mit folgenden Mengen festgelegt:

- 232 000 t Trockenkartoffeln
- 315 000 t Grünmehl (davon 165 000 t Luzernemehl)
- 150 000 t getrocknete Zuckerrübenschnitzel
- 66 000 t Trockenmilch
- 9 000 t Trockenblut.