

einer spezifischen Leistungsaufnahme von 14,5 bis 12,5 kW · h/t und Ganzpflanzendurchsätze von 3,5 bis 4,0 t/h bei 11,7 bis 8,8 kW · h/t erreicht werden, wobei der 55-kW-Antriebsmotor noch nicht voll ausgelastet wurde.

Die Lochgröße der Austragsiebe ist eine weitere wesentliche maschinenseitige Einflußgröße auf die Zerkleinerung. Unter Betriebsbedingungen haben sich für die Mühle vom Typ DDM 8-mm-Rundlochsiebe bewährt. Da ein Großteil der Halmartikel die Sieblöcher in Längsrichtung passiert, ergibt sich eine Körnung des Mühlenausstraggutes von rd. 10/0 mm. Diese Körnung stellt einen vertretbaren Kompromiß zwischen den eingangs erwähnten Zielgrößen dar.

Bei den gutbedingten Einflüssen kommt der Körnung des Aufgabegutes, der Gutart und Struktur sowie der Gutfeuchte besondere Bedeutung zu. Die Körnung des Aufgabegutes sollte den Agrotechnischen Forderungen der DDR entsprechen, die 50 Masse-% \leq 30 mm und max. 15 Masse-% \geq 50 mm verlangen. In der Praxis können diese Halm-längen meist nicht realisiert werden. Für die Zerkleinerung von Getreideganzpflanzen ist nach [2] zu fordern, daß die Körner auf \leq 1/4 ihrer Ausgangsgröße zerkleinert werden müssen. Das ist eine Forderung sowohl von seiten der Agglomerationstechnik als auch von seiten der Tierernährungsphysiologie. Diese Bedingung ist reproduzierbar zu erfüllen, wenn die Halmteile auf rd. 10/0 mm zerkleinert werden [3]. Die am deutlichsten den Zerkleinerungsprozeß beeinflussende stoffliche Größe ist die Feuchte des Aufgabegutes. Es hat sich gezeigt, daß die verwendeten Hammermühlen bei einer Erhöhung des Feuchtegehaltes mit einem verminderten Durchsatz reagieren. Die nach den Agrotechnischen Forderungen der DDR zulässige max. Feuchte von $w = 20\%$ ist mit einer Minderung von 10 bis 30% des möglichen Dauerdurchsatzes verbunden. Die obere Grenze für die max. Gutfeuchte sollte der im Standard TGL 8022 enthaltene Wert von $w = 16\%$ sein; ansonsten ist die Zerkleinerung mit einer erhöhten spezifischen Leistungsaufnahme des Antriebsmotors und mit einem spürbaren Absinken der Durchsatzleistung verbunden. Besondere Schwierigkeiten treten bei Gutfeuchten von $w > 20\%$ auf. Die zu zerkleinernden Halme bilden im Rotorraum einen wollartigen Anteil langer, ineinander verwickelter Fasern aus, der das Betreiben der Mühle unmöglich macht. Die Folge davon ist, daß die Leistungsaufnahme des Motors bei vermindertem Durchsatz sprunghaft ansteigt und daß die Mühle vollkommen

verstopft. Bei der Vermahlung von getrockneten Getreideganzpflanzen und Trockengrünut treten diese Probleme kaum auf. Bei Gutfeuchten nach Durchlaufen der Trommeltrockner um $w = 10\%$ ist die schneidende Zerkleinerung der Halme aufgrund der hohen Sprödigkeit des Gutes voll möglich. Nach eigenen Praxisuntersuchungen an der Mühle DDM bei Durchsätzen zwischen 2 und 2,5 t/h mit 10-mm-Austragsieben und einer Feuchte von $w = 12$ bis 18% kommt es in der Hammermühle zu einer Verminderung der Gutfeuchte um rd. 1,5 bis 2%. Das ist nur auf die entstehende Reibungswärme beim ständigen Abbremsen der Partikel an der Prallplatte und an den Austragsieben und beim anschließenden Beschleunigen durch die umlaufenden Schläger sowie auf die Reibung der Partikel untereinander zurückzuführen. Den Effekt der „Trocknung“ beim Zerkleinern könnte man durch Verwenden von Warmluft zur pneumatischen Förderung vor und nach der Hammermühle noch erhöhen (Stromtrockner), so daß bei der mechanischen Aufbereitung eine Verminderung der Gutfeuchte des für den Preßvorgang oftmals zu feuchten Strohs erzielt werden könnte.

Die in der Praxis bereits bewährte Gemischtvermahlung von Stroh-häcksel und allen Zuschlagstoffen kann zur weiteren Anwendung empfohlen werden. Hierbei ist neben einer bedarfsgerechten Zerkleinerung gleichzeitig ein hoher Vermischungseffekt gegeben, der sich äußerst günstig auf die Verpreßbarkeit des Gutes auswirkt.

Als Ziel für die weitere Entwicklung sollte der Abschluß der Forschungsarbeiten für ein Zerkleinerungsaggregat stehen, das sowohl die Robustheit einer Häckselmaschine als auch die Qualitätsparameter einer Hammermühle garantiert, so daß eine weitere Erhöhung der Effektivität bei einer Senkung des Energiebedarfs möglich ist.

Literatur

- [1] Schubert, H.: Aufbereitung fester mineralischer Rohstoffe I. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1968.
- [2] Krug, H.; Rammler, E.; Naundorf, W.: Zerkleinerung halmartiger landwirtschaftlicher Produkte in Schlagmühlen. agrartechnik 25 (1975) H. 7, S. 342—345.
- [3] Krug, H.; Naundorf, W.: Agglomerationsverhalten von Getreideganzpflanzen. agrartechnik 25 (1975) H. 3, S. 141—144. A 1421

Beurteilung von Arbeitsmitteln zum Fördern von Trockenfutterpellets

Dr.-Ing. C. Füll, KDT/Dipl.-Ing. E. Scherping, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

1. Problematik

Die Festigkeit von Trockenfutterpellets muß so groß sein, daß bei Transport-, Umschlag- und Lagerungsprozessen (TUL-Prozessen) eine begründete Grenze des Abriebanteils nicht überschritten wird. Aus der Sicht des Energieaufwands beim Herstellen kompakterter Futtermittel sowie aufgrund der Forderung durch die Tierernährung, daß Pellets vom Tier ohne Schwierigkeiten aufgenommen werden müssen, ist die Festigkeit auf ein Mindestmaß zu beschränken. Daraus leitet sich für den Landtechniker die Aufgabe ab, solche Arbeitsmittel für die Mechanisierung von TUL-Prozessen zu konzipieren, die bei einem vertretbaren Aufwand eine maximal mögliche Schonung des Fördergutes gewährleisten.

2. Ziel der Untersuchung

Um optimale Lösungen für den Einsatz von stetig arbeitenden Fördermitteln für Trockenfutterpellets zu entwickeln, sind Untersuchungen unter Labor- und Praxisbedingungen er-

forderlich.

In den Laboruntersuchungen soll gezielt die Abriebbildung während des Förderprozesses bei ausgewählten Fördermaschinen in Abhängigkeit vom Förderstrom ermittelt werden.

Auf das Entstehen von Abrieb haben bei gleicher Rezeptur neben den mechanischen Belastungen die Pelletfeuchte, die Pellettemperatur, das Pelletalter und die konstruktive Gestaltung der gesamten Förderstrecke einen Einfluß.

Durch Untersuchungen in der Praxis sollten Aussagen über das Entstehen von Abrieb bei verschiedenen Fördermaschinen und auf der gesamten Förderstrecke abgeleitet werden. Der Einfluß von Zuckerrübenschnitzeln auf den Abriebanteil war darzulegen.

3. Durchführung und Ergebnisse der Untersuchungen

3.1. Laborversuche

3.1.1. Eigenschaften des verwendeten Versuchsgutes

Die verwendeten Trockenfutterpellets weisen folgende Eigenschaften auf:

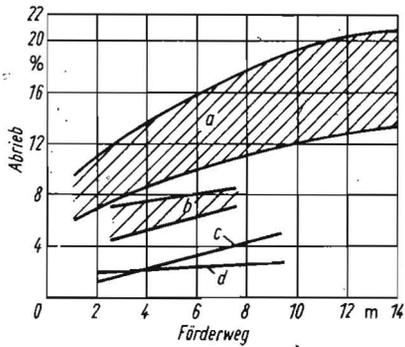


Bild 1. Abriebbildung beim Fördern von Trockenfutterpellets;

- a Förderung mit Förderschnecke:
 Durchmesser 200 mm
 Steigung 200 mm
 Drehzahl 44 ··· 135 U/min
 Förderstrom 4 ··· 10 t/h
 Füllungsgrad 40 ··· 70 %
- b Förderung mit Trogkettenförderer T 265:
 Förderstrom 1,2 ··· 1,6 t/h
- c Förderung mit Schwingförderer:
 Förderstrom 1 ··· 3 t/h
 Wurfkennziffer 0,1 ··· 0,5
- d Förderung mit Schwingförderer:
 Förderstrom 9 t/h
 Wurfkennziffer 1,05

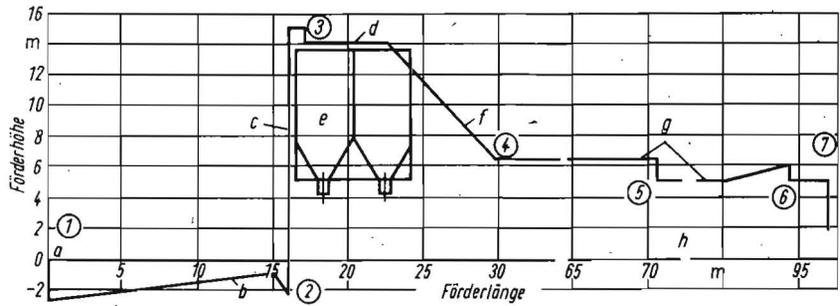


Bild 2. Versuchsbedingungen und -ergebnisse beim Fördern von pelletiertem Teilfertigfutter; a Futterpelletieranlage, b Trogkettenförderer, c Becherförderer, d Trogkettenförderer, e Beladestation, f Fallrohr, g Gurtbandförderer, h Lagerhalle I bis 7: Meßstellen

Tafel 1. Angaben zu den Versuchsgütern

Kennwerte	Versuchsgüter	
	Versuchsgut I	Versuchsgut II
Anteil v. Vormisch II	% 52	52
Anteil v. Stroh	% 20	25
Anteil v. Trockengrün	% 28	16
Anteil v. Zuckerrübenschnitzeln	% -	7
Pelletdurchmesser	mm 13	13
mittlere Pelletlänge	mm 9,2	13,0
Trockensubstanzgehalt	% 90,4	89,7
Schüttdichte	kg/m ³ 685	674
Druck-Bruchfestigkeit	N/mm ² 1,10	12,2
mittlerer Testabrieb	% 24,2 ¹⁾	17,7 ¹⁾

1) prozentualer Anteil an der Probenmasse

Durchmesser	14 mm
mittl. Länge	14,67 mm
Trockensubstanzgehalt	90,30 %
Schüttdichte	448 kg/m ³
mittl. Scherfestigkeit	0,58 N/mm ²
mittl. radiale Druck-Bruchfestigkeit	1,01 N/mm ²
mittl. axiale Druck-Bruchfestigkeit	0,52 N/mm ²
Abrieb nach 30 Fallstufen mit je 580 mm	2,5 %

Der Abrieb ist der Feinanteil im Fördergut, der durch ein 5-mm-Rundlochsieb fällt. Die Masse des Abriebs wird auf die Probenmasse bezogen und in % angegeben.

3.1.2. Versuchsmethode und Ergebnisse

Für die Versuche stand eine Trogkette mit einem Durchmesser von 200 mm, einer Schneckensteigung von 200 mm und einer Förderlänge von 3200 mm zur Verfügung. Zur Simulation längerer Förderstrecken wurden die Pellets mehrmals in den gleichen Umlauf gebracht.

Die Abriebraten sind in Abhängigkeit vom Förderweg verläuft degressiv (Bild 1). Diesen Sachverhalt kann man damit erklären, daß bei Förderbeginn zunächst die weniger stabilen Pellets zerstört werden.

• Eine wesentliche Ursache für das Entstehen von Abrieb sind Stauungen an Zwischenlagern. Diese treten bei Füllungsgraden von kleiner als 40 % nicht auf.

Die Untersuchungen an Trogkettenförderern wurden mit dem Typ T 265 durchgeführt. Die Kettengeschwindigkeit betrug 0,335 m/s. Mit 3 bis 5 % entsteht ein wesentlicher Anteil des Abriebs bei der Gutaufnahme. Bei Förderströmen bis zu 1,5 t/h ist mit einer Abriebratenzunahme von 0,4 bis 0,5 % je Meter Förderweg zu rechnen. An der Gutabgabe fallen nicht alle Pellets durch die Kette des Untertrums, weil die Abstände der Querstege zu gering sind. Förderströme über 1,5 t/h waren deshalb nicht möglich.

Das Fördern von Trockengutpellets mit Schwingförderern wurde mit einer Laboreinrichtung durchgeführt, deren kinematische Parameter sich stufenlos verändern ließen. Bei zwei Versuchsergebnissen wurde die Wurfkennziffer < 1 gewählt, d. h., der Förderer arbeitete im Schüttelrutschenbereich, und das Gut hob sich nicht vom Rinnefließen ab. Die Abriebraten sind bei dieser Betriebsart größer als mit der Wurfkennziffer > 1 (Bild 1). Beim Fördervorgang mit einer Wurfkennziffer > 1 bewegt sich das Gut nach dem Mikrowurfprinzip. Entstehender Abrieb lagert sich auf dem Rinnenboden ab und bildet für die darüberliegenden Pelletschichten ein Dämpfungspolster. Dadurch wird das Fördergut geschont.

3.2. Praxisversuche

3.2.1. Versuchsbedingungen und Eigenschaften des verwendeten Versuchsgutes

Für die Versuche stand eine stationäre Förderstrecke zwischen einer Futterpelletieranlage und einer Lagerhalle in einer industriemäßigen Futterproduktionsanlage zur Verfügung (Bild 2). Als Versuchsgut wurden nach zwei verschiedenen Rezepturen hergestellte Pellets benutzt (Tafel 1).

3.2.2. Versuchsmethode und Ergebnisse

Die Proben wurden an den im Bild 2 gekennzeichneten Meßstellen entnommen. Nach dem Bestimmen der Probenmasse erfolgte das Trennen der Pellets vom Abrieb. Die Masse des Abriebs, bezogen auf die gesamte Probenmasse, stellt den prozentualen Abriebanteil dar. Die angegebenen Meßwerte sind ein Mittelwert aus mindestens 10 an verschiedenen Tagen entnommenen Proben. An den einzelnen Meßstellen erfolgte die Probenentnahme innerhalb einer Versuchsserie gleichzeitig.

Die einzelnen Fördermaschinen beanspruchen die Trockenfutterpellets unterschiedlich (Bild 2). Die Abriebzunahme ist bei den Trogkettenförderern am höchsten und bei den Gurtbandförderern kaum nachweisbar.

Einen großen Einfluß auf die Pelletempfindlichkeit hat der Anteil der Zuckerrübenschnitzel. Entspricht der Abriebanteil beim Versuchsgut II (mit Zuckerrübenschnitzeln) noch den agrotechnischen Forderungen, so flegt er bei der Einlagerung des Versuchsgutes I (ohne Zuckerrübenschnitzel) in das Zwischenlager mit 17,2 % schon rd. 7 % über dem zulässigen Wert.

4. **Schlußfolgerungen**

Mechanische Stetigförderer können für den Transport von Trockenfutterpellets eingesetzt werden. Entsprechend dem Förderprinzip wird das Fördergut unterschiedlich beansprucht. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen bestätigen die Messungen in der Praxisanlage.

Mit dem Fördergut wird in der Lagerhalle zuviel Abrieb abgegeben. Bei Beachtung folgender allgemeiner Hinweise ist mit geringeren Pelletbeschädigungen zu rechnen:

- Für das waagerechte Fördern von Trockenfutterpellets sind zur schonenden Gutbehandlung vorrangig Gurtbandförderer oder Schwingförderer einzusetzen.
- An den Übergabestellen sind die Fallhöhen zu verringern.
- Nach Verlassen der Kühleinrichtung sind die noch warmen Trockenfutterpellets besonders schonend zu behandeln.
- Trogkettenförderer sind durch Schwingförderer oder Gurtbandförderer zu ersetzen.
- Eine Höhenförderung ist nur so hoch wie unbedingt erforderlich vorzusehen und nur dort anzuwenden, wo sie unbedingt notwendig ist.
- Die Lagerhallen sollten nicht über die Beladestation beschildert werden.

A 1387

Brikettierung von Trockenfuttermitteln mit Strohanteilen

Dipl.-Ing. J. Flieg, Institut für Landtechnik Gödöllö, Ungarische Volksrepublik

Im Institut für Landtechnik Gödöllö begann im Jahr 1972 die Forschungs- und Entwicklungsarbeit zur Brikettierung von Trockenfuttermitteln mit Strohanteilen. Das Ziel bestand darin, eine Anlage zu schaffen, in der Briketts aus einem Gemisch von verschiedenen Trockengrobfutterarten und grobmehligen Konzentraten hergestellt werden können. Die Briketts gewährleisten die Erhaltung der für die Wiederkäuer ernährungsphysiologisch notwendigen Faserstruktur der Ausgangsfuttermittel. Sie ermöglichen die Verfütterung weniger schmackhafter Nebenprodukte der Pflanzenproduktion, wie Getreide- und Maisstroh, in größeren Rationsanteilen als bei konventioneller Fütterung. Die Herstellung brikettierter Fertigfuttermittel ist ein wichtiger Schritt zur vollmechanisierten Fütterung der Rinder und zur durchgreifenden Reduzierung des Aufwands an lebendiger und vergegenständlichter Arbeit bei der Fütterung.

Als Basismaschine dient eine Brikettierpresse vom Typ FP-3 mit offenem Preßkanal und Doppelkolben. Die Brikettierpresse wurde in Verbindung mit einem Trommeltrockner aufgestellt. In der Versuchsanlage wird Trockengrüngut — auch unmittelbar aus dem Trommeltrockner — gemeinsam mit Stroh, das mit einem zusätzlich eingebauten Häcksler zerkleinert wird, und einer Konzentratfutmischung zu Teilfertigfütterbriketts oder Fertigfütterbriketts verarbeitet.

Die Entwicklung einer Vorrichtung zur Synchronisierung von Trockengrobfutterstoffen (faserförmig) und Konzentraten (mehlförmig) war besonders schwierig. Zunächst wurde folgende Lösung gefunden: ein Synchronisierer (Typ KF-01) regelt mechanisch das Förderband, das das Konzentratfutmittel zuführt, entsprechend der Grobfuttermenge aus Trommeltrockner und Häcksler. An der Weiterentwicklung dieses Dosiergeräts wird gearbeitet.

Während der Versuche wurden mit der beschriebenen Maschinenlinie rd. 120 t Briketts aus den Grobfutterstoffen Luzernetrockengrün und Stroh hergestellt, wobei der Konzentratfütteranteil in den Luzernebriketts 40 Masse-% und in den Stroh briketts 50 Masse-% betrug. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Tafel 1 dargestellt.

Aufgrund der bei den Untersuchungen gesammelten Erfahrungen wurde festgestellt, daß die Arbeitsqualität der Presse des Typs FP-3, mit der die Dichte der Briketts zwischen den vorgegebenen

Werten stufenlos geregelt werden kann, sehr gut ist. Die Briketts aus 50 % Stroh und 50 % Konzentratfütter sind auch ohne Zusatz eines Bindemittels haltbar. Sind jedoch längere Lagerzeiten und mehrfache Umlagerungen vorgesehen, dann ist die Zumischung eines Bindemittels erforderlich. Die Genauigkeit des Synchronisierers KF-01 soll weiter verbessert werden. Die jeweils niedrigste und höchste Abweichung vom Mittelwert betragen beim Stroh -11,1 und +16,8 Masse-% und bei Luzernetrockengrün -13,7 und +15,6 Masse-%.

Die hergestellten Briketts wurden in Fütterungsversuchen bei Kühen eingesetzt. Die Luzernebriketts wurden von Anfang an gern aufgenommen. Die Verfütterung der Stroh briketts war weniger erfolgreich. Es konnte nur ein Teil des vorgesehenen Rationsanteils — mit anderen Futtermitteln vermischt — verfüttert werden. Nach Meinung von Futterspezialisten kann die Abneigung der Tiere gegen die Briketts auf Stroh basis auf die Gewöhnung an Luzernetrockengrün und auf das Fehlen von Geschmacksstoffen, wie z. B. Melasse, zurückgeführt werden.

Tafel 1. Untersuchungsergebnisse zur Trockenfütterbrikettierung

Zusammensetzung des gepreßten Futters	Neindurchmesser der Briketts mm	Durchsatz t/h	spezifischer Verbrauch an einzelnen Elektroenergie beim Pressen kW · h/t	Dichte der Briketts g/cm ³
60 Masse-% Luzerne	55	1,5 ... 1,7	15,6 ... 19,0	0,66 ... 0,82
40 Masse-% Kraftfutter				
50 Masse-% Weizenstroh	55	0,8 ... 0,9	33,0 ... 41,2	0,51 ... 0,57
50 Masse-% Kraftfutter				