

Untersuchungen an einem Schichtenverteiler zur Einlagerung von Halmgut in Belüftungsanlagen mit rechteckiger Grundfläche

Teil 1

Von Karl Blümel und Karl Maurer, Stuttgart-Hohenheim

Wie Untersuchungen zeigen, ist die erzielte Streuweite und Schichtenverteilung für die heute üblichen Abmessungen von Belüftungsanlagen ausreichend. Die Mindesthöhe des Verteilers über dem Heustapel sollte nach Möglichkeit jedoch nicht unter 1,5 m liegen. Voraussetzung für den Einbau eines solchen Schichtenverteilers ist ein Heulageraum mit wenig Balkenwerk und einer ausreichenden Höhe, wobei für eine günstige Raumnutzung die Dachneigung den Wurfparabeln im Arbeitsbereich des Endverteilers angepaßt sein sollte.

Der untersuchte selbsttätige Schichtenverteiler eignet sich zum Beschicken von rechteckigen Heubelüftungsanlagen. Durch seinen Einsatz wird bei richtiger Aggregateinstellung eine vollständige Mechanisierung der Heueinlagerung bei Häcksel- und geschnittenem Ladewagengut bis zu Halm-längen von etwa 200 bis 250 mm ermöglicht.

Während die Arbeiten der Heuwerbung und -bergung im Einmannverfahren ausgeführt werden können, sind für die Heueinlagerung bislang immer noch mehrere Personen nötig. Die Vorgänge beim Beschicken einer Heutrocknungsanlage (hierzu gehören im einzelnen das Abladen, das Fördern zur Belüftungsanlage und das gleichmäßige Verteilen des Halmgutes in Schichten) sind aber ebenso mechanisierbar wie alle übrigen Arbeitsgänge der Heubereitung. Bei der Wahl der dazu nötigen Geräte sind der Gutzustand, die Belüftungstechnik sowie die Wirtschaftlichkeit zu beachten.

1. Aufgabe

Von allen Gliedern der Arbeitskette Heugewinnung bereitet die Mechanisierung des Verteilvorganges die größten Schwierigkeiten. Aus belüftungstechnischen Gründen ist das zu trocknende Halmgut in waagerechten Schichten gleichmäßig hoch und möglichst locker einzubringen, ohne daß es beim Beschicken zu örtlichen Verdichtungen kommt. Bisher war der arbeitsaufwendige Verteilvorgang in der Belüftungsanlage vorwiegend Handarbeit und erforderte je nach Gebäudeverhältnissen und benutzter Förderanlage bis zu drei Arbeitskräfte. Die beim Beschicken durch mechanische oder pneumatische Fördergeräte – wie Zangengreifer, Höhenförderer und Gebläseanlagen – entstehenden Schüttkegel sind von Hand gleichmäßig zu verteilen. Örtliche Verfestigungen, die eine unzureichende Luftströmung in den betreffenden Bereichen zur Folge haben, treten vor allem an den Abwurfstellen der Förderanlagen auf und besonders dort, wo die zum Verteilen eingesetzten Personen im „Stock“ stehen. Sehr groß ist die Gefahr einer hohen Verdichtung naturgemäß bei sehr feucht einzulagerndem Welkgut. Ferner sind Entmischungen von Blatt- und Stengelteilen nicht nur im Interesse einer gleichmäßigen Trocknung des Heustocks, sondern auch im Hinblick auf eine gute Futterqualität zu vermeiden. Eine wirtschaftliche Trocknung des Heustapels ist nur möglich, wenn bei einer richtig ausgelegten Belüftungsanlage zusätzlich folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Gleiche Schichthöhe über der ganzen Belüftungsanlage;
2. keine lokalen Verdichtungen;
3. keine Entmischung nach
 - a) Gutfeuchte,
 - b) Gutstruktur.

Die Forderung nach gleichmäßiger und lockerer Verteilung des Guts, zum anderen nach Einsparung von Arbeitskräften, führte zu Verteilhilfen und selbsttätigen Endverteilern für mechanische wie auch für pneumatische Beschickungsanlagen [1]; bei solchen Verteilhilfen handelt es sich hauptsächlich um feststehende oder schwenkbare Wurftrömmeln, Streuscheiben und pneumatische Endverteiler.

Dipl.-Ing. Karl Blümel und Dipl.-Ing. Karl Maurer sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl für Landtechnik der Universität Hohenheim (Lehrstuhlinhaber: Prof. Dr.-Ing. G. Segler). Die Mittel für die Untersuchungen wurden vom KTBL bereitgestellt.

2. Untersucher Schichtenverteiler

Um eine relativ junge Entwicklung handelt es sich beim Wurfgabel-Schichtenverteiler, den das Institut für Landtechnik in Stuttgart-Hohenheim untersuchte, **Bild 1**.

Die Hauptbauelemente dieses mechanischen Verteilers sind die Fördermulde a mit Förderkette b und die Verteilerhaspel c mit zwei rotierenden Wurfgabeln. Der Schichtenverteiler wird an Längsbalken d mit Laufschiene g über der Mitte der Belüftungsanlage fahrbar aufgehängt. Wahlweise lassen sich an einem oder beiden Enden der Mulde Verteilerköpfe anbringen. Entsprechend der jeweiligen Laufrichtung der Förderkette b wird entweder das vordere oder hintere Haspel Paar beschickt, wobei die gegenläufigen Verteilerhaspeln das Gut nach beiden Seiten hin streuen. Eine Seilwinde zieht den Verteiler, der nur wenig länger als die Belüftungsanlage ist, über der Streufläche langsam hin und her, so daß durch das Wandern der Abstreustelle schichtenweise eine lockere

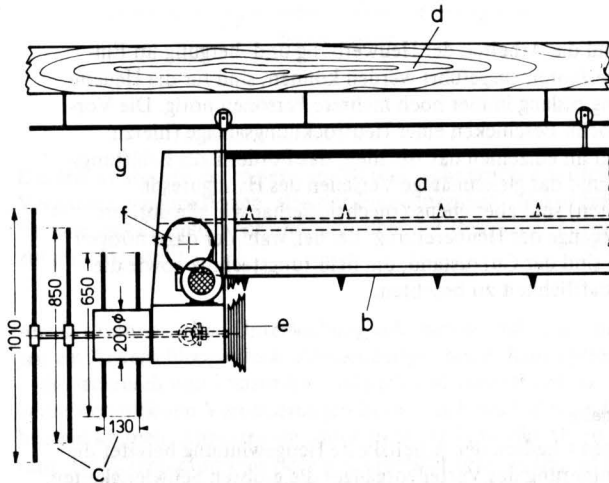


Bild 1. Untersucher Schichtenverteiler für die Einlagerung von Welkheu.

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| a Fördermulde | e Haspelantrieb |
| b Förderkette | f Förderkettenantrieb |
| c Verteilerhaspeln | g Laufschiene |
| d Längsbalken | |

Einlagerung erreicht wird. Seilwinde, Förderkette und Wurfgabeln werden von Elektromotoren einzeln angetrieben. Bei der untersuchten Anlage war die Fördermulde 5 m lang. Angetrieben wurden die Haspelwellen über Keilriemen und Kegelhäder mit Hilfe eines 4-kW-Motors. Die Keilriemenscheiben waren im Durchmesser dreifach abgestuft; die Drehzahlen betragen im Leerlauf $n_1 = 920$ U/min, $n_2 = 675$ U/min und $n_3 = 475$ U/min. Diesen Werten entsprechen bei einer mittleren Gabellänge von 835 mm Umfangsgeschwindigkeiten von $u_1 = 40,25$ m/s, $u_2 = 29,50$ m/s und $u_3 = 20,75$ m/s.

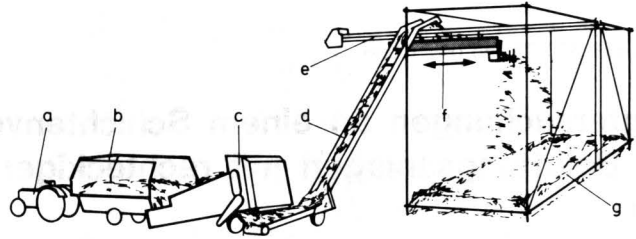
Die Umlaufgeschwindigkeit der Transportkette b (angetrieben von einem 1,1-kW-Motor) betrug 1,11 m/s. Der Seilwindenantrieb hatte einen weiteren 0,75-kW-Motor; die Trogvorschubgeschwindigkeit betrug rd. 0,083 m/s.

3. Versuchsausführung

Die Untersuchungen sollten Aufschluß über die Einsatzmöglichkeiten und die Wirkungsweise dieser Halmgutverteiler geben. Im einzelnen galt es festzustellen, welchen Einfluß Gutart (beispielsweise Klee und Wiesengras), Gutform (Ladewagen, Häckselgut), Gutfeuchte und Gutdurchsatz bei verschiedenen Verteilerdrehzahlen und Abwurfhöhen auf die Verteilgleichmäßigkeit (Wurfweite, Schichthöhenverlauf) und die Entmischung haben. Der aus Gerüstrohren erstellte Prüfstand hatte eine Einlagerungsfläche von 16 m Breite und 4 m Tiefe. Zum Ermitteln der nötigen Einbauhöhe der Verteilanlage über dem Heustock und zum Überprüfen der Verteilarbeit bei zunehmender Höhe des Heustapels mußte sich das Verteilaggregat verschieden hoch über der Einlagerungsfläche anbringen lassen. Die Länge des Streuwegs des

Bild 2. Versuchsaufbau.

- | | |
|----------------------------|--|
| a Schlepper | e Kantholzrahmen mit Laufschiene |
| b Ladewagen | f Schichtenverteiler |
| c Dosiergerät | g gegen Windeinfluß geschützter Einlagerungsraum |
| d Zweikettenschrägförderer | |



Verteilers wurde entsprechend der „Stocktiefe“ von 4 m mittels Endscharter festgelegt; diese arbeiten wahlweise mit einer Verzögerung von wenigen Sekunden, um den Einfluß der Umkehrung der Vorschubrichtung des Verteilers auszugleichen. Das Beschicken des Verteilers geschah bei Häcksel (vom Selbstentladewagen aus) über ein Flachzubringerband in Verbindung mit einem Zweikettenschrägförderer. Das Ladewagengut wurde zunächst von Hand, später unter Benutzung eines Dosiergerätes dem Zubringerband aufgegeben. Den gesamten Versuchsaufbau zeigt **Bild 2**.

Die Versuche erstreckten sich auf Wiesengras-Häcksel bzw. -Ladewagengut bei verschiedenen Haspeldrehzahlen und Abwurfhöhen zwischen 0,5 und 4,5 m. Der Feuchtegehalt U des verarbeiteten Halmguts lag zwischen 0,25 und 0,62. Die Gutfeuchte U der Proben wurde nach dem Trockenofenverfahren bestimmt und auf Naßbasis bezogen. Es ist

$$U = \frac{m_W}{m_W + m_S} \quad (1)$$

mit m_W als der Masse des Wassers im Gut und m_S als der Masse der Trockensubstanz. Bei Häcksel betrug die theoretische Schnittlänge 60 bzw. 120 mm, beim geschnittenen Ladewagengut 195 mm. Der Gutdurchsatz wurde durch Wägen der Wagenladung und Bestimmen der Abladezeit ermittelt. Ein Drehstrom-Leistungsschreiber registrierte die Leistungsaufnahme des Haspelantriebsmotors während des Verteilvorgangs. Um die Gleichmäßigkeit der Verteilung zu untersuchen, war die Aufnahme der Streuprofile sowie das Ermitteln der Gutfeuchteverteilung und der Strukturermischung in Abhängigkeit von der Streuweite erforderlich. Für das Ermitteln des Streuprofiles teilte man die Grundfläche des Streuraums in Quadratfelder mit einer Seitenlänge von 500 mm auf und maß die jeweilige Dicke der Einlagerungsschicht. Zum Untersuchen der Strukturermischung ordnete man in den Feldern die einzelnen Halmgutteile nach Form und Größe und zählte anschließend die Anteile aus. Beim Ladewagengut stufte man die Schnittlängen in Sprüngen von 50 mm, bei Häckselgut in solchen von 20 mm ab; hierbei wurden die ermittelten Stückzahlen in Prozentanteile, bezogen auf die Gesamtstückzahl einer jeden Probe, umgerechnet. Ferner waren die Grobanteile der Proben – unterschieden nach Anteilen grober Blätter und Stengel – gesondert zu berücksichtigen.

Schrifttum

- [1] Lanz, H.: Mechanisierung des Verteilvorgangs – ein wichtiges Glied in der Arbeitskette Heubereitung. Landtechnik (1963) Nr. 9, S. 288/95.
- [2] Segler, G.: Die Welkheutrocknung, eine neue Art der Rauhfuttergewinnung. Siemens-Elektrodienst Nr. 8 (1966), Sonderheft S. 14/15.
- [3] Scheuermann, A.: Stand der Entwicklung bei der Unterdach-trocknung von Heu. Landtechnik (1966) Nr. 21, S. 745/48.
- [4] Segler, G.: Stand der Heubelüftungstechnik. Landtechnik (1969) Nr. 8, S. 246/50.
- [5] Maurer, K.: Mechanisierung der Heu-Einlagerung. Landtechnik (1969) Nr. 8, S. 250/53.