

1. Aufgabenstellung

Siliergut wird in Silos verdichtet, um einen geringen Gas-porenanteil in der Schüttung zu erzielen, den Siloraum gut auszunutzen und in Horizontalsilos die Fahrbedingungen auf dem Futterstock für das Überfahren mit Transportfahrzeugen zu verbessern.

Während in Hochsilos das Siliergut durch den Eigendruck des Futterstockes verdichtet wird, ist in Horizontalsilos bei der Einlagerung eine zusätzliche Verdichtung erforderlich. Dazu werden vorwiegend Traktoren eingesetzt. Das Festwalzen der Häcksel-schüttung durch Traktoren stellt einen Verdichtungsvorgang mit kurzzeitiger, sich mehrmals wiederholender Belastung dar. Nach einem Verdichtungsvorgang durch Überfahren mit Traktoren weist die Siliergutschüttung eine von bestimmten Materialeigenschaften abhängige Rückdehnung auf. Dadurch geht ein Teil der aufgewendeten Verdichtungsarbeit verloren.

Die Silierung verschiedenartiger Pflanzen als mäulfrisches oder welches Futter bringt unterschiedliche Bedingungen für die Verdichtung. Vom Trockenmassegehalt, von der Länge der Häckselteile und vom Rohfasergehalt werden Einflüsse auf den Verdichtungs-erfolg erwartet. Die bisher aus Beobachtungen unter praktischen Bedingungen gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere bei der Verdichtung von welchem Siliergut, sind widersprüchlich.

Es war zu untersuchen, wie sich die genannten Material-eigenschaften auf den Verdichtungs-erfolg auswirken.

2. Meßeinrichtung

Für die erläuterte Aufgabe und weitere Untersuchungen wurde von der Abteilung Meßtechnik des Instituts für Mechanisierung ein Meßgerät entwickelt und von STARSONEK [1] beschrieben. Es ermöglicht eine Belastung des Siliergutes im Druckbereich $p_k = 0,1$ bis $1,0$ kp/cm² und das Einhalten einer bestimmten Haltezeit des Druckes.

Das Meßgerät besteht aus einer Belastungsvorrichtung, einem hydraulischen Antriebs- und Steueraggregat und einem Schreibwerk (Bild 1).

Ein 200 mm hohes, mit gehäckseltem Siliergut gefülltes Druckgefäß *a* wird auf einer Halterung *b* befestigt, die fest mit dem Oberteil des Rahmens *c* verbunden ist. Der Kolben eines hydraulischen Arbeitszylinders *d* hebt ein fest verbundenes Kraftübertragungssystem, das aus einer Vorrichtung *e* für die Aufnahme von 9 Belastungsstücken *f*, dem Holm *g* und dem Druckstempel *h* besteht. Durch Griff-

schieber *i* werden die nicht zur Belastung erforderlichen Stücke am Unterteil des Rahmens gehalten. Das Übertragungssystem mit der Vorrichtung zur Aufnahme der Belastungsstücke, dem Holm und dem Druckstempel sowie jedes der neun Belastungsstücke bringen $P_k = 30$ kp Belastung, so daß insgesamt zehn Belastungsstufen von $P_k = 30$ bis 300 kp eingestellt werden können.

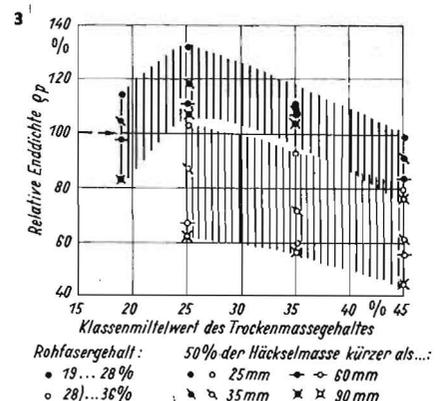
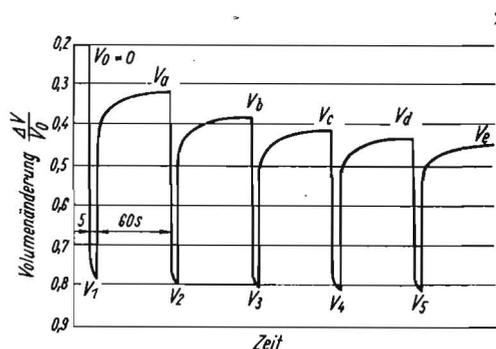
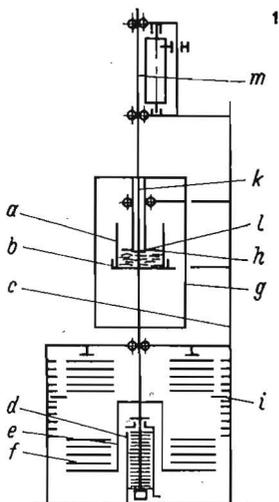
Ein Sondenstab *k* mit SONDENScheibe *l* wird reibungsarm durch die Hülse des Druckstempels geführt und vor Beginn der Verdichtung auf die Oberfläche der Druckgefäßfüllung aufgesetzt. Bei den Be- und Entlastungsvorgängen folgt die Sonde der Bewegung der Oberfläche des zu verdichtenden Siliergutes. Am Sondenstab befindet sich ein Schreibstift *m*, der diese Bewegung im Verhältnis 1:1 auf Wachspapier aufzeichnet (Bild 2). Auf dem Wachspapier wird die Volumenänderung ΔV registriert. Das Ausgangsvolumen V_0 wird durch die Belastungen auf die Volumina $V_1 \dots V_5$ verringert. Die bei Entlastung einsetzende Rückdehnung bringt eine Zunahme des Volumens auf die Werte $V_a \dots V_e$. Der Verlauf $V_0 \rightarrow V_e$ zeigt den Einfluß mehrmaliger Belastung auf die bleibende Volumenänderung, wobei aus dem Endvolumen V_e und der Siliergutmasse *m* die Enddichte im Druckgefäß ρ_p bestimmt wird. Am Beispiel des Siliergutes Wiesengras werden die Einflüsse des Trockenmassegehaltes, der Länge der Häckselteile sowie des Rohfasergehaltes auf die Enddichte ρ_p im Druckgefäß nach fünf aufeinanderfolgenden Be- und Entlastungen diskutiert. Die mittlere Belastungszeit beträgt 5 s, die Entlastungszeit 60 s und der Druck $0,4$ kp/cm². Die Größe des Druckgefäßes schließt einen Randeinfluß bei Be- und Entlastung nicht aus. Es konnte gesichert werden, daß die maximalen Häcksellängen kürzer als der Durchmesser des Druckgefäßes waren. Abweichend von den Verdichtungsbedingungen in Silos lassen Boden und Wand ein Ausweichen des Siliergutes bei Belastung nicht zu.

Damit wird ein direktes Übertragen der Ergebnisse auf Praxisbedingungen eingeschränkt. Den Relativwerten der Dichte und den Unterschieden zwischen den Versuchsvarianten ist deshalb größere Beachtung zu schenken als den Absolutwerten.

Bild 1. Gerät zur Registrierung der Verformung von Siliergut (Erläuterung im Text)

Bild 2. Verlauf der Volumenänderung einer Druckgefäßfüllung bei Be- und Entlastung. Siliergut: Wiesengras; mittlere Häcksellänge 30 mm; Druck $0,4$ kp/cm²; Belastungszeit 5 s, Entlastungszeit 60 s

Bild 3. Relative Enddichte von Wiesengras in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt. Die Meßpunkte sind Mittelwerte von 12 bis 20 Einzelmessungen; 100% = Mittelwert des rohfaserarmeren Siliergutes mit 18% Trockenmassegehalt



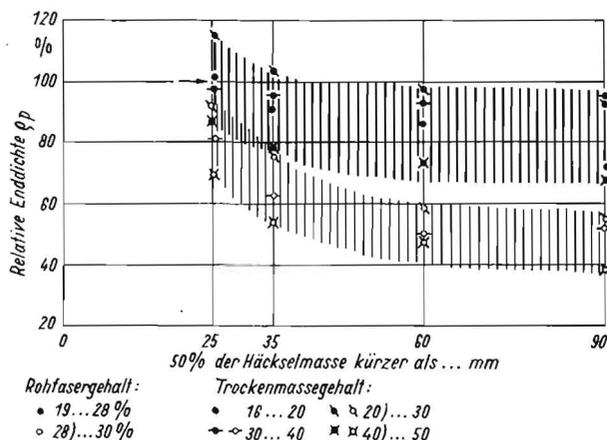


Bild 4. Relative Enddichte von Wiesengras in Abhängigkeit von der Häcksellänge. Die Meßpunkte sind Mittelwerte von 12 bis 20 Einzelmessungen; 100 % = Mittelwert des rohfaserarmeren Siliergutes; 50 % der Häckselmasse kürzer als 25 mm

Das Siliergut wurde in Bereich von unter 20 bis 50 Prozent in vier Trockenmasse- und in vier Häckselängenklassen untergliedert.

3. Ergebnisse

Die relative Enddichte ρ_p von gehäckseltem Wiesengras in Druckgefäßen schwankt in einem weiten Bereich, der sich klar in zwei Teilbereiche gliedern läßt, wenn zwischen rohfaserarmerem und rohfaserreicherem Siliergut unterschieden wird (Bild 3).

Bei rohfaserarmerem Wiesengras steigt mit zunehmendem Trockenmassegehalt die Dichte zunächst an und durchläuft ein ausgeprägtes Maximum zwischen 20 und 30 Prozent Trockenmassegehalt. Erst bei 40 bis 50 Prozent Trockenmassegehalt liegen drei von vier Häckselängen-Varianten unter der 100-Prozent-Linie.

Rohfaserreiches Wiesengras mit durchschnittlich 18 Prozent Trockenmassegehalt konnte nicht in die Untersuchungen einbezogen werden, weil bei der fortgeschrittenen vegetativen Entwicklung der Trockenmassegehalt über 20 Prozent lag. Der breite Streubereich der Dichte läßt den stärkeren Einfluß der Häckselängen bei rohfaserreicherem Siliergut deutlich werden.

Bei rohfaserarmerem Welkgut mit 20 bis 40 Prozent Trockenmassegehalt wurde im Häckselängenbereich über 35 mm eine von der Häcksellänge nahezu unabhängige Enddichte erzielt (Bild 4). Danach folgen mähfrisches und stark gewelktes rohfaserarmeres Gras. Wesentlich geringere Enddichten und ein stärkerer Einfluß der Häckselängen lassen sich bei rohfaserreicherem Wiesengras auch in dieser Darstellung erkennen.

Aus den bisherigen Ergebnissen ist der Nachweis des Rohfasereinflusses erwartungsgemäß eindeutig (Bild 5).

4. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen haben zu verallgemeinerungsfähigen Erkenntnissen über den Einfluß der Silierguteigenschaften auf den Verdichtungsvorgang geführt.

Das Verdichten von welchem Siliergut durch Traktoren ist uns so unbedenklicher, je geringer der Rohfasergehalt ist. Welkes, rohfaserarmeres Wiesengras läßt sich besser verdichten als mähfrisches.

Der Einfluß der Häcksellänge auf die Verdichtbarkeit von Siliergut ist bisher überschätzt, der des Rohfasergehaltes dagegen zu wenig beachtet worden. Dem Rohfasergehalt muß eine entscheidende Bedeutung bei der Verdichtung von welchem Siliergut zuerkannt werden.

Je höher der Rohfasergehalt im Siliergut ist, um so stärker besteht der Zwang, kurz zu häckseln. Sprechen keine ande-

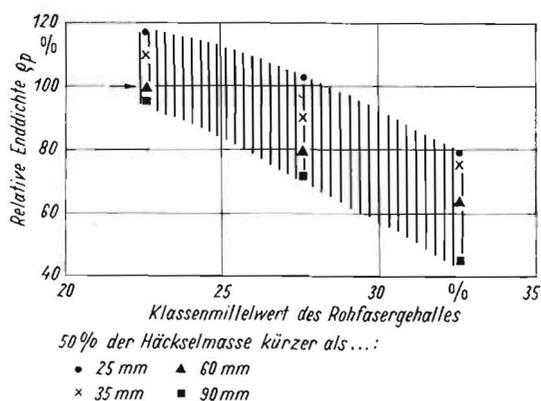


Bild 5. Relative Enddichte von Wiesengras in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt. Trockenmassegehalt 16...50 %, 100 % = Mittelwert des rohfaserarmeren Siliergutes; 50 % der Häckselmasse kürzer als 60 mm

ren Gründe dagegen, wie z. B. die Entnahme durch Fräslader, können Häckselängen von 60 bis 90 mm bei rohfaserarmerem, welchem Wiesengras ohne nennenswerte Beeinträchtigung der Verdichtung gewählt werden.

Untersuchungen bei Grünroggen brachten zwar die gleiche Tendenz der geringeren Dichten bei steigendem Rohfasergehalt, die Dichteunterschiede zu rohfaserarmerem Grünroggen waren jedoch geringer als bei Gras.

Sollen verschiedenartige Siliergüter miteinander verglichen werden, wird an die Stelle des nutzungsorientierten Stoffkennwertes „Rohfasergehalt“ ein bearbeitungsorientierter Kennwert der Sperrigkeit treten müssen. Die Rohfaser ist keine physikalisch-mechanisch definierte Substanz. Sie zeichnet sich durch eine besondere Widerstandskraft gegen chemische Einflüsse aus und ist bei den verschiedenen Siliergütern oft unterschiedlich zusammengesetzt. Vielleicht ist es zweckmäßig, die Biegesteifigkeit der Silierguthalme zu bestimmen, um die mechanischen Besonderheiten der Pflanzenarten besser erfassen und vergleichen zu können.

Zusammenfassung

Mit einer Belastungseinrichtung wurde mähfrisches und welches Siliergut unterschiedlicher Häckselänge und unterschiedlichen Rohfasergehaltes verdichtet. Der Einfluß von Trockenmassegehalt, Häcksellänge und Rohfasergehalt konnte nachgewiesen werden.

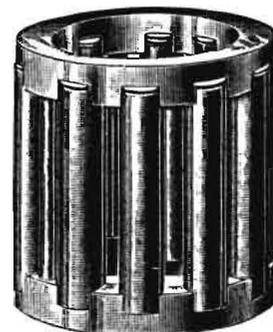
Literatur

- [1] STARSONEK, H.: Entwicklung und Konstruktion eines Gerätes zur Registrierung der plastischen und elastischen Verformung des Siliergutes. In: ZSCHAAAGE, F.: Meßgeräte und Prüfverfahren in der Landtechnik. Forsch.-Abschlußber. d. Inst. f. Mech. d. Landw. Potsd.-Bornim, 1965 A 8028

Walzenkränze für Transportgeräte Förderanlagen usw.



Geringe Einbauhöhe
 Zeitsparende Montage
 Hohe Belastungsfähigkeit



Valentin Schleicher KG
 608 Schmalkalden
 (Thüringen)
 Telefon: 2806