

Verdichtbarkeit von Maishäckselgut

Einfluss von Mehrfachverdichtung, Drucksteigerung und Häcksellänge

Größere Häcksellängen bei Mais-silagen zur Verbesserung der Strukturwirksamkeit sind vermehrt Gegenstand der Diskussion. Neben den pansenphysiologischen Konsequenzen gesteigerter Häcksellängen muss der Frage nachgegangen werden, ob eine Steigerung der Häcksellänge möglicherweise die Futterqualität negativ beeinflusst. Aufgrund dieser Entwicklung wird am Institut für Landtechnik, Bonn, seit zwei Jahren der Einfluss von größeren Häcksellängen auf die Siliereigenschaften von Mais untersucht.

Prof. Dr. Wolfgang Büscher ist Institutsdirektor, Dr. Andrea Wagner ist wissenschaftliche Assistentin und Dipl.-Ing. agr. Kristina Leurs ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: kristina.leurs@uni-bonn.de

Schlüsselwörter

Silomais, Schlauchsilos, Häcksellänge, Verdichtbarkeit, Silierung

Keywords

Maize silage, tube silos, chop length, compactibility, ensiling

Gesteigerte Häcksellängen verringern die Trockenmassedichte im Silo [1; 2]. Da bei größeren Häcksellängen die Notwendigkeit einer effektiveren Walzarbeit besteht [3], stellt sich die Frage, wie die Effektivität der Verdichtung gesteigert werden kann.

Unklar ist, ob die Dichte im Silo lediglich durch eine Steigerung der Anzahl von Überfahrten entscheidend verbessert werden kann oder ob die Verdichtung mit deutlich höherem Druck erfolgen muss.

Um dieser Frage nachzugehen, wurden auf den Flächen der Lehr- und Versuchsanstalt Rheinland, Haus Riswick, in Zusammenarbeit mit der Firma Syngenta Seeds und der LK NRW drei Maissorten (A, B und C) angebaut und in zwei Häcksellängen (5 und 21 mm) gehäckselt. Die Sorte C wurde ausschließlich auf eine Länge von 5 mm gehäckselt. Hier wurde die Schnitthöhe variiert, so dass eine Variante mit konventioneller Schnitthöhe (C) und eine Hochschnittvariante (70 cm Schnitthöhe, C*) entstand.

Ausgangsmaterial

Mit dem Ziel, die physikalischen Eigenschaften von Partikeln zu beschreiben, erfolgte die Unterteilung in acht Größenklassen von $x > 2$ mm bis $x < 40$ mm mit Hilfe eines Siebturms. Diese standardisierte Methode wurde bereits ausführlich beschrieben [4].

Bezüglich der Inhaltsstoffe sollen an dieser Stelle nur die Trockenmassegehalte berücksichtigt werden. Diese haben einen entscheidenden Einfluss auf die erreichbare Dichte [2].

Bild 1: Größenklassenverteilung der Varianten

Fig. 1: Size class distribution of the variants

Untersuchungen zur Verdichtbarkeit

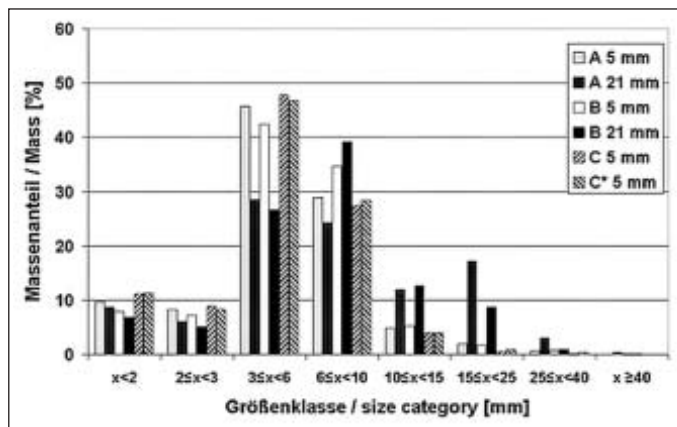
Die Untersuchungen zur Verdichtbarkeit erfolgen mit einer Materialprüfmaschine (Zwick 1445). Presstopfversuche finden seit den sechziger Jahren in zahlreichen Untersuchungen Verwendung [5, 6, 7]. Im Rahmen dieser Untersuchungen wird das Häckselgut mit definierter Geschwindigkeit (90 mm/min) durch einen Stempel verdichtet. Von besonderem Interesse ist neben der maximal erreichten Dichte die Rückfederung, die eine Minute nach Entspannung gemessen wird. Daraus wird die Größe „Dichte nach Rückfederung“ berechnet. Diese Größen geben Aufschluss über das Materialverhalten bei Belastung durch den Traktor und die Rückfederung nach der Überfahrt.

Im Rahmen der Untersuchungen erfolgt zunächst eine Verdichtung des Materials mit maximalem Druck von 0,45 MPa. In einer zweiten Untersuchungsreihe wird im Vergleich dazu der Druck auf ein praxisübliches Maß von 0,2 MPa abgesenkt, im Gegenzug findet jedoch eine sukzessive Dreifachverdichtung statt.

Ergebnisse der Siebanalyse

In Bild 1 sind die Ergebnisse der Siebanalyse in Form einer Größenklassenverteilung dargestellt.

Die 5 mm-Varianten weisen in den kleinsten Größenklassen ($x < 2$ bis $3 \leq x \leq 6$ mm) die größten Massenanteile auf. Körner und-



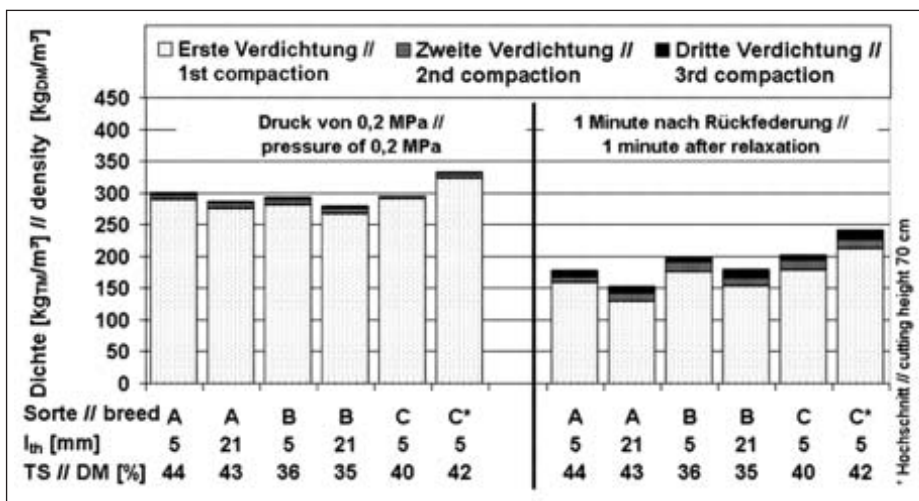


Bild 2: Einfluss der mehrmaligen Verdichtung auf die TM-Dichte bei einem Druck von 0,2 MPa und nach einer Minute Rückfederung

Fig. 2: Effect of repeated compression on dry matter density at a pressure of 0.2 MPa and one minute after relaxation

Kornbruchstücke sind in Abhängigkeit von ihrer Form in den Bereichen $x < 2$ bis $6 \leq x \leq 10$ mm wiederzufinden. Das höhere spezifische Gewicht der Körner im Vergleich zur Restpflanze erklärt auch die relativ hohen Massenanteile aller Varianten im Bereich $x < 2$ bis $6 \leq x \leq 10$ mm. Da es sich um getrocknetes Material handelt, haben die Körner einen Massenanteil von bis zu 45 % an der Probe [8].

In den Klassen $10 \leq x \leq 15$ bis $x > 40$ mm haben die 21 mm-Varianten den höchsten Massenanteil, wobei der Trockenmassenanteil möglicherweise auch hier die Größenklassenverteilung beeinflusst (Tab. 1).

Die trockenere 21 mm-Variante hat im Bereich $15 \leq x \leq 25$ und $25 \leq x \leq 40$ mm höhere Massenanteile, was möglicherweise auf eine erschwerte Zerkleinerung von sehr trockenem Material hinweist. Auch in der Literatur wird auf einen Zusammenhang zwischen TM-Gehalten und Größenklassenverteilung hingewiesen [9].

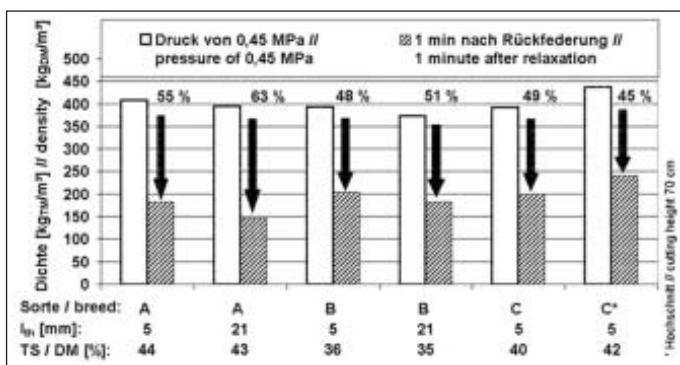
Ergebnisse der Verdichtbarkeitsuntersuchungen

In Bild 2 sind die Ergebnisse des ersten Verdichtungsversuches dargestellt (dreimalige Verdichtung mit einem Druck von 0,2 MPa).

Tendenziell zeichnen sich bei einem Druck von 0,2 MPa für die 5 mm-Varianten höhere Dichten ab als für die 21-mm Varianten.

Für die Varianten ergaben sich Werte zwischen 267 und 320 kg TM/m³, diese Werte lassen auf einen hohen Verdichtungserfolg schließen. Die Dichtesteigerung durch die Mehrfachverdichtung bewegt sich allerdings nur im Bereich von etwa 4 %.

Die Rückfederung lag zwischen 31 (C*) und 50 % (Sorte A, 21 mm), daraus ergaben sich absolute Werte von 153 (Sorte A, 21 mm) bis 242 (C*) kg TM/m³. Problematisch ist folglich das große Ausmaß der Rückfederung. Die wiederholte Verdichtung verringerte die Rückfederung um bis zu 19 %. In der zweiten Untersuchung wurde nur einmalig, dafür aber mit deutlich höherem Druck (0,45 MPa) verdichtet.



Tab. 1: Trockenmassegehalte der Varianten

Einflussgröße	Variante					
Sorte	A	A	B	B	C	C*
Häcksellänge [mm]	5	21	5	21	5	5
Trockenmasse [%]	44	43	36	35	40	42

Bild 3: Einfluss der Einfachverdichtung auf die TM-Dichte bei einem Druck von 0,45 MPa und nach einer Minute Rückfederung

Fig. 3: Influence of a single compaction path on dry matter density, at a pressure of 0.45 MPa and one minute after relaxation

Table 1: Dry matter contents of the variants

Bild 3 zeigt die Ergebnisse dieses Verdichtungsversuches.

Bei maximalem Druck (0,45 MPa) ergeben sich im Vergleich zu einem Druck von 0,2 MPa mit 287 bis 334 kg T/m³ um 31 bis 38 % höhere Dichten. Allerdings wies das Material auch mit 45 % (C*) bis 63 % (A, 21 mm) eine deutliche höhere Rückfederung auf. Somit scheint diese Form der Verdichtung insbesondere für lange Häcksellängen mit hohen TM-Gehalten ungeeignet zu sein. Die Dichte nach Rückfederung lag mit 145 (Sorte A, 21 mm) bis 241 kg TM/m³ (C*) in demselben Bereich wie bei einer dreimaligen Verdichtung und einem Druck von 0,2 MPa.

Fazit

Die theoretische Häcksellänge hat einen deutlichen Einfluss auf die Anteile der Fraktionen von 2 bis 6 und größer 15 mm. Eine Steigerung der Häcksellänge von 5 auf 21 mm führt zu einer Verringerung der Lagerdichte von bis zu 17 %.

Weder eine dreimalige Verdichtung mit einem Druck von 0,2 MPa, noch eine einmalige Verdichtung mit gesteigertem Druck (0,45 MPa) führte zu einer ausreichenden Dichte nach Rückfederung. Folglich ist davon auszugehen, dass auch in der Praxis nur eine Kombination von Mehrfachverdichtung und gesteigertem Druck (höheres Gewicht des Walzfahrzeuges) zu einer ausreichenden Verdichtung führen kann.

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Hoover, L.L., D. R. Buckmaster, A. J. Heinrichs and G. W. Roth: Particle size and compaction characteristics of mechanically processed corn silage at varying lengths of cut. Paper no. AETC98-103 from 1998 Agric. Equip. Tech. Conf. Louisville, KY.9-11 Feb. 1998, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, 1998
- [2] Zimmer, E. und H. Honig: Die richtige Häcksellänge bei Silomais. Mais (1979), H. 4, S. 8-10
- [3] Thaysen, J.: Wer bezahlt, der bestimmt. Lohnunternehmen 58 (2003), H. 9, S. 16-20
- [4] Leurs, K., A. Wagner und W. Büscher: Nacherwärmung von Maissilage. Landtechnik 59 (2004), H. 2, S. 100-101
- [5] Füllr, C.: Spannungsrelaxation und Rückdehnungsverhalten von angewelktem Wiesengras bei Verdichtungs Vorgängen. Deutsche Agrartechnik 22 (1972), H. 12, S. 566-568
- [6] • Kutzbach, H.D.: Die Grundlagen der Halmgutverdichtung. Dissertation, TU Braunschweig, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1972
- [7] Mewes, E.: Verdichtungsgesetzmäßigkeiten nach Presstopfversuchen. Landtechnische Forschung 9 (1959), H. 3, S. 68-75
- [8] Kromer, K.H. und O. Schmittmann: Die Maishäcksellqualität optimieren. Land und Forst (1999), Nr. 38, S. 22-23
- [9] Schurig, M., G. Rödel und K. Wild: Schnitllängenqualität. Landtechnik 51 (1996), H. 3, S. 146-147