

Andrea Wagner, Bonn, und Martin Pries, Münster

Silomais - Häcksellänge in Abhängigkeit vom Trockenmasse-Gehalt

An die Energiegehalte und Inhaltsstoffe von Silagen werden sowohl bei der Tierfütterung als auch bei der energetischen Nutzung in Biogasanlagen hohe Anforderungen gestellt. Eine verlustarme Futterkonservierung wird durch die Lagerungsdichte beeinflusst, welche maßgeblich die Haltbarkeit der Silage am geöffneten Silo („Langzeitstabilität“) bestimmt. Der Einfluss der Häcksellänge auf die Verdichtung von Maishäckselgut bei differenzierten Trockensubstanzgehalten wurde im kleintechnischen Maßstab untersucht.

Zur praktischen Verdichtungsarbeit zum Zeitpunkt der Einlagerung am Silo liegen allgemeine Empfehlungen vor. Eine frühzeitige Steuerung der Verdichtung bereits vor der Einlagerung erfordert zeitnahe Informationen über die jeweiligen Kenn- und Prozessgrößen wie Trockensubstanzgehalt, Längencharakterisierung des Häckselgutes (Anteil Überlängen) und die damit verbundenen Maßnahmen, die in einem Regelkreis zu verknüpfen sind (Bild 1).

Erste technische Entwicklungen zur online Messung des Feuchtegehalts über NIR-Sensoren oder des Abreifegrades über fotooptische Sensoren bieten bereits die Möglichkeit, die Häcksellänge an den aktuellen Trockensubstanzgehalt anzupassen [2]. Es fehlt jedoch die zugehörige Maßnahme im Entscheidungsprozess, die mit dem Messergebnis zu einer optimalen Verdichtung führt.

In der Biogaserzeugung steigert ein höherer Zerkleinerungsgrad die Geschwindigkeit des biologischen Abbaus, die Gasausbeute steigt jedoch nicht zwingend [3]. Aus verfahrenstechnischer Sicht wird daher eine Steigerung der Häcksellänge aufgrund der daraus folgenden höheren Schlagkraft diskutiert. In der Tierernährung wird eine Steigerung der Häcksellänge aufgrund des höheren Strukturwertes insbesondere bei hohen

Maisrationen zur Verringerung acidotischer Zustände vorgeschlagen.

Umfangreiche Untersuchungen zum Einfluss der Häcksellänge auf die Verdichtung und Silierung von Maishäckselgut zeigten eine 20% geringere Lagerungsdichte bei 21 mm im Vergleich zu einer 5,5 mm Variante [4]. Die Untersuchungen wurden im TM-Bereich von 38 bis 47 % durchgeführt, so dass mögliche Wechselwirkungen zwischen Sorte und Trockenmasse nicht auszuschließen sind. Ziel der folgenden Untersuchung ist die Erarbeitung von Informationen zum Einfluss der Häcksellänge bei differenzierten Trockenmassegehalten auf die Verdichtung von Silomais.

Material und Methode

Im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick wurde 2005 Silomais einer qualitäts- und ertragsbetonten Sorte mit ausgeprägtem Greening-Effekt angebaut. Im Abstand von zwei Tagen wurden Probeschnitte mit einem 3-reihigen Feldhäcksler (Kemper Champion 2200) durchgeführt. Bei Erreichen des jeweils angestrebten TM-Gehaltes (32% TM, 35% TM, 37% TM, 39% TM, 41% TM) wurde Untersuchungsmaterial mit den theoretischen Häcksellängen von 8,4 und 22 mm

Dr. Andrea Wagner ist Privatdozentin am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: andrea.wagner@uni-bonn.de
 Dr. Martin Pries ist Fütterungsreferent für Wiederkäuer bei der Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster.

Schlüsselwörter

Silomais, Häcksellänge, Trockenmassegehalt, Verdichtung, Silierung, Nacherwärmung

Keywords

Maize silage, chop length, dry matter content, compactibility, ensiling, secondary fermentation

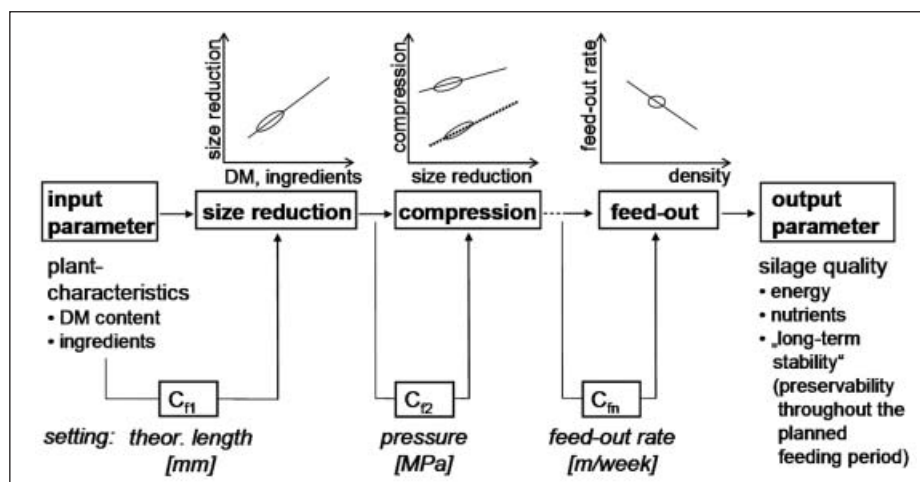


Bild 1: Regelkreis zur Qualitätssicherung von Silage (c = Regelung, f = Einflussgröße) [1]

Fig. 1: Control loop for quality assurance of silage (c = control, f = factor) [1]

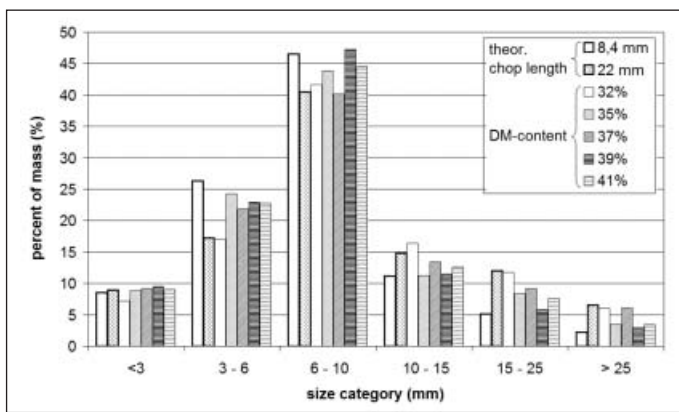


Bild 2: Massenanteile bei verschiedenen Trockenmassegehalten und verschiedenen theoretischen Häcksellängen

Fig. 2: Size class distribution of different dry matter content and different theoretical chop lengths

eingelagert. Die Laboruntersuchungen konzentrierten sich auf Fraktionierungen mit einem Siebturm (5 min Siebung, Intervallschaltung, Verhältnis Laufzeit : Ruhezeit = 30 sec : 1 sec) und auf Messungen zur Verdichtung mit einer Materialprüfmaschine (dreifache Verdichtung in einem Zylinder mit 30 cm Höhe und 12,5 cm Durchmesser, Dichtemessung jeweils unmittelbar bei Belastung mit 0,2 MPa und 60 sec nach Rückfederung des Probenmaterials). Die Methoden sind ausführlich in [4] beschrieben.

Ergebnisse der Siebanalyse

Ergebnisse zur Untersuchung der Partikelgrößenverteilung lassen sowohl eine Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt und vom Reifegrad als auch von der gewählten Häcksellänge vermuten. Zur Bestimmung des Ausmaßes der beiden Einflussfaktoren erfolgt eine getrennte Betrachtung der Massenverteilung für die Häcksellänge (Durchschnitt über alle TM-Gehalte) und für den TM-Gehalt (Durchschnitt über die Häcksellängen) (Bild 2).

Die Erhöhung der Häcksellänge führt zu einem Anstieg von Partikeln der Größenklassen > 10 mm. Der Anteil in diesen Klassen beträgt bei der kurzen Schnittlänge 18,5 % und in der langen Variante 33,4 %. Durch die Wahl der Häcksellänge lässt sich der Anteil der Grobpartikel demnach um etwa 15 %-Punkte anheben. Auch nach Untersuchungen von [4] bewirkte die Häcksellänge 21 mm einen Anstieg der Partikelanteile >10 mm um 18 %-Punkte im Vergleich zu 5,5 mm und um 13 %-Punkte im Vergleich zu 14 mm Schnittlänge.

Ein Anstieg des Anteils der Partikelgrößen >10 mm in dem länger gehäckselten Material führt in den Klassen < 10 mm zu einem dementsprechend geringeren Anteil (Bild 2).

Unabhängig von der Häcksellänge ist in Bild 2 der Einfluss einer zunehmenden Abreife des Maisbestandes dargestellt. Tendenziell nimmt bei einem Anstieg der Trockenmasse der Anteil des groben Materials ab.

Der Grobpartikelanteil vermindert sich dabei um etwa 10 %-Punkte. Auf der anderen Seite steigt mit zunehmender Abreife der Anteil in den Klassen <10 mm. Betroffen sind hierbei in erster Linie die Klassen 3 bis 6 mm und 6 bis 10 mm. Mit zunehmendem TM-Gehalt dürfte sich die Elastizität des Materials verringern und die Brüchigkeit erhöhen, wodurch sich der höhere Zerkleinerungsgrad in abgereifteren Maisbeständen erklären lässt.

Ergebnisse zur Verdichtung

Bild 3 zeigt, dass die Trockenmassedichte weitgehend unabhängig vom TM-Gehalt ist, weitaus bedeutender ist die Häcksellänge. In der kurzen Variante (8,4 mm) besteht nach einminütiger Entlastungszeit aufgrund einer leicht geringeren Rückfederung des Erntematerials eine um 21 kg TM je m³ höhere Dichte, was ein Anstieg um etwa 10 % bedeutet. Die geringere Rückfederung in der kurzen Variante dürfte vor allem in dem um etwa 15 %-Punkte geringeren Anteil an Grobmaterial in der Fraktion >10 mm begründet sein.

Der Einfluss des TM-Gehaltes auf die Trockenmassedichte nach einminütiger Entlastung ist als gering zu bezeichnen. Bis etwa 39 % TM ist ein leichter Anstieg in der Dichte zu beobachten. Oberhalb von 40 % TM nimmt die Dichtelagerung dann aber wieder deutlich ab. Hier zeigt die Häcksellänge größere Effekte.

Bei Betrachtung der Frischmassedichte (Originalsubstanz) hat der TM-Gehalt hingegen einen deutlich größeren Einfluss auf die erzielbare Dichte als die Häcksellänge (Bild 3). Hier ist zu diskutieren, auf welche Kenngröße die Bewertung der Verdichtung Bezug nehmen sollte, auf die Frisch- oder die Trockenmassedichte.

Die Lagerungsdichte ist bei Partikelgemischen eine indirekte Größe zur Beschreibung des Porenvolumens, das den Gasaustausch an der Anschnittfläche im Silo und damit die Nacherwärmung beeinflusst. Ein

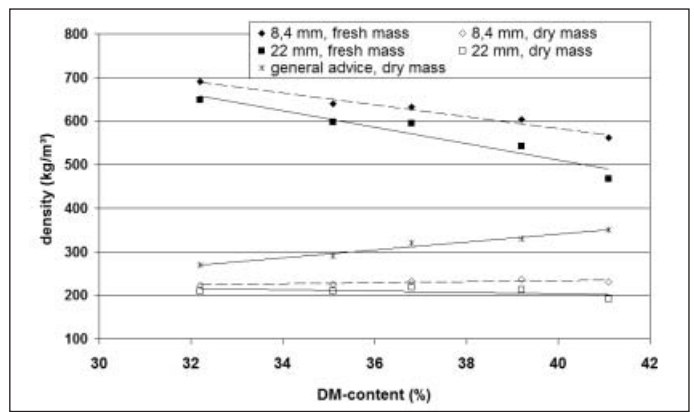


Bild 3: Einfluss des TM-Gehaltes und der theoretischen Häcksellänge auf Trocken- und Frischmassedichte nach dreifacher Verdichtung mit 0,2 MPa (n=4)

Fig. 3: Effect of dry matter content and theoretical chop length on dry and fresh matter density after repeated compression with 0.2 MPa (n = 4)

hoher Anteil gebundenen Wassers im Erntegut reduziert das Gesamtporenvolumen und trägt somit ebenso wie die Festsubstanz zu einer Reduzierung des Gasaustausches bei. Hier besteht ein direkter Bezug zu bodenphysikalischen Untersuchungen, die das Bodengefüge durch den Anteil des Porenvolumens beschreiben. Empfehlungen zur Verdichtung von Maissilage geben daher an, dass bei TM-Gehalten > 33% je Prozentpunkt TM ausgehend von 270 kg TM/m³ die Dichte um 10 kg TM/m³ ansteigen sollte, um den Lufteintrag zu minimieren (Bild 3). Diese Empfehlung führt allerdings zu den Zielwerten von 350 kg TM/m³, die in der Praxis nicht erreicht werden.

Eine Entscheidung für die Erhöhung der Häcksellänge auf 22 mm verlangt somit insbesondere bei trockenem Erntegut dichte-steigernde Maßnahmen. In den Untersuchungen werden weder die Ansprüche der trockenen noch der frischen Silagen an die Verdichtung erreicht. Ungeklärt ist deshalb die Frage, wie Maissilagen zu verdichten sind, um den Ansprüchen als Futter oder als nachwachsender Rohstoff für Biogasanlagen zu genügen.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- Wagner, A.: Qualitätsmanagement bei der Futterernte - Einflüsse der Erntetechnik auf den Qualitätsparameter „Langzeitstabilität“ von Silagen. Habilitationsschrift, Universität Bonn, 2005, VDI-MEG-Schrift 432, Selbstverlag
 - Egbers, M., Chr.-F. Kronsbein und A. Ruckelshausen: Der Reifegrad bestimmt die Häcksellänge. Landtechnik 61 (2006), H. 3, S. 136-137
 - Scholwin, F., und H. Gattermann: Verfahrenstechnik zur Biogasbereitstellung. In: Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2003, S. 43-75.
 - Leurs, K.: Einfluss von Häcksellänge, Aufbereitungsgrad und Sorte auf die Siliereigenschaften von Mais. Dissertation, Universität Bonn, 2006, VDI MEG-Schrift Nr. 438