

Kristina Leurs, Andrea Wagner und Wolfgang Büscher, Bonn

Nacherwärmung von Maissilage

Einfluss der Häcksellänge

Qualitätseinbußen durch Nacherwärmung von Silagen sind eng gekoppelt mit einer mangelnden Verdichtung des Erntematerials, was in einer Praxiserhebung bestätigt wird. Ein Teilaspekt dieser Praxiserhebung ist die Untersuchung der Häcksellängenverteilung des Erntematerials mittels Siebanalysen zur Prüfung des Zusammenhangs von Nacherwärmung, Verdichtung und Häcksellänge.

Bei der Diskussion größerer Häcksellängen ist aus tierphysiologischer Sicht zur Beurteilung der Verdaulichkeit der Anteil an Feinteilen maßgeblich, während aus siliertechnischer Sicht die Verdichtbarkeit mit steigendem Anteil an Überlängen abnimmt.

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, Nacherwärmung, Häcksellänge, Siebanalyse

Keywords

Forage maize silage, secondary fermentation, chop length, particle size distribution

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04202 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Qualitätsansprüche an Silagen werden vornehmlich über einen möglichst geringen Energieverlust definiert, der wesentlich durch die Zusammensetzung der Mikroflora im Silostock zu beeinflussen ist. Je nach Konservierungsbedingungen vermehren sich dabei erwünschte (Milchsäurebakterien) oder unerwünschte (Clostridien, Schimmel, Hefen) Mikroorganismen.

Nacherwärmung

Die Erwärmung einer Silage an der Anschnittfläche vor der Entnahme (Nacherwärmung) ist mit folgenden Qualitätsveränderungen verbunden:

- Energieverluste durch aerobe Stoffwechselfvorgänge im Futter
- Verminderte Futteraufnahme durch veränderte Schmackhaftigkeit
- Mykotoxinbildung im Futter durch Pilzwachstum.

Eine Nacherwärmung von 10°C führt zu Energieverlusten in Höhe von 0,1 MJ NEL pro kg Trockensubstanz und Tag [1].

Die Einflussfaktoren auf den Silierprozess umfassen zum einen Art und Zusammensetzung des Ausgangsmaterials wie etwa Trockensubstanz-Gehalt und Verschmutzung [2]. Zum anderen sind Maßnahmen zur Sicherung von anaeroben Bedingungen im Silostock, wie Zerkleinerung, Verdichtung und Vorschub, von besonderer Bedeutung.

Die Verdichtung ist einerseits Voraussetzung für das Einsetzen des Gärprozesses und andererseits für die Minimierung des Sauerstoffeintritts in die Anschnittfläche bei der Entnahme. Sie ist somit das entscheidende Kriterium zur Vermeidung von Nacherwärmung. Größere Schnittlängen erhöhen die Häckselleistung, damit aber auch die Notwendigkeit einer effektiveren Walzarbeit [5].

Bezüglich der qualitätssichernden Maßnahmen werden von der Beratung Empfehlungen in Form von Faustzahlen genutzt [1], die jedoch nicht nach einzelbetrieblichen Qualitätsansprüchen differenzieren. Dabei ist die Bedeutung einzelner Einflussfaktoren auch abhängig von der Lagerungsdauer. Eine langzeitstabile Silage, wie sie im Falle der ganzjährigen Stallhaltung benötigt wird, erfordert eine stärkere Berücksichtigung

qualitätssichernder Maßnahmen, was für eine kurzzeitstabile Silage (Winterstallhaltung) weniger bedeutsam ist.

Häcksellänge

Das Häckselgut wird hinsichtlich der Verdichtungseigenschaften durch Trockensubstanzgehalt und Häcksellänge beschrieben. Dabei ist die theoretische (am Häcksler eingestellte) von der effektiven (tatsächlich erreichten) Häcksellänge zu unterscheiden.

Die theoretische Häcksellänge als angestrebte Zerkleinerung soll nach aktuellen Beratungsempfehlungen hinsichtlich der besten Siliereignung von Mais bei 4 bis 6 mm liegen. Der Zerkleinerung des Häckselgutes sind trotz siliertechnischer Vorteile aufgrund einer erforderlichen Strukturwirksamkeit in der Wiederkäuerernährung Grenzen gesetzt [3]. Bezüglich der Tierphysiologie und der angestrebten Steigerung von Strukturwirksamkeit und Futteraufnahme wird daher zurzeit eine deutlich größere Häcksellänge (theoretisch 15 bis 20 mm) diskutiert [4]. Inwiefern Häcksellängen erhöht werden können, ohne dass inakzeptable Effekte auf die Siliereignung des Häckselgutes und dessen Langzeitstabilität entstehen, bedarf einer sorgfältigen Prüfung.

Praxiserhebung

In einer Praxiserhebung „Nacherwärmung von Maissilage“ der Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-Lippe wurden auf 63 Betrieben in Nordrhein-Westfalen Temperaturmessungen und Probenahmen durchgeführt, um auf Schwächen und Reserven bei der Futterkonservierung aufmerksam zu machen [1].

Einen Teilaspekt dieser Erhebung stellt die Charakterisierung des Häckselgutes durch Siebanalysen dar. Ziele waren die Untersuchung des Einflusses der Häcksellänge auf die Nacherwärmung und weiterhin ein Vergleich von theoretischer und effektiver Häcksellänge sowie die Charakterisierung der Überlängenfraktion.

Die Untersuchung der Häcksellängenverteilung erfolgte in einem Siebturm (Planseibsystem) mit Rundlochsieben der

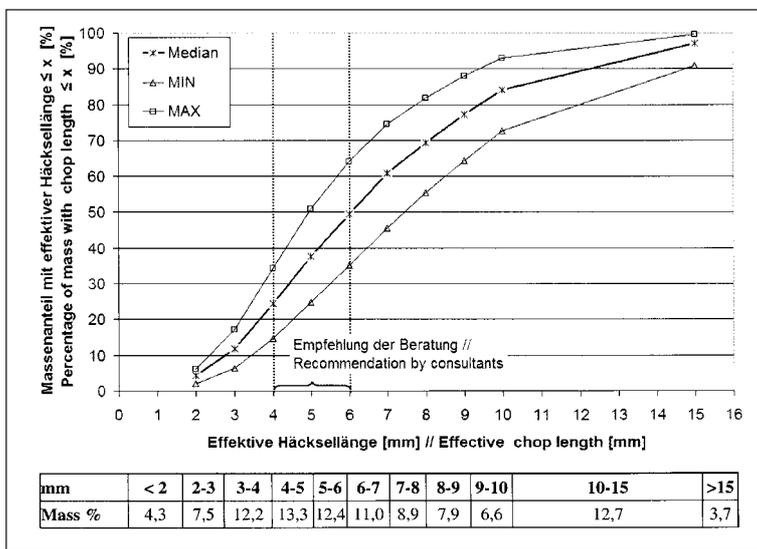


Bild 1: Häufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeit, Ergebnis der Siebanalyse von Maishäckselsilg (n Betriebe = 63)

Fig. 1: Distribution and cumulative frequency, Results of chop length analysis of whole plant maize (n of farms = 63)

Lochweiten 15 bis 1 mm. Das System liefert elf Fraktionen; die Dauer einer Siebung beträgt drei Minuten. Durch kleine Intervalle zwischen den Siebgrößen soll eine Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen ermöglicht werden.

Vor der Siebung wurden die Proben zwölf Stunden lang bei 100 °C getrocknet, nach der Siebung folgten die Wägung der Fraktionen und die Berechnung der prozentualen Massenanteile.

Das Ergebnis der Siebanalyse (Bild 1) zeigt, dass durchschnittlich nahezu 37 % genau in den Bereich 4 bis 6 mm effektive Häcksellänge fallen. Dieser Bereich wird in der Beratung momentan als Zielgröße bezüglich der Siliereignung empfohlen. Durchschnittlich liegen 50 % oberhalb der theoretischen Häcksellänge von 6 mm. Die Ergebnisse der Einzelbetriebe zeigen dabei starke Unterschiede von bis zu 25 %-Punkten. Der Feinanteil (< 4mm) dient zur Beurteilung der Struktur und liegt im Durchschnitt bei 24 %. Zur Einordnung des Feinanteils dient ein Bewertungsmaßstab nach wissenschaftlichen Empfehlungen. Demzufolge sind Massenanteile von bis zu 50 % als „in Ordnung“ einzustufen. Ein Feinanteil von 50 bis 70 % wird als „tragbar“, über 70 bis 90 % als „unerwünscht hoch“ bewertet.

Ein direkter Vergleich eigener Ergebnisse mit den Ergebnissen ähnlicher Untersuchungen (Tab. 1) wird durch eine Vielzahl verschiedener Siebmethoden erschwert. Zur

groben Einordnung der eigenen Untersuchungen dient der Vergleich der Ergebnisse bei einer Häcksellängeneinstellung von 4 mm. Diese Untersuchungen ergaben einen Feinanteil (< 5 mm) von 71 % [6] und 68,0 bis 80,0 % [7]. Nach Ergebnissen der Praxiserhebung (Annahme einer theoretischen Häcksellänge von 4 bis 6 mm) ist dieser Fraktion ein weitaus geringerer Massenanteil von 37,3 % zuzuordnen (Bild 1). Eine Erhöhung der theoretischen Häcksellänge von 4 auf 7 mm reduziert den Anteil der Fraktion <5 mm von 71 auf 52 % [6] (Tab. 1).

Charakterisierung der Überlängenfraction

Die Siebanalyse ergab für die Überlängenfraction (Partikelgröße ≥ 15 mm) einen durchschnittlichen Massenanteil von 3,7 %. Nach wissenschaftlichen Empfehlungen werden Überlängen mit einem Massenanteil von 1 % mit „sehr gut“ und ein Massenanteil von > 7 % als „zu hoch“ bewertet. Die vorliegenden Ergebnisse von 3,7 % wären demnach als „befriedigend“ einzustufen.

Durch visuelle Klassifizierung erfolgte die Aufteilung der Fraktion ≥ 15 mm in die Bestandteile Blatt, Stängel, Spindel und „undifferenzierbarer Rest“. Diese Klassifizierung diente dazu, Rückschlüsse auf Probleme bei der Zerkleinerung und Verdichtung ziehen zu können. Die Auswertung zeigte, dass im Durchschnitt der größte Massenanteil dieser Fraktion auf Spindelfragmente zurückzuführen ist. Jedoch befand sich in

der Überlängenfraction auch ein erheblicher Teil von Partikeln, deren Länge zwar deutlich unter 15 mm lag, die aber durch Verkleben größere Einheiten bildeten. Hierdurch ist die Schnellbestimmung der Häcksellängenverteilung zur Siebanalyse mit einem systematischen Fehler behaftet, was auch in ähnlichen Untersuchungen zur Siebanalyse beschrieben wird [10]. Verklebungen des Materials können auf die hohe Trocknungstemperatur von 100 °C zurückgeführt werden. In Versuchen mit einer Vortrocknung der Probe über vier Stunden bei 60 °C und nachfolgender Trocknung über zwölf Stunden bei 100 °C konnte der Verklebungsanteil nahezu vollständig reduziert werden.

Eine Alternative für die Siebmethode ist die Bildanalyse, die neben der Häcksellänge auch weitere Eigenschaften des Materials (so kugelige oder längliche Form) erfasst.

Die Auswertung der Praxiserhebung in Nordrhein-Westfalen konnte zwischen Häcksellänge, Verdichtung und Nacherwärmung keinen direkten Zusammenhang herstellen. Die große Zahl der Betriebe ließ zwar Rückschlüsse auf Probleme in der Praxis zu, erlaubte jedoch aufgrund der unterschiedlichen Ernte- und Siliertechniken keine Ableitung von Effekten. Um den Einfluss der Häcksellänge auf die Verdichtbarkeit und somit auf die Nacherwärmung zu analysieren, sind Untersuchungen mit einer standardisierten Verdichtung notwendig.

Fazit

Die Praxiserhebung weist auf bestehende Defizite bei der Silierung hin. Es besteht der Bedarf an standardisierten Versuchen zur Klärung der Frage, ob in Zukunft größere Häcksellängen empfohlen werden sollen und welchen Einfluss die Häcksellänge auf die Verdichtbarkeit hat. Gegenstand der Diskussion ist, ob die Vorteile durch eine erhöhte Strukturwirksamkeit im Gegensatz zu den Nachteilen durch Silierverluste überwiegen. Untersuchungen zur Nacherwärmung in Abhängigkeit von Häcksellänge und Vorschub sind ein weiterer wichtiger Schritt in Richtung Qualitätsmanagement am Großsilo.

Vor Herausgabe neuer Empfehlungen sind eingehende Untersuchungen notwendig, da Silierverluste neben wirtschaftlichen Einbußen auch zu Belastungen des Tiers und der tierischen Erzeugnisse durch Mykotoxine führen, was auf erhebliche Konsequenzen für den Verbraucher schließen lässt.

Nach der Einführung von QS für Rindfleisch sollen Milch erzeugende Betriebe durch Zertifizierung in das Qualitätssichernde System von Molkereien einbezogen werden [11]. Durch Einführung eines Qualitätssicherungssystems für Milch gewinnt auch die Qualität des Grundfutters an Bedeutung.

Autor, Jahr // Author, Year	Theoretische Häcksellänge [mm] // Theoretical chop length [mm]	Effektive Häcksellänge [mm] // Effective chop length [mm]	
		Fraktion [mm] // Category [mm]	Massenanteil [%] // Mass [%]
Honig & Rohr, 1982 [6]	4,0 *	< 5,0 ; > 20,0	71,0 ; 10,0
De Boever et al., 1993 [7]	7,0 *	< 5,0 ; > 5,0	52,0 ; 7,0
Kononoff, 2002 [8]	4,0	< 4,8 ; > 9,5	68,0-80,0; 2,2-14,2
Johnson et al., 2003 [9]	17,0	< 8,0 ; > 19,0	11,6 ; 14,3
	11,1 *	< 8,0 ; > 19,0	9,8 ; 11,5
	27,8 *	< 8,0 ; > 19,0	14,1 ; 41,2
	39,7 *	< 8,0 ; > 19,0	14,0 ; 58,1

Tab. 1: Ergebnisse verschiedener Siebanalysen für Maishäckselsilg

Tab. 1: Results of chop length analysis of whole plant maize silage

* mit Aufbereiter // with mechanical processing