

Klaus-Josef Schmerbauch und Christian Füll, Potsdam-Bornim; Ehrengard Kaiser, Berlin

Grassilagebereitung mit einem hochverdichtenden Preßverfahren

Für die zuverlässig anaerobe Silagelagerung werden an die landwirtschaftliche Verfahrenstechnik besondere Anforderungen hinsichtlich Lagerungsdichte und Luftabschlußgüte gestellt. Die für den Luftabschluß notwendige Reduzierung des Gasaustausches zwischen Futterstapel und Atmosphäre setzt in erster Linie die Verringerung des Porenvolumens im Futterstapel voraus. Mängel im Luftabschluß führen häufig zu einer starken Schimmelbildung während der Lagerung, insbesondere in Silagen aus extensiv erzeugtem Grünfutter. Zur Untersuchung der verfahrensbedingten Ursachen hierfür werden Silierversuche durchgeführt. Die ersten Ergebnisse von Praxisversuchen zeigen, daß die Erhöhung der Lagerungsdichte in Silagen eine gute Grundlage für die Reduzierung der Schimmelbildung schafft. Höhere Dichten sind sowohl durch Verbesserung bekannter als auch Anwendung neuer Verfahren, zum Beispiel Compactrollen, möglich.

Bei der Silagebereitung wird der natürliche Gärprozeß für die Konservierung genutzt. Charakteristisch ist ein unter anaeroben Bedingungen ablaufender Stoffwechsel von Mikroorganismen, vornehmlich Milchsäurebakterien. Hauptaufgabe in der siliertechnischen Verfah-

rensgestaltung ist daher die zuverlässige Gewährleistung des Luftabschlusses. Grundlage ist hierbei die Reduzierung des Gasaustausches zwischen Futterstapel und Atmosphäre auf das durch die biologischen Umsetzungen bedingte Niveau. Dies wird vor allem durch Verringerung des Porenvolumens im Futterstapel durch Verdichten erreicht. Physiologisch älteres Pflanzenmaterial, wie es unter extensiven Produktionsbedingungen und in der Landschaftspflege häufig vorliegt, läßt sich aufgrund seiner starken Rückdehnungseigenschaften besonders schwer verdichten [1]. Dies ist die Ursache dafür, daß es insbesondere in Silagen aus extensiv erzeugtem Grünfutter während der Lagerung häufig zu einer starken Schimmelbildung kommt [2]. Die damit verbundene Anreicherung von Schimmelpilz-

in erster Linie durch die Einlagerungsdichte, das Porenvolumen und die Abdichtung des Futterstapels gegenüber atmosphärischen Einflüssen bestimmt. Diese Parameter können nur durch die Siliertechnik beeinflusst werden. Die Zielsetzung der Untersuchungen ist deshalb die Charakterisierung der Grenzbedingungen für die hierbei wirksamen Einflußfaktoren Lagerungsdichte und Luftabschlußgüte.

Verdichten von Siliergut

Die erreichbare Verdichtung des Grünfutters wird sowohl von den stofflichen Guteigenschaften wie Pflanzenart und -alter (Rohfaser- und Ligningehalt) als auch den Verfahrensparametern wie Zerkleinerungsgrad, Verdichtungsdruck und -verfahren bestimmt. Als Einlagerungsdich-

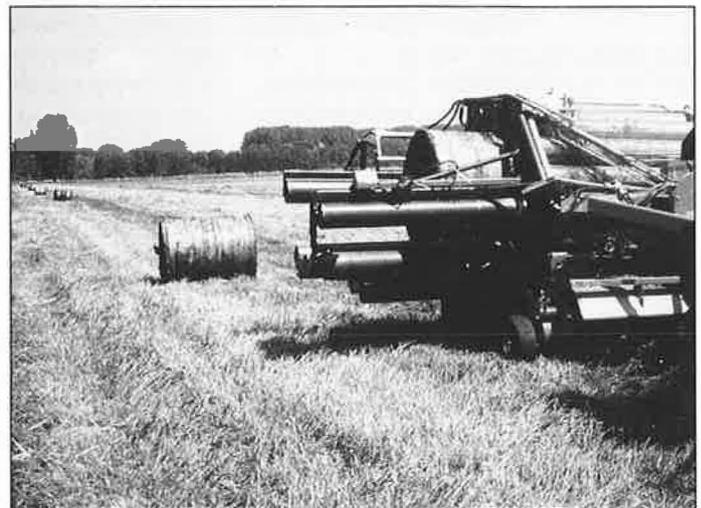


Bild 1: Grassilagebereitung mit einer Compactrollenpresse

Fig. 1: Grass ensiling with a compact roller

Dipl.-Ing. agr. Klaus-Josef Schmerbauch ist Doktorand an der Humboldt-Universität zu Berlin. Er wird gefördert von der „Deutschen Bundesstiftung Umwelt“ in Osnabrück und arbeitet überwiegend im Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB). Priv. Doz. Dr.-Ing. habil. Christian Füll leitet die Abt. Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im ATB, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wiss. Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zanke).

Frau Prof. Dr. habil. Ehrengard Kaiser vertritt als Lehrstuhlinhaberin das Fachgebiet Futtermittelkunde an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Grundlagen der Nutztierwissenschaften, Invalidenstraße 42, 10115 Berlin.

Der Agrargenossenschaft Uetz-Bornim e.G., den Firmen „Gebr. Welger GmbH“ und „Krone GmbH“ sowie der „Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht Grub“ danken wir für die freundliche Unterstützung der Arbeiten. Der „Deutschen Bundesstiftung Umwelt“ danken wir für die finanzielle Förderung dieses Projektes.
Referierter Beitrag der LANDTECHNIK.

sporen und eventuell gebildeten Mykotoxinen gefährdet die Gesundheit von Mensch und Tier und stellt eine Umweltbelastung dar, der durch verfahrenstechnische Maßnahmen vorbeugend entgegen gewirkt werden kann.

Zielstellung

Ziel der Untersuchungen ist die Ermittlung der notwendigen verfahrenstechnischen Parameter zur Reduzierung der Schimmelpilzbelastung in Grünfuttersilagen. Schwerpunkt sind hierbei Welksilagen aus extensiv erzeugtem Grünfutter, die sich infolge relativ hoher Rohfasergehalte besonders schwer verdichten lassen. Der Grad des Gasaustausches wird

ten sollten bei Welksilagen 500 bis 600 kg Originalsubstanz /m³ erreicht werden [3]. Während in Horizontalsilos meist durch Befahren des Futterstapels mit Traktoren verdichtet wird, bestimmt bei den Ballensilagen vor allem das angewandte Preßverfahren die Lagerungsdichte. Ein neues Verfahren ist das Bereiten von Compactrollen [4], die eine deutlich höhere Dichte als Rund- oder Quaderballen besitzen. Hinzu kommen deren logistische Vorteile, die Einsparungen an Arbeitszeit und Verfahrenskosten im Nacherntebereich ermöglichen [5]. In den hier vorgestellten Praxisversuchen wurden folgende Einlagerungsdichten erzielt: bei Rundballen etwa 170 bis 200 kg TS/m³

Zellzahl Hefen / Schimmelpilze (Koloniebildende Einheiten / g Originalsubstanz)					
Trockensubstanz- gehalt = 50 %		Folienlagenanzahl			
		2	4	6	8
Rund- ballen	Rand	1,3x10 ⁷	1,0x10 ⁷	1,3x10 ⁴	2,0x10 ⁵
	Kern	8,2x10 ⁴	1,1x10 ⁵	2,2x10 ⁴	2,5x10 ³
Compact- rollen	Rand	6,5x10 ⁷	1,9x10 ⁶	< 10 ³	< 10 ³
	Kern	2,7x10 ⁴	< 10 ³	< 10 ³	< 10 ³

Compactrollen, $\rho = 680 \text{ kg OS/m}^3$; Rundballen, $\rho = 370 \text{ kg OS/m}^3$

pH-Wert					
Trockensubstanz- gehalt = 50 %		Folienlagenanzahl			
		2	4	6	8
Rund- ballen	Rand	6,3	6,9	6,0	5,8
	Kern	5,8	5,3	5,8	5,8
Compact- rollen	Rand	5,2	6,9	5,1	5,2
	Kern	5,7	5,4	5,0	4,6

Compactrollen, $\rho = 680 \text{ kg OS/m}^3$; Rundballen, $\rho = 370 \text{ kg OS/m}^3$

Milchsäure (in % der Originalsubstanz)					
Trockensubstanz- gehalt = 50 %		Folienlagenanzahl			
		2	4	6	8
Rund- ballen	Rand	0,2	0,3	0,5	0,2
	Kern	0,1	0,3	0,1	0,2
Compact- rollen	Rand	0,6	0,3	1,4	0,5
	Kern	2,0	1,5	1,2	0,8

Compactrollen, $\rho = 680 \text{ kg OS/m}^3$; Rundballen, $\rho = 370 \text{ kg OS/m}^3$

und bei Compactrollen etwa 300 bis 340 kg TS/m³. Im Vergleich dazu sind praxisübliche Grassilage-Lagerungsdichten bei Horizontalsilos etwa 180 bis 290 kg TS/m³ [7] und bei Hochsilos etwa 300 kg TS/m³ [8].

Vorgehensweise

Zur Lösung der gestellten Aufgaben werden Untersuchungen sowohl unter Labor- als auch Praxisbedingungen durchgeführt. Geprüft werden mehrere Stufen der Lagerungsdichte in Verbindung mit der Luftabschlußgüte. Für die Praxisversuche wird Grünfütter von einem extensiv genutzten Feuchtwiesenstandort verwendet und bei einem Welkgrad von 45 bis 55 % TS einsiliert. In den Praxisversuchen werden zur Erzeugung unterschiedlicher Lagerungsdichten zwei verschiedene Maschinentypen verwendet, wodurch je Versuch 16 Rundballen (\emptyset und Länge etwa 120 cm) und 16 Compactrollen (\emptyset und Länge rund 100 cm) hergestellt werden. Die verschiedenen Luftabschlußgüten werden durch das Umwickeln mit unterschiedlichen Folienlagenanzahlen (2, 4, 6 und 8) erreicht. Die Silagelagerung erfolgt im Freien. Nach gestaffelter Lagerungsdauer von zwei und sechs Monaten werden je Variante zwei Compactrollen und zwei Rundballen ausgelagert. Bei der Auslagerung werden die Silagen in der Randzone (festgelegt als äußere etwa 20 bis 25 cm starke Silageschicht) und im

Tab. 1: Pilzkeimzahlen in Silagen unterschiedlicher Lagerungsdichte nach zwei Monaten Lagerungsdauer ($n = 2$)

Table 1: Fungi count in silages of different storage density after two months storage time ($n=2$)

Tab. 2: pH-Wert in Silagen unterschiedlicher Lagerungsdichte nach zwei Monaten Lagerungsdauer ($n = 2$)

Table 2: pH-value in silages of different storage density after two months storage time ($n=2$)

Tab. 3: Milchsäure in Silagen unterschiedlicher Lagerungsdichte nach zwei Monaten Lagerungsdauer ($n = 2$)

Table 3: Lactic acid in silages of different storage density after two months storage time ($n=2$)

Kernbereich sensorisch beurteilt und hinsichtlich Konservierungserfolg und Futtermittelwert sowie mikrobiellem Status analysiert.

Vorteile hoher Verdichtung bestätigt

Erste Ergebnisse dieser Versuche liegen vom ersten Aufwuchs 1996 nach zwei-monatiger Lagerung vor. In Tabelle 1 ist der Pilzkeimgehalt in den bereiteten Silagen angegeben. Bei den Rundballen liegt die Pilzkeimzahl selbst bei acht Folienlagen noch über dem für Silagen genannten Schwellenwert [6] von 10^4 Kolonie bildenden Einheiten/g Originalsubstanz, lediglich im Kernbereich wird der Wert unterschritten. Bei den höher verdichteten Compactrollen wird bei sechs und acht Folienlagen der Pilzkeimzahl-Schwellenwert in der gesamten Silage weit unterschritten.

Der pH-Wert (Tab. 2) als ein wichtiges Kriterium zur Einschätzung des Silierergebnisses sinkt bei den Compactrollen insbesondere im Kernbereich mit steigender Luftabschlußgüte tendenziell ab. Bei sechs und acht Folienlagen werden für das vorliegende Grünfütter mit dem Trockensubstanzgehalt von 45 bis 55 % ausreichend niedrige pH-Werte im Bereich von 4,6 bis 5,2 erreicht. In den Rundballen dagegen sinkt der pH-Wert trotz steigender Luftabschlußgüte nur geringfügig ab. Bei den hier erreichten pH-Werten im Bereich von 5,8 bis 6,0 ist ei-

ne längerfristig stabile Lagerung nicht zu gewährleisten.

Aus Tabelle 3 geht hervor, daß für die Milchsäuregärung, die für eine schnelle pH-Wert-Absenkung notwendig ist, in den Compactrollen günstigere Bedingungen vorhanden waren als in den Rundballen. Die höheren Milchsäuregehalte in den Compactrollen stehen insbesondere im Zusammenhang mit den gegenüber den Rundballen niedrigeren pH-Werten und der reduzierten Pilzbelastung.

Die Untersuchungen werden mit der Auslagerung nach sechs Monaten und in weiteren Silierversuchen fortgeführt.

Schlußfolgerungen

Die ersten Ergebnisse der Silierversuche zeigen, daß mit der intensiveren Verdichtung des Grünfutters in den Compactrollen wesentlich bessere Voraussetzungen für die Gewährleistung des Luftabschlusses und die Reduzierung des Schimmelpilzwachstums geschaffen werden als in den Rundballen. Ein ausreichender Luftabschluß kann bei den Compactrollen mit einer geringeren Folienlagenanzahl erreicht werden als bei den Rundballen. Daraus ist ebenso die Schlußfolgerung zu ziehen, daß das Verschimmeln von Silorandschichten auch bei anderen Verfahren der Grassilagebereitung, etwa bei der Silierung in Horizontalsilos, durch die Erhöhung der Lagerungsdichte reduziert werden kann.

Literatur

- Bücher sind mit • gezeichnet
- [1] Müller, M.: Beitrag zu verfahrenstechnischen Grundlagen der Silagebereitung. Habil.-Schrift, Rostock, 1969
 - [2] Prochnow, A.: Verfahrenstechnische Grundlagen für die Landschaftspflege am Beispiel der Nuthe-Nieplitz-Niederung. Dissertation, HU Berlin, 1994
 - [3] • Knabe, O., M. Fechner und G. Weise: Verfahren der Silageproduktion. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1986
 - [4] Matthies, H. J.: Die Compactrollenpresse. Landtechnik 46 (1991), H. 5, S. 225-229
 - [5] Füll, Ch., M. Gläser und H. Hempel: Dichteigenschaften von hochverdichteten Halmgütern. Landtechnik 51 (1996), H. 3, S. 144-145
 - [6] Gedek, B.: Futtermittelverderb durch Bakterien und Pilze und seine nachteiligen Folgen. Übers. Tierern. (1973), H. 1, S. 45-56
 - [7] BLT Grub, Sachgebiet 4.1, persönliche Mitteilung, 1996
 - [8] Weise, G. und H. Rambusch: Produktionsüberwachung und Qualitätssicherung. Normative Silokartei, Silierkatalog, 1988

Schlüsselwörter

Grassilage, Lagerungsdichte, Luftabschlußgüte, Schimmelpilze

Keywords

Grass silage, storage density, quality of air exclusion, molds