

Höhere Verluste bei nicht abgedeckten Silos - Ergebnisse einer Feldstudie -



Nr. II – 2/2012

Zusammengestellt für die Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung) im „Biogas Forum Bayern“ von:

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
2	Temperaturen im Silo.....	3
3	Verdichtung im Silo.....	3
4	Gärqualität	4
5	Verluste	4
6	Fazit	6
7	Literatur	7

1 Allgemeines

Silagebereitung basiert auf anaerobe Milchsäuregärung. Luftdichte Abdeckung gewährleistet, dass der im Grüngut vorhandene Zucker zu Milchsäure umgewandelt wird und der pH-Wert im Silostock sinkt auf Werte zwischen pH 4,0 - 4,8, je nach TM-Gehalt des Siliergutes. Die Wahrscheinlichkeit der Nacherwärmung der geöffneten Silos ist umso geringer, je länger die Silos geschlossen bleiben und je besser durchgegoren die Silagen sind.

Es ist daher Empfehlung der Beratung umgehend durch Luftabschluss mittels Folie die Silierung durch ein rasches Absinken des pH-Wertes einzuleiten. Die Abdeckung verhindert ferner das Eindringen von Wasser und reduziert den Anfall von Sickersaft.

Das Zu- und Abdecken von großen Silagehaufen ist zum einen teuer und zum anderen auch sehr arbeitsaufwendig. Daher verzichten einige Biogasanlagenbetreiber auf die klassische Folienabdeckung bzw. weichen auf eine Begrünung mit z.B. Roggen oder anderen Fruchtarten aus. Diese Art der Abdeckung bringt aus arbeitswirtschaftlicher Betrachtung her Vorteile mit sich, da sie nicht entfernt werden muss und gegebenenfalls mit vergoren werden kann.



Abbildung 1: Eingrünung von Maissilos ohne Folienabdeckung (Foto Richter)

Im Rahmen einer Feldstudie wurden in 4 Betrieben die Auswirkungen unterschiedlicher Abdeckung bei Fahrlochanlagen untersucht. Es wurde Mais einsiliert.

Untersucht wurden:

- Temperaturen im Silo
- Verdichtung im Silo
- Gärqualität
- Trockenmasseverluste in Bilanznetzen

2 Temperaturen im Silo

Aus langjährigen Versuchen ist bekannt, dass die Kerntemperatur in ausgekühlten Silagen bei ca. 15 °C liegt. Temperaturen über 20 °C zeigen daher Nacherwärmungen an.

Bei unserer Feldstudie wurde jeweils die Außentemperatur und mind. 6 Messpunkte je Silo gemessen (bei je 2 Einstichtiefen 40 cm und 100 cm).

Die Temperaturen in dem mit Folie abgedeckten Silo schwankten zwischen 24 °C und 25 °C.

Bei den drei Silos ohne Folienabdeckung bewegten sich die Temperaturen zwischen 25 °C und 32 °C (siehe Tabelle 1).

Jede Temperaturerhöhung bedeutet Trockenmasseverluste und somit Energieverluste.

Tabelle 1: Temperatur im Silo (°C) verschiedener Praxissilos

Abdeckung	Folie	Raps	Sonnenblumen	ohne
Betrieb	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
oben	24,0	30,9	32,0	30,3
Mitte	25,8	31,3	27,1	28,8
unten	23,9	27,6	24,6	26,4
Durchschnitt im Silo	24,6	29,3	27,9	28,5
Außentemperatur	16,2	19,0	16,5	19,7

3 Verdichtung im Silo

Je höher das Silo, desto schlechter ist die oberste Schicht verdichtet. Ein Grund hierfür ist möglicherweise die erhöhte Unfallgefahr beim Festwalzen in großer Höhe.

Der Zielwert sollte mind. 200 kgTM/m³ betragen.

Orientierungsbereiche siehe Anlage (Tabellen für Gras- und Maissilage)

Die Ergebnisse der Feldstudie bewegten sich von 158 - 196 kgTM/m³ im oberen Bereich der Silos und bei 220 - 251 kgTM/m³ im unteren Bereich der Silos.

Es ist also der obere Bereich der Silos der Probleme bereitet.

Bei unzureichender Verdichtung dringt Sauerstoff tiefer in den Silostock ein und führt zur starken Vermehrung von sauerstoffliebenden Hefen mit der Folge von z.T. starker Erwärmung – somit Energieverlusten.



Abbildung 2: Dichtebestimmung mittels speziellem Handbohrer, „Pioneer – Probenbohrer“ (Foto Rößl)

4 Gärqualität

Es werden möglichst hohe Gehalte an Milchsäure angestrebt, denn nur sie gewährleistet eine rasche pH-Wert Absenkung, bei nur geringen Energieverlusten.

Der Gehalt an Milchsäure nahm bei unseren Silos von oben nach unten zu, der pH-Wert entsprechend von oben nach unten ab.

5 Verluste

Die Fermentationsverluste unter optimalen Bedingungen, bei luftdichtem Abschluss werden vereinfacht mit 5 % angenommen. Dies konnte in Laborversuchen bestätigt werden.

Bei unserer Feldstudie lagen die Trockenmasseverluste in den eingelegten Bilanznetzen bei dem Silo mit Folienabdeckung bei rund 8 %, bei der Variante ohne Abdeckung bei rund 17 % (siehe Tabelle 2).

Dies bedeutet bei einer angenommenen Silagemenge von 1.000 t, dass die Verluste von 80 t bei Folienabdeckung, auf 170 t bei der Variante ohne Abdeckung ansteigen würden. Diese zusätzlichen Verluste führen bei unserem Beispiel zu ca. 8.000 – 10.000 m³ weniger Methan.

Der Methanertrag bei Maissilage wurde hierbei mit ca. 300 – 330 NI/kg OM (Mittelwert) angesetzt.

Anders ausgedrückt, wenn nicht abgedeckt wird, stehen von 100 ha Silomaiserntefläche rund 17 ha Silomais nicht für die Biogaserzeugung zur Verfügung - dies sind die Verluste.

Tabelle 2: Rechengang zur Abschätzung der TM-Verluste im gesamten Silo

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
	Folie	Raps	Sonnenbl.	keine
Anschnittfläche des Fahrsilos:				
Höhe	4	4,8	6,5	5
Breite standardisiert	25	25	25	25
	100 m ²	120 m ²	163 m ²	125 m ²
Lage der Silonetze:				
Höhe obere Bilanznetze	3,0	2,0	5,9	4,5
Höhe mittlere Bilanznetze	2,0	1,4	4,7	2,7
Höhe untere Bilanznetze	1,0	0,4	0,9	0,5
Höhe der obersten Schicht mit sichtbarer Verfärbung ¹⁾	0,05	0,25	0,30	0,30
Höhe der schwarzen Rotteschicht ¹⁾	0,02	0,15	0,20	0,15
Zuordnung der Verlustanteile				
oben	36 %	56 %	11 %	19 %
Mitte	25 %	17 %	38 %	40 %
unten	38 %	19 %	43 %	32 %
oberste Schicht mit Verfärbung	1 %	5 %	5 %	6 %
Rotteschicht (schwarz)	0,50 %	3 %	3 %	3 %
gesamt:	100 %	100 %	100 %	100 %
durchschnittlicher TM-Verlust im Silo:	7,8 %	18,1 %	13,0 %	16,8 %

¹⁾ Die Höhe der Rotteschicht bzw. der verdorbenen Schicht wurde geschätzt, wobei bei allen 4 Betrieben der Anstieg der Verluste im äußeren Randbereich mit berücksichtigt wurde.

Die Bilanznetze geben das Verlustgeschehen in den Silos wieder.

Die TM-Verluste insbesondere in den Betrieben 2 - 4 kommen bei dieser Darstellung sehr deutlich heraus, da hierbei wie im Rechengang erkennbar, die durch die Bilanznetze repräsentierten Silagemengen gewichtet in das Verlustgeschehen mit eingehen.

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, waren die Bilanznetze nicht immer gleichmäßig in der Siloanschnittfläche verteilt. Dieser Umstand wird durch die gewichtete Berechnung berücksichtigt.



Abbildung 3: Einlegen der Bilanznetze in Mais (Foto Rosenbauer)

6 Fazit

Um optimale Silage zu bereiten ist es unabdingbar die Silage mit einer luftdichten Folie abzudecken:

- TM-Verluste sind deutlich höher bei folienloser Variante
- Höhere Temperaturen im Silostock bei folienloser Variante
- Schimmel, Hefen und Buttersäuregärung treten gehäuft bei folienloser Variante auf
- Auch wenn eine Begrünung oder Abdeckung in Form von Pflanzenmaterial aufgelegt wird, dringt Wasser und auch Sauerstoff in die Silage ein.
- Aus Sicht des Immissionsschutzes wird eine Abdeckung ohnehin gefordert.

Bezugnehmend auf die LfL – Sickersaftbroschüre ist u.a. in Kapitel 1.4 auf folgendes hingewiesen:

„Das Abdecken von Silagen mit Folien ist auch bei Substratlagern für Biomasseanlagen aus ökologischen und ökonomischen Gründen geboten. Kann die Silage nicht oder nicht vollständig abgedeckt werden, z.B. in Ausnahmefällen bei Biogasanlagen, sind weitergehende Anforderungen notwendig, vgl. Kapitel 2.2.4.6 Biogashandbuch Bayern (Materialienband).“

Weiterführende Informationen:

Untersuchungen zu den Trockenmasseverlusten in Siloanlagen mit unterschiedlicher Abdeckung (<https://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040251/index.php>)

LfL – Sickersaftbroschüre (Silagesickersaft und Gewässerschutz)
(<http://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/040133/>)

Hygiene bayerischer Silagen
https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_35947.pdf

http://www.lfu.bayern.de/wasser/umgang_mit_wgs/anlagenverordnung/index.htm

Bereitung hochwertiger Silage – die Grundlage für hohen Biogasertrag
http://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Substratbereitstellung/hochwertiger-biogasertrag_6.html

7 Literatur

Honig H., 1990: Evaluation of aerobic stability. Proceedings of the Eurobac Conference, Grass and Forage Reports, 3, Special Issue, 76-82

Richter W., Kaiser F., 2006: Voruntersuchungen zu Fermentationsverlusten im Laborsilo. Abdeckung von Silage für Biogas ein Muss? Poster, EUROTIER, Stand LfL H23, H12

Richter W., Zimmermann N., Rauch P., Lipovsky J., Bauer J., Spiekers H., 2007: Controlling am Silo am Beispiel Silomais. Weniger Verluste und bessere Tiergesundheit. Mais, 34, 2, 72 – 74

Richter W., Zimmermann N., Nesper S., Schuster M., Kölln-Höllrigl K., Triller-Hofmann J., Geitner H., Rosenbauer I., (2008): Untersuchungen zu Verlusten an Trockenmasse in Siloanlagen mit unterschiedlicher Abdeckung bei Biogasanlagen. VDLUFA Schriftenreihe 64, 126 - 133

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Hrsg.): VDLUFA-Methodenbuch Band III „Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 6. Ergänzungslieferung, 2006

Weißbach F., Kuhla S., (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter. Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übersichten Tierernährung 23, 189 – 214

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
 Prof.-Dürrewächter-Platz 3, 85586 Poing-Grub
 Tel: +49 (0) 89/99141-430 oder -431
 Fax: +49 (0) 89/99141-412



23.11.2016

Orientierungsbereiche zur Beurteilung der Verdichtung von Gras- und Maissilagen

Grassilage

TM %	Orientierungsbereich kg TM/m³	Orientierungsbereich kg FM/m³
20	155 – 165	775 - 825
25	170 – 180	680 - 720
30	190 – 200	633 - 667
35	205 – 215	585 - 615
40	220 – 230	550 - 575
45	240 – 250	533 - 555
50	255 – 270	510 - 540
55	275 - 290	500 - 530

Maissilage

TM %	Orientierungsbereich kg TM/m³	Orientierungsbereich kg FM/m³
27	200 – 215	740 - 800
28	210 – 225	750 - 805
29	220 – 230	760 - 790
30	230 – 240	767 - 800
31	235 – 245	760 - 790
32	240 – 255	750 - 795
33	250 – 265	760 - 800
34	255 – 270	750 - 795
35	260 – 275	740 - 785
36	265 – 280	725 - 780
37	270 – 285	730 - 770
38	275 – 290	725 - 765
39	280 – 295	720 - 755
40	285 - 300	715 - 750

Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Logistik der Ernte
- Gärrestausbringung
- Konservierung und Silagequalität

Mitglieder der Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung)

- Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
- Biogasanlagenbetreiber
- EBA-Zentrum Triesdorf
- Fachverband Biogas e.V.
- Firma Claas
- Fliegl Agrartechnik GmbH
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V.
- KWS SAAT AG
- Landesanstalt für Landwirtschaft
 - Institut für Landtechnik und Tierhaltung
 - Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
 - Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik
- Landmaschinenschule im Agrarbildungszentrum Landshut-Schönbrunn
- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.
- Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V.
- Landwirtschaftliche Lehranstalten des Bezirkes Oberfranken
- r.e Bioenergie GmbH
- Regens Wagner Stiftung



Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36
85354 Freising
Telefon: 08161/71-3460
Telefax: 08161/71-5307
Internet: <http://www.biogas-forum-bayern.de>
E-Mail: info@biogas-forum-bayern.de