

www.silage.de



Maissilierung

mit aktiven Milchsäurebakterien

BIO-SIL®



Kategorie 1b, 1c, 4b und 4c (Milchleistung)

**Mehr
Biogas!**



SILO-
GEOMETRIE

ERNTE-
TERMIN

HOCH-
SCHNITT

HÄCKSEL-
LÄNGE

ABDECKUNG

AEROBE
STABILITÄT

HARNSTOFF
SILA-FRESH

CCM, LKS
FEUCHTMAIS

TROCKEN-
SCHÄDEN

BIO-SIL®-Anwendungshinweise

BIO-SIL® ist ein biologisches Siliermittel auf Basis homofermentativer Milchsäurebakterien, das aus den Stämmen *Lactobacillus plantarum* DSM 8862 und *Lactobacillus plantarum* DSM 8866 besteht. Diese Hochleistungsstämme, die aus der Natur isoliert wurden, sind gentechnisch nicht verändert. Es wird eine Impfdichte von 300.000 Kbe/g Siliergut bei sachgemäßer Anwendung garantiert. **Das Präparat wird vor der Auslieferung zur Qualitätssicherung doppelt getestet, dabei werden sowohl die Keimzahlen als auch die Aktivität geprüft.**

BIO-SIL® wird in Abpackungen von 100 g geliefert. Diese Menge wird in 100 l ungechlortem Wasser aufgelöst und ist für 100 t Siliergut ausreichend (1 g BIO-SIL®/t Siliergut). Bei Verwendung unserer neu entwickelten Spezialdosierer werden 100 g BIO-SIL® in nur 10 l Wasser aufgelöst. Die Aufwandmenge beträgt nur 0,1 l/t Siliergut (1 g BIO-SIL®/t Siliergut).

BIO-SIL® ist für den ökologischen Landbau verwendbar und zertifiziert.

Ist der Zusatz von leistungsfähigen DLG-geprüften Milchsäurebakterien bei der Maissilierung sinnvoll?

- Der natürliche Milchsäurebakterienbesatz der Maispflanzen ist starken Schwankungen unterlegen.
- Die Fähigkeit der natürlichen Milchsäurebakterien, schnell und viel Milchsäure zu bilden, ist sehr unterschiedlich.
- Diese Unterschiede sind nicht Sorten, Reifestadien, Fruchtfolgen, Düngemitteln oder Düngungsintensitäten zuzuordnen.
- Mais verfügt über einen hohen Anteil an fermentierbaren Kohlenhydraten, so dass bereits bei einem geringen Milchsäurebakterienbesatz eine pH-Wertabsenkung erfolgen kann.
- In 80 % der Fälle reicht der natürliche Milchsäurebakterienbesatz nicht aus, um eine schnelle pH-Wertabsenkung (in weniger als drei Tagen) zu erreichen.
- Ein Milchsäurebakterienzusatz bei der Maissilierung ist eine wesentliche Voraussetzung, um Qualitätsfutter zu erzeugen.

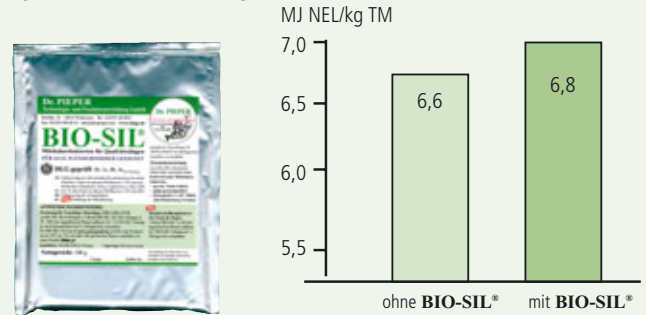
Welche Vorteile bringt der Einsatz von BIO-SIL® bei der Maissilierung?

- Schnelle pH-Wertabsenkung (ein stabiler pH-Wert wird bereits nach 1-2 Tagen erreicht)
- Verringerung der Trockenmasseverluste um ca. 5 %
- Erhöhung der Verdaulichkeit um 2-3 %
- Erhöhung der Energiedichte um 0,2-0,3 MJ NEL/kg TM (Abb. 1)
- Verbesserung der Futteraufnahme und Erhöhung der Milchleistung (um mind. 1 kg pro Kuh u. Tag)
- Verringerung der Erwärmung während des Silierprozesses um ca. 5 °C, dadurch geringere Nährstoffverluste und erhöhte Lagerstabilität (kein Wärmestau im Silo)
- Erhöhung des Gehaltes an Milchsäure und starke Reduzierung der Essigsäuregärung, insbesondere bei nassen Silagen bis ca. 30 % TM (kein stechender Geruch, damit wesentlich höhere TM-Aufnahme)
- Behandelte Silagen können bereits nach 5 Tagen verfüttert werden (Vorschub 2,5 m/Woche!)

Diese Vorteile werden nur realisiert, wenn folgende siliertechnischen Grundsätze eingehalten werden:

- **Schnelles Befüllen des Silos**
- **Hohe Verdichtung**
- **Schnelles und sauberes Abdecken des Silos**
- **Ausreichend Vorschub**
(Winter 1,5 m, Sommer 2-2,5 m pro Woche)

Abb. 1: Energiedichte in der Maissilage (Ergebnisse der DLG-Prüfung)



Mehr Milch - Mehr Biogas !

Ein großer Vorteil der homofermentativen gegenüber den heterofermentativen Milchsäurebakterien liegt in den signifikant geringeren Gärverlusten (-2 %) als auch in der nachweislich erhöhten Energiedichte (+ 0,2 MJ NEL/kg TM). Dadurch steht insgesamt mehr Energie für die Produktion von zusätzlich 33 kg Milch bzw. 5 % mehr Biogas zur Verfügung (Tab.1). Zur Berechnung der Biogas-Ausbeute aus Maissilagen wird gegenwärtig die für die Milchproduktion nutzbare Energiemenge in MJ NEL verwendet (KRIEG, 2002).

Tab. 1: Modellrechnung zur Ökonomik der BIO-SIL®-Behandlung von Maissilage anhand der Ergebnisse der DLG-Prüfung mit BIO-SIL® für das Gütezeichen 1b

Mais-Siliergut mit 33 % TM (kg) Trockenmasse (kg)	1000 330	
	Behandlung mit BIO-SIL®	Kontrolle unbehandelt
Gärverluste (% TM)	2,0	4,0
Gärverluste (kg TM)	7	13
Verbleibende TM nach Abzug der Gärverluste (kg TM)	323	317
Energiedichte (MJ NEL/kg TM)	6,8	6,6
Gesamtenergiemenge (MJ NEL/1000 kg Maissilage)	2196	2092
relativ (%)	105	100
Differenz zur Kontrolle (MJ NEL/1000 kg Maissilage)	+ 104	

+ 33 kg
mehr Milch

+ 5% erhöhte
Biogasausbeute

➔ **1€ für BIO-SIL® bringt einen Mehrerlös von 12 € bis 16 € aus zusätzlich erzeugter Milch oder erhöhter Biogas-Ausbeute!**

Verbesserung der Qualität des Siliergutes

Die Silagequalität ist ein wesentlicher Leistungs- und Kostenfaktor in der Milchproduktion. Qualitätssilage ist durch eine hohe TM-Aufnahme und eine hohe Nährstoffverdaulichkeit gekennzeichnet. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sollte der Trockenmassegehalt der Maissilage 40 % nicht überschreiten.

In den letzten Jahren geht der Trend wieder zu feuchteren Maissilagen. Die Ursachen sind:

- eine höhere Verdaulichkeit der Restpflanze
- eine geringere Verpilzung der Maispflanze
- eine bessere Verdichtbarkeit des Siliergutes
- früheres Beräumen der Fläche für die Nachfrucht (Wintergetreide)

Ein entscheidendes Fazit für die Praxis ist: Feuchte Maissilagen melken besser! Zur Verminderung von Sickersaft sollten die in Tab. 2 dargestellten Grenzwerte im Siliergut beachtet werden.

Tab. 2: Grenz-Trockenmasse-Gehalt im Siliergut zur Vermeidung von Sickersaft in der Maissilage

Stapelhöhe in m	Grenz-TM-Gehalt %
1	28
3	30
5	32

Die Maissilage muss gärbiochemisch von bester Qualität und buttersäurefrei sein. Sie sollte nicht mehr als 0,5 % Essigsäure in der Trockenmasse enthalten, denn schon bei Essigsäuregehalten von 0,5-1 % in der Trockenmasse wird die TM-Aufnahme der Kühe negativ beeinflusst (HOFFMANN, 1997). Maissilage sollte nicht mehr als 20 % Rohfaser enthalten und einen Energiegehalt von über 6,5 MJ NEL/kg TM aufweisen.

Hochschnitt

Der Hochschnitt beim Silomais (10 cm unter dem Kolben) erhöht den Trockensubstanzgehalt um 2-3 % und verringert den Rohfasergehalt um 1-2 %, den Aschegehalt um 1 % sowie den Mykotoxingehalt, da die unteren abgestorbenen Blätter auf dem Feld bleiben. Der Energiegehalt der Silage steigt um 0,1-0,3 MJ NEL/kg TM. Die Trockenmasseaufnahme je Kuh und Tag steigt bei maibetonten Rationen um mindestens 1 kg an. Der Minderertrag an Trockenmasse beträgt etwa 5-7 %.

Abb. 2: Maisstoppeln nach dem Hochschnitt



Bis 40 cm hohe Stoppeln lassen sich problemlos unterpflügen. Bei höheren Stoppeln erfolgt eine Zwischenbearbeitung mit Scheibenegge oder Mulcher. Stängelabschnitte des Mais, etwa 20-50 cm über dem Boden, sind in der Abb. 3 dargestellt. Sie verdeutlicht, dass diese Stängelteile kaum ein geeignetes Futter für Hochleistungskühe darstellen.

Abb. 3: Maisstängelteile 20-50 cm über dem Boden



Tab. 3: Vergleich Maisstängel zu Hochschnittsiliergut

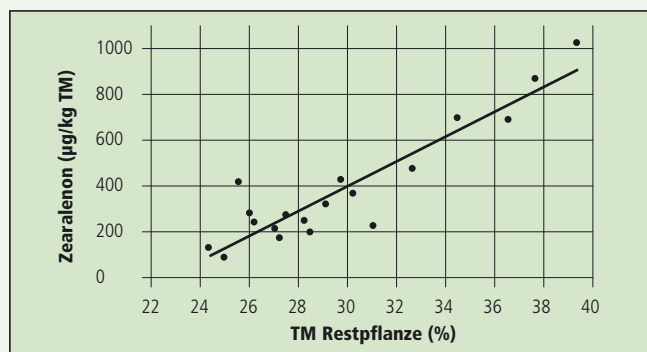
Parameter		Maisstängel 20-50 cm	Maisstängel 35-50 cm	Hochschnitt Mais-Siliergut > 50 cm
TM	g/kg	205	242	380
Rohasche	g/kg TM	61	69	43
Rohprotein	g/kg TM	43	47	82
Rohfaser	g/kg TM	336	339	177
Stärke	g/kg TM	–	–	277
Zucker	g/kg TM	202	157	80
Rohfett	g/kg TM	3,7	–	37,4

Die Stängelteile weisen einen niedrigen TM-Gehalt und einen hohen Rohfasergehalt auf. Mit der Hochschnittmaissilage wird eine höhere Energiekonzentration erreicht, gleichzeitig erhöht sich der Verzehr dieser Silage um ca. 1 kg Trockenmasse, so dass die Menge an verzehrter strukturwirksamer Rohfaser annähernd gleich bleibt. Damit wird der Ertragsausfall von ca. 6 % mehr als kompensiert.

Durch den **Hochschnitt** des Maises kann der Erntezeitpunkt des Silomais vorverlegt werden, weil der gewünschte TM-Gehalt zwischen 32 und 38 % je nach Stapelhöhe und Kolbenanteil früher erreicht wird. Ein entsprechender TM-Gehalt des Siliergutes ist erforderlich, um einen Sickersaftaustritt zu vermeiden. Für einen früheren Erntezeitpunkt spricht auch die Tatsache, dass bei einem TM-Gehalt der Restpflanzen von 18-20 % noch annehmbare Energiegehalte von 4,7-5,3 MJ NEL/kg TM zu verzeichnen sind. Bei einer Erhöhung des TM-Gehaltes der Restpflanze können die Energiegehalte auf unter 4,3 MJ NEL/kg TM abfallen (WEIßBACH u. AUERBACH, 1999).

Untersuchungen des Mykotoxins Zearalenon, das bei Fusariumbefall gebildet wird, zeigen ebenfalls, dass bei Erhöhung des TM-Gehaltes in der Restpflanze mit einer steigenden Konzentration des Mykotoxins zu rechnen ist (Abbildung 4).

Abb. 4: Abhängigkeit zwischen Restpflanzen-TM und Zearalenon-Gehalt (nach OLDENBURG, 1996)



Für die Häcksellänge bei Maissilage gilt:

- 0,8-1,0 cm bei Normalschnitt bzw. trockenerem Mais
- 1,5-2,0 cm bei Hochschnitt bzw. feuchtem Mais

Steuerung des Gärprozesses bei der Maissilierung

Unter der Voraussetzung einer ordentlichen Verdichtung gehört der Einsatz von homofermentativen Milchsäurebakterien zur Erzielung einer höheren Energiedichte (0,2 MJ NEL/kg TM) und einer höheren Futteraufnahme (0,5-1 kg je Kuh und Tag) für viele erfolgreiche Milchbetriebe zum Standard. Feuchteres Maissilierungsgut sollte unbedingt behandelt werden, da es noch zu starker Essigsäurebildung neigt. Die Oberflächenbehandlung bzw. Gesamtbehandlung zur Verbesserung der aeroben Stabilität erfolgt mit Harnstoff in Kombination mit BIO-SIL® Milchsäurebakterien (s. Abb. 5).

Abdecken des Maissilos

Um eine »abraumfreie Maissilage« herzustellen, kommt einer möglichst hermetischen Abdeckung des gut verdichteten Futterstapels eine erstrangige Bedeutung zu. Wir empfehlen dafür das von uns weiterentwickelte Verfahren der Abdeckung der Silage mit Wepelen® Multisilofolie 500 in Verbindung mit »Superstretch« Hygienefolie anzuwenden.

Wepelen® Multisilofolie 500

- ist mindestens 5 Jahre verwendbar,
- bietet Schutz gegen Witterungseinflüsse und Vögel,
- weist eine geringe Sauerstoffdurchlässigkeit auf,
- ist begehbar
- und wird gereinigt kostenlos zurückgenommen.

Die Multisilofolie erspart nicht die ganzflächige Beschwerung z. B. mit Reifen und die sorgfältige Abdichtung an den Silorändern.

Unterziehfolie »Superstretch« grün (Hygienefolie)

- Sie schmiegt sich eng an das Siliergut an und vermindert stark den Gasaustausch im Silo.
- Sie bietet Schutz vor Verschmutzung der Multisilofolie.

Vermeidung der braunen Schichten im Maissilo

Große Silos lassen sich normalerweise nicht an einem Tag befüllen, so dass nachts Befüllpausen entstehen. Aerobe Umsetzungen führen in den Befüllpausen zur Erwärmung des Futters und sind Ursache für die Entstehung der »braunen Schichten«. Bei der Silageentnahme sind dann die typischen, unterschiedlich intensiv gefärbten braunen Schichten (10-20 cm stark) zu erkennen. In diesen Schichten entstehen durch die aeroben Umsetzungen Nährstoffverluste, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist.

Tab. 4: Parameter einer erwärmten Schicht in der Maissilage (NIRS-Methode, Paulinenaue) – Milchhof Klosterfelde –

Futtermittel	TM-Gehalt g/kg OM	Rohfaser g/kg TM	Rohprotein g/kg TM	Rohasche g/kg TM	MJ NEL kg TM	Note für den Silierfolg
Maissilage kalt	348	208	92	41	6,8	1
Maissilage erwärmte Schicht	266	270	128	61	6,0	3

Neben diesen Nährstoff- und Energieverlusten wird durch die Erwärmung und Fehlgärung die Bildung von Endotoxinen gefördert die das Auftreten von Mastitiden und Klauenerkrankungen begünstigen.

Zur Vermeidung der Erhitzung des Futterstapels (bis etwa 50 cm Tiefe) empfehlen wir eine Zwischenabdeckung in Verbindung mit dem Einsatz von CO₂ in Form von Trockeneis. Die Aufwandmenge beträgt etwa 0,5-0,7 kg je m² Oberfläche. Das kalte freigesetzte CO₂ unterbindet schlagartig alle aeroben Umsetzungen im Futterstapel (1 kg Trockeneis setzt etwa 500 l CO₂ frei). Die freie Oberfläche muss in der Befüllpause (während der Nacht) mit einer Silofolie oder mit der »Superstretch« Hygienefolie abgedeckt und teilweise beschwert werden.

Aerobe Stabilität von Maissilage

Gegenwärtig gibt es laut DLG-Prüfung kein Präparat, welches den Gärverlauf und die Futteraufnahme fördert, die Milchleistung steigert, die Silierverluste senkt und **gleichzeitig** die aerobe Stabilität der Silage signifikant verbessert.

Bei den teilweise zum Einsatz kommenden heterofermentativ wirkenden Siliermitteln wird aus dem Gärsubstrat (vorwiegend Zucker) nicht nur Milchsäure, sondern in erheblichen Mengen auch Essigsäure gebildet. Dadurch wird zwar ein Hemmeffekt auf Hefen und Schimmelpilze und eine bessere Haltbarkeit nach der Entnahme erzielt. Ein ungelöstes Problem ist aber, dass Dauer und Ausmaß der Essigsäurebildung in der Silageproduktion nicht kontrollierbar sind (GRÄBLER, 2002). Häufig treten auf Grund des stechenden Geruchs, hervorgerufen durch stark erhöhte Essigsäuregehalte, Akzeptanzprobleme bei der Futteraufnahme auf. Außerdem erhöhen sich die Futtermittelverluste, da die Silierung weniger wirkungsvoll verläuft.

Abb. 5: Fahrplan für die Topsilage

Silagen aus Gras, Klee gras und Luzerne			Maissilage, CCM, LKS, Feuchtm Mais, GPS					Feuchttreide (z. B. Weizen, Gerste, Triticale, Roggen)			
Ziel	Verbesserung des Gärverlaufes, Erhöhung der Energiekonzentration, Erhöhung der tierischen Leistung		Verbesserung des Gärverlaufes usw. + Erhöhung der aeroben Stabilität			Verbesserung des Gärverlaufes usw. + Erhöhung der aeroben Stabilität		Lagerfähigkeit durch Silierung			
Situation	Vergärbarkeit des Siliergutes		Hoher TM-Gehalt (> 45 %) Zu geringer Vorschub (< 2m/Wo.)			Bei allen Silagen unabhängig vom TM-Gehalt		Geschrotet oder gequetscht			
	Schwer bis sehr schwer	Leicht bis mittelschwer								Zu geringer Vorschub (< 2,0 m/Wo. Sommer < 1,5 m/Wo. Winter)	
	Schlechte Witterungsbedingungen	Gute Bedingungen					Feuchtegehalt > 25 %				
	Geringer TM-Gehalt	Ausreichender TM- und Zuckergehalt					Feuchtegehalt 14 - 25 %				
	Starke Verschmutzung	Geringe Verschmutzung									
	Hohe Pufferkapazität, z. B. durch hohen Proteingehalt										
% TM											
Empfehlung	BIO-SIL® + Melasse	Nur BIO-SIL®	BIO-SIL® + Sila-fresh		Nur BIO-SIL®	BIO-SIL® + Harnstoff	BIO-SIL® + Sila-fresh ¹⁾	BIO-SIL® + Harnstoff	BIO-SIL® + Sila-fresh ¹⁾	Nur BIO-SIL®	BIO-SIL® + Wasser
Aufwand-mengen	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut		1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut
	+ ca. 30 kg Melasse ²⁾ pro t Siliergut		+ 400 g Sila-fresh pro t Siliergut		+ 3 - 4 kg Harnstoff pro t Siliergut	+ 400 g Sila-fresh in 1 l Wasser	+ 600-800 g Harnstoff pro m ² Oberfläche	+ 120 g Sila-fresh in 2 l Wasser pro m ²		+ 1 - 110 l Wasser pro t Siliergut	
Gesamtkosten ³⁾ (€/t Siliergut)	0,68 - 0,87	0,52 - 0,71	2,28 - 2,47		0,52 - 0,71	0,54 - 0,73	2,28 - 2,47	0,20 - 0,30 €/m ²	0,52 €/m ²	0,52 - 0,71	0,53 - 0,85

1) DLG-Gütezeichen 2 zur Verbesserung der aeroben Stabilität von CCM, LKS und Feuchtm Mais für BIO-SIL® + Sila-fresh 2005 erhalten.
 2) je nach Siliergut und TM-Gehalt 10-50 kg Melasse/t Siliergut 3) Variation je nach Rabatt; incl. Dosier- und Logistikkosten

Wesentliche Maßnahmen, um eine hohe aerobe Stabilität zu erreichen, sind:

1. Technologische Schritte

- Eine gute Verdichtung des Silostapels.
- Eine möglichst hermetische Abdeckung mit Folien.
- Beim Öffnen des Silos sollten ein genügender Vorschub sowie saubere und glatte Anschnittflächen gewährleistet sein.
- Die »Superstretch« Hygienefolie nur soweit entfernen, wie Silage entnommen wird.

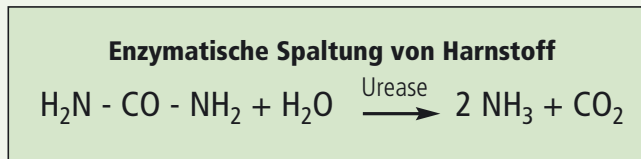
2. Lagerdauer

Neue Ergebnisse zeigen, dass beim Einsatz von BIO-SIL® mit steigender Lagerdauer auch die aerobe Stabilität ansteigt. Wird ein Silo nicht schon nach 30 sondern nach 90 Tagen geöffnet, so hat sich die aerobe Stabilität um einen weiteren Tag erhöht.

3. Kombination von BIO-SIL® mit Harnstoff

KNABE u. a. (1986) sowie HONIG u. a. (1999) konnten nachweisen, dass durch die Applikation von Harnstoff die aerobe Stabilität der Maissilage verbessert wird. Unsere Ergebnisse zeigen, dass durch die Applikation von Harnstoff in das Siliergut in Verbindung mit BIO-SIL® die aerobe Stabilität deutlich verlängert wird. In der Kombination von Harnstoff mit BIO-SIL® sorgt das BIO-SIL® gleichzeitig für geringere TM-Verluste, eine Erhöhung des Energiegehaltes und eine bessere Schmeckhaftigkeit. Der Harnstoff kann in flüssiger oder fester Form in das Siliergut eingebracht werden.

1 kg Futterharnstoff kostet ca. 0,33 €. Der Aufwand je t Maissilage beträgt damit ca. 1,00 €. Wenn die durch die Harnstoffapplikation verursachte RP-Erhöhung, die ca. 8-10 g/kg Siliergut beträgt, berücksichtigt wird, kostet die Verbesserung der aeroben Stabilität praktisch nichts!



Der Harnstoff, das Diamid der Kohlensäure, wird durch Urease zu NH₃ und CO₂ gespalten. Dazu wurden in unserem Auftrag von Thaysen in Schleswig-Holstein entsprechende Tests durchgeführt. Die Temperatur steigt in der unbehandelten Probe bis auf 40 °C an, während bei der Harnstoffbehandlung zunächst die Temperatur ansteigt und dann aber wieder absinkt. Der Harnstoff wird durch die Urease erst gespalten, wenn der pH-Wert auf über 4,5 ansteigt. Die Urease setzt NH₃ und CO₂ frei. Beide Gase wirken toxisch auf die die Nachgärung verursachenden Mikroorganismen, was dann wiederum zum Sinken der Temperatur führt. Das war bisher nicht so bekannt. Parallel zu diesen Messungen wurden an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock die Gärparameter von Silagen, die mit 3 bzw. 5 kg Harnstoff/t Siliergut behandelt wurden, untersucht, um zu klären, was in der ersten Gärphase mit dem Harnstoff passiert.

Tab. 5: Einfluss von BIO-SIL® und Harnstoff auf einige Gärparameter von Maissilage (31% TM)

Behandlung	pH-Wert	MS % TM	ES % TM	NH ₃ % OM	NH ₃ -Freisetz. aus Harnstoff (g)
unbehandelt	3,84	3,6	0,87	0,01	-
+ 0,3 % Harnstoff	4,10	4,7	0,95	0,056	0,18
+ 0,5 % Harnstoff	4,18	4,4	1,02	0,069	0,24
+ 1 g/t BIO-SIL®	3,72	5,0	0,66	0,008	-
+ 1 g/t BIO-SIL® + 0,3 % Harnstoff	3,89	5,7	0,79	0,046	0,14
+ 1 g/t BIO-SIL® + 0,5 % Harnstoff	3,92	5,7	0,87	0,057	0,18

Der unbehandelte Mais wies einen pH-Wert von 3,8 auf. Durch Zusatz von BIO-SIL® verringerte sich der pH-Wert auf 3,7, das heißt, dass der Mais schon gut besiedelt war. Mit Harnstoff, der alkalisch wirkt, wird der pH-Wert abgepuffert. Aber bereits während des Silierprozesses wird aus dem Harnstoff etwa 25 % Ammoniak freigesetzt. Bei den mit Bakterien behandelten Harnstoffvarianten steigt der Milchsäuregehalt auf 5,7 % an. Dies zeigt, dass die Aktivität der Milchsäurebakterien durch die Harnstoffapplikation nicht beeinflusst wird.

4. Oberflächenbehandlung des Maisstapels mit Harnstoff und/oder Sila-fresh

Zur Verbesserung der aeroben Stabilität der Oberfläche und der Randschichten des Silos können in Kombination mit BIO-SIL® 600-800 g Harnstoff/m² (in fester Form oder in Wasser gelöst) und/oder 120 g Sila-fresh/m² (in 2 l Wasser gelöst) ausgebracht werden. Eine leichte Einarbeitung, z. B. mit einem Grubber ist notwendig. Die aerobe Stabilität, vor allem der Ober- und Randschichten des Silos, wird nach dem bereits weiter oben beschriebenen Wirkmechanismus verbessert.

Wieviel Harnstoff gelangt in die Ration?

Durch die Oberflächenbehandlung des Silos mit Harnstoff wird bei einem 2 m hohen Maissilo mit einer Mindestlagerdichte von 750 kg/m³ bei der Entnahme eines Blockes mit einer Oberfläche von einem m² 1,5 t Maissilage mit 800 g Harnstoff entnommen. Das bedeutet, dass in 100 kg Maissilage 53 g Harnstoff enthalten sind. Bei einer Tagesgabe von 30 kg Maissilage kommen dann 16 g Harnstoff zusätzlich in die Ration, das entspricht ca. 35 g Rohproteinäquivalenten. Sind 4 m hohe Silos vorhanden, erhöht sich die Lagerdichte auf 850 kg/m³. Bei der Entnahme eines Blockes mit einer Oberfläche von 1 m² verringert sich der Harnstoffgehalt in der Tagesgabe von 30 kg Maissilage auf 7 g. Das entspricht 15 g Rohproteinäquivalenten.

Bedeutung der Essigsäure?

Im Gegensatz zur bisher von einigen verbreiteten Ansicht zeigen 3-jährige Schweizer Untersuchungen (WYSS, 2002) an einem umfangreichen Datenmaterial von Silagen verschiedener Maisarten **keinen Zusammenhang zwischen Essigsäure, Milchsäure und aerober Stabilität**. Das heißt also, dass die durch heterofermentative Bakterien **erhöhten Essigsäuregehalte keinen positiven Effekt** auf die aerobe Stabilität haben. Außerdem bedeutet dies, dass **erhöhte Milchsäuregehalte keinen negativen Einfluss** auf die aerobe Stabilität haben.

Silierung von Feuchtmals, LKS und CCM

In Abbildung 6 ist die Technik zur Herstellung von Maisschrot und dessen Silierung in Schläuchen dargestellt. Die abgebildete Mühle hat eine Leistung von 15 t/h. Sie wurde von der Firma AG-BAG zur Verfügung gestellt. BIO-SIL® wird vor dem Schroten eingesprüht. Das Maisschrot wird in AG-BAG-Schläuche gepresst. Die Verfahrenskosten sind sehr gering. Der Schlauchdurchmesser sollte dem Entnahmevorschub (ca. 2 m/Woche) angepasst werden. Falls in Milchviehbetrieben der erforderliche Vorschub im Siloschlauch nicht erreicht wird, kann dem Maisschrot bei der Silierung Sila-fresh in Kombination mit BIO-SIL® (DLG-Gütezeichen 2 erhalten) zugesetzt werden, dadurch werden Gärverlauf und aerobe Stabilität der Maisschrotsilage verbessert (siehe auch nächstes Kapitel).

Abb. 6: Schroten des Maises



Abb. 7: Saubere Entnahme von Lischkollenschrot aus einem AG-BAG-Schlauch in Dixföda



Abb. 8: Feuchter geschroteter Körnermais mit BIO-SIL® im Fahrsilo eines erfolgreichen Schweineaufzucht- und -mastbetriebes



Aerobe Stabilität von Feuchtmais, LKS und CCM

Bei zu geringem Vorschub im Silo besteht die Notwendigkeit der Verbesserung der aeroben Stabilität der Silage. Eine gute Möglichkeit den Gärverlauf im Sinne eines hohen Futterwertes zu steuern und gleichzeitig die aerobe Stabilität zu verbessern besteht in der Kombination von BIO-SIL® mit Sila-fresh (DLG-Gütezeichen 2 erhalten). Eine Prüfung dieser Kombination hinsichtlich aerober Stabilität von CCM wurde von der Landwirtschaftskammer NRW (PRIES u.a., 2005) durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten an zwei Maissorten mit der Dosiermenge 300 g und 400 g Sila-fresh je t Siliergut bei jeweils gleicher BIO-SIL®-Menge (3×10^{11} KbE/t Siliergut). Aus Tabelle 6 geht hervor, dass bei einer Aufwandmenge von 400 g Sila-fresh je t Siliergut die aerobe Stabilität signifikant verbessert wird.

Tab. 6: Lagerstabilität nach 49 Tagen Lagerdauer (in Tagen)

Maissorte	Kontrolle	Behandlung		
		BIO-SIL®	BIO-SIL® + 300 g Sila-fresh	BIO-SIL® + 400 g Sila-fresh
Nexxos K 260	2,1	2,3	3,4	8,8 ^a
Lacta K 230	1,7	1,2	2,3	6,5 ^a

^a Signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,05$

Fragen, die die Praktiker zur Maissilierung stellen:

Bei welcher Korn- bzw. Gesamtpflanzen-TM liegt der optimale Erntetermin?

Der optimale Erntetermin für Silomais liegt bei Schnitthöhen von 20-30 cm je nach Kolbenanteil bei TM-Gehalten zwischen 30 und 36 %, bei Hochschnitt zwischen 33 und 40 %. Die optimale TM des Kornes liegt zwischen 55 und 60 %. Bei höheren TM-Gehalten des Kornes erhöht sich der Anteil unverdaulicher Körner im Kot. Maissilagen mit höherer Korn-TM sollten später gefüttert werden, da mit zunehmender Lagerdauer die Kornbruchstücke durch Wasseraufnahme weicher und damit besser verdaulich werden.

Kann man den Erntetermin vorhersagen?

Ja, in zwei Schritten:

1. Ermittlung des aktuellen **TM-Gehaltes der Gesamtpflanze** (z. B. 25 %)

2. Schätzung der täglichen Zunahmen des **TM-Gehaltes im Korn**

$$= \left(\frac{\text{Tagestemp}_{\max} + \text{Tagestemp}_{\min}}{2} - 6 \right) \cdot f$$

$f = 0,06$ bei durchschnittlich guten Maisbeständen

$f = 0,07$ wenn alle Blätter noch grün sind und ausreichend Feuchtigkeit im Boden ist

$f = 0,05$ wenn bereits ein Teil der Blätter vertrocknet ist und nicht genügend Feuchtigkeit im Boden ist.

Beispiel: $\left(\frac{26 + 14}{2} - 6 \right) \cdot 0,06 = 0,84$

Das heißt, dass die tägliche Zunahme des TM-Gehaltes im **Korn** 0,84 % beträgt. Die tägliche TM-Zunahme in der **Gesamtpflanze** ist ungefähr halb so hoch: 0,42 %. Das bedeutet, dass in ca. 12 Tagen der TM-Gehalt in der Gesamtpflanze von 25 auf 30 % ($25 + (12 \cdot 0,42) = 30,05$ %) gestiegen sein wird und mit der Ernte begonnen werden kann. Bei drastischem Wetterumschwung muss nach einigen Tagen eine erneute Schätzung erfolgen. Detaillierte Informationen zum Reifemanagement von Silomais findet man bei AMLER (2005).

Soll Grünmais, der z. B. beim Wildschneisen-Mähen anfällt, frisch verfüttert werden?

Nein. Einer Verfütterung von Grünmais stehen arbeitswirtschaftliche Belange entgegen. Außerdem ist für die Gewährleistung eines gleichbleibenden Nährstoffangebotes für die Mikroorganismen im Pansen ein Wechsel von Silagefütterung auf Grünfutter außerordentlich ungünstig. Es ist deshalb sinnvoll, den anfallenden Grünmais zu silieren. Da dieser Grünmais aufgrund seines relativ niedrigen TM-Gehaltes (ca. 30 % TM) stärker zur Essigsäurebildung neigt, ist hier unbedingt der Einsatz von BIO-SIL®, erforderlich. Dadurch wird eine schnelle pH-Wertabsenkung erreicht, die Gärverluste gesenkt und vor allem die Schmackhaftigkeit der Silage deutlich verbessert. Die Silierung der anfallenden Grünmaismengen ist ohne arbeitswirtschaftliche Probleme möglich. Die Maissilage kann bereits nach 5 Tagen verfüttert werden. Dabei muss ein ausreichender Vorschub (ca. 2,5 m/Woche) gewährleistet werden.

Wann soll trockengeschädigter Mais geerntet werden?

Wenn der Gesamtbestand trockengeschädigt ist und keinen oder geringen Kolbenansatz aufweist, sollte mit der Ernte begonnen werden, wenn ca. 30-50 % der Blätter oberhalb des Kolbenansatzes braun verfärbt sind. Ein Massezuwachs ist kaum zu erwarten und die Wahrscheinlichkeit eines Schimmelbefalles steigt stark an. Bei Beständen, die auf Grund der Bodenbeschaffenheit unterschiedliche Trockenschäden aufweisen und die trockengeschädigten Teilflächen nicht separat geerntet werden können, sollte bereits bei einem Anteil von ca. 30 % normal entwickelter Pflanzen solange gewartet werden, bis dieser »normale« Mais erntereif ist, denn dieser Anteil bringt den Hauptertrag des Schlages.

Steigt die Verpilzung der trockengeschädigten Maispflanzen stark an, dann sollte aus hygienischen Gründen unverzüglich geerntet werden.

Was ist bei der Silierung zu beachten, wenn der Mais Trockenschäden aufweist?

Wenn der Mais keine Kolben angesetzt hat, wird der TM-Gehalt überschätzt, weil der Hauptertragsbildner und wesentliche Trockenmassesträger, der Kolben, fehlt. Da die vergärbare Kohlenhydratfraktion der »kolbenfreien« Pflanze im Wesentlichen Zucker und wenig Stärke enthält, sind bei den niedrigen TM-Gehalten hohe Essigsäuregehalte bei der Silierung vorprogrammiert. Dadurch treten zwangsläufig biochemisch bedingt erhöhte Gär- und Sickersaftverluste auf und die Futteraufnahme geht durch die erhöhten Essigsäuregehalte zurück.

Die epiphytische Besiedlung der trockengeschädigten Pflanzen ist außerordentlich gering, so dass eine Applikation von Milchsäurebakterien in Form von BIO-SIL® unerlässlich ist. Dadurch werden die Gär- und Sickersaftverluste gesenkt und die Energiekonzentration sowie die Schmackhaftigkeit der Silage erhöht.

Reicht der Zuckergehalt bei trockenen Maissilagen als Substrat für die Milchsäurebakterien?

Ja, laut DLG-Tabelle enthalten relativ trockene Mais-Ganzpflanzen (38 % TM, 33 % Stärke) mit ca. 88 g/kg TM noch reichlich Zucker. Darüberhinaus spalten pflanzeigene Enzyme und Enzyme des natürlichen epiphytischen Besatzes (Keimbefall) Teile der Maisstärke zu Zucker. Selbst bei der Feuchtkornkonservierung mit BIO-SIL® bei TM-Gehalten von 65 bis 75 % reicht der Zucker (ca. 20 bis 30 g/kg TM) in Kombination mit dem enzymatisch nachgelieferten Zucker für die Milchsäurebildung aus. Die enzymatischen Vorgänge kommen bei niedrigen pH-Werten und unter Sauerstoffabschluss zum Erliegen.

Warum kann bei einem trockenem Siliergut wie LKS, CCM und Feuchtmais noch eine Milchsäuregärung stattfinden?

Weil nicht der Trockenmassegehalt des Siliergutes entscheidend ist, sondern vor allem der osmotische Druck des Siliergutes eine entscheidende Einflussgröße darstellt (ZIERENBERG u.a. 2000). Die Bakterien gehen nicht am Wassermangel zugrunde – es gibt Bakterien, die können in noch trockeneren Substraten existieren – sondern an der Erhöhung des osmotischen Druckes. Dieser erhöht sich durch den Wasserentzug. Die in BIO-SIL® enthaltenen Stämme sind sehr osmotolerant. Wenn im Maisschrot oder im Getreide, ganz allgemein, wenig Mineralstoffe enthalten sind, dann siliert dieses Material auch bei 70 % TM mit BIO-SIL® problemlos.

Hat Beulenbrand einen Einfluss auf die Silagequalität?

Der Beulenbrand vermindert den Energiegehalt der Maissilage und beeinflusst die Schmackhaftigkeit negativ.

Was muss bei der Entnahme der Maissilage besonders beachtet werden?

Der Siloanschnitt muss glatt sein, das wird durch eine Siloschneidzange oder durch eine Silofräse erreicht. Die Folienabdeckung des Silos sollte nicht weiter zurückgeschlagen werden, als Futter in 24 Stunden entnommen wird. Bei Benutzung von Multisilofolie und Superstretchfolie wird die Multisilofolie ca. 2 m zurückgeschlagen. Die Superstretchfolie verbleibt auf der Maissilage und wird mit Sandsäcken oder schweren Gummiteilen beschwert, um ein Eindringen der Luft in den Silostapel zu vermeiden. Entsprechend der täglichen Silageentnahme wird die Superstretchfolie abgeschnitten. Damit wird ein längerer Gasaustausch mit der Siloberfläche unterbunden und mögliche Niederschläge können die konservierende Milchsäure aus den oberen Schichten nicht auswaschen.

Ist »Besenreinheit« im Silo nicht etwas übertrieben?

Absolut nicht! Besonders im Maissilo muss diese Forderung mit Nachdruck durchgesetzt werden. Die Maissilage ist reich an

leichtvergärbaren Nährstoffen, die bei Unsauberkeit sehr schnell mit Enterobakterien infiziert werden und verderben. Dabei werden verschiedene Toxine gebildet, die das Auftreten von Mastitis und Klauenerkrankungen fördern. Fütterungshygiene beginnt also schon im Silo!

Silogeometrie: Wie groß können die erforderlichen Anschnittflächen pro Kuh sein?

Herdengröße und Ration haben maßgeblichen Einfluss auf die zulässige Anschnittfläche. Geht man bei maisreichen Rationen von 30 kg Frischmasseaufnahme (FM) (ca. 10 kg TM/Kuh und Tag) und einer Herde mit 100 Kühen aus, so benötigt man täglich ca. 3 t Maissilage.

1. Aus 30 cm Vorschub pro Tag und 700 kg/m² Lagerdichte ergeben sich 210 kg Silage/m² Anschnitt bzw. 7 Kühe/m² Anschnitt oder ca. 15 m² Anschnittfläche für 100 Kühe.

2. Ein Silo von 10 m Breite und 1,50 m Höhe hat eine Anschnittfläche von 15 m². Bei 2 m Vorschub/Woche und 700 kg/m² Lagerdichte werden pro Woche 21 t Silage entnommen, das entspricht 3 t Silage/Tag bzw. 30 kg/Kuh und Tag. Bei ganzjähriger Maisfütterung ergibt sich daraus für 100 Kühe eine Silolänge von ca. 100 m.

Tab. 7: Beispiele für Silogrößen (30 kg Maissilage/Kuh und Tag):

Anzahl Kühe	maximale Anschnittfläche (m ²) bei 2 m Vorschub:	Silobreite (m)	Silohöhe (m)
50	8	6	1,3
100	15	10	1,5
200	30	15	2,0
600	90	25	3,6

Literaturverzeichnis

- Amler, R., 2005: Auf den Punkt: Optimierte Reifemanagement bei Silomais bringt Produktsicherheit. Neue Landwirtschaft, H 8, S. 46-50.
- Gräßler, J., 2002: Grünland in Niedersachsen. Innovation. DSV Magazin 3/2002, S. 18
- Hoffmann, M., 1997: Vorsicht bei minderwertigen Silagen, dlz 2/97
- Honig, H., G. Pahlow u. J. Thaysen, 1999: Aerobic instability-effects and possibilities for its prevention. The XIth International Silage Conference; Uppsala
- Knabe, O., M. Fechner u. G. Weise, 1986: Verfahren der Silageproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- Krieg, A., 2002: Vom Futterwert auf den Gasertrag schließen. In: Biogas, Strom aus Gülle und Biomasse. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, S. 90-91.
- Lück, E. u. M. Jäger (Hrsg.), 1995: Chemische Lebensmittelkonservierung. Springer-Verlag New York, Berlin, Heidelberg. S. 51-53
- Oldenburg, E., 1996: zit. nach Weißbach u.a. 1996; Mais 1999, H. 2, S. 72
- Pries, M., A. Menke und K. Hünting, 2005: Einfluss von Sila-fresh auf die Gärqualität und Lagerstabilität von CCM und Feuchtmais. Tagungsbericht 2005, 9. Symposium »Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen«, Neuruppin, S. 135-146
- Thaysen, J., T. Engelhard, Lorena Helm, U. H. Blum, 2000: Was bringt der Einsatz von Milchsäurebakterien? Bauernzeitung 17/2000
- Weißbach, F. u. H. Auerbach, 1999: Wann ist der Silomais siloreif? Mais 1999, H. 2 S. 72
- Wys, U., 2002: Einfluss verschiedener Maissorten auf aerobe Stabilität. AGRAR Forschung 9 (9), S. 380-385
- Zierenberg, B. K. Friedel u. M. Gabel, 2000: pers. Mitteilung

Autoren: Dr. Bernd Pieper, Dr. Angela Schröder



Dr. PIEPER Technologie- und Produktentwicklung GmbH

Hauptsitz Neuruppin: Dorfstr. 34 · 16818 Wuthenow
Tel.: 03391/68 48 0 · Fax: 03391/68 48 10
info@dr-pieper.com

Büro Kiel: Dr. Angela Schröder
Kalkberg 2 · 24248 Mönkeberg Tel.: 0431/23 24 35
Fax: 0431/23 78 133 · Mobil: 0172-399 66 23

www.silage.de

