

Tipps zur Herstellung von Topsilagen



INHALTSVERZEICHNIS

Gärungsbiologische Grundlagen der Silagebereitung	3
Ausgezeichnete Silagequalität - Schlüssel für hohe Milchleistungen	7
Silagequalität und Futterraufnahme	10
Was ist bei der Mahd des Grases zu beachten	12
Zuckergehalt und Anwelken	14
Top-Anwelksilagen mit BIO-SIL® und Melasse	16
Das Ausgangsmaterial für eine gute Maissilage	22
Veränderung der Proteinfraction bei der Silierung	23
Moderne Dosiertechnik für Bakterien, Melasse und Sila-fresh	26
Zur Bewirtschaftung der Silos	34
Silogröße	34
Befüllung des Silos	34
Verdichtung des Siliergutes	36
Abdecken des Silos	38
Sickersaftbildung	45
Entnahme der Silage	47
Zur aeroben Stabilität	48
Silierung von feuchtem Körnermais	55
Stichpunkte eines Praktikers zur Herstellung von Top-Silage	58
Bewertungsmethoden für Siliergut und Silage	59
Methoden zur Ermittlung der aeroben Stabilität	65
Literaturverzeichnis	67

2. überarbeitete Auflage

Herausgegeben von: Bernd Pieper, Siegfried Poppe und Angela Schröder

GÄRUNGSBIOLOGISCHE GRUNDLAGEN DER SILAGEBEREITUNG

Das Ziel der Silageherstellung ist ein lagerfähiges Futterkonservat, das mit niedrigen Verlusten erzeugt wird und einen hohen Futterwert besitzt.

Mikroorganismen, vor allem Milchsäurebakterien, bilden dabei unter Luftabschluss aus den pflanzlichen Kohlenhydraten organische Säuren, besonders Milchsäure.

Voraussetzung für die Entwicklung der Milchsäurebakterien ist eine ausreichende Feuchtigkeit, genügend Nährsubstrat in Form von vergärbarem Zucker, schließlich müssen viele siliertauglichen Milchsäurebakterien vorhanden sein. Es muss schnell und dauerhaft eine sauerstofffreie Umgebung im Silo geschaffen werden.

Beim Silieren wird der natürliche Gärprozess genutzt. Der Konservierungseffekt besteht dabei darin, dass durch säurebildende Mikroorganismen eine bestimmte konservierend wirkende Wasserstoffionenkonzentration geschaffen wird. Die erforderliche Wasserstoffionenkonzentration wird durch den „kritischen pH-Wert“ charakterisiert. Dieser ist gegeben, wenn die Silage einen stabilen Zustand erreicht hat. Der Gärungsprozess ist soweit fortgeschritten, dass unter anaeroben Lagerbedingungen die mikrobiellen und pflanzenfermentativen Umsetzungen soweit gemindert sind, dass keine wesentlichen qualitativen und quantitativen Veränderungen mehr eintreten und die Silage für einen längeren Zeitraum lagerfähig ist.

Mit steigendem TS-Gehalt reduzieren sich die Anforderungen an die pH-Wert-Absenkung. Die in der Abbildung 1 und Tabelle 1 dargestellten TS-abhängigen kritischen pH-Werte wurden aus ausgereiften Silagen abgeleitet. In der Silierung ist es heute jedoch oftmals so, dass die Silagen schon nach 3-4 Wochen Silierdauer beprobt werden zu einem Zeitpunkt, zu dem die Silagen noch „umkippen“ können. Deshalb wurden von PIEPER (2000) tiefere kritische pH-Werte vorgeschlagen, um die Vorhersagbarkeit der aeroben Stabilität zu verbessern.

Abb. 1: Wechselwirkung zwischen Trockensubstanz und konservierungswirksamer pH-Wert

(Säule: TS-abhängiger kritischer pH-Wert nach WEISSBACH und HONIG, 1997; schwarze Striche: Vorschlag von PIEPER, 2000)

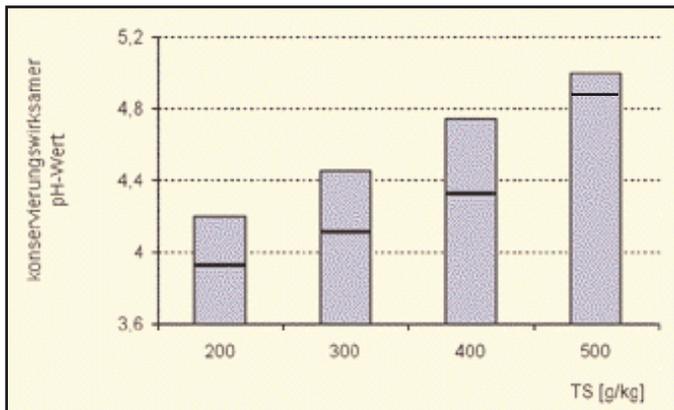


Tabelle 1:

Kritischer pH-Wert in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt

Trockensubstanz in %	Stabilität der Silage ist gegeben bei pH	
	Weißbach u.a. 1997	Vorschlag Pieper 2000
15,0	4,10	3,80
20,0	4,20	3,90
25,0	4,35	4,00
30,0	4,45	4,10
35,0	4,60	4,20
40,0	4,75	4,30
45,0	4,85	4,50
50,0	5,00	4,90

Aus der Spezifik des Verlaufes des Silierprozesses und in Abhängigkeit der beteiligten Mikroorganismen können bei anaeroben Bedingungen (Luftabschluss) bei ausreichendem Nährstoffangebot folgende 4 Phasen unterschieden werden:

Phase 1:

Durch aerobe Mikroorganismen wird der im eingelagerten Siliergut befindliche Sauerstoff veratmet. In einem gut verdichteten und gegen atmosphärische Einflüsse geschützten Futterstapel ist der vorhandene Sauerstoff in wenigen Stunden verbraucht, die Temperatur erhöht sich um 1 – 5 ° C. Die Pflanzenzellen sterben ab, der Zellsaft tritt aus. Die Dichte des Futterstapels erhöht sich, die obligat aeroben Mikroorganismen sterben ab. Der pH-Wert beträgt 6,0 – 6,5.

Phase 2:

Die Gärphase, die von mehreren Tagen bis zu mehreren Wochen dauern kann, zeichnet sich durch eine Zunahme der anaeroben Verhältnisse aus. Die Milchsäurebakterien entwickeln sich und werden zur dominierenden Mikroorganismenart. Milchsäure und andere Gärsäuren werden gebildet. Der pH-Wert fällt auf ein Niveau von 3,8 – 5,0 ab.

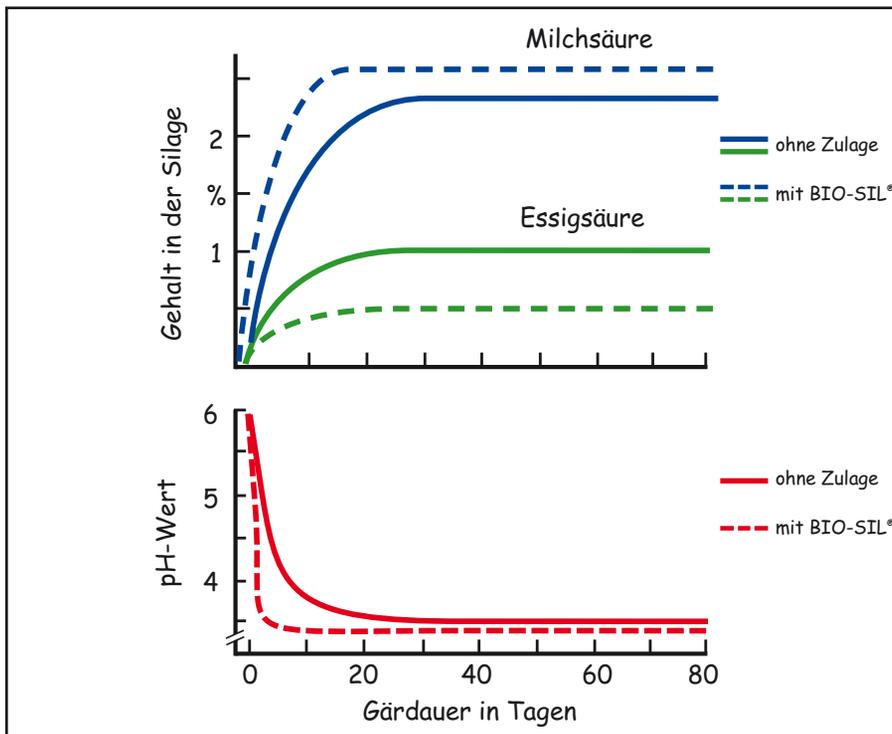
Phase 3:

Die stabile Phase ist erreicht, wenn durch das Fernhalten von Luftsauerstoff von der Silage keine Veränderungen auftreten. Für die Dynamik der mikrobiellen Vorgänge bei optimalen Silierbedingungen ist in der Abbildung 2 der Verlauf der Milch- und Essigsäurebildung und die Änderungen im pH-Wert dargestellt.

Phase 4:

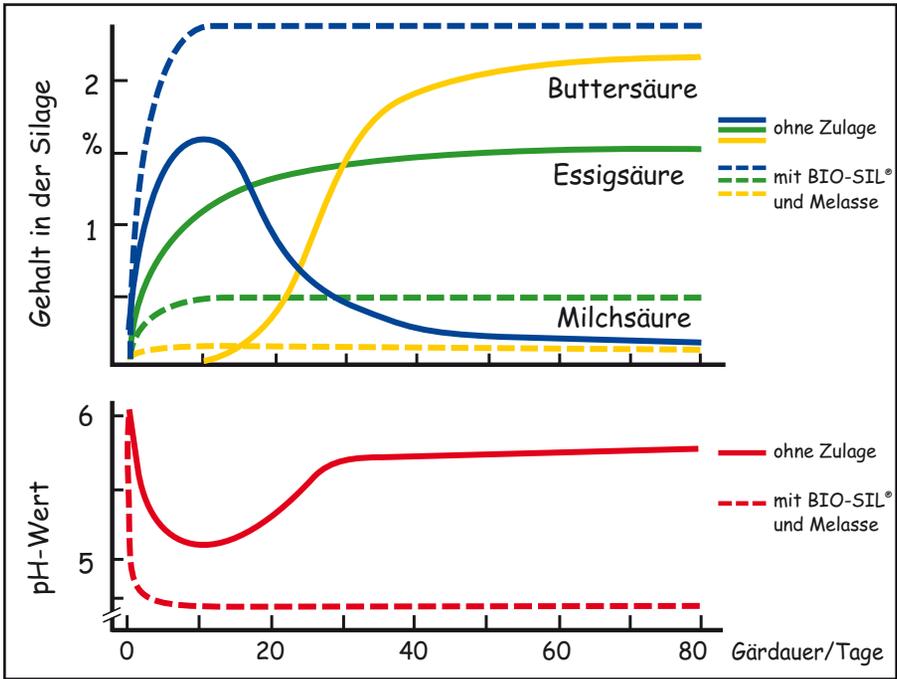
Während der Entnahmephase ist die Silage dem Luftsauerstoff ausgesetzt. Das ermöglicht die Reaktivierung von aeroben Mikroorganismen, vor allem Hefen, Schimmelpilzen, Bazillen und Essigsäurebakterien, welche eine Nacherwärmung und den Verderb verursachen können.

Abb. 2: Verlauf der Gärung in einer stabilen Silage ohne Zulage und mit BIO-SIL® (VK* > 35)
* siehe Seite 59



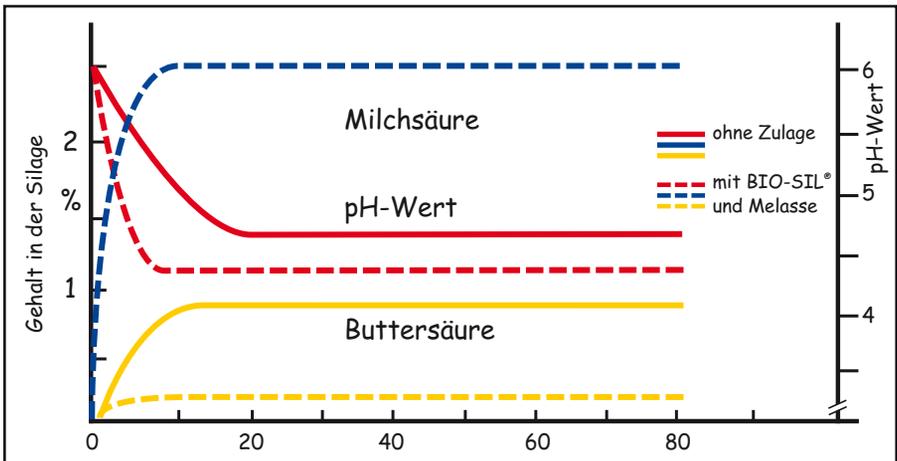
Unter anaeroben Bedingungen kann ein Mangel an leichtvergärbaren Kohlenhydraten die Ursache für eine Fehlgärung darstellen. Eine anfänglich intensive Milchsäuregärung kommt durch die Erschöpfung des Zuckergehaltes zum Erliegen. Danach bauen Clostridien verstärkt Milchsäure und Eiweiß ab, der pH-Wert steigt wieder an. Es entwickelt sich eine typische Fehlgärung. Die Dynamik der mikrobiellen Vorgänge bei unzureichendem Gehalt an leichtvergärbaren Kohlenhydraten im Siliergut ist aus dem in der Abbildung 3 dargestellten Verlauf der Milch-, Essig- und Buttersäurebildung und der Veränderung des pH-Wertes zu erkennen.

Abb. 3: Verlauf der Gärung in einer schwervergärbaren zuckerarmen Silage (VK<35) ohne und mit Zulage von BIO-SIL® und Melasse



In der folgenden Abbildung 4 wird der Gärverlauf einer nitratararmen, aber ausreichend mit Zucker versorgten Silage mit und ohne BIO-SIL®-Zusatz dargestellt.

Abb. 4



AUSGEZEICHNETE SILAGEQUALITÄT - SCHLÜSSEL FÜR HOHE MILCHLEISTUNGEN -

Qualitätssilage ist durch eine hohe TM-Aufnahme und eine hohe Nährstoffverdaulichkeit gekennzeichnet. Eine hohe Grobfuttermittelaufnahme erhöht die Milchleistung und stabilisiert nachhaltig die Tiergesundheit und verlängert die Nutzungsdauer der besten Kühe.

Um hohe Silagequalitäten zu sichern, müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Es müssen Milchsäurebakterien in ausreichender Menge und hoher Leistungsfähigkeit vorhanden sein.
2. Das Siliergut muss ausreichend leichtvergärbare Substrate (z.B. Zucker) enthalten.
3. Das Siliergut muss einen ausreichend hohen Trockensubstanzgehalt (30 - 40 %) besitzen, um eine Sickersaftbildung zu vermeiden.
4. Im Silo müssen anaerobe Bedingungen geschaffen werden (hohe Verdichtung und sicherer Luftabschluss durch Folien).

BIO-SIL[®], die aktiven Milchsäurebakterien für Topsilagen

BIO-SIL[®] ist ein DLG-geprüftes Siliermittel zur Flüssigapplikation. Es ist eine gefriergetrocknete Bakterienkultur, die aus den Stämmen *Lactobacillus plantarum* DSM 8862 und *Lactobacillus plantarum* DSM 8866 besteht. Es wird eine Impfdichte von 300.000 kBE/g Siliergut bei sachgemäßer Anwendung garantiert. Das Präparat wird vor der Auslieferung doppelt getestet, dabei werden Keimzahlen und die Aktivität geprüft. Es handelt sich um Hochleistungsstämme, die aus der Natur isoliert wurden. Sie sind nicht genetisch manipuliert und demzufolge für die intensive Milchproduktion als auch für die Erzeugung von Bioprodukten empfehlenswert. BIO-SIL[®] ist geeignet zur Verbesserung des Gärverlaufes für:

ANWENDUNGSBEREICHE	MERKMALE	FUTTERART	VK ¹⁾
A Schwer silierbar	Futterarten mit zu niedrigem Gehalt an Gärsubstrat und/oder TM	Gräser, Grasmischbestände und Leguminosen	< 35
B Mittelschwer bis leicht silierbar, im unteren TM-Bereich (≤35%)	Futterarten mit ausreichendem Gärsubstrat	Gräser und Leguminosen, Silomais, Getreideganzpflanzen	> 35
C Mittelschwer bis leicht silierbar, im oberen TM-Bereich (≥35-50%)	Futterarten mit ausreichendem Gärsubstrat	Gräser und Leguminosen, Silomais, Getreideganzpflanzen	> 35

1) VK = Vergärbarkeitskoeffizient = TM (in %) + (8 x Z/PK)

BIO-SIL® wird in Abpackungen von 100 g geliefert. Diese Menge wird in 100 Liter 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).

Kontrolle und Zertifizierung erfolgt durch die alicon GmbH, Esslingen.

Warum ist der Zusatz von leistungsfähigen DLG-geprüften Milchsäurebakterien bei Herstellung von TOP-Silagen sinnvoll?

Der natürliche Milchsäurebakterienbesatz der Futterpflanzen unterliegt großen Schwankungen. Darüber hinaus sind der erste Schnitt und Getreideganzpflanzen oft stark mit Gärschädlingen (Hefen, Schimmelpilze) belastet. Eine Übersicht über die Schwankungsbreite der epiphytischen Mikroflora gibt eine Darstellung von R. Jones (2003).

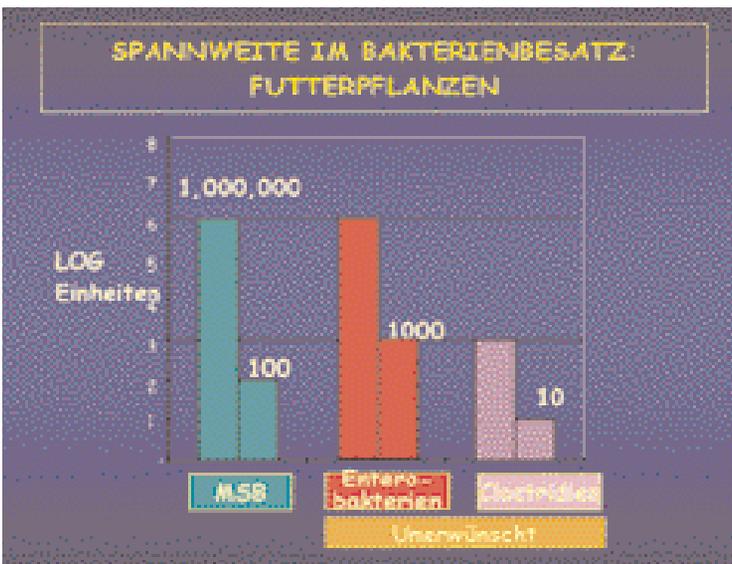


Abb. 5

Die Fähigkeit der natürlichen Milchsäurebakterien, schnell und viel Milchsäure zu bilden, ist sehr unterschiedlich und keinen Arten bzw. Sorten, Reifestadien, Fruchtfolgen, Düngemitteln oder Düngungsintensitäten zuzuordnen. Eine weitergehende Darstellung ist der folgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

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 Silierung ist eine wesentliche Voraussetzung, um Topsilage zu erzeugen.

Tab. 2: Wesentliche Gruppen der epiphytischen Mikroflora von Siliergut und Schwankungsbreite ihrer Population (Pahlow, 1999)

Keimgruppe	Populationsgröße (KBE g ⁻¹ FM)
Aerobe Bakterien	> 10 000 000
Milchsäurebakterien	10 - 1 000 000
Enterobakterien	1000 - 1 000 000
Hefen und hefeartige Pilze	1000 - 100 000
Schimmel	1000 - 10 000
Clostridien (Endosporen)	100 - 1000
Bacillusarten (Endosporen)	100 - 1000
Essigsäurebakterien	100 - 1000
Propionsäurebakterien	10 - 100

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

- schnelle pH-Wertabsenkung (ein stabiler pH-Wert wird oft bereits nach 1-2 Tagen erreicht)
- optimale Hemmung der Enterobakterien
- Verringerung der Trockenmasseverluste um 1,5 %
- Erhöhung der Verdaulichkeit um 2-3 %
- Erhöhung der Energiedichte um 0,2-0,3 MJ NEL/kg TM
- Verbesserung der Futteraufnahme und Erhöhung der Milchleistung
- 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)
- einsilierte und abgedeckte Silagen können bereits nach 7 Tagen verfüttert werden.

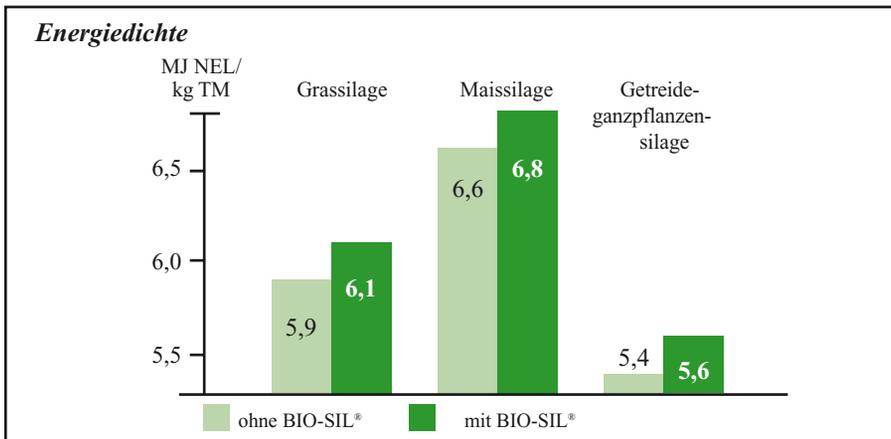
Diese Vorteile werden nur realisiert, wenn die siliertechnischen Grundsätze, wie

- **schnelles Befüllen des Silos**
- **hohe Verdichtung**
- **schnelles und sauberes Abdecken des Silos**

eingehalten werden.

Wenn die Energieversorgung unserer Tiere verbessert werden soll, muss die Energiedichte des Grobfutters, vor allem der Silage, erhöht werden (Abbildung 6).

Abb. 6: Ergebnisse der DLG-Prüfungen



Durch den Einsatz von Bakterien, das ist die einfachste und billigste Investition, kann die Energiedichte der Silage verbessert werden. In diesem Zusammenhang müssen längere Zeiträume betrachtet werden, denn eine Färse, die 6000 kg Milch gibt, wird bei Verbesserung der Energie- und Eiweißdichte des Grundfutters nicht automatisch 10.000 kg Milch in der 2. Laktation geben. Wenn die Futtergrundlage verbessert wird, muss in Betracht gezogen werden, dass möglicherweise in einem Jahr die Leistung der Herde um 1000 oder 1500 kg gesteigert werden kann. Mit der erhöhten Leistung wird im folgenden Jahr wieder eine Leistungssteigerung erreicht, sodass die eingeleiteten Maßnahmen zur Verbesserung der Silagequalität nicht nur unmittelbar, sondern auch nachhaltig wirken.

Weitere Informationen zum BIO-SIL® können dem Faltblatt »Die aktiven Milchsäurebakterien für Topsilagen, BIO-SIL®« der Firma Dr. Pieper TuP GmbH entnommen werden.

SILAGEQUALITÄT UND FUTTERAUFNAHME

Alle Silagen, die im Milchviehbetrieb eingesetzt werden, müssen gärbilogisch von bester Qualität und hygienisch einwandfrei sein. Eine Topsilage, die gut gefressen werden soll, hat gärbilogisch folgende Kriterien zu erfüllen:

- Gehalt an Essig- und Propionsäure < 3,5 % in der TM
- Gehalt an Buttersäure < 0,3 % in der TM
- Gehalt an Milchsäure > 1,8 % in der Frischmasse
- Gehalt an Alkohol < 0,3 % in der Frischmasse
- NH₃-N in % vom Gesamt-N > 8 %

Tab. 3: **Silageparameter für den Milchviehbetrieb**

TM-Gehalt		Gehalt in der Trockenmasse			
		RFA	RP	MJ NEL/ kg	Silier- note
Welksilage 1 TOP-Silage	30-40 %	< 24 %	> 17 %	> 6,4	1
Welksilage 2 Struktursilage	35-45 %	28-32 %	10-16 %	< 6	1
Maissilage	30-40 %	< 20 %	ca. 8 %	> 6,6	1

Die hier aufgeführte »Struktursilage« wird für die Trockensteher und Färsen benötigt. Welchen Einfluss die Gärqualität und die Energiedichte auf die Trockenmasseaufnahme haben, zeigt folgende Abbildung (POOLE, K. et al., 1996)

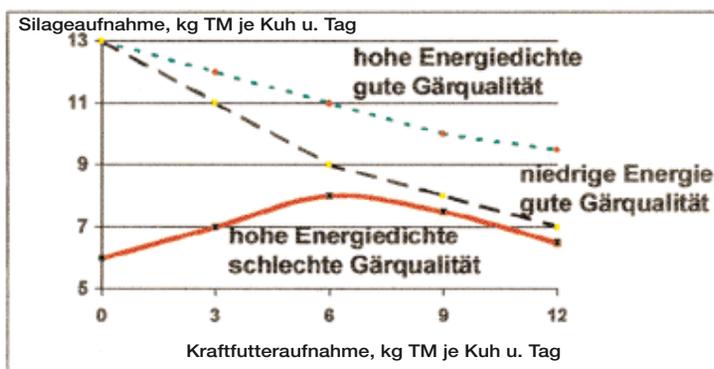


Abb. 7:
Einfluss der Gärqualität und der Energiedichte auf die TM-Aufnahme

Die Differenz in der TM-Aufnahme zwischen einer Grassilage mit hoher Energiedichte und guter Gärqualität und einer Grassilage der gleichen Energiedichte, aber schlechter Gärqualität, beträgt bei einem Kraftfutterniveau von 6 kg TM/Kuh/Tag ca. 3 kg. Das ergibt eine Differenz in der Milchleistung von 6 kg Milch/Tier/Tag. Energiereiche Qualitätssilagen erfordern eine hohe Nährstoffkonzentration des Ausgangsmaterials. Die Silage kann nicht mehr Nährstoffe enthalten als das Material, aus dem sie hergestellt wurde.

Wesentliche Ausgangsparameter sind:

- ein Rohfasergehalt von < 24 % und
- ein Rohproteingehalt von > 17 %

Solche Werte sind nur bei frühem Schnitt des Grünsgutes zu erreichen. Dadurch verschlechtert sich normalerweise die Vergärbarkeit des Pflanzenmaterials (zu niedriger Z/PK-Quotient). Das Witterungsrisiko kann sich erhöhen.

Abb. 8: Entwicklungsstadien von Knaulgras und Löwenzahn

							
							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Nutzungsstadium	im Schossen	vor Ähren Rispen-schieben	Beginn Ähren Rispen-schieben	Ende Ähren Rispen-schieben	in der Blüte	nach der Blüte	Beginn Samen-reife
Löwenzahn	Blühbeginn, 1/4 der Pflanzen aufgeblüht	alle Pflanzen aufgeblüht, 1/4 verblüht	alle Pflanzen aufgeblüht, 1/4 hat Samenstände	alle Pflanzen haben Samenstände	nur noch nackte Blütenstände	Blütenstände verdorrt oder verfault	
Knaulgras	oberster Halmknoten 10 cm über Erdboden	Basis der Blütenanlage 2/3 Halm-länge	erste Rispen-spitzen treten aus der Blatt-scheide	Rispe voll geschoben, volle Halm-streckung noch nicht erreicht	volle Halm-streckung erreicht	abgeblüht, Halme noch grün	Halme gelb Lösen von Spelzfrüch-ten beim Schlagen auf Hand

WAS IST BEI DER MAHD DES GRASES ZU BEACHTEN?

Zum Schnittzeitpunkt

Die Einhaltung der optimalen Schnittzeitpanne ist von entscheidendem Einfluss auf den Futterwert der Silage. Nur ein hochwertiges Ausgangsmaterial sichert einen hohen Nähr- und Energiewert der Silage. TOP-Grassilagen sollten weniger als 24 % Rohfaser in der Trockenmasse enthalten, um eine hohe Aufnahme zu sichern. Das erfordert, dass Gras in der Vegetationsphase Ende Schossen bis spätestens Mitte Rispen-schieben erfolgen muss. Da im Mai der Rohfasergehalt im Gras je nach Witterung täglich um 3-5 g/kg TM ansteigt, stehen für die Mahd und Bergung des

ersten Aufwuchses nur 4 bis max. 8 Tage zur Verfügung. Zweckmäßig ist es deshalb, in verschiedenen Grasbeständen den Rohfasergehalt frühzeitig (Anfang Mai) zu analysieren und dann je nach Witterung den täglichen Rohfasergehaltszuwachs zu berechnen. Die Mahd sollte spätestens bei einem Rohfasergehalt von ca. 22 % begonnen werden. Der günstigste Schnittzeitpunkt beim ersten Aufwuchs wird gewöhnlich an Löwenzahn (»Butterblume«, *Taraxacum officinalis*), wie in Abbildung 8 dargestellt, ermittelt. Nähere Hinweise sind dazu in den DLG-Informationen 2/1999 »Grundfutterbewertung« zu finden.

Das für die Bereitung einer TOP-Silage günstigste Nutzungsstadium liegt zwischen Beginn und Ende des Rispen- bzw. Ährenschiebens. Die Schnittzeitpunkte der Folgeaufwüchse müssen, da überwiegend keine generativen Stadien ausgebildet werden, kalendarisch ermittelt werden (< 4, oder 4-6 Wochen). Sinnvoll ist sicher auch die Information der verschiedenen Landesanstalten für Landwirtschaft zum optimalen Schnittzeitpunkt zu verfolgen und dann, auf Grund der Kenntnis der konkreten Situation zu entscheiden. Es wird, wie die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Landesanstalten zeigen, nicht zu früh, sondern meistens zu spät geschnitten.

Zu welcher Tageszeit soll gemäht werden?

Bevor mit Mähen begonnen wird, muss der auf die Pflanzen gefallene Tau abgetrocknet sein. Die stehende Pflanze trocknet natürlich viel schneller ab als im gemähten Zustand. Zur Beschleunigung des Anwelkens kann ein Aufbereiter im Mähwerk gute Dienste leisten, wenn dadurch das Futter, z.B. durch vorhandene Maulwurfshaufen und andere Unebenheiten nicht zusätzlich verschmutzt wird (Erhöhung des Rohaschegehaltes und dadurch Senkung des Futterwertes). Bei solchen Bedingungen, Maulwurfshaufen und Unebenheiten, kann auch bei der Grasmahd ein Hochschnitt (Stoppelhöhe ca. 8 cm) angezeigt sein, um eine energiereiche Welksilage (> 6,4 MJ NEL/kg TS) zu erzeugen.



Abb 9:
Grasmäher
bei der Arbeit

ZUCKERGEHALT UND ANWELKEN

Bei geringen Trockensubstanzgehalten (Regenperioden) reicht der Zucker im Siliergut nicht aus, um gute Silagequalitäten zu erzielen. Deshalb wird das Siliergut angewelkt. Mit der Erhöhung des Trockenmassegehaltes erhöht sich gleichzeitig der Zuckergehalt im Ausgangsmaterial, wie die Untersuchungen von HONIG (1987) zeigen.

Tab. 4: Einfluss des Anwelkens auf den Zuckergehalt

Feldbedingungen	TM-Gehalt (%)	Zucker (%) i. FM
optimal	14	1,6
	23	2,4
	33	3,2
	38	3,9
7 Tage anwelken	20	0,8
	38	2,8

Wichtig ist dabei, die Erhöhung des Trockenmassegehaltes in möglichst kurzem Zeitraum zu erreichen. Nach kurzer Feldliegezeit kann der Zuckergehalt des zu silierenden Gutes auf 3,9 - 4,0 % erhöht werden. Es ist bekannt, dass etwa 3 % Zucker im Siliergut die Bildung von ca. 2 % Milchsäure gewährleisten. Diese Milchsäuremenge ist ausreichend, um eine Silage zu konservieren, wenn es sich nicht um verschmutzte oder um stark puffernde Silage (z. B. Luzerne) handelt. Wenn ein längerer Zeitraum für das Anwelken benötigt wird, treten erhebliche Verluste, vor allem bei den leichtlöslichen Kohlenhydraten auf, so dass eine sichere Silierung nicht möglich ist.

Abb. 10: Zetter bei der Arbeit



Da auch die durch Anwelken erhöhten Zuckergehalte nicht immer die Sicherheit für eine schnelle Entwicklung der Milchsäurebakterien bieten, wird dem Siliergut zusätzlich Zucker in Form von Melasse zugesetzt. Melasse besitzt auf Grund ihres Futterwertes eine hohe Preiswürdigkeit. Der Energiegehalt der Melasse bleibt im Gärprozess weitgehend erhalten, da beim Umsatz von Zucker zu Milchsäure oder zu Alkohol nur sehr geringe Gärverluste, in Höhe von 0,2 - 1,5 % der Bruttoenergie auftreten. Demgegenüber liegen die Energieverluste bei der Buttersäuregärung, die unbedingt zu vermeiden ist, bei 18,4 %. Nennenswerte Verluste an Melassen Nährstoffen treten erst bei erhöhter Sickersaftbildung auf. Feuchtes Siliergut sollte deshalb mit größerer Häcksellänge eingebracht werden, dadurch wird die Sickersaftbildung erheblich eingeschränkt. Probleme mit der Verfestigung treten dagegen im feuchten Bereich nicht auf.

Durch den Klebeffekt der Melasse lässt sich auch trockeneres Siliergut wesentlich besser verfestigen. Erste Untersuchungen von HERTWIG (1997) zeigen eine um 10 - 20 % erhöhte Lagerdichte.

Folgende Situationen müssen beachtet werden:

Günstige Witterungsbedingungen ermöglichen schnelles Anwelken und Einhaltung des optimalen TM-Bereiches von 30 - 40 % im Siliergut. Der Melassezusatz kann verringert werden bzw. unterbleiben. Dann muss aber die Häcksellänge verkürzt werden (2 cm), um eine entsprechende Verdichtung des Siliergutes zu erreichen. Wird Melasse eingesetzt, sollte die Häcksellänge auf 6 cm erhöht werden. Dadurch wird die »Strukturwirkung« dieser Silage deutlich verbessert, die Verdichtung des Siliergutes wird durch den Melasseinsatz positiv beeinflusst.

Zu trockene Witterungsbedingungen, auch hier ist schnelles Anwelken realisierbar, der optimale TM-Bereich wird in relativ kurzem Zeitraum überschritten. Es werden TM-Bereiche von > 45 % erreicht.

Hier sollte unbedingt die Häcksellänge auf 6 cm erhöht werden, um »Übergabeverluste« und »Bröckelverluste« zu minimieren. Verdichtungsprobleme werden durch den Klebeffekt der Melasse vermindert.

Zu feuchte Witterungsbedingungen verhindern die Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes in kurzer Zeit (1-2 Tage). Um das Risiko von zu hohen Feldverlusten zu vermeiden, wird das Siliergut mit suboptimalen TM-Gehalten < 26 % eingebracht. Unter diesen Bedingungen hat sich eine Erhöhung der Häcksellänge auf 8 cm bewährt. Sickersaftverluste treten erst bei TM-Gehalten < 26 % auf. Verdichtungsprobleme treten in diesen TM-Bereichen nicht auf.



*Abb. 11:
Schwader bei der
Arbeit*

TOP-ANWELKSILAGEN MIT BIO-SIL® UND MELASSE

Für die Erzeugung von TOP-Anwelksilagen haben wir ein System entwickelt, um auch bei Vorverlegung des Schnitzeitpunktes weitestgehend witterungsunabhängig hochwertige Silagen zu produzieren.

Wesentliche Bestandteile des Verfahrens sind die Kombination von

- Anwelken des Siliergutes in möglichst kurzer Zeit
- Zusatz von leistungsfähigen Milchsäurebakterien BIO-SIL®
- Zusatz von Melasse (als Nährsubstrat für die Bakterien und zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Siliergutes)



*Abb. 12: Häcksler
mit Bakterien- und
Melassedosierer
im Einsatz*

Zur Einschätzung der Gärverluste bei kombinierter Anwendung von BIO-SIL® und Melasse sind Ergebnisse von THAYSEN (2000) dargestellt.

Tab. 5: Gärparameter von Grassilagen bei Behandlung mit BIO-SIL® und Melasse (35 kg/t Siliergut)

THAYSEN, 2000

Mittelwerte aus 4 Versuchen in 2 Grasmischungen und 3 Wiederholungen					
Parameter	Einheit	Kontrolle	BIO-SIL®	Melasse	BIO-SIL®+Melasse
TM	%	33,1	34,0	39,3	39,2
pH 3 Tage	log	4,9	4,0	5,0	4,0
pH 90 Tage	log	4,4	4,1	4,5	4,1
Milchsäure	% i. TM	3,7	12,5	10,6	15,6
Essigsäure	% i. TM	1,4	1,6	2,7	1,0
Buttersäure	% i. TM	0,1	0,0	0,0	0,0
Äthanol	% i. TM	0,1	0,06	0,3	0,1
Restzuckergehalt	% i. TM	5,3	9,5	6,6	9,9
Milchs./Essigs.	% i. TM	2,6	7,8	3,9	15,6
NH ₃ -N	% v. ges. N	12,0	6,0	8,0	6,0
TM-Verluste	%	5,7	4,4	5,0	4,1

Sie sind Teil einer sehr umfangreichen Versuchsserie, die in der LVA Ihden durchgeführt wurde. Wie aus der Zeile »Restzuckergehalt« zu ersehen ist, können bei guten Weidelgrassilagen größere Zuckermengen vorhanden sein. Wenn Melasse zu Gräsern zugesetzt wird, um den Zuckergehalt für eine optimale Milchsäuregärung zu sichern, wird der Restzuckergehalt in der Silage etwa so hoch sein, wie er in guten Weidelgrassilagen gefunden wird. Demzufolge enthalten solche Silagen ausreichend leicht lösliche Kohlenhydrate, um die in den Silagen löslichen N-Verbindungen, vorwiegend freie Aminosäuren, im Pansen zu Bakterieneiweiß zu synthetisieren. Es liegt in solchen Silagen also keine »extreme Diskrepanz in der zeitlichen Verfügbarkeit von N-Verbindungen und fermentierbaren Kohlenhydraten vor«, wie WEIßBACH glaubt (WEIßBACH, 2000).

In der unteren Zeile sind die TM-Verluste aufgeführt. Die Kontrolle weist Verluste von 5,7 % auf, die durch BIO-SIL® auf 4,4 % erwartungsgemäß gesenkt wurden. Beim Melasseinsatz treten Verluste von 5 % auf und bei der von uns empfohlenen Kombination BIO-SIL® + Melasse treten mit 4,1 % die geringsten Verluste auf. Durch den Melasseinsatz treten also keine zusätzlichen Verluste auf, im Gegenteil, durch den Melasseinsatz werden die Verluste gesenkt. Um diese Ergebnisse zu erhärten, seien hier noch die Ergebnisse eines Versuches, der an der Universität Halle von NONN u. a. (1995) durchgeführt wurde, mit genannt.

Tab. 6: Luzernesilierung mit Zusatz von Melasse¹⁾ und Milchsäurebakterien (MSB) (NONN u. KELLER 1995) - Luzerne 32,6 ± 5 % T (32 ± 3 h gewelkt)

		1	2	3	4
Variante, Zusatz		ohne Zusatz	Melasse 60 kg/t SG ²⁾	MSB	Melasse, 60 kg/t SG ²⁾ u. MSB
Restzucker	g/kg T	1,7	6,4	0,0	12,8
pH Wert		5,2	4,3	4,8	4,2
NH ₃ -N	% der GN ³⁾	15,0	9,8	11,2	5,6
Milchsäure	g/kg T	28,6	105,2	25,1	105,2
Essigsäure	g/kg T	64,8	47,9	66,2	22,3
Buttersäure	g/kg T	4,6	1,7	0,5	0,0
Alkohol	g/kg T	20,6	5,1	20,2	4,7
Silierfolg	Punkte	12	60	51	100
	Note	5	3	3	1
Gärverlust	%	9,6	5,7	7,3	4,3

¹⁾ Melasse mit 40,3 % Zucker ²⁾ SG = Siliergut ³⁾ GN = Gesamtstickstoff

Auch aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass bei der Kombination von Milchsäurebakterien und Melasse die niedrigsten Verluste auftraten.

Bei der Bereitung von Gras- und Leguminosensilagen muss beachtet werden, dass die Vergärbarkeit des Siliergutes in Abhängigkeit vom Zucker- und Proteingehalt sehr unterschiedlich sein kann. So wird z. B. unter ungünstigen Bedingungen aus einem leichtvergärbaren ein schwervergärbares Siliergut (nass, ungünstiger Zuckergehalt), das mit der Kombination Melasse plus Milchsäurebakterien dennoch gesichert, hervorragend siliert. Es gilt zu beachten, dass feuchte Gras- und Leguminosensilagen, die an einem Tag siliert und sorgfältig abgedeckt werden, keine Oberflächenbehandlung benötigen.

Die Kombination BIO-SIL® plus Melasse für schwervergärbares, d. h. zuckerarmes oder verschmutztes Siliergut begründet sich aus der zentralen Rolle des Zuckers beim Silieren. Aus einem Molekül Saccharose (Zucker der Melasse) entstehen 4 Moleküle Milchsäure. Ein Teil der Milchsäure wird vom Siliergut abgepuffert. Die notwendige überschüssige Milchsäure senkt den pH-Wert bis zur Lagerstabilität. Bei einem niedrigen, stabilen pH-Wert kommt der Stoffwechsel der Milchsäurebakterien (MSB) zum Erliegen und der Restzucker verbleibt in der Silage. Für eine hohe Schmackhaftigkeit von Silagen werden Restzuckergehalte über 5 % in der Trockenmasse (TM) angestrebt. Der gebildeten Milchsäure wird nach der Weender Futtermittelanalyse der gleiche Futterwert wie dem Zucker zugeschrieben. Sie wird im Pansen innerhalb weniger Minuten resorbiert bzw. verstoffwechselt. Bei Hochleistungskühen wirkt Milchsäure besonders positiv, da sie als glucoplastische Substanz der Ketose entgegenwirkt und damit zusätzlich die Gesundheit und Leistung fördert. Chemische Siliermittel leisten dies nicht. Der Milchsäureeintrag in

den Pansen hat absolut nichts mit der Pansenacidose zu tun. Pansenacidosen resultieren aus der Umschichtung der Pansenmikroben durch zu hohen Eintrag an leichtlöslichen Kohlenhydraten in Verbindung mit wenig Strukturfutter, z.B. bei geringer Silageaufnahme.

Nach Weißbach u. a. (1974) erhöht sich mit steigendem Zuckergehalt des Siliergutes bzw. durch Zuckerzugabe der Quotient aus Zucker (Z) und Pufferkapazität (PK). Die PK ist die Milchsäuremenge, die benötigt wird, um 100 g TM auf einen pH-Wert von 4,0 abzusenken. Je höher dieser Quotient ist, d.h. je höher der Zuckergehalt ist, desto niedriger kann zur Erlangung eines guten Konservierungserfolges der Mindest-TM-Gehalt sein (Abb. 13). Der hier dargestellte Zusammenhang stammt jedoch aus Versuchen ohne mikrobielle Standardisierung, d. h. ohne MSB-Zusatz. Der gleiche Autor kommt 2003 zu dem Schluss, dass beim Einsatz von homofermentativen Milchsäurebakterien der Mindest-TM-Gehalt generell um 5 % niedriger liegen kann.

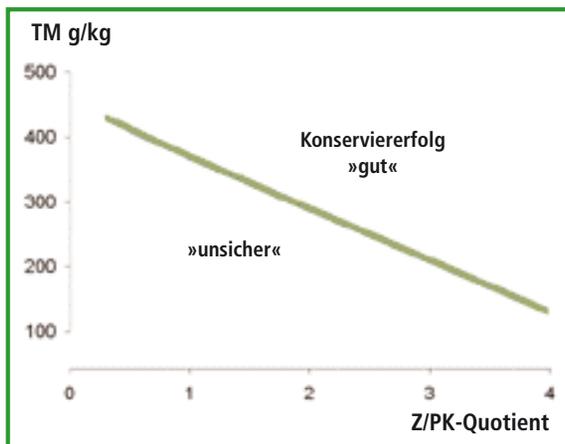


Abb. 13: Abhängigkeit des Konservierungserfolges von TM-Gehalt und Z/PK-Quotient

In Tab. 7 sind die Zuckergehalte und Pufferkapazitäten von Zuckerrüben- und Zuckerrohrmelasse angegeben. Generell ist der Melasseaufwand zur Silierung abhängig vom Siliergut: TM-Gehalte und Pufferkapazität bestimmen maßgeblich die einzusetzenden Mengen. Sie variieren von 20 bis 80 kg/t Siliergut (Tab. 8)

Tab. 7: Inhaltsstoffe, Futterwert, pH-Wert und Pufferkapazität von Melasse

Kenngröße		Zuckerrübenmelasse		Zuckerrohrmelasse
		DLG-Futterwerttabelle (1997)	handelsüblich	handelsüblich
Trockenmasse	%	77	70	70
Roheprotein	% in der TM	13,6		
Abbaubarkeit des RP	%	80		
Nutzbare Rohprotein	g/kg TM	160		
Ruminale N-Bilanz	g/kg TM	-4		
Rohfett	% in der TM	0,2		
Rohasche	% in der TM	10,5		
Zucker	% in der	62,9	60	56
Zucker	% in der			
	Originalsubstanz	48	42	45
NEL	MI/kg TM	7,9		
Calcium	g/kg TM	3 - 6		
Phosphor	g/kg TM	0,3 - 0,4		
Natrium	g/kg TM	4 - 10		
Kalium	g/kg TM	39		
Magnesium	g/kg TM	0,3 - 0,4		
pH-Wert			7 - 9	5 - 6
Pufferkapazität	g Milchsäure/kg TM		65 - 80	30 - 40

Tab. 8: Melassezusatz zum Siliergut in Abhängigkeit vom TM-Gehalt des Siliergutes in kg/t Siliergut bei Kombination mit BIO-SIL® (Homofermentative Milchsäurebakterien)

- ⇒ 1 bis 2 Tage Feldliegezeit und mittlere Düngungsintensität
- ⇒ TM-Gehalt von Zuckerrübenmelasse ca. 70 %, Zuckergehalt ca. 42 % in der Originalsubstanz; Dichte ca. 1,3 kg/Liter

TS %	Häcksel-länge in cm	Wiesen-rispe	Rotklee	Weidel-gräser	Gras-misch-bestand	Luzerne	Futter-roggen
20	8	50	50	20	50	80	20
25	8	40	40	-	40	70	-
30	6	30	30	-	30	50	-
35	4	-	-	-	-	30	-
>40	4	-	-	-	-	-	-

* Bei Trockensubstanzgehalten > 45% kann Melasse zur besseren Verdichtung (Klebefähigkeit) eingesetzt werden.

In Tab.9 ist dargestellt, wie sich durch 50 kg Melassezusatz/t Siliergut zu Luzerne mit 25 % TM der Mindest-TM-Gehalt von 38 % auf 26 % verringert. Durch den hohen TM-Gehalt der Melasse erhöht sich der TM-Gehalt der zu silierenden Luzerne von 25 % auf 27,1 %. Der kritische Wert von 26 % ist damit überschritten. Somit ist diese Luzerne bereits mit 25 % TM unter Zugabe von 50 kg Melasse + BIO-SIL® sicher silierbar. Sickersaft fällt bei dieser Behandlung erst unter 25 % TM an, weil die Melasse einen Effekt auf die Wasserbindung besitzt.

Tab. 9: Verringerung des Mindesttrockenmassegehaltes durch Zusatz von BIO-SIL® und Melasse zur Produktion gärbioologisch sehr guter Silagen

	Trockenmasse	Pufferkapazität (PK)	Zucker (Z)	Z/PK-Quotient	Mindesttrockenmasse	
	g/kg	g Milchsäure/kg TM	g/kg TM		ohne BIO-SIL®	mit BIO-SIL®
<i>Luzerne, 1. Schnitt in der Knospe</i>						
	250	81	75	0,9	380	350
Wirkung der Zugabe von 50 kg Melasse je Tonne Siliergut						
	271	79	139	1,8	310	260
<i>Natürliches Grünland, 1. Schnitt, vor dem Ährenschleiben</i>						
	220	59	100	1,7	310	280
Wirkung der Zugabe von 30 kg Melasse je Tonne Siliergut						
	234	60	143	2,4	260	210

Gegenwärtig kostet die Behandlung des Siliergutes mit leistungsfähigen DLG-geprüften Milchsäurebakterienkulturen 0,56 bis 0,79 € je t Siliergut. Bei einer Silageaufnahme von 50 kg je Kuh und Tag sind das Mehrkosten von 0,04 € je Kuh und Tag. Der Zusatz leistungsfähiger homofermentativer Milchsäurebildner verbessert den Gärverlauf und senkt die Silierverluste, erhöht die Verdaulichkeit und steigert die Milchleistung. Dies ist in vielen Versuchen (DLG-Gütezeichen 1b, 1c, 4b u. 4c) und in der Praxis - stets im Vergleich mit guten Kontrollsilagen - deutlich belegt.

Im Folgenden (Tab. 10) sind, ausgehend von den Erfahrungen vieler Spitzenmilchviehbetriebe mit dem Siliermittel BIO-SIL® und dem Einsatz von Melasse, Harnstoff und Sila-fresh Empfehlungen, wie Qualitätssilagen hergestellt werden können, zusammengefasst. Der Einsatz derartiger Silagen in der Milchviehfütterung garantiert hohe Grobfutteraufnahmen, die ihrerseits hohe Leistungen aus dem Grobfutter - nämlich 5000 bis 7000 kg Milch je Kuh und Jahr - sichern können.

Tab. 10: Fahrplan für Qualitätssilage

	Silagen aus Gras, Klee gras und Luzerne		
	Vergärbarkeit des Siliergutes		Aerobe Stabilität
	Leicht bis mittelschwer	Schwer bis sehr schwer	
Situation	Gute Bedingungen Ausreichender TM- und Zuckergehalt Geringe Verschmutzung	Geringer TM-Gehalt Geringer Zuckergehalt Hohe Pufferkapazität z. B. durch hohen Proteingehalt Starke Verschmutzung Schlechte Witterungsbedingungen	Hoher TM-Gehalt (> 45 %) Geringer Vorschub (< 2m/Wo.)
	BIO-SIL®	BIO-SIL® + Melasse	BIO-SIL® + Sila-fresh
Empfehlung	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut
Aufwandmengen		+ 30 kg Melasse ¹⁾ pro t Siliergut	+ 300 – 400 g Sila-fresh pro t Siliergut
Gesamtkosten ²⁾ (€/t Siliergut)	0,56 – 0,81 ³⁾	0,97	2,16 – 2,53

¹⁾ Detaillierte Werte zum Melasseaufwand siehe Tabelle 4

²⁾ Einschließlich Dosier- und Logistikkosten

³⁾ Je nach Rabattstaffel

DAS AUSGANGSMATERIAL FÜR EINE GUTE MAISSILAGE

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

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

Ein entscheidendes Fazit für die Praxis ist: Feuchte Maissilagen melken besser (32 - 36 % TM)! Zur Verminderung von Sickersaftverlusten sollten die in Tabelle 11 dargestellten Grenzwerte im Siliergut beachtet werden.

Tab. 11: Grenz-Trockenmasse-Gehalt im Siliergut zur Vermeidung von Sickersaft in der Maissilage

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

Der Hochschnitt beim Mais

Der Hochschnitt beim Silomais (10 cm unter dem Kolben) erhöht den Trockensubstanzgehalt um 2 - 3 % und verringert den Rohfasergehalt um 2 - 1 %, 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 maisbetonten Rationen um mindestens 1 kg an. Der Minderertrag an Trockenmasse beträgt etwa 5 -7 %.

Für die Häcksellänge bei Silomais gilt:

- **0,8 - 1 cm bei Normalabschnitt bzw. trockenerem Mais**
- **1,5 - 2 cm bei Hochschnitt oder feuchtem Mais**

Die 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 Futterraufnahme (0,5 - 1 kg je Kuh und Tag) für viele erfolgreiche Milchbetriebe zum Standard.

Feuchteres Maissiliergut 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 o. g. Milchsäurebakterien (s. Tab.12)

Tab. 12: Fahrplan für die Qualitätssilage

Maissilage, CCM, LKS, Feuchtmais, GPS			
		Aerobe Stabilität	
Situation	Bei allen Silagen unabhängig vom TM-Gehalt	Geringer Vorschub (< 2m / Woche)	Oberflächenbehandlung
	BIO-SIL®	BIO-SIL® + Harnstoff	BIO-SIL® + Harnstoff
Empfehlung	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut	1g BIO-SIL® pro t Siliergut
Aufwandmengen		+ 3 – 4 kg Harnstoff pro t Siliergut	+ 600 – 800 g Harnstoff pro m² Oberfläche
Gesamtkosten ²⁾ (€/t Siliergut)	0,56 – 0,81 ³⁾	0,56 – 0,81 ²⁾	0,56 – 0,81 ²⁾

¹⁾ Detaillierte Werte zum Melasseaufwand siehe Tab. 6

²⁾ Einschließlich Dosier- und Logistikkosten

³⁾ Je nach Rabattstaffel

Wenn an einem Silo mehrere Tage siliert wird, erfolgt zur Vermeidung der »braunen Schichten« über Nacht die Zwischenabdeckung mit Folie in Kombination mit einer Oberflächenbehandlung mit Harnstoff oder Trockeneis.

VERÄNDERUNGEN IN DER PROTEINFRAKTION BEI DER SILIERUNG

Im Gras beträgt der Anteil an Reinprotein etwa 80 % vom Rohprotein. Daneben sind Peptide, freie Aminosäuren, Ammoniak und sonstige N-Verbindungen enthalten. Der Gehalt an freien Aminosäuren ist im Gras sehr niedrig. Was geschieht in hochwertiger Qualitätssilage mit dem Protein? Die folgende Abbildung 14 gibt darüber Auskunft.

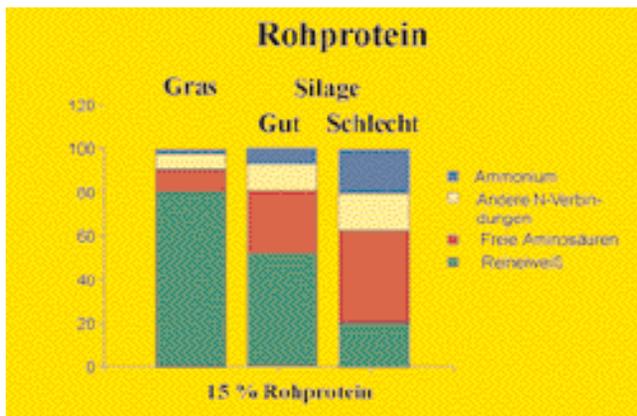


Abb. 14: Veränderung der RP-Fraktion während der Silierung

Der Reinproteingehalt reduziert sich auf 50 % des Ausgangsmaterials (Eiweißabbau). Der Gehalt an freien Aminosäuren steigt auf 30 % an. In schlechten Grassilagen kann der Reineiweißgehalt noch weiter abgesenkt werden, der Gehalt an freien Aminosäuren kann auf fast 50% des RP-Gehaltes ansteigen. Der Rohproteingehalt der Silage reflektiert das für die Milchproduktion verfügbare Protein nicht real (JONES, 2001). REUTER (1982) stellte bei der Silierung einen mittleren Eiweißverlust von 50% fest. Der Aminosäurenabbau zeigte in diesen Untersuchungen eine deutliche Abhängigkeit zum Gärungsverlauf. In guten milchsäuren Silagen wird eine Destruktion der Aminosäuren weitestgehend unterbunden. Lediglich Arginin und Glutaminsäure wiesen höhere Verlustraten auf. In buttersäurehaltigen Silagen dagegen wurde bei fast allen Aminosäuren ein deutlicher Verlust festgestellt, der eine enge Beziehung zur Höhe des Ammoniakgehaltes im Gärfutter aufwies. Nach Untersuchungen von JONES (2001) kann der Effekt einer Beimpfung des Siliergutes mit Milchsäurebakterien gezeigt werden.

Abb. 15:

Effekte von Milchsäurebakterien auf Aminosäuren

% Freie Aminosäuren

	%
FRISCHGRAS	9.59
KONTROLL-SILAGE	54.35
BEHANDELTE SILAGE	26.71

Im Frischgut sind etwa 10 % freie Aminosäuren enthalten. Die unbehandelten Kontrollsilagen weisen ca. 55 % freie Aminosäuren auf, während in der behandelten Silage 27 % freie Aminosäuren gefunden wurden. Durch die Behandlung des Siliergutes mit Milchsäurebakterien erfolgt praktisch eine Halbierung des Gehaltes an freien Aminosäuren. Das bedeutet, dass dadurch der Gehalt an Reineiweiß bedeutend weniger abgesunken ist. Die Applikation von Milchsäurebakterien hemmt infolge der schnellen Säuerung und der Unterdrückung der Buttersäuregärung in der Silage einen übermäßigen Abbau des Reinproteins.

Auf der anderen Seite produzieren die Milchsäurebakterien selbst auch Protein. In diesem Zusammenhang sind die Proteinquantität und die -qualität von Bedeutung.

In Abb. 16 sind Ergebnisse von Driehuis und van Wikselaar (2001) dargestellt. Sie untersuchten unbehandelte und mit *Lactobacillus plantarum* behandelte Silagen auf ihren Gehalt an mikrobiellem Protein und fanden bei ca. 20 % Trockenmasse eine Anreicherung an mikrobiellem Protein von 1,2 auf 2,0 bzw. bei ca. 36 % Trockenmasse von 0,7 auf 1,3 kg pro Tonne Siliergut (unbehandelt gegenüber behandelt). Auch die Verwertung des Zuckers wurde durch die Behandlung effizienter: Sie stieg von 0,05 auf 0,09 bzw. von 0,03 auf 0,05 g Mikrobentrockenmasse pro g wasserlösliche Kohlenhydrate an. Der Erhöhung der Bakterienproteinmasse bei mit Milchsäurebakterien behandelten Silagen steht eine Hemmung der eigentlich erwünschten Bakterien beim Einsatz von chemischen Siliermitteln deutlich entgegen.

Einfluß der Behandlung von Weidelgras mit *Lb. plantarum* auf den Gehalt an Mikrobenprotein in der Silage nach 3 Monaten Lagerzeit
(F. DRIEHUIJS und P. G. van WIKSELAAR, 2001)

Behandlung	TM	pH	mikrobielles Protein	Mikroben-trockenmasse	
	(%)		kg/t Siliergut	kg/t Siliergut	g/g WLK
Kontrolle	199	4,9	1,2	1,8	0,05
<i>Lb. plantarum</i>	193	5,1	2,0	2,8	0,09
Kontrolle	364	4,58	0,7	1,1	0,03
<i>Lb. plantarum</i>	360	4,02	1,3	1,9	0,05

Abb. 16

Es stellt sich auch die Frage nach der Qualität des zusätzlichen Bakterienproteins. Insgesamt ist darüber bisher wenig bekannt. Auf dem Silagekongress in Schottland 2002 wurde gemutmaßt, dass die freien Aminosäuren und die Bakterienzellen den Pansen mit der flüssigen Phase sehr schnell passieren und damit dem Durchflussprotein zuzuordnen wären. Dies wäre eine Erklärung dafür, dass die Tiere bei gleicher Futterraufnahme 1 Liter mehr Milch geben.

In Abb. 17 ist die Aminosäurezusammensetzung des Proteins der im BIO-SIL® enthaltenen Stämme dargestellt. Schon im Proteingehalt sind Unterschiede zwischen den Stämmen erkennbar. Sie unterscheiden sich um ca. 10 Prozentpunkte, liegen aber etwa doppelt so hoch, wie in der Vollmilch. In der Konzentration wichtiger Aminosäuren im Protein, wie z. B. Lysin, Methionin, Zystin und Threonin erreicht das Bakterienprotein die Werte des Milchproteins nicht.

Aber ein kg TM Bakterien bringt z. B. 30 - 35 g Lysin, während ein kg TM Milch nur ca. 20 g Lysin enthält.

Um die Ursachen für die Leistungssteigerung durch behandelte Silagen genauer zu klären, wird besonders im Bereich der Proteinqualität weiterer Forschungsbedarf gesehen. Dabei ist das Augenmerk sowohl auf die Quantität und die Qualität des zusätzlich produzierten Bakterienproteins zu richten als auch auf die Geschwindigkeit und das Ausmaß des Proteinabbaus während der Silierung.

Aminosäurezusammensetzung des Proteins von *Lb. plantarum*-Stämmen und von Vollmilch

Proteingehalt in TG (%)	Stamm 1	Stamm 2	Vollmilch (frisch)
ASP	3,4	7,8	7,7
THR	1,8	3,6	4,9
SEP	1,1	2,8	5,6
GLU	11,9	11,8	20,9
GLY	1,4	3,3	2,1
ALA	20,6	11,6	3,6
VAL	4,6	4,3	6,5
SER	1,7	3,4	6,6
LEU	5,5	5,0	9,5
TYR	2,5	2,4	1,4
PRO	4,0	4,3	6,1
HIS	1,6	1,5	2,9
LYS	5,6	5,2	7,6
ARG	1,7	3,5	3,5
TRP	2,0	1,9	8,6
CYS	0,3	0,3	1,0
NET	1,2	1,7	2,9

Abb. 17

MODERNE DOSIERTECHNIK FÜR BAKTERIEN, MELASSE UND SILA·FRESH

1. Bakteriendosierer mit elektronischer Steuerung

Der elektronisch gesteuerte Bakteriendosierer dient der Applikation von flüssigen biologischen Siliermitteln in das Siliergut während des Ernteprozesses. Das Dosiergerät zeichnet sich durch die einfache Bedienbarkeit und Robustheit aus. Es ist für den Einsatz von wasserlöslichen biologischen Siliermitteln (z.B. BIO-SIL®) entwickelt worden und nicht für aggressive, korrosive oder hochviskose Flüssigkeiten geeignet.



Das Siliermittel wird im Bereich der Gegen-schneide unmittelbar vor der Häckseltrommel (siehe Schema 1) fein versprüht, wodurch eine sehr gute Verteilung der Milchsäurebakterien im Häckselgut erreicht wird.

Abb. 18: Dosierpumpensteuergerät

Der elektronisch gesteuerte Bakteriendosierer wird über das 12 V Kfz-Bordnetz betrieben und hat eine Leistungsaufnahme von maximal 100 W. Die Einstellung der Dosiermenge erfolgt am Dosierpumpensteuergerät (Abb. 18) mittels Drehknopf.



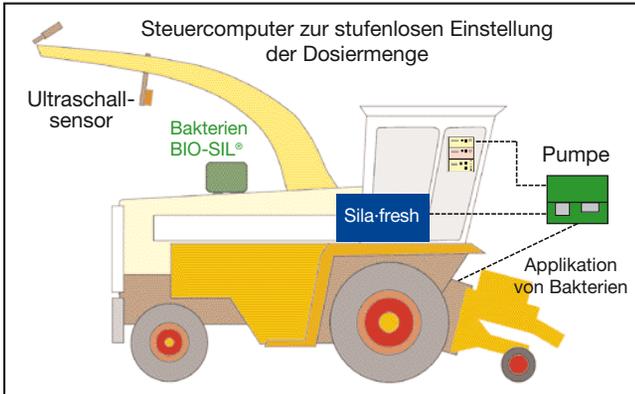
Abb. 19: Bakteriendosierer mit Dosierpumpe, Filter und Durchflussmesser (400 und 50 Liter-Behälter)

Der Schwabekörperdurchflussmesser zeigt die aktuelle Dosiermenge an. Die Flüssigkeitsmenge wird über eine elektronische Steuerung der Pumpendrehzahl geregelt, wodurch die Lebensdauer der Pumpe erheblich verlängert wird.

Mit dem "klassischen" Bakteriendosierer (1 Liter/t Siliergut bzw. stufenlos von 20-100 l/h) werden Ladewagen, Ballenpressen und Feldhäcksler ausgerüstet. Je nach Maschinengröße wird dieser Dosierer mit 50- (z.B. Ballenpressen) bis 400-Liter-Behältern kombiniert (Abb. 19). Der neu entwickelte Hochdruckdosierer (0,1 Liter/t Siliergut bzw. 2 - 25 l/h) ist für den Aufbau an Feldhäckslern geeignet und wird vorzugsweise mit dem 50- oder 100-Liter-Behälter kombiniert. Es besteht zusätzlich die Kombinationsmöglichkeit von Hochdruckdosier und "klassischem" Dosierer. Letzterer wird dann zur Ausbringung von Sila-fresh (Erhöhung der aeroben Stabilität) genutzt. Beide Bakteriendosierer sind mit einem Melessedosierer zu kombinieren (Abb. 21).

2. Bakteriendosierer mit automatischer Regelung

Mit Hilfe des automatisch geregelten Bakteriendosierers ist eine exakte durchsatzorientierte Dosierung flüssiger biologischer Siliermittel möglich. Die durchsatzorientierte Dosierung wird durch einen Ultraschallsensor am Auswurfbogen des Häckslers gesteuert und über einen integrierten Mikrocontroller geregelt.



Schema 1: Bakteriendosierer mit automatischer Regelung

Der Vorteil zum elektronisch geregelten Dosierer besteht darin, dass bei eingestelltem Grundwert eine automatische Regelung der Applikationsmenge erfolgt. Die Schwankungen der aktuellen Erntemenge werden automatisch ausgeglichen.

Der Steuercomputer mit integriertem Mikrocontroller (Abb.20) wird in der Fahrerkabine übersichtlich und leicht zugänglich installiert. Die Bedienoberfläche des Steuercomputers ist in drei Abschnitte unterteilt. Im ersten Teil befinden sich die Bedienelemente für die Dosierung der Milchsäurebakterien, im zweiten Teil des Gerätes sind die entsprechenden Bedienelemente für die Dosierung von Melasse bereits integriert. Die Applikation von Melasse und Milchsäurebakterien kann unabhängig von einander eingestellt und benutzt werden. Im dritten Teil des Gerätes befinden sich die Bedienelemente für die Automatik. Am Steuergerät kann abgelesen werden:

- die gewählte Grundeinstellung für die Bakterienlösung,
- die aktuelle Durchflussmenge,
- der Tagesverbrauch und der Gesamtverbrauch.



Abb. 20: In der Häckslerkabine: Bedienoberfläche des Steuercomputers

Abb. 21:
Kombination
von automa-
tisch geregel-
ten Melasse-,
BIO-SIL^{® 1)}
und
Sila:fresh²⁾-
Dosierern
am Häcksler



3. Melessedosierer mit elektronischer Steuerung

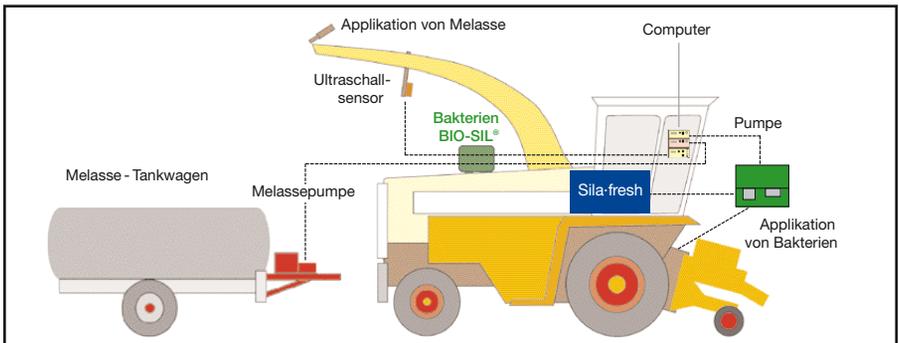
Der Melessedosierer dient zur Ausbringung von Melasse während des Ernteprozesses in das Siliergut. Die Ausbringungsmenge kann von 5 - 60 l/Minute stufenlos eingestellt werden. Als Melassebehälter steht ein Faßtankwagen mit 2000 - 3000 l Fassungsvermögen zur Verfügung.

Der Antrieb der Melassepumpe erfolgt über die Arbeitshydraulik des Feldhäckslers. Der Melessedosierer wurde für den Aufbau am Feldhäcksler entwickelt. Die stufenlose Einstellung der Dosierung erfolgt über die Regelung des Hydraulik-Ölstromes durch ein externes 3-Wege-Proportional-Regelventil.

Die Kontrolle der Einstellung der Melassemenge erfolgt mit Hilfe eines integrierten Volumenstrom-Meßgerätes.

Die Melasseeinbringung in das Siliergut erfolgt am Ende des Auswurfbogens per Düse mit Rückschlagventil.

Schema 2: Kombination von automatisch geregelten Melasse-, BIO-SIL^{® 1)} und Sila:fresh²⁾-Dosierern am Häcksler



¹⁾ Homofermentative Milchsäurebakterien

²⁾ Silierzusatz zur Verbesserung der aeroben Stabilität auf der Basis von Kalium-Sorbat. Einsatz nur in Kombination mit BIO-SIL. Aufwandmenge: 0,4 kg/t Siliergut

4. Melessedosierer mit automatischer Regelung

Der automatisch geregelte Melessedosierer dient ebenfalls zur Ausbringung von Melasse während des Häckselprozesses. Der exakte Durchsatz des Gutstromes wird wie beim automatischen Bakteriendosierer über den Ultraschallsensor erfasst. Dieser regelt automatisch mittels des integrierten Mikrocontrollers die Dosierung der Melasse parallel zur Bakteriendosierung.

Die stufenlose Einstellung der Dosiermenge erfolgt über die Regelung des Hydraulikölstromes (Ölmotor : Melassepumpe = 1 : 1). **Da Melasse immer in Kombination mit Milchsäurebakterien angewendet werden sollte, ist mit dieser Dosieranlage eine gleichzeitige Applikation von Bakterien und Melasse gegeben.**

Der in der Fahrerkabine des Häckslers installierte Steuercomputer ist das gleiche Gerät wie beim automatischen Bakteriendosierer (Abb. 20) und gestattet die voneinander unabhängige Applikation von Melasse und Bakterien.

Bei der Mais- und Getreideganzpflanzensilierung wird nur BIO-SIL[®], ohne Melasse eingesetzt.

5. Bakterien- und Melessedosierung für Schwader, Ladewagen und Ballenpressen

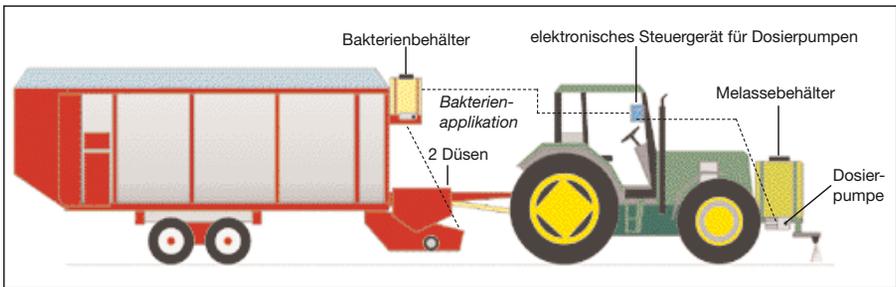
Die Bakteriendosierung ist auch für den Aufbau an Schwadern geeignet (Abb. 22). Die Applikation der Bakterien erfolgt kurz vor der Formung zum Schwad. Bei Ladewagen und Ballenpressen werden die Bakterien direkt auf den Gutstrom vor der Pick-up mit ein oder zwei Düsen aufgespritzt.

Die Melasse wird vor der Zugmaschine durch eine neue, speziell angepasste Dosierpumpe (Fördermenge bis 3 m³/h) direkt auf das Schwad aufgebracht (Schema 3).



Abb. 22: Bakteriendosierer am Schwader mit 100-, 200- oder 400-Liter-Behälter

Schema 3: Melasse- und Bakteriendosierung am Ladewagen



Hochdruckdosierung von BIO-SIL®

Zur Erhöhung der aeroben Stabilität wurde ein neues Präparat »Sila-fresh« auf der Basis von Kaliumsorbat entwickelt. Um die gleichzeitige Applikation von 3 Silierzusätzen (Melasse, BIO-SIL® und Sila-fresh) zu gewährleisten, wurde die Hochdruckdosierung für BIO-SIL® entwickelt.

Die Dosiertechnik wurde verkleinert. Statt 1 l je Tonne Siliergut werden nur 0,1 l je Tonne Siliergut mit entsprechend höherer Bakterienkonzentration eingesetzt. Zu diesem Zweck wurde der Dosierer mit einer Hochdruckpumpe versehen. Nun musste nachgewiesen werden, ob tatsächlich mit 0,1 l je Tonne Siliergut, appliziert am Einzug des Häckslers, noch eine gute Verteilung möglich ist. Daher wurde mit dem Häckslers konventionell mit dem Normaldosierer (Standarddosierung: 1 Liter/t Siliergut) als auch mit dem neuen Hochdruckdosierer (Hochdruckdosierung: 0,1 Liter/ t Siliergut) Silage hergestellt und nach den in Abb. 23 dargestellten Kriterien untersucht.

**Untersuchungen zur Verteilung von
Milchsäurebakterien bei Standard- und
Hochdruckdosierung**

- Beimpfen mit BIO-SIL® während des Häckseln von Gras (2. Schnitt)
- Punktuelle Probenahme (2 kg ohne Mischen)
- Keimzahlbestimmung
- Gärtest (PIEPER u.a.1987, Rostock 2001, DLG 2002)
- Laborsilos

pH- Werte
Milchsäure
Gärsäuren
NH ₃ -N

Abb. 23

Nach dem Abkippen der Silage wurden aus dem jeweiligen Siliergut (Kontrolle, Standard- und Hochdruckdosierung) unmittelbar nach dem Häckseln je 10 unab-

hängige Proben zu 2500 g von 10 unterschiedlichen Stellen des Haufens entnommen, die nicht weiter vermischt, sondern einzeln aufgearbeitet wurden. Bei der Verteilung der Bakterien im Siliergut ist bei der Kontrollsilage im Gegensatz zur Standarddosierung mit 1 l/t Siliergut (gelbe Säule) ein deutlich geringerer Besatz zu erkennen. Bei der Hochdruckdosierung finden wir etwas niedrigere Keimzahlen als bei der Standarddosierung. Die Streuung ist etwas geringer (Abb. 24).

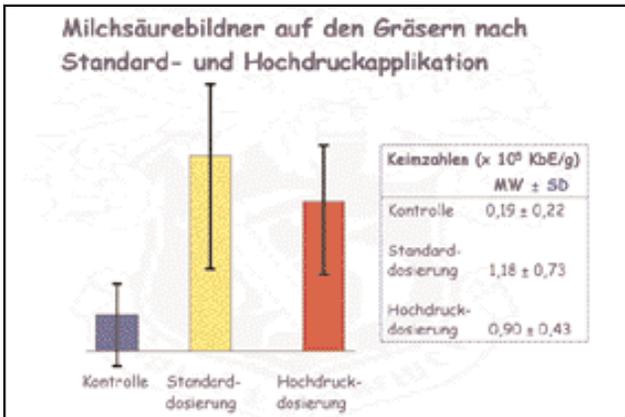


Abb. 24

Mikrobiologisch sind also keine Unterschiede zwischen Standard- und Hochdruckdosierung vorhanden. Welche Ergebnisse wurden in den Laborsilos (Weckgläser) erreicht?

Laborsilage (Parameter nach 72 h)			
	Kontrolle	Standarddosierung	Hochdruckdosierung
pH-Wert	4,22	3,93	3,98
Milchsäure (g/kg TS)	65,4	76,3	79,4
Essigsäure (g/kg TS)	8,9	7,1	7,4
Propionsäure (g/kg TS)	0,3	0,2	0,2
NH ₃ -N (% vom Ges. N)	3,28	2,14	2,14

Abb. 25

Nach 72 Stunden gab es bei den untersuchten Parametern keine Unterschiede zwischen Standard- und Hochdruckdosierung (Abb. 25). In der Abbildung 26 ist der pH-Wert der Labor-Silagen nach 48 und 72 Stunden dargestellt.

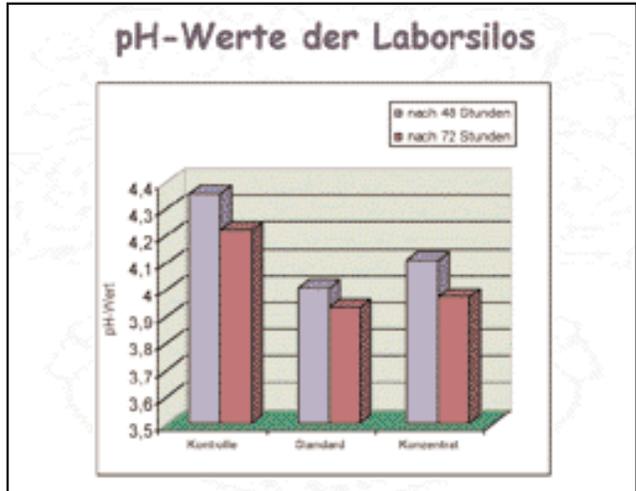


Abb. 26

Die anderen Parameter bewegten sich nach 48 Stunden ebenfalls schon im Normalbereich. Im Gärtest wurden ebenfalls keine Unterschiede im pH-Wert zwischen Standard- und Hochdruckdosierung gefunden (Abb. 27).

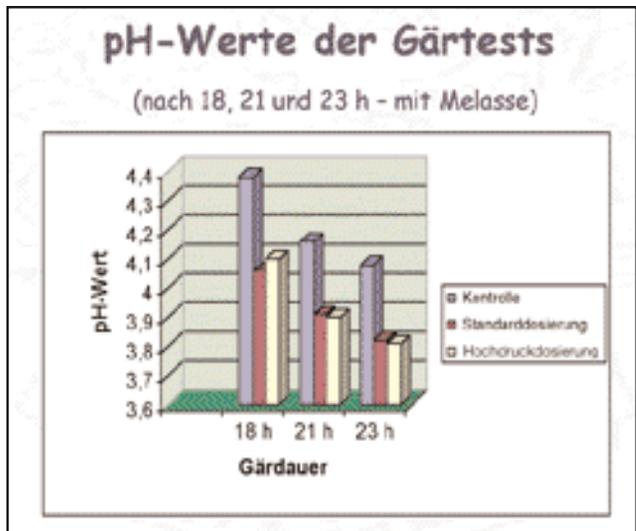


Abb. 27

Die verschiedenen Dosieranlagen sind wartungsarm und gemäß der Bedienungsanleitung zu reinigen und zu pflegen.

Alle Bakterien- und Melassedosierer sind nach dem Baukastenprinzip aufgebaut und können auf Wunsch individuell angepaßt werden.

ZUR BEWIRTSCHAFTUNG DER SILOS

Silogröße

Um den für eine Herde notwendigen Siloraum zu berechnen, sind folgende Parameter zu beachten: Eine Kuh benötigt ca. 20 m^3 Siloraum, der wöchentliche Mindestvorschub sollte wenigstens 1,2 - 1,4 m betragen. Wird davon ausgegangen, dass eine Kuh im Durchschnitt täglich 7 kg TM Grassilage und 7 kg TM Maissilage aufnimmt, so kann man mit Hilfe der Dichte der Silage (240 kg/m^3 bei Grassilage und 270 kg/m^3 bei Maissilage) den notwendigen Siloraum berechnen. Er beträgt für die Grassilage $10,6 \text{ m}^3$ je Kuh und Jahr ($7 \times 365 : 240$) und $9,4 \text{ m}^3$ für die Maissilage je Kuh und Jahr ($7 \times 365 : 270$), wenn für beide Silagen mit einem TM-Gehalt von 35 % gerechnet wird.

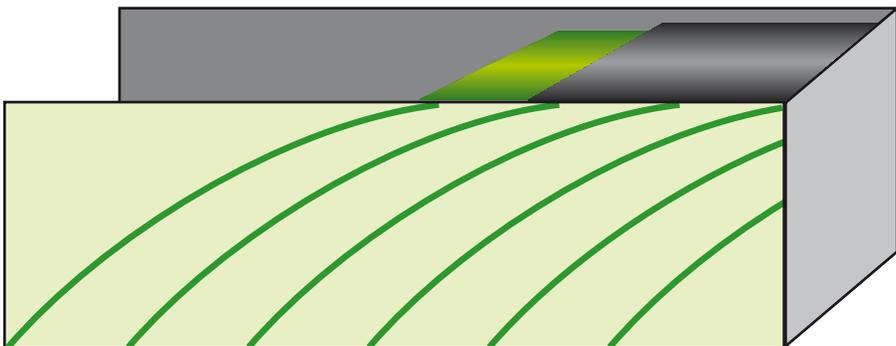
Soll die notwendige Silogröße z. B. für 80 Kühe berechnet werden, so ergibt sich für die Grassilage bei einer Anschnittsfläche von 12 m^2 (6 m breit, 2 m hoch) eine Silolänge von ca. 71 m und für die Maissilage von 63 m. Der wöchentliche Silovorschub beträgt dann für die Grassilage 1,36 m und für die Maissilage 1,21 m. In der Regel werden die Silos zu kurz angelegt und die Anschnittsfläche wird zu groß gewählt.

Da in den meisten Betrieben Silos vorhanden sind, muss aus dem, was da ist, das Beste gemacht werden. Dazu sollen hier einige Ratschläge gegeben werden.

Befüllung der Silos

Bei großen breiten ($> 15 \text{ m}$ breit) sollte das Siliergut angestapelt werden, dabei muss darauf geachtet werden, dass die Schräge mindestens 30° Steigung aufweist, weil sonst die der Luft ausgesetzte Fläche und die abends abzudeckende Schräge zu groß wird. Ein schematischer Querschnitt des Silos ist in Abb. 28 dargestellt.

Abb. 28: Silolängsschnitt



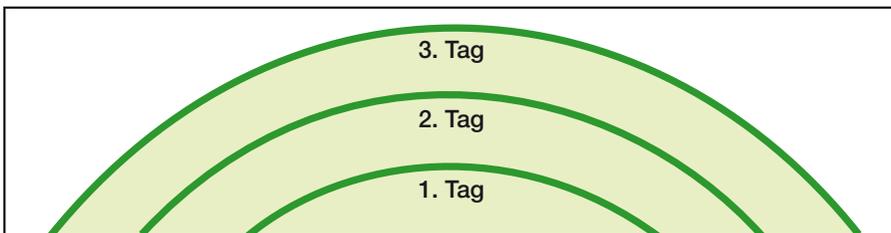
In Abb. 29 ist zu sehen, wie ein Radlader das Siliergut gleichmäßig verteilt.



Abb. 29:
Radlader bei der Arbeit
im Silo

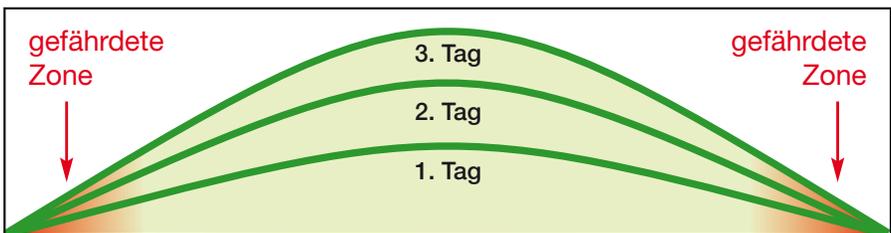
Wenn diese großen Silos geteilt wurden, so dass dann »kleinere« Silos entstehen, ist auch hier dem Anstapeln des Siliergutes der Vorrang zu geben. Bei kleinen Silos kann ein Überfahren des Siliergutes angeraten sein. Dabei sollte hier so verfahren werden, wie es im folgenden Schema dargestellt ist.

Abb. 30: **Richtige** Befüllung kleiner Silos (schematisch)



Der Siloqualität abträglich ist die im folgenden Schema dargestellte Befüllung.

Abb. 31: **Falsche** Befüllung kleiner Silos (schematisch)



Hier werden durch das ständige Überfahren des Siliergutes am Anfang und am Ende des Silos, jeweils etwa 6-10 m, erhebliche Mengen an Siliergut verdorben, das können 80-100 t Siliergut sein. Solche Fehler können teuer werden!

Verdichtung des Siliergutes

Eine gute Verdichtung des Siliergutes ist eine wesentliche Voraussetzung für die Herstellung von Qualitätssilagen. Je schneller der Sauerstoff aus dem Siliergut verdrängt werden kann, desto günstigere Bedingungen entstehen für die Vermehrung der Milchsäurebakterien, desto schneller kann der pH-Wert abgesenkt werden, desto geringer sind die Nährstoffverluste durch Erhitzung des Siliergutes.

Anforderung an die Dichte des Siliergutes

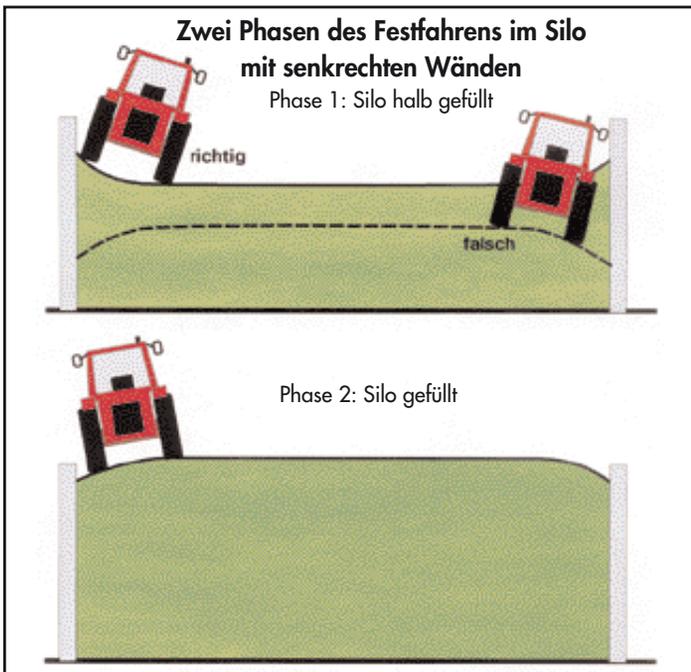
Das Siliergut ist so zu verdichten, dass nur minimale Mengen an Luft bzw. Sauerstoff von der Anschnittsfläche in das Silo gelangen können. Folgende Richtgrößen für die Dichte in kg TM/m³ Silage werden angegeben.

Tab. 13 : Richtgrößen für die Dichte von Siliergut (aus Futterkonservierung, 2002)

Silage	Trockenmasse	Dichte kg TM/m ³
Gras	20	160
	40	290
Mais	28	230
	33	270

Beim Festfahren des Siliergutes müssen 2 Phasen unterschieden werden (Abb. 32).

Abb. 32: Verdichten des Siliergutes (schematisch)



In der ersten Phase muss das Siliergut am Rand hochgezogen werden, damit die Randflächen genügend verdichtet werden können. Wenn die Silokanten zu flach befüllt werden, kann hier nicht ausreichend verfestigt werden. Das hat zur Folge, dass sich vorzugsweise aerobe Prozesse entwickeln können, was zum Verderb der Silage am Rand führt.

In der zweiten Phase wird wie in Abbildung 32 verfahren, wobei das Siliergut nicht über die Kanten gefüllt werden darf. Für die Verdichtung werden unterschiedliche Maschinen (Frontlader, Rüttelwalzen, Traktoren) benutzt.

*Abb. 33:
Verdichten des
Siliergutes*

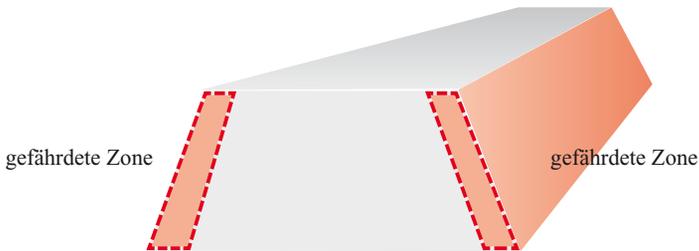


*Abb. 34: Verteilung
und Verdichten des
Siliergutes*



Sind Silos mit Seitenwänden nicht verfügbar, sondern nur eine Siloplatte, dann werden Freigärhaufen angelegt. Dabei muss der Verdichtung des Siliergutes besondere Beachtung geschenkt werden. Das betrifft vor allem die Kanten oder Randzonen des Silos. Werden die Randzonen zu steil angelegt (Abb. 35), dann ist eine ordentliche Verdichtung nicht möglich. Da die Luft aus diesen Randzonen ungenügend verdrängt wird, treten Fehlgärungen und damit Erhitzungen auf, die zu einem erhöhten Pilzbefall und zum Verderb führen.

Abb. 35: Zu steile Randzonen im Freigärhaufen



Es ist daher sinnvoll, flachere Kanten des Silos auszubilden, damit das Siliergut quer verdichtet werden kann.

Abb. 36: Flache Randzonen lassen sich verdichten.



Günstig ist, wenn an den Seiten Strohmatte gelegt werden, um eine Verschmutzung des Siliergutes durch den Traktor oder andere Geräte zu vermindern.

ABDECKEN DES SILOS

Um eine abraumfreie Silage herzustellen, kommt einer möglichst hermetischen Abdeckung des gut verdichteten Futterstapels eine erstrangige Bedeutung zu. Wir empfehlen dafür das von uns weiterentwickelte Verfahren zur Abdeckung der Silage mit wepelen® Multi-Silofolie 500 in Verbindung mit »superstretch« Hygienefolie anzuwenden.

wepelen® Multisilofolie 500 (DLG-geprüft)

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

Was muss bei der Abdeckung des Silos beachtet werden?

Grundsätzlich müssen abends nach der Befüllung die Silos abgedeckt werden.

Das gilt auch für kleinere Silos, die an einem Tag befüllt werden können, aber auch für große Silos, deren Befüllung mehrere Tage in Anspruch nehmen. Dies ist aus mehreren Gründen bedeutsam: Wird das Silo nicht abgedeckt, dann entweicht das im Silo entstandene CO₂, das Siliergut erhitzt sich stark und wird im Futterwert gemindert.

Wie stark diese Erhitzungen sind, geht aus Untersuchungen (NUSSBAUM 1999) hervor. (Abb. 37)

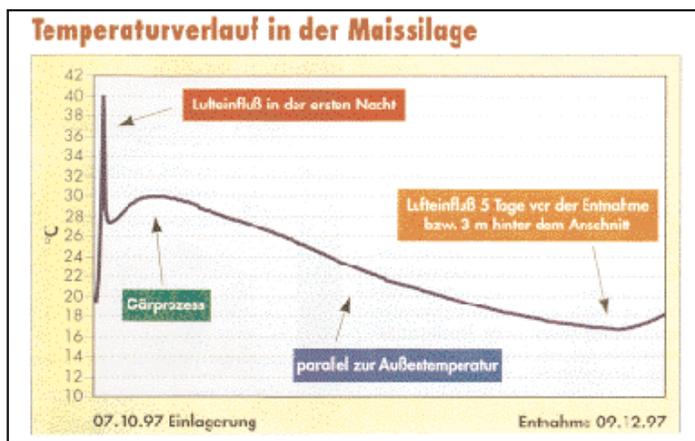


Abb. 37:
Temperaturverlauf in einer Maissilage

Ein weiterer Gesichtspunkt ist, ungünstige Witterungseinflüsse vom Siliergut fernzuhalten. Wenn beispielsweise 30 mm Regen über Nacht fallen, dann wird das Siliergut nass, der Trockensubstanzgehalt vermindert sich von 35 % auf 27 %. Da gleichzeitig Nährstoffe, vor allem aber Zucker ausgewaschen werden, treten ebenfalls Fehlgärungen auf. Hier gibt es noch einen Nebeneffekt:

Durch diese Niederschlagsmenge ist die Ernte mindestens um einen Tag unterbrochen. Das nicht abgedeckte Silo erhitzt sich weiter, während ein abgedecktes Silo diese Notpause ohne größere Probleme übersteht.

Aerobe Umsetzungen führen in den Befüllpausen des Silos zur Erwärmung des Futters und sind Ursache für die Entstehung der »braunen Schichten«, besonders in der Maissilage. 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. 14: Parameter einer erwärmten Schicht in der Maissilage (NIRS-Methode, Paulinenaue) - Milchhof Klosterfelde

Futtermittel	TM-Gehalt	Roh-faser	Roh-protein	Roh-asche	NEL	Note f. den Silier-Erfolg
	g/kg OM		g/kg TM		MJ/kg TM	
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 Mastiden 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. Die freie Oberfläche muss in der Befüllpause (während der Nacht) mit einer Silofolie oder mit der »superstretch« Hygienefolie abgedeckt und teilweise beschwert werden. Die folgenden Abbildungen zeigen die Technologie der Silageherstellung nach dem Verfahren Dr. Pieper.

Zunächst zur Applikation von Trockeneis:



Abb. 38:
Das Trockeneis wird in Thermobehältern zum Silo gebracht

*Abb. 39:
Verteilung der Eisblöcke auf
dem Silo*



Der Abstand zwischen den Blöcken beträgt ca. 4 m. Hier wird ein Maissilo behandelt. Trockeneis wird aber auch bei der Grassilierung angewandt.

*Abb. 40:
Zerkleinerung der Blöcke in
faustgroße Stücke durch Hand-
arbeit mit dem Fäustel*



Das Trockeneis ist weitgehend gleichmäßig auf der Schräge verteilt. Unabhängig davon, ob das Silo verschlossen oder nur zeitweilig (über Nacht) abgedeckt wird, wird eine 10 cm dicke Siliergutschicht aufgebracht.

*Abb. 41:
Abdeckung des Trocken-
eises mit Siliergut*



Sie hat die Aufgabe, zu verhindern, dass die Eisbruchstücke an der Folie scheuern und dass sie durch direkte Kälteeinwirkung keinen Schaden nimmt.



*Abb. 42:
Abdeckung des Trockeneises
direkt mit der Radladerschaufel*

Über Nacht wird eine dünne Folie aufgelegt. Günstig ist es, wenn man eine 0,15 mm starke Folienbahn zur Verfügung hat, die immer wieder für diesen Zweck benutzt werden kann.



*Abb. 43:
Abdecken des Silos über Nacht*

Viele Betriebe nutzen dieses Verfahren erfolgreich. Wenn alle Voraussetzungen geschaffen wurden, um gutes Siliergut in das Silo zu bringen, so sollte auch erreicht werden, eine »abraumfreie Silage« zu erzeugen.



*Abb. 44:
Abdecken des Silos mit
Multisilofolie 500*

Hier ist auch zu sehen, dass sich die dünne Unterziehfolie und die Multisilofolie etwa 50 cm überlappen sollten. Ein großes Problem beim Abdecken stellen die Randzonen dar. Dazu empfehlen wir, eine 3 m breite Folie über den Silorand zu hängen, so wie es in der Abb. 45 schematisch dargestellt ist.

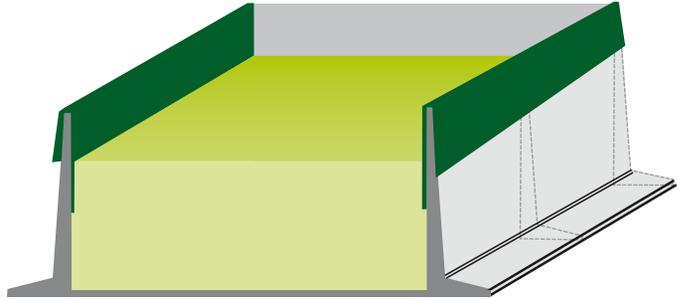


Abb. 45:
Kantenabdeckung,
1.Schritt

Dann wird das Silo gefüllt.



Abb. 46:
Silofolie an der Silowand

Nun wird die überhängende Folie zurück auf das Silo gelegt (Abb. 47)

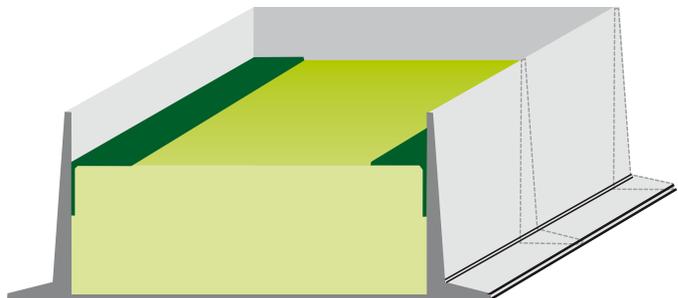
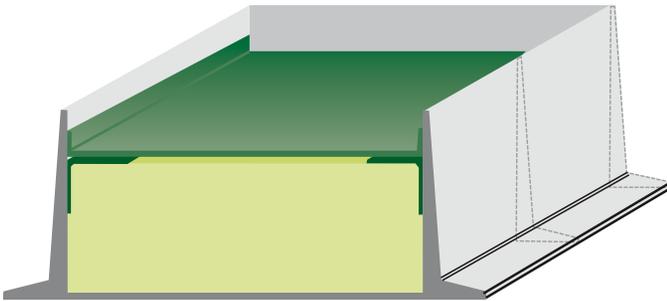


Abb. 47:
Kantenabdeckung,
2. Schritt

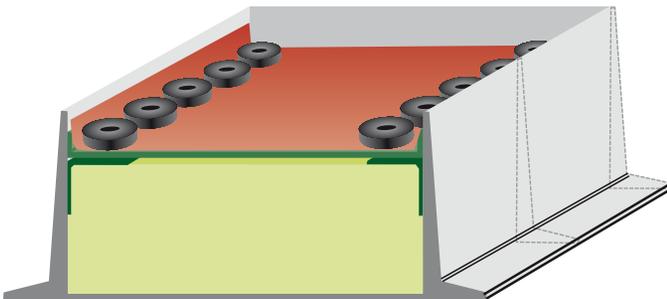


*Abb. 48:
Abdecken der Silokante*

Das Silo wird mit der Stretchfolie und der Multisilofolie abgedeckt, wie aus der Abb. 48 und dem folgenden Schema (Abb. 49) zu erkennen ist.



*Abb. 49:
Abdeckung des
Silos mit der
Stretchfolie
(schematisch)*



*Abb. 50:
Abdeckung
mit der
Multisilofolie*

Dieser scheinbare Mehraufwand zur »Silokantenabdeckung« hat große Auswirkungen auf die Tiergesundheit und die Senkung der Silierverluste.

Sickersaftbildung

Im Verlauf des Gärprozesses bildet sich bei der Silierung von Grünfütterstoffen Sickersaft. Er besteht im Wesentlichen aus dem frei gewordenen Zellsaft der abgestorbenen Pflanzenzellen. Außerdem entstehen bei der Vergärung und bei aeroben Abbauprozessen ebenfalls Wasser.

Die Sickersaftbildung wird im Wesentlichen vom Trockensubstanzgehalt des Siliergutes, dem Vertikaldruck im Silo und von der Pflanzenart beeinflusst. Der Trockensubstanzgehalt ist jedoch der entscheidende Faktor. Zwischen dem Trockensubstanzgehalt des Siliergutes und der Sickersaftbildung besteht eine lineare Beziehung, die Sutter (zit. nach Knabe u.a., 1986) wie folgt beschrieben hat:

$$y = 66,94 - 2,24 x$$

y = Sickersaftverlust in %

x = TS-Gehalt im Siliergut in %

Aus dieser Gleichung kann abgeleitet werden, dass sich im Siliergut, das einen TS-Gehalt über 30 % aufweist, kein Sickersaft mehr bildet. Diese Gleichung kann jedoch nicht auf alle Silierbedingungen übertragen werden, da der Einfluss des Vertikaldruckes im Futterstapel unberücksichtigt bleibt.

In der folgenden Tabelle sind Erwartungswerte für den Sickersaftanfall bei der Grünfüttersilierung dargestellt.

Tab. 15: Erwartungswerte für den Sickersaftanfall bei der Grünfüttersilierung (nach Peters u. Weißbach, 1974, zit. nach Knabe u.a.)

Futterstockhöhe in m	TM-Gehalt des Grünfutters in %					
	20	22	24	26	28	30
	kg Sickersaft je Tonne Grünfutter					
2	110	60	20	0	0	0
3	160	120	70	20	0	0
4	200	150	110	60	20	0
5	230	180	140	90	50	0

Für Maisilagen gelten etwa um 30 kg/t Siliergut niedrigere Werte.

Der Sickersaft gehört infolge seines hohen Gehaltes an leicht abbaubarer organischer Substanzen und wegen des niedrigen pH-Wertes zu den besonders umweltbelastenden Abwässern, deren Abbau einen hohen Sauerstoffverbrauch bedingt. Deshalb ist eine Ableitung des Sickersaftes in dichte Sammelbehälter grundsätzlich erforderlich. Einige Angaben zu Erträgen und Sickersaftanfall verschiedener Futterarten wurden von Sommer (2003) gemacht.

Tab. 16: Erträge und Sickersaftanteil verschiedener Futterarten

Futterart	Siliergut (Grünfutter)		Silosickersaft m ³ /ha	Grubenvolumen m ³ /ha
	Ertrag (dt/ha)	% TM		
Stoppelrüben	450 – 700	10	20 – 30	7,5
Raps	300 – 400	10	14 – 18	4,5
Zuckerrübenblatt	300 – 500	12 – 18	8 – 20	4,5
Mais (milchreif)	450 – 550	25	4 – 6	1,5
Mais (wachsreif)	450 – 550	30	0	0
Gras, Klee, Klee gras, frisch	250 – 300	20	4 – 5	1,5
Gras, Klee, Klee- gras, angewelkt	230 – 280	> 28	0	0

Das Auffangen des Sickersaftes ist gesetzlich vorgeschrieben. Grundsätzlich müssen bei der Anlage von Foliensilos oder Feldmieten die einschränkenden Vorschriften der jeweiligen Verordnung über Wasserschutzgebiete beachtet werden. Foliensilos ohne Basisdichtung dürfen nur für Futter angelegt werden, das keinen Sickersaft abgibt, also mehr als 28 – 30 % TM enthält.

Foliensilos mit Basisdichtung sind notwendig für Futter, bei dem Sickersaft anfällt, also das weniger als 28 % TM enthält. Der Sickersaft muss aufgefangen werden und umweltgerecht entsorgt werden. Weitere Voraussetzungen für die Anlage von Feldsilos oder Feldmieten sind, dass sie immer außerhalb der engeren Schutzzone von Wasserschutzgebieten bzw. einen Mindestabstand von 150 m zu öffentlichen Trinkwasserbrunnen und außerhalb von Überschwemmungsgebieten angelegt werden müssen. Der Abstand zu Hauswasserbrunnen sollte wenigstens 50 m betragen. Siloanlagen sollten nicht über Dränleitungen liegen.

Wenn als Siliermittel natriumnitrithaltige Präparate zum Einsatz kommen, wird bei auf Grund der Wartezeiten ihre Anwendung bei Nasssilagen problematisch. Freigärhaufen ohne Sickersaftauffanggruben verbieten sich von vornherein. Fahrtilos müssten aus Sicherheitsgründen mit Sickersaftgruben mit einem Fassungsvermögen von ca. 7 % des Silovolumens ausgestattet sein. Gülle, die diese Sickersäfte enthält, dürfte ebenfalls 4 – 6 Wochen nicht ausgebracht werden. Dadurch wird der Einsatz des wertvollen wirtschaftseigenen Düngers für Grünland nach dem ersten Schnitt und Mais verhindert.

ENTNAHME DER SILAGE

Bei der Auslagerung treten oft, infolge eines unzureichenden Vorschubs der Silage Nachgärprozesse ein, die zu einer Verminderung der Energiekonzentration der Silage führen. Außerdem bilden sich Endotoxine, die ebenfalls die Leistung der Tiere vermindern. Bei der Entnahme der Silage muss das Eindringen des Luftsauerstoffs in die obere Schicht des Silos verhindert werden.



*Abb. 51
Beschwerden der Silofolie
bei der Entnahme*

Über die Anschnittfläche wird auf die Folie entweder eine Schicht Sandsäcke, oder wie hier, Teile von Tagebauförderbändern, gelegt.

So sollte das Silo jeden Tag aussehen, dann laufen in der Oberfläche keine Nachgärprozesse ab. Wenn aber die Folie 1-2 m zurückgeklappt wird, die Luft 5-7 Tage freien Zutritt hat, dann muss die Silage warm werden. In der folgenden Abbildung wird ein vorbildlicher Siloanschnitt gezeigt. Der Anschnitt muss glatt sein, dann hat er die geringste Oberfläche. Ein Herausreißen der Silage muss vermieden werden.



*Abb. 52:
Silofront, glatte Anschnitts-
fläche, besenrein und ohne
Abraum*

Aber es geht nicht nur um den »Anschnitt«, sondern auch um die Sauberkeit im Silo. Das Silo muss besenrein sein, weil sonst durch die Entwicklung von Enterobakterien unliebsame Probleme, vor allem auch bei der Futteraufnahme, auftreten. Das kann zu endlosen Eutererkrankungen führen. **Die Futterhygiene beginnt also schon im Silo.**

ZUR AEROBEN STABILITÄT

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

Bei den teilweise zum Einsatz kommenden heterofermentativ wirkenden Siliemitteln 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 Grassilageproduktion nicht kontrollierbar sind (I. GRÄßLER, 2002). Häufig treten auf Grund des stechenden Geruchs, hervorgerufen durch stark erhöhte Essigsäuregehalte, Akzeptanzprobleme bei der Futteraufnahme auf. Außerdem erhöhen sich die Futterverluste, da die Silierung weniger wirkungsvoll verläuft.

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

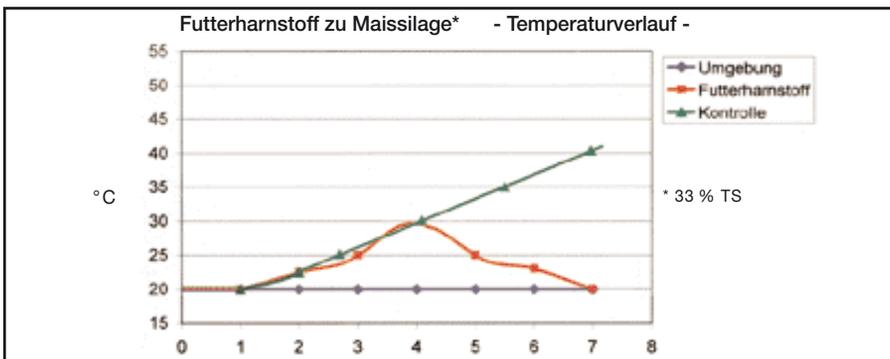
1. Technologische Maßnahmen

- eine gute Verdichtung des Silostapels
- eine möglichst hermetische Abdeckung mit Folien
- beim Öffnen des Silos sollte ein genügender Vorschub sowie saubere und glatte Anschnittflächen gewährleistet sein
- die »superstretch« Hygienefolie sollte nur soweit entfernt sein, wie Silage entnommen wird.

2. Kombination von BIO-SIL® mit Harnstoff

Dazu wurden in unserem Auftrag von J. THAYSEN in Schleswig-Holstein entsprechende Tests durchgeführt. (Abb. 52)

Abb. 53: Temperaturverlauf in der Maissilage



In der unbehandelten Probe steigt die Temperatur 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 von der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock die Gärparameter von Silagen, die mit 3 bzw. 5 kg Harnstoff/t Siliergut behandelt wurden, untersucht.

Tab. 17: Einfluss von BIO-SIL® und Harnstoff auf einige Gärparameter von Maissilage (TM: 31 %)

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
+ 2 g/t BIO-SIL®	3,72	5,0	0,66	0,008	-
+ 2 g/t BIO-SIL® + 0,3 % Harnstoff	3,89	5,7	0,79	0,046	0,14
+ 2 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, d.h., 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. Die Milchsäurebakterien können offensichtlich diese Harnstoffkonzentrationen vertragen. Bei der Betrachtung der Essigsäurewerte zeigt sich, dass die Harnstoffapplikation diese Werte etwas ansteigen lässt, sowohl bei den Varianten mit BIO-SIL® als auch bei denen ohne BIO-SIL®, so dass die aerobe Stabilität positiv beeinflusst wird.

3. PH-Wert und Hemmwirkung der Essigsäure

Die Essigsäurebildung ist nur in einem geringen Umfang (< 3,5% in der TS) erwünscht, soweit sie die aerobe Stabilität der Silage erhöht und die Schmachhaftigkeit der Silage nicht verschlechtert. Wie Untersuchungen von LÜCK u.a. (1995) zeigen, steigt die Hemmwirkung der Essigsäure gegen Hefen und Schimmelpilze mit sinkendem pH-Wert an.

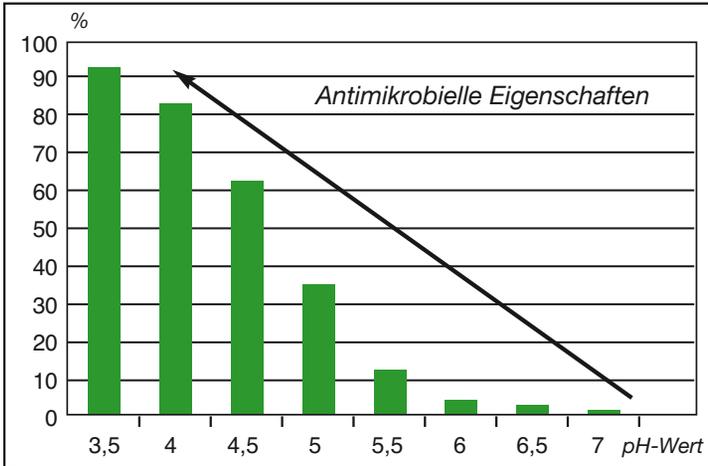


Abb. 54:
Anteil (%)
undissoziierter
Essigsäure

Werden unter diesem Gesichtspunkt die in der Tabelle 12 dargestellten Resultate betrachtet, so ergibt sich z. B. bei der Variante »unbehandelt + 0,5% Harnstoff« ein Essigsäuregehalt von 1,02 % in der TM, bei der Variante »2g BIO-SIL®/t + 0,5% Harnstoff« wird der Essigsäuregehalt auf 0,87 % in der TM abgesenkt. Wird nun unter Berücksichtigung des pH-Wertes der Anteil der wirksamen undissoziierten Essigsäure berechnet, so ergibt sich für beide Varianten ein Gehalt von 0,7 % undissoziierter Essigsäure in der TM. Durch den Zusatz von BIO-SIL® wird eine Doppelwirkung erzielt, der Essigsäuregehalt in der Silage wird abgesenkt, was günstig für die Schmackhaftigkeit der Silage ist, der Hemmeffekt auf Hefen und Schimmelpilze bleibt unbeeinflusst.

Untersuchungen zur Verbesserung der aeroben Stabilität der Maissilage mit BIO-SIL® und Harnstoff wurden auch in einem großen Rindermastbetrieb durchgeführt. Dabei erhöhte sich die Temperatur in der Silage bis zum 4. Tag um 8 °C und fiel dann bis zum 7. Versuchstag wieder auf den Ausgangswert zurück. Die Futteraufnahme der Maissilage wurde nicht negativ beeinflusst.

Der Harnstoff ist zwar kein Wundermittel für die Silage, aber es können mit Sicherheit 2-3 Tage aerobe Stabilität gewonnen werden.

Außerdem ist Harnstoff billig. Es ist bekannt, dass die Harnstoffapplikation zu Silagen die aerobe Stabilität der Silagen verbessert (KNABE u. a., 1986). Durch die Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und dem Bereich Tierernährung der Universität Rostock konnte die Firma Dr. Pieper TuP erstmals wichtige Zusammenhänge dieses Phänomens aufklären.

4. Oberflächenbehandlung des Maisstapels mit Harnstoff

Zur Verbesserung der aeroben Stabilität der Oberfläche und der Randschichten des Silos können ca. 800 g Harnstoff/m² aufgestreut 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.

5. Behandlung des Futterstapels mit Sila-fresh

Zur Verbesserung der aeroben Stabilität wird bei Grassilagen der Einsatz von Sila-fresh empfohlen. Es wurden Untersuchungen zum Einsatz von Sila-fresh (Kalium-sorbat) sowohl mit Grassilage als auch mit Maissilage durchgeführt.

Die Grassilage wurde vom 1. Schnitt gewonnen und mit BIO-SIL[®] und Sila-fresh behandelt. Die Silage wurde nach einer dreiwöchigen Lagerung entnommen.

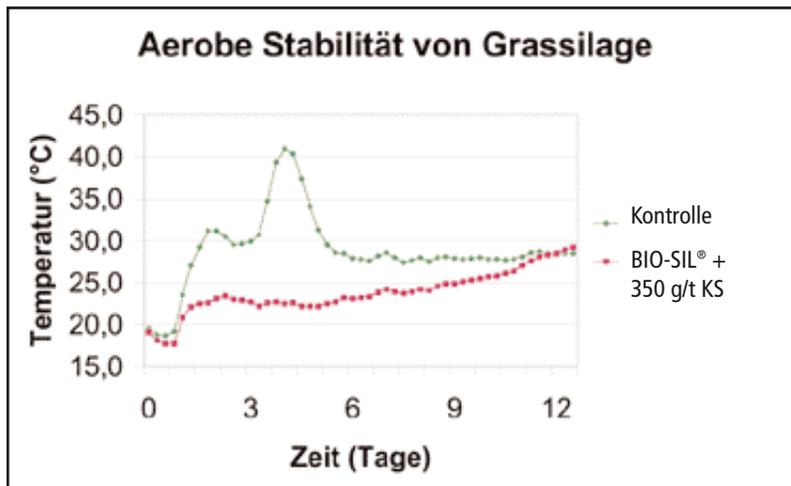


Abb. 55

Die grüne Linie charakterisiert die unbehandelte Silage. Diese Silage erwärmt sich schon nach einem Tag, das Maximum wird am 4. Tag nach der Auslagerung erreicht. Der erste Pik der Kurve wird durch die Tätigkeit der Hefen erzeugt, während der zweite Pik durch Pilze und Bakterien verursacht wird. Mit BIO-SIL[®] und 350 g Kalium-sorbat je t Siliergut (rote Kurve) behandelt, bleibt die Temperatur bis zum 9. Tag nach der Auslagerung unter 25°C.

Bei Maissilagen ist dem Einsatz von Harnstoff zur Verbesserung der aeroben Stabilität der Vorzug zu geben ist. Weitere Ergebnisse zum Einfluss von Kaliumsorbat auf die aerobe Stabilität wurden mit unterschiedlich behandelte Kleegrassilage ermittelt (Abb. 56):

Einfluss von Kaliumsorbat auf die aerobe Stabilität von unterschiedlich behandelte Kleegrassilage		
	Gärverlust %	Stabilität Tage
Kontrolle	8,2	7,0
BIO-SIL	4,6	2,6
Melasse	5,4	6,0
BIO-SIL+Melasse	4,7	2,0
Kaliumsorbat	5,9	7,0
BIO+Kaliumsorbat	6,2	7,0
BIO-SIL+Melasse +Kaliumsorbat	4,7	6,5

Pflanzenbestand:
 30 % Rotklee
 60 % Dt. Weidelgras
 10 % andere Gräser

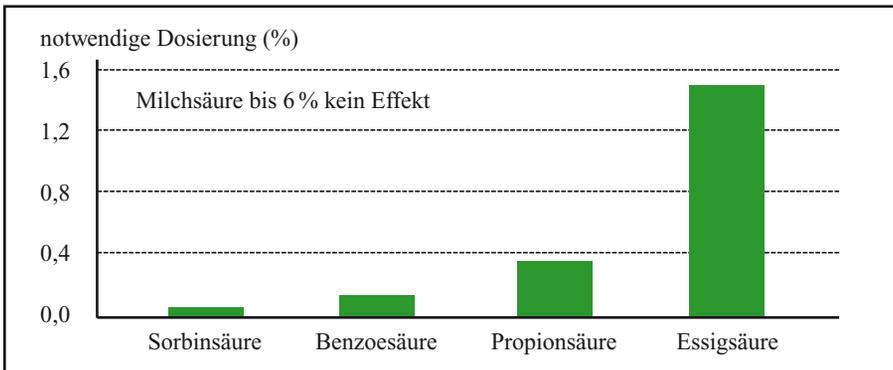
TM 32,7 %
 RP 17,4 %
 Nitrat 170 mg/kg

Abb. 56

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ist zweierlei zu sehen: Die Kontrollsilage, unbehandelt, hat eine Stabilität von 7 Tagen. Die Kontrolle war heterofermentativ besiedelt und erreicht eine Stabilität von 7 Tagen. Es wurde also nichts weiter getan und eine stabile Silage erreicht. Dann werden Bakterien eingesetzt und die Stabilität sinkt auf 2,6 Tage ab. Die Silierverluste wurden von 8,2 auf 4,6 gesenkt. Mit Melasse allein schlägt der natürliche epiphytische Besatz durch, die Stabilität wird wieder besser, die Verluste gehen etwas zurück. Mit Melasse und BIO-SIL®, hier wirken wieder die homofermentativen Bakterien, es entsteht fast keine Essigsäure und wenig Propionsäure, die Stabilität sinkt. Welche Begleiterscheinungen hier noch eine Rolle spielen, ist noch nicht genau bekannt, da Versuche unter Zugabe von Essigsäure und Propionsäure allein diese Effekte nicht brachten. Bei alleiniger Anwendung von Kaliumsorbat halten sich die Gärverluste in Grenzen und die Stabilität steigt an. BIO-SIL® und Kaliumsorbat bringen niedrigere Gärverluste und eine ordentliche Stabilität. Wenn der Gärprozess gesteuert und Kaliumsorbat zugesetzt wird, also die Variante mit BIO-SIL® plus Melasse plus Kaliumsorbat, kann eine stabile Silage mit geringen Energieverlusten erzeugt werden. **Zusammenfassend bedeutet dies, dass sowohl für den Mais als auch für die Grassilage Möglichkeiten vorhanden sind, die Stabilität der Silage zu verbessern und trotzdem die Vorzüge der homofermentativen Gärung - d. h. Verlustsenkung, verbesserte Futteraufnahme u. a. - zu nutzen sind.**

Schließlich soll noch anhand einer grafischen Darstellung auf die Hemmwirkung von *Penicillium roqueforti* durch verschiedene organische Säuren hingewiesen werden.

Abb. 57: Hemmung von *Penicillium roqueforti* durch organische Säuren



Es ist deutlich sichtbar, dass die größte Hemmwirkung durch Sorbinsäure erreicht, während bekanntermaßen die Milchsäure in Konzentrationen bis zu 6% keinen Effekt aufweist.

Zur Dosierung von Sila-fresh in Silagen

- Gesamtsilobehandlung: 0,4 kg Sila-fresh in 1 Liter Wasser; 1 Liter pro t Siliergut
- Oberflächenbehandlung: 0,1 kg Sila-fresh in 1 Liter Wasser; 2 Liter pro m²

Herstellung der Lösung:

Sila-fresh löst sich relativ langsam in Wasser. Deshalb sollte die Lösung spätestens am Abend vor dem Einsatz hergestellt werden.

Nach dem Auflösen bleibt die Lösung jedoch mindestens 7 Tage stabil. Bei Schutz vor direkter Lichteinstrahlung auch länger haltbar.

- Zur Herstellung von 100 Liter Lösung, den Behälter des Dosierers zur Hälfte mit Wasser füllen und anschließend 40 kg Sila-fresh zugeben. Nach kräftigem Umrühren den Behälter mit Wasser auf 100 l auffüllen.
- Sila-fresh und BIO-SIL® dürfen nicht in einer Lösung zubereitet werden. Es sind zwei Dosierer erforderlich.
- Zum Einsatz in Futtermischungen nach gleichem Verfahren 0,4 kg Sila-fresh in 5 bis 10 Liter Wasser lösen.

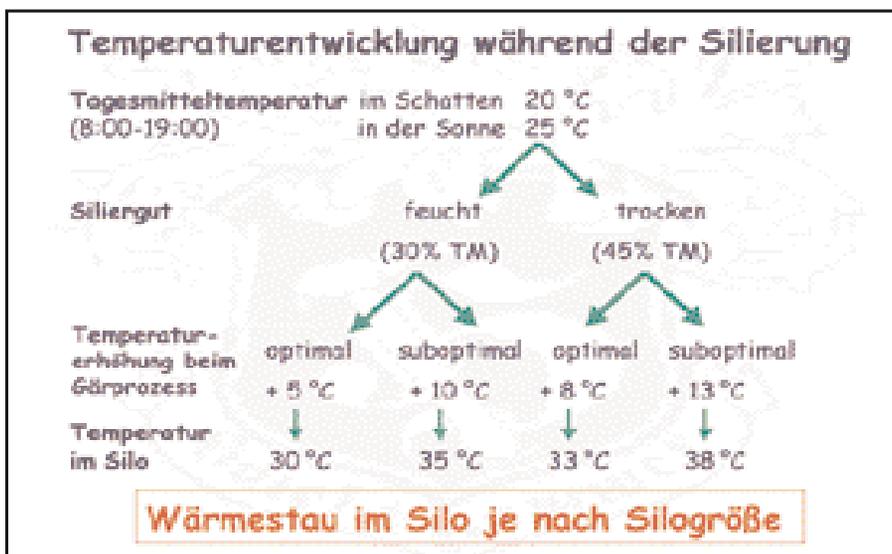
Dosiertechnik:

Der vorhandene Flüssigdosierer (1 Liter/Tonne Siliergut) wird für das Sila-fresh und der neu entwickelte Hochdruckdosierer (0,1 Liter/Tonne Siliergut) für BIO-SIL® benutzt.

Zum Wärmestau in Silagen

Viele Landwirte haben besonders in 2002 eine erhebliche Wärmeentwicklung in den Silos festgestellt. Vom epiphytischen Besatz des zu silierenden Gutes her herrschten besondere Verhältnisse. Durch das sehr feuchte Frühjahr entwickelte sich ein sehr zu Nachgärungen neigender epiphytischer Besatz an den Pflanzen. In der Abbildung 58 sind einige Angaben zur Temperaturentwicklung während der Silierung dargestellt.

Abb. 58



Bei Sonnenschein werden im Tagesmittel 25 °C erreicht. Bei einem TM-Gehalt des Siliergutes von 30 % und optimalen Silierbedingungen beträgt der Anstieg der Temperatur durch den Gärprozess ca. 5 °C. Im Silo herrschen dann Temperaturen von 30 °C. Bei trockener Silage verdunstet weniger Wasser, das Siliergut wird dadurch wärmer, es bleiben aber mal die 25 °C im Ausgangsmaterial stehen. Aufgrund des höheren Porenvolumens im Siliergut steigt die Gärtemperatur. Man muss damit rechnen, dass dann 33 °C in der Silage erreicht werden. Wenn die Einlagerung sehr langsam erfolgt, sind suboptimale Bedingungen vorhanden. Die Temperaturerhöhung während des Gärprozesses beträgt ca. 10 °C, sodass sich die Temperatur im

Silo auf 35 °C erhöht, bei trockenerem Ausgangsmaterial werden mindestens 38 °C im Silo erreicht. Bei höheren Außentemperaturen, z.B. waren im September 2002 noch 25 °C zu messen, in der Maissilage traten Temperaturen von ca. 30 °C auf, die dann je nach Silogröße nur langsam abtransportiert wurden und einen Wärmestau verursachten. In der Dabergotzer Agrar-GmbH wurden im Januar 2003 in der Maissilage 23 – 24 °C gemessen. Bei solchen Silagen muss man überlegen, ob es sich um eine Nacherwärmung oder um eine Erwärmung, die aus dem Gärprozess stammt, handelt.

In vielen Betrieben wird die Silage des 2. Schnittes schon im August geöffnet. Im Silo ist die Wärme aus dem Gärprozess vorhanden und im August kommt natürlich auch Wärme von außen, sodass eine rasante Entwicklung von Gärschädlingen, der Hefen und Coliformen-Keime im Silo erfolgt. Diese Silos gehen sehr schnell hoch. Es reichen Spuren von Sauerstoff aus, um die Entwicklung der unerwünschten Mikroorganismen zu begünstigen. Deshalb müssen unbedingt Maßnahmen zur Erhöhung der aeroben Stabilität eingeleitet werden.

SILIERUNG VON FEUCHTEM KÖRNERMAIS

Oft ergibt sich in der Praxis die Notwendigkeit, feuchten Körnermais zu konservieren. Es wurden deshalb Untersuchungen zur Konservierung von feuchtem Maisschrot durchgeführt. In der folgenden Tabelle werden einige Ergebnisse dieser Untersuchungen vorgelegt.

Tab. 18: pH-Werte von unterschiedlich behandelten feuchtem Maisschrot (72% TS)

Behandlung	- Versuch 1 -	pH-Wert
unbehandelt		4,2
+ 2 g/t BIO-SIL®		3,9
+ 10 l/t Ammoniumpropionat		4,4
+ 15 l/t Ammoniumpropionat		4,5
2 g/t BIO-SIL® + 10 l/t Amm.-prop.		4,0

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, bringt der Zusatz von BIO-SIL® die günstigsten Ergebnisse bei der Konservierung von feuchtem Maisschrot (72 % TM) im Vergleich mit den anderen Versuchsvarianten. Warum kann in einem so »trockenen« Material noch eine Milchsäuregärung stattfinden? Weil nicht der Trockenmassegehalt des Siliergutes entscheidend ist, sondern, wie ZIERENBERG, FRIEDEL u. GABEL (Universität Rostock) kürzlich mitteilten, vor allem der osmotische Druck des Siliergutes eine entscheidende Einflussgröße darstellt. Die Bakterien gehen nicht am Wassermangel zugrunde - es gibt Bakterien, die können in noch trocke-

neren Substraten existieren -, sondern an der Erhöhung des osmotischen Druckes. Dieser erhöht sich durch den Wasserentzug. Wenn im Maisschrot oder im Getreide, ganz allgemein, wenig Mineralstoffe enthalten sind, dann siliert dieses Material auch bei 70% TM mit BIO-SIL® problemlos.

Diese Untersuchungen wurden in Kombination mit Harnstoff weitergeführt (Tab. 19).

Tab. 19: Maisschrotkonservierung mit Harnstoff und BIO-SIL® (TM 72 %)

- Versuch 2 -	
Behandlung	pH-Wert
unbehandelt	4,5
+ 0,3 % Harnstoff	4,8
+ 0,5 % Harnstoff	5,2
+ 2 g/t BIO-SIL®	4,0
+ 2 g/t BIO-SIL® + 0,3 % Harnstoff	4,1
+ 2 g/t BIO-SIL® + 0,5 % Harnstoff	4,1

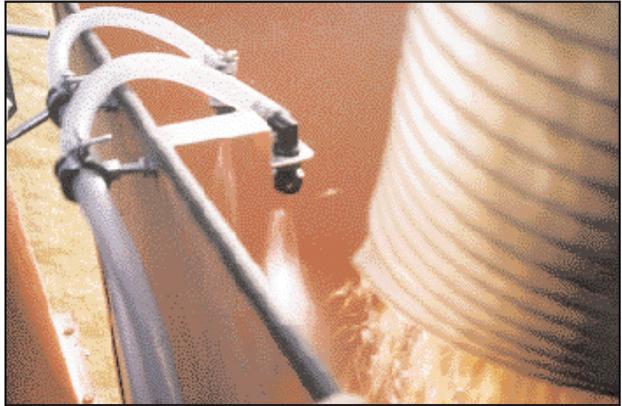
Bei Harnstoffeinsatz allein steigt der pH-Wert gegenüber der unbehandelten Kontrolle an. Mit BIO-SIL®-Zusatz sinkt der pH-Wert des Siliergutes auf 4 ab, es erhöht sich bei der kombinierten Anwendung von BIO-SIL® plus Harnstoff nur geringfügig. Die Bakterien kommen mit den Harnstoffzulagen zurecht. Das ist günstig, wie bereits dargelegt, für die **aerobe Stabilität** der feuchten Maisschrotsilage.

In den folgenden Abbildungen ist die Technik zur Herstellung von Maisschrot und seiner Silierung in Schläuchen dargestellt.



Abb. 59:
Schroten des Mais

Diese Mühle hat eine Leistung von 15 t/h. Sie wurde von der Firma AG-BAG zur Verfügung gestellt. Der Körnermais, der an einem Tag von einem Mährescher geerntet wurde, konnte mit dieser Mühle schnell verarbeitet werden. Die Bakterien werden bei dem Schrotten eingesprüht und das Siliergut in Schläuche gebracht. Für 300 Kühe wurde das Krafftfutter innerhalb von anderthalb Tagen geerntet, geschrotet, konserviert und eingelagert. Das Verfahren ist sehr kostengünstig. Die Bakterienlösung wird beim Schrotten eingesprüht (Abb. 60)



*Abb. 60:
Applikationsdüsen
für Silierzusätze*

In der folgenden Abbildung ist die Befüllung der AG-BAG-Maschine dargestellt.



*Abb. 61:
Befüllung der AG-BAG-
Maschine*

Ein Schlauchdurchmesser von 2,40 m hat sich sowohl für Milchviehbetriebe als auch für Schweineproduktionsbetriebe bewährt. Mit dieser Schlauchgröße kann der erforderliche Vorschub (ca. 2 m/Woche) gewährleistet werden. Falls in Milchviehbetrieben der notwendige Vorschub nicht erreicht wird, kann dem Maisschrot bei der Silierung Harnstoff zugesetzt werden, dadurch wird die aerobe Stabilität der Maisschrotsilage verbessert.

STICHPUNKTE EINES PRAKTIKERS ZUR HERSTELLUNG VON TOP-SILAGE

1. Futterfläche

wertvoller Pflanzenbestand

- hoher Ertrag / hohe Nährstoffdichte / hohe Verdaulichkeit
- Bestandsführung - Düngung / Pflege / Nachsaat

2. Mahd

- optimaler Schnittzeitpunkt 220 g Rfa
- optimale Einstellung Mähwerk / Breitablage

3. Wenden / Schwaden

- optimale Einstellung / niedrige Feldverluste / geringe Verschmutzung
- Anwelkgrad ca. 35% TS (Verdichtung / Futteraufnahme)

4. Häckseln

- scharfe Messer / Gegenschneide
- Häcksellänge
- exakte Dosierung Siliermittel
- Häckserleistung an Verdichtung im Silo anpassen !!!

5. Silo

- saubere, befestigte Flächen
- gute Verdichtung AWS 20 % TS = 8 dt/m³
40 % TS = 5,8 dt/m³ MS = 8,2 dt/m³
- schnelle Silobefüllung / kurze Schrägen
- ebene Siloflächen / nicht über Seitenwandhöhe silieren
- schnelles abschnittsweises Zudecken mit Folie
- Folie festlegen (Reifen, Sonstiges) auch in Befüllpausen

6. Siloentnahme

Vermeidung von Nährstoffverlusten

durch Nacherwärmung und Schimmelbildung

- glatte Anschnittflächen
- Zurücknahme der Folie entsprechend der Silageentnahme
- notwendigen Vorschub realisieren
- keine aufgelockerten Futterpartien zurücklassen
- Erhaltung der Schmackhaftigkeit

BEWERTUNGSMETHODEN FÜR SILIERGUT UND SILAGE

Pufferkapazität (PK)

Das Absenken des pH-Wertes über die Vergärung von Zucker zu Gärssäuren, vornehmlich zu Milchsäure, bis zum kritischen pH-Wert ist nicht nur vom Zuckergehalt des Siliergutes abhängig. Verlauf und Endpunkt dieses Prozesses werden ebenfalls vom Anteil basisch wirkender, puffernder Substanzen im Siliergut beeinflusst. Als puffernde Substanzen wirken vorwiegend die basischen Anteile der Rohasche und das Rohprotein (Aminosäuren). Im Verlauf der Silierung kann sich die Pufferwirkung weiter erhöhen, wenn der Einweißabbau bis zum Ammoniak verläuft. Analytisch wird die Pufferkapazität als diejenige Menge an Milchsäure erfasst, die zur Ansäuerung auf einen pH-Wert von 4 erforderlich ist. Sie wird in g Milchsäure je 100 g Trockensubstanz angegeben.

Z/PK-Quotient

Der Zuckergehalt (Z) und die Pufferkapazität (PK) gelten als Maßstab für die Vergärbarkeit. Der Z/PK-Quotient gibt das Verhältnis zwischen Zucker und Pufferkapazität an. Damit erfolgt eine Angabe darüber, um welchen Faktor die Zuckermenge im Siliergut größer ist als die zum Ansäuern auf pH 4 erforderliche Milchsäuremenge. Siliergut mit einem Z/PK-Quotienten < 2 ist als schwervergärbare einzustufen (siehe auch S. 19)

Vergärbarkeitskoeffizient (VK)

Mit dem Vergärbarkeitskoeffizienten lassen sich die Faktoren Gäreignung und TM-Gehalt in einer Kennzahl zusammenfassen, die eine Grobabschätzung des Gärverlaufes gestattet. Der Vergärbarkeitskoeffizient wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$VK = TM \% + (8 \times Z/PK)$$

Ist der Vergärbarkeitskoeffizient größer als 45, so kann ein weitgehend stabiler Gärungsverlauf erwartet werden.

Im Folgenden werden 3 unterschiedliche Beurteilungsschlüssel der Gärqualität dargestellt:

1. Der DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen, nach Weißbach und Honig (1997)
2. Der modifizierte DLG-Schlüssel der Landwirtschaftskammer Weser-Ems (02.2004), der neben der Einschätzung der Gärqualität auch Futterwertparameter enthält
3. Der Berliner Schlüssel von Ehrengard Kaiser und Kirsten Weiß)

DLG-SCHLÜSSEL

zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung (nach WEIßBACH und HONIG)

Der Schlüssel ist für die Beurteilung von Grünfuttersilagen aller Art (Silagen von Gras, Leguminosen, Grüngetreide, Mais- und Getreideganzpflanzen, Kreuzifern und Rübenblatt) geeignet, unabhängig vom Silierverfahren, vom Trockensubstanzgehalt und von der Anwendung chemischer oder biologischer Zusätze. Für die Beurteilung von Silagen aus Maiskolbenprodukten, Feuchtgetreide, Hackfrüchten und Nebenprodukten der Ernährungsindustrie pflanzlichen Ursprungs (Pressschnitzel, Biertreber u.a.) ist er nur insoweit anwendbar, als es sich um Gärungssilagen handelt. Die Anwendung auf alkalische Silagen ist generell ausgeschlossen.

Gegenstand der Beurteilung ist der Konservierungserfolg bei der Bereitung von Silagen (Siliererfolg). Dazu werden Merkmale des Gärverlaufes und Nährstoffabbaues im Silo herangezogen, die sich an der Silage nachweisen lassen. Das als Gärqualität bezeichnete Urteil über eine Silage liefert wichtige Hinweise auf das Ausmaß der entstandenen Nährstoffverluste, die eingetretene Abnahme des Nährstoff- und Energiegehaltes, die Lagerstabilität der Silage im Silo, die zu erwartenden Verzehrsminderungen sowie Risiken für die Milchqualität und Tiergesundheit.

Buttersäuregehalt, Ammoniakanteil, pH-Wert und Essigsäuregehalt werden durch Punktzahlen einzeln bewertet und aus der Gesamtpunktzahl wird ein zusammenfassendes Urteil abgeleitet.

1. Beurteilung des Buttersäuregehaltes*

Gehalt in % der TM von...bis	Punktzahl
0...0,3	50
> 0,3...0,4	45
> 0,4...0,5	40
> 0,5...0,7	35
> 0,7...1,0	30
> 1,0...1,4	25
> 1,4...1,9	20
> 1,9...2,6	15
> 2,6...3,6	10
> 3,6...5,0	5
> 5,0	0

* Buttersäuregehalt hier - Summe aus i-Buttersäure, n-Buttersäure, i-Valeriansäure, n-Valeriansäure und n-Caprionsäure

2. Beurteilung des Ammoniakgehaltes*

NH ₃ -N-Anteil in % von...bis	Punktzahl
...10	25
> 10...14	20
> 14...18	15
> 18...22	10
> 22...26	5
> 26	0

* Ammoniak-N in % des Gesamt-N

3. Beurteilung des pH-Wertes

TM-Gehalt in %				Punktzahl
...20	> 20...30	> 30...45	> 45	
pH von...bis				
...4,1	...4,3	...4,5	...4,7	25
> 4,1...4,3	> 4,3...4,5	> 4,5...4,7	> 4,7...4,9	20
> 4,3...4,5	> 4,5...4,7	> 4,7...4,9	> 4,9...5,1	15
> 4,5...4,6	> 4,7...4,8	> 4,9...5,0	> 5,1...5,2	10
> 4,6...4,7	> 4,8...4,9	> 5,0...5,1	> 5,2...5,3	5
> 4,7...4,8	> 4,9...5,0	> 5,1...5,2	> 5,3...5,4	0
> 4,8...5,0	> 5,0...5,2	> 5,2...5,4	> 5,4...5,6	- 5
> 5,0...5,2	> 5,2...5,4	> 5,4...5,6	> 5,6...5,8	- 10
> 5,2...5,4	> 5,4...5,6	> 5,6...5,8	> 5,8...6,0	- 15
> 5,4...5,6	> 5,6...5,8	> 5,8...6,0	> 6,0...6,2	- 20
> 5,6...5,8	> 5,8...6,0	> 6,0...6,2	> 6,2...6,4	- 25
> 5,8	> 6,0	> 6,2	> 6,4	- 30

4. Beurteilung des Essigsäuregehaltes*

Gehalt in % der TM von...bis	Punktzahl
...3,5	0
> 3,5...4,5	- 5
> 4,5...5,5	- 10
> 5,5...6,5	- 15
> 6,5...7,5	- 20
> 7,5...8,5	- 25
> 8,5	- 30

* Essigsäuregehalt hier – Essigsäure plus Propionsäure

5. Bewertung

Gesamtpunktzahl	Gärqualität	
(Summe 1. bis 4.)	Note	Urteil
91 ... 100	1	sehr gut
71 ... 90	2	gut
51 ... 70	3	mittelmäßig
31 ... 50	4	schlecht
... 30	5	sehr schlecht

6. Ergänzende Hinweise

6.1. Analysenergebnisse und Bezugsgrößen

Alle Angaben im Beurteilungsschlüssel betreffen den auf flüchtige Bestandteile von Silagen (Säuren, Alkohole, Ammoniak) korrigierten Trockensubstanzgehalt, und zwar sowohl die Angaben für den Trockensubstanzgehalt selbst als auch die auf die Trockensubstanz bezogenen Konzentrationsangaben für die Säuren. Für den Ammoniak-anteil ist als Bezugsgröße der in der frischen Probe bestimmte Gesamt-N-Gehalt vorgesehen. An getrockneten Silageproben bestimmte N-Gehalt sind gegebenenfalls auf Ammoniakverluste zu korrigieren.

Bei einer Verwendung von Analysenergebnissen ohne die Korrekturen des TM-Gehaltes bzw. des Gesamt-N-Gehaltes ergeben sich im Falle guter Gärqualität nur geringfügige Abweichungen vom korrekten Beurteilungsergebnis. Silagen mit Mängeln der Gärqualität werden ohne diese Korrekturen der Analysenwerte härter bewertet.

6.2. Bewertungskorrektur

Das nach 1. bis 4. ermittelte Bewertungsergebnis gilt nur dann, wenn Qualitätsmängel infolge von Schimmelbefall oder starker bakterieller Zersetzung (Verrottung), die zwar sensorisch feststellbar, aber chemisch nicht sicher erfassbar sind, ausgeschlossen wurden. Eine ergänzende sensorische Prüfung der Silage auf diese Merkmale ist deshalb generell erforderlich. Sie sollte der chemischen Untersuchung vorangehen und kann diese erübrigen. In den Fällen, in denen eine chemische Untersuchung trotz des Vorliegens dieser Art von Mängeln erfolgt ist, muss das Bewertungsergebnis durch Punktabzüge korrigiert werden. Eine Korrektur des Bewertungsergebnisses ist auch dann erforderlich, wenn Merkmale einer Hitzeschädigung der Silage, die auf einen verminderten Futterwert schließen lassen, sensorisch nachzuweisen sind. Im Zweifelsfall ist der Anteil des pepsinunlöslichen Rohproteins am Gesamtrohprotein zu bestimmen (Silagen mit > 35 % gelten als geschädigt).

Folgende Korrekturen sind vorzunehmen:

Aussehen und Geruch	Punkte
- Hitzeschädigung eindeutig nachgewiesen (deutlicher Röstgeruch und Verfärbung)	- 20 (Abstufung um eine Note)
- Schimmelbefall eindeutig nachgewiesen (deutlich muffiger Geruch und/oder einzelne Pilzkolonien sichtbar)	- 30 (bestenfalls Note 3)
- Starker Schimmelbefall nachgewiesen (bis 10 % der Probe schimmelig) oder deutliche Anzeichen bakterieller Zersetzung (Verrottung)	- 50 (bestenfalls Note 4)
- Sehr starker Schimmelbefall nachgewiesen (über 10 % der Probe schimmelig) oder weit- gehende bakterielle Zersetzung (Verrottung)	fütterungsuntauglich

6.3. Ermittlung der Punktzahlen über Regressionsgleichungen

Für die Auswertung von Untersuchungsergebnissen mittels Computer wird empfohlen, die Punktzahlen (PZ) über die folgenden Gleichungen zu ermitteln:

Punktzahl für Futtersäuregehalt:

$$PZ = 27,48 - 15,27 \ln x; x = \text{Buttersäuregehalt}$$

(Geltungsbereich auf PZ = 0 ... 50 begrenzt)

Punktzahl für Ammoniakgehalt:

$$PZ = 35,75 - 1,30 x; x = \text{NH}_3\text{-N in \% Gesamt-N}$$

(Geltungsbereich auf PZ = 0 ... 25 (begrenzt))

Punktzahl für pH-Wert:

$$\begin{aligned} & \dots 20 \% \text{ TM: } PZ = - 548,6 + 410,0 x - 92,32 x_{-} + 6,402 x_{-} & x = \text{pH} \\ & > 20 \dots 30 \% \text{ TM: } PZ = - 634,3 + 447,7 x - 96,16 x_{-} + 6,402 x_{-} \\ & > 30 \dots 45 \% \text{ TM: } PZ = - 727,7 + 486,9 x - 100,0 x_{-} + 6,402 x_{-} \\ & > 45 \% \text{ TM: } PZ = - 829,2 + 527,7 x - 103,8 x_{-} + 6,402 x_{-} \end{aligned}$$

(Geltungsbereich auf PZ = - 30 ... + 25 begrenzt)

Punktzahl für Essigsäuregehalt:

$$PZ = 15,0 - 5,0 x; x = \text{Essigsäuregehalt;}$$

(Geltungsbereich auf PZ = 0 ... - 30 begrenzt)

Modifizierter DLS-Schlüssel (Landwirtschaftskammer Weser-Ems)02/2004

Parameter	Wertebereich	Punkte	Max. Punktezahl
TM	> 45	0	
in %	< 28	0	
	> 40 – 45	5	
	28 – 40	10	10
RP	< 16	0	
in % d. TM	> 22	0	
	16 – 22	10	10
Rfa	< 22	0	
in % d. TM	> 24,5	0	
	22 – 24,5	10	10
Sand	> 3,0	0	
in % d. TM	0 – 3,0	5	5
VD	< 50	0	
in mg/200 g TM	50 – 53	5	
	53 – 55	15	
	> 55	25	25
NEL	< 6,1	0	
in NJ/kg TM	> 6,1 - > 6,3	5	
	6,3 – 6,5	10	
	> 6,5 – 6,7	15	
	> 6,7	30	30
Teilsomme			90

Parameter	Wertebereich	Punkte	Max. Punktezahl
ES	> 3,5	0	
in % d. TM	0,0 – 3,5	10	10
BS	> 0,3	0	
in % d. TM	0,2 – 0,3	15	
	< 0,2	30	30
pH-Wert laut DLG-Tabelle in Abhängigkeit vom TS-Gehalt Punktebereich von 25-30			25
NH3-N am	> 15	0	
Ges.-N in %	10 – 15	5	
	< 10	10	10
Teilsomme			75
Gesamtsumme			165

Berliner Schlüssel
(Beurteilung der Gärqualität mit Buttersäure und Essigsäure
Ehrengard Kaiser und Kirsten Weiß, Humboldt-Universität zu Berlin)

Buttersäuregehalt		Essigsäuregehalt		Bewertung	
BS in % TM	Punkte	ES in TM	Punkte	Punkte	Note
0 – 0,3	100	bis 3	0	90 ... 100	1
> 0,3-0,4	90	> 3 – 3,5	- 10		
> 0,4-0,7	80	> 3,5-4,5	- 20	72 ... 89	2
> 0,7-1,0	70	> 4,5-5,5	- 30		
> 1,0-1,3	60	> 5,5-6,5	- 40	52 - 71	3
> 1,3-1,6	50	> 6,5-7,5	- 50		
> 1,6-1,9	40	> 7,5-8,5	- 60	30 - 51	4
> 1,9-2,6	30	> 8,5	- 70		
> 2,6-3,6	20			< 30	5
> 3,6-5,0	10				
> 5,0	0				

Punktzahl für BS

Punktzahl = $59,99 - 33,32 \ln(x)$ (x = Buttersäure % in TS)
 Geltungsbereich auf 0-100 Punkte beschränkt

Punktzahl für ES

Punktzahl = $63,26 - 59,16 \ln(x)$ (x = Essigsäure % in TS)
 Geltungsbereich auf 0 bis -70 Punkte beschränkt

METHODEN ZUR ERMITTLUNG DER AEROBEN STABILITÄT

1. Bestimmung des pH-Wertes

Viele Mikroorganismen sind in der Lage, Laktat zu verwerten. Wird die Silage geöffnet, können die darin enthaltenen Dauerformen von unerwünschten Hefen, Bakterien und Pilzen die Milchsäure verstoffwechseln. Dadurch steigt der pH-Wert wie-

der an. Die Silageprobe wird dazu aufgelockert und in einem Gefäß so verschlossen, dass wenig Feuchtigkeit entweichen kann. Bereits 4 Tage nach Lagerung bei Raumtemperatur ist bei unstabilen Silagen der pH-Wert auf ca. 5 gestiegen

2. Bestimmung der Mikroorganismen

Aufwändiger ist die Ermittlung der Keimzahlzunahme der unerwünschten Mikroorganismen. Hefen, Bakterien und Pilze können mit standardisierten Methoden auf verschiedenen Nährböden quantitativ erfasst werden. Dazu werden ausgewählte Medienkomponenten in Agar gemischt und die Keime durch Zugabe von verschiedenen Antibiotika so gehemmt, dass auf dem einen Nährboden nur Hefen und Pilze und auf dem nächsten nur die Bakterien wachsen. Hefen und Pilze lassen sich u. a. gut mikroskopisch unterscheiden.

3. Bestimmung der Temperatur

Die Silageprobe wird Luft ausgesetzt, so dass alle vorhandenen aeroben Keime auswachsen können. Diese Probe wird in einem Gefäß mit einem Temperaturfühler versehen, der die Temperaturentwicklung kontinuierlich verfolgt. Das Gefäß wird in temperaturstabilen, (meist mit Styropor) gut isolierten Kammern aufbewahrt, so dass die entstehende Wärme nicht entweichen kann. Unter diesen Messbedingungen können Temperaturspitzen von +50 °C und mehr erreicht werden, die durch das heftige Wachstum (eigentlich den exothermen Substratabbau) entstehen.

Die DLG-Prüfung sieht vor, dass Proben erstmals nach 49 Tagen und Parallelen nach 90 Tagen Silierdauer gemessen werden. Die Messung in der Temperaturkammer erfolgt aktuell 9 Tage (bisher 7 Tage).

Für die Wirkungsrichtung 2 sind jeweils 3 Parallelen notwendig. Nach 49 Tagen werden die aerobe Stabilität, der pH-Wert, und die sensorischen Eigenschaften ermittelt.

Nach 90 Tagen wird zusätzlich das Gärsäuremuster und der NH₃ -Gehalt gemessen

Für die Bestimmung nach 49 Tagen werden 3 Gläser mit voller Füllung und drei Gläser mit 2/3 Gewicht der vollen Füllung vorgesehen. Diese 2/3 gefüllten Gläser werden nach 28 Tagen für 24 Stunden geöffnet und einem Luftstress ausgesetzt. Danach werden sie wieder verschlossen und nach 49 Tagen die aerobe Stabilität ermittelt. Parallel werden die ganz gefüllten Gläser ebenfalls vermessen. Der Vorgang wird nach 90 Tagen wiederholt, allerdings nur mit den ganz gefüllten Gläsern.

LITERATURVERZEICHNIS

1. GRÄBLER, J. 2002: Grünland in Niedersachsen. Innovation, DSV Magazin 3/2002, S. 18
2. HERTWIG, F. 1997: persönl. Mitteilung
3. HONIG, H. 1987: Gärbiologische Voraussetzungen zur Gewinnung qualitätsreicher Anwelksilagen. in: KTBL-Schrift 318 »Grünfütterernte und -konservierung« S. 17-67
4. JONES, R. 2001: Tagungsbericht 5. Symposium der Dr. Pieper TuP.
5. JONES, R. 2003: Tagungsbericht 7. Symposium der Dr. Pieper TuP.
6. KAISER, EDELGARD und WEIß, K. 2003: persönliche Mitteilung
7. KNABE, O., M. FECHNER u. G. WEISE: Verfahren der Silageproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1986
8. LÜCK, E. u. M. JAGER: 1995
Chemische Lebensmittelkonservierung: Stoffe, Wirkungen, Methoden.
3. Auflage; Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York
9. NONN, u. KELLER 1995: persönl. Mitteilung
10. NUßBAUM, H.: Maissilage nur kühl servieren. dlz 9/99
11. PIEPER, B. 2000: unveröffentlicht
12. PAHLOW, G. 1999: persönliche Mitteilung
13. POOLE, K. et al. 1996: Zit. in: Feeding of the dairy cow.
CHAMBERLAIN A., T., WILKINSON, J. M. LINCOLN
14. REUTER, B. 1982: Untersuchungen zum Eiweiß- und Aminosäureabbau bei der Grünfüttersilierung. Promotionsarbeit, Rostock
15. SOMMER, M. 2003: Herbstfrüchte umweltfreundlich silieren. Land und Forst 40
16. THAYSEN, J., T. ENGELHARD, LORENA HELM, U. H. BLUM 2000:
Was bringt der Einsatz von Milchsäurebakterien? Bauernzeitung 17/2000
17. THAYSEN, J. 2000: persönl. Mitteilung
18. WEIßBACH, F. 2000: Ist die Verwendung von Melasse als Silierzusatz wirklich sinnvoll? Manuskript.
19. WEIßBACH, F. 1975: Methode und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit
agra Buch Markkleeberg
20. WEIßBACH, F. und HONIG, H. 1997: Grünfütter und Feuchtkonservierung.
Arbeitsgemeinschaft der norddeutschen Landwirtschaftskammern
21. ZIERENBERG, B., K. FRIEDEL u. M. GABEL
2000, persönl. Mitteilung

Preisliste 2004 mit unseren neuen Produkten

MARKENWARE ZU GUTEN PREISEN

1. Hochwirksame Silierzusätze

Preise

BIO-SIL*: Hochwirksames, biologisches Siliermittel

für Anweke, Mais-, GPS- und Leguminosensilage

- im Alubeutel (100 g für 100 t Siliergut)
- sehr gute Löslichkeit
- DLG – Gütezeichen 1b, 1c, 4b und 4c
- **Neu: Erhöhung der Milchleistung**
- Dosierung mit allen Flüssigkeitsdosierern möglich
- für ökologische Tierhaltung geeignet; gemäß der Verordnung Nr. (EWG) 2092/91 im ökologischen Landbau verwendbar. DE-006-Öko-Kontrollstelle



0,56 € bis 0,79 €
pro t Siliergut

Erfragen Sie unsere umfangreichen Rabattmöglichkeiten! (bis zu 20 % Rabatt)

Sila-fresh: Silierzusatz zur Verbesserung der aeroben Stabilität von Grassilagen und TMR-Vorratssilagen auf der Basis von Kalium-Sorbat. Einsatz nur in Kombination mit BIO-SIL*, zur Verhinderung der Nacherwärmung auf dem Futtertisch

Aufwandmenge: 0,4–0,6 kg/t Siliergut bzw. TMR

4,35 €/kg

frachtfrei ab 500 kg

Chlor-ex: Bei gechlortem Wasser empfehlen wir unser Produkt Chlor-ex.

- 1 Beutel Chlor-ex (30 g) für 100 l Wasser

2,60 €/Stück

2. Moderne Dosiertechnik für Bakterien und Melasse

Bakterienflüssigdosierer

Hochdruckflüssigdosierer für BIO-SIL*

- für Feldhäckster, mit elektronischer Steuerung
- Aufwandmenge: **Nur 0,1 Liter/t Siliergut** mit 100 g BIO-SIL*/10 Liter Wasser
- 50 l Behälter
- 100 l Behälter

767,- €/Stück

817,- €/Stück

Dosiergerät mit elektronischer Steuerung

- 100 l Behälter
- erweiterbar auf automatische Regelung

767,00 €/Stück

Dosiergerät mit elektronischer Steuerung

- 200 l Behälter
- erweiterbar auf automatische Regelung

920,00 €/Stück

Dosiergerät mit elektronischer Steuerung

- 400 l Behälter
- erweiterbar auf automatische Regelung

970,00 €/Stück

Dosiergerät mit automatischer Regelung

- abhängig vom Häckselgutdurchsatz
- 400 l Behälter

2.710,00 €/Stück



Melassedosierer

Elektronische Steuerung mit Fernanzeige 3.830,00 €/Stück

Automatische Regelung
- abhängig vom Häckselgutdurchsatz 4.550,00 €/Stück

Kombination Bakterien- und Melassedosierer

Automatische Regelung
- abhängig vom Häckselgutdurchsatz
- 400 l Behälter für Bakterien 5.300,00 €/Stück



Zubehör

Einachs-Faßwagen für Melassedosierung
- 2800 l Behälter
- Breitreifen
- Schwallwand 5.800,00 €/Stück
zuzügl. Überführung

Betankungseinrichtung für Faßwagen 500,00 €/Stück

Dosiergeräte für Bandfütterung

Flüssigdosierer mit Zahnradschleife
- 1 l/min – 3,5 l/min Fördermenge
- Ringkolbenzählwerk
- Steuerung über externen Frequenzumrichter möglich (nicht im Lieferumfang) 820,00 €/Stück

3. Kuhkomfort

Pieper-Kipptränke, voll elektronisch, 24 V-Anschluß

- preisgekrönt auf der EuroTier als Neuheit des Jahres 2001
- berührungslose Füllstandsmessung
- hoher Hygienestandard, einfach zu säubern
- kein verschmutzter Schwimmer mehr
- Frostfreiheit

- 0,6 m-Tränke
Doppelschutzbügel für Tränkewanne 0,6 m
Komfortleitungsfilter (Schmutzfänger)

- 1,5 m-Tränke
Doppelschutzbügel für Tränkewanne 1,5 m
Komfortleitungsfilter (Schmutzfänger)

Blubb-Steuerung
zur Frostsicherung der Wasserzuleitung 75,00 €/Stück



532,00 €/Stück
59,00 €/Stück
18,00 €/Stück

670,00 €/Stück
75,00 €/Stück
18,00 €/Stück

- Trafo 24 V; 1,3 A (für 2 Tränken) 62,00 €/Stück

- Trafo 24 V; 2,5 A (für 4 Tränken) 89,00 €/Stück

4. WEPELEN - Silofolie

schwarz/weiß, 3-lagig, strapazierfähig, UV-stabilisiert

- Dicke: 150 µm,
- Maße: 10 x 25 m, 16 x 50 m 0,23 €/m² *

weiß, DLG-Gütezichen, UV-stabilisiert

- Dicke: 200 µm, Maß: 14 x 50 m 0,30 €/m² *

Multisilofolie 500, DLG-Gütezichen, schwarz

5 Jahre verwendbar mit Rücknahmegarantie
- Dicke: 500 µm, Maße: 10 x 25 m, 6 x 50 m, 6 x 100 m 1,33 €/m² *

Unterziehfolie Superstretch

- grün transparent
- Dicke: 40 µm, Maß: 10 x 50 m 0,085 €/m² *

- Dicke: 40 µm, Maß: 12 x 50 m 0,085 €/m² *



Spezialseitenfolie, transparent

- Dicke: 150 µm, Maß: 3 x 100 m 0,26 €/m² *

Bitumenklebeband, schwarz, 10 cm x 10 m 29,00 €/Rolle *

Spezialklebeband, weiß, 10 cm x 10 m 8,00 €/Rolle *

*Preis gilt vorläufig. Andere Rollenabmessungen sowie Sondermaße auf Anfrage.
Für alle Folien gilt: Ab einem Netto-Warenwert von 2.500,- € liefern wir frachtfrei.

5. Trockeneis

600 kg Behälter (frei Hof)	ca. 0,65 €/kg
Ausleihgebühr für Thermobehälter	15,00 €/Behälter
Transportkosten für Thermobehälter	15,00 €/Behälter

6. Weitere Produkte für die Hochleistungskuh

1,2 Propandiol (Propylenglykol USP)

- 210 kg Fass, 1.000 kg Gitterboxcontainer Preise auf Anfrage
- ab 3.000 kg Anlieferung per Tankzug
- Zur Verbesserung der Energieversorgung im geburtsnahen Zeitraum

Neue	Vorbereitungsfütterung	100 g /Kuh und Tag + Transi'fit*
Einsatzempfehlung:	2 Wochen a.p. bis zur Kalbung	hochwirksames, schmackhaftes saures Salz
	0. bis 3. Laktationswoche	200-220 g /Kuh und Tag
	Herdenleistung bis 9500 kg: bis 3. Laktationsmonat	150 g /Kuh und Tag
	Herdenleistung über 9500 kg: bis 5. Laktationsmonat	150 g /Kuh und Tag

Pansenstabiles Fett für Kühe mit hohen Leistungen

- 650 kg BIG BAG oder 25 kg-Säcke, 1.000 kg pro Palette Preise auf Anfrage
- keine Ca-Seife **BERGAFAT T 300 - rein pflanzlich**
- hohe Futteraufnahme
- 25 MJ NEL/kg

Transi'fit*

Schmackhaftes saures Salz für die Vorbereitungsfütterung zur Milchfieberprophylaxe

Transi'fit* *pur + E*; supplementiert mit Vit. E

0,60 €/kg

Transi'fit* *komplett*; vollständig vitaminisiert und mineralisiert

0,65 €/kg

frachtfrei ab 500 kg

Lactal Power

6,60 €/kg

(Drench für 25 l Wasser, 2 – 4 h nach dem Abkalben)

Drench-Besteck

mit Schnellverschluss zur Lagekontrolle der Schlundsonde



290,00 €/Stück

Aktuelle vorläufige Preise zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Stand: Dezember 2003

Wenn Sie uns Ihre Anschrift übermitteln, erhalten Sie regelmäßig unsere Fach- und Preisinformationen
Für Rückfragen sehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.

Dr. PIEPER
Technologie- und Produktentwicklung GmbH

www.silage.de

Hauptsitz: Dorfstraße 34 · 16818 Wittenow **Niederlassung:** Dr. agr. Angela Schröder

Neuruppin: Tel.: 0 33 91 / 68 48 0

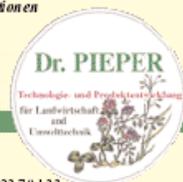
Kiel: Kalkberg 2 · 24248 Mönkeberg

Fax: 0 33 91 / 68 48 10

Tel.: 04 31 / 23 24 35 · Fax: 04 31 / 23 78 133

info@dr-pieper.com

Funktel.: 0172-3996623 · schroeder@dr-pieper.com



Durch intensive Forschung zum innovativen Produkt

Transi^{Ca²⁺}fit[®]

Das völlig neue saure Mineralfutter

für die Vorbereitungs- und zur Mikrobioprophylaxe!

Eine Neuentwicklung der Dr. Pieper TUP GmbH
und der SHG GmbH • **PATENT ANGEEMELDET**

Der Volltreffer für hohe Futteraufnahmen!

- Wirksamkeit in umfangreichen Stoffwechselstudien der Freien Universität Berlin bestätigt
- Positive Wirkung nachgewiesen in großen Praxisbetrieben unter wissenschaftlicher Kontrolle
- Äußerst positive Resonanz bei den Praktikern

Saure Salze mobilisieren Calcium

www.Saure-Salze.de

Transi-fit[®] pur

- **Schmackhaftes** saures Salz mit mikronisiertem Calciumsulfat aus speziellen, reinen, natürlichen Vorkommen
- hohe Bioverfügbarkeit

Transi-fit[®] komplett

- **Schmackhaftes** saures Salz mit mikronisiertem Calciumsulfat aus speziellen, reinen, natürlichen Vorkommen
- kombiniert mit hochverfügbaren Spurenelementen und Mineralstoffen, sehr gut vitaminisiert
- hohe Bioverfügbarkeit

DCRB	(meq/kg)	- 6100	- 5250
Inhaltsstoffe			
Ca	(%)	17,5	20,0
P	(%)	-	0,9
Na	(%)	-	2,9
Mg	(%)	1,1	2,6
Vit. A	(i.E./kg)	-	275.000
Vit. D ₃	(i.E./kg)	-	35.000
Vit. E	(mg/kg)	-	2.225
Spurenelemente		-	Zn, Mn, Cu, J, Se, Co
Fütterungsempfehlungen:	10-14 Tage vor dem Abkalben, bei einem Gras-Mais-Silbgehalt von ca. 1:1 und normaler Düngungsintensität der Futterflächen: ca. 300 - 400 g/ Kuh u. Tag + 100-150 g calciumreiches Kuhmineral Genauere Einsatzmengen sollten auf Grundlage der Futtermittelanalyse mit Ihrem Fütterungsberater festgelegt werden.		
Preis:		0,56 €/kg	0,62 €/kg
Abpackung:		20 kg Sack	20 kg Sack



Dr. PIEPER Technologie- und Produktentwicklung GmbH

Hausitz, Karlsruhe, Dorfstr. 34 - 16918 Wulfenow
Tel.: 03391/6848 0 - Fax: 03391/68 48 10
info@drpieper.com - www.silge.de

Küsterweg 2, 24348 Mönkeberg - Mobil: 0172-399 66 23
Tel.: 0431/23 24 35 - Fax: 04 31/23 78 133



Chlor-ex

für **BIO-SIL®** und andere
flüssige biologische Siliermittel

Der Einsatz flüssiger biologischer Siliermittel sollte nach den Hinweisen der Hersteller mit ungechlortem Wasser erfolgen. Chlor kann für Bakterien in biologischen Siliermitteln eine Gefahr bedeuten und zu einer reduzierten Wirksamkeit im Silierprozeß führen. In einigen Regionen wird Trinkwasser jedoch mit Chlor desinfiziert, um schädliche organische Belastungen und unerwünschte Keime für den menschlichen Gebrauch zu neutralisieren bzw. abzutöten.

Um diesen Nachteil auszugleichen, hat die Firma Dr. Pieper in 16818 Wuthenow, Hersteller des DLG-geprüften Siliermittels **BIO-SIL®** (Wirkungsrichtungen 1b, 1c, 4b, 4c) den Zusatzstoff **Chlor-ex** auf rein natürlicher Basis entwickelt, der das freie Chlor unverzüglich bindet und damit das eingesetzte Wasser voll gebrauchsfähig für den Einsatz von **BIO-SIL®** wie auch andere flüssige biologische Siliermittel macht. Da **Chlor-ex** gleichzeitig vitalisierend auf die Milchsäurebildner wirkt, ist die Behandlung von ungechlortem Wasser nicht nachteilig.

ANWENDUNGSHINWEIS

Sollten Sie sich nicht sicher sein, ob Ihr eingesetztes Trinkwasser gechlort ist, geben Sie den Inhalt eines Beutels **Chlor-ex** in den Tank des Bakteriendosierers und füllen 100 l Wasser auf.

Nach ca. 5 bis 10 Minuten, mindestens jedoch 5 Minuten, geben Sie wie gewohnt **BIO-SIL®** dazu.

Ein Beutel enthält 30 g **Chlor-ex** und ist ausreichend für 100 l Wasser. Das Produkt besteht aus ausgewählten natürlichen Aminosäuren und Proteinen sowie Dextrose.

Die Kosten für die Behandlung betragen 0,26 € pro Tonne Siliergut
bzw. 2,60 € je 100 l Wasser

www.silage.de

DR. PIEPER Technologie- und Produktentwicklung GmbH

Hauptsitz:

Dorfstr. 34 · 16818 Wuthenow

Tel.: 0 33 91/68 48 0

Fax: 0 33 91/68 48 10

info@dr-pieper.com · www.dr-pieper.com

Niederlassung Kiel:

Dr. Angela Schröder

Kalkberg 2 · 24248 Mönkeberg

Tel.: 04 31/23 24 35 · Fax: 04 31/23 78 133

schröder@dr-pieper.com

Wir liefern weiterhin:

- Zuverlässige Dosiertechnik für flüssige Bakterienkulturen und Melasse
- DLG-geprüfte, mehrjährig verwendbare Silofolien
- Sila-fresh: Silierzusatz zur Sicherung der aeroben Stabilität

PIEPER-Kipptränke

Preisgekrönt auf der EuroTier 2000

Kuhkomfort mit der weltweit ersten vollelektronischen Rindertränke



Höchster Hygienestandard:

- Kein verschmutzender Schwimmer
- Sensor außerhalb des Beckens
- Reinigungsfreundliches, festes, glattes Material (Acryl)
- »Runde Ecken«, schweißnaht-frei
- Anwendungsfreundlicher Kippmechanismus
- Wasserzulauf wahlweise von oben oder unten
- Hoher Wasserzufluss (> 60 l/min)

Unser Tipp:

Lieber 4 kleine als 2 große Tränken, denn.....In der ausgeklügelten Rangordnung muss auch für die Schwachen ein Tränkplatz vorhanden sein!



NEU »Blubb-Steuerung« zur Sicherung der Frostfreiheit des Rohrsystems im Stall

- Zugangsmöglichkeit von beiden Seiten
- 2 Maße: Tränkewannen 0,60 m mit ca. 25 l und 1,50 m mit ca. 60 l



Hygienischer Wassereinlauf



Wasserzufuhr von unten, seitlicher Einlauf



Wasserzufuhr von oben, seitlicher Einlauf



0,6 m- und 1,5 m-Tränkebecken

AUFBAU

- Das Tränkebecken aus Kunststoff ist drehbar im Edelstahlgestell gelagert.
- In Abhängigkeit von der Wasserzufuhr von oben oder unten erfolgt der Wassereinlauf seitlich bzw. über Teleskoprohr.

PRINZIP

Fällt der Wasserstand unter ein bestimmtes Niveau, gibt ein Sensor über eine elektronische Steuerung einen Impuls zum Magnetventil. Dieses gibt den Wasserzulauf frei, bis der Sensor den Sollfüllstand erkennt. Das Magnetventil wird abgeschaltet, das Einlaufrohr läuft leer, die Tränke ist gefüllt.

PREIS:

609,- €/Stck.

für 0,6 m-

Tränke

763,- €/Stck.

für 1,5 m-

Tränke



DR. PIEPER
Technologie- und Produktentwicklung



Anordnung im Stall



Säubern der Tränke



Wassereinlauf



Benutzung



Entleerung
über Teleskoprohr

TOPSILAGE FÜR SPITZENGENETIK

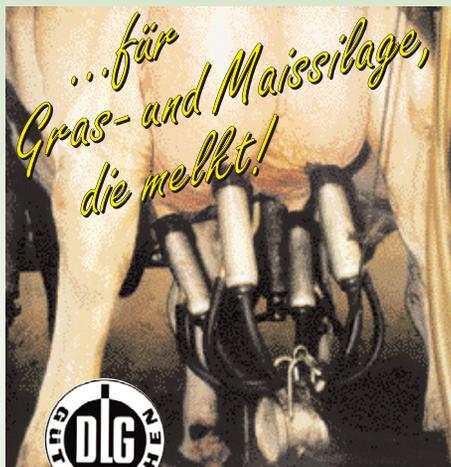
BIO-SIL®

FÜR ALLE FLÜSSIGDOSIERER

Aktive

Milchsäurebakterien

Jede Charge BIO-SIL® ist durch uns aktivitätsgeprüft.



Für die Hochleistungskuh

- **Propylenglykol**, zur Verbesserung der Energieversorgung im geburtsnahen Zeitraum
- **BERGAFAT** rein pflanzliches Produkt
 - natürliches pansengeschütztes Fett
 - wird sehr gut gefressen und erhöht die Leistung



PIEPER-KIPPTRÄNKE

preisgekrönt,
erste vollelektronisch gesteuerte Rindertränke weltweit



DLG-geprüft

- 1b: Verbesserung des Gärverlaufes für mittelschwer bis leicht silierbares Futter im unteren TM-Bereich $\leq 35\%$ mit ausreichendem Gärsubstrat, Gräser, Leguminosen, Mais, GPS
- 1c: wie 1b, aber Futter im oberen TM-Bereich $\geq 35\%$ bis 50%
- 4b: Verbesserung der Verdaulichkeit
- 4c: Erhöhung der Milchleistung

Preis: max. 1,79 DM/t Siliergut

...und nutzen Sie unsere Rabattmöglichkeiten!

WIR LIEFERN AUSSERDEM:

- Innovative und zuverlässige Dosiertechnik für flüssige Bakterienkulturen und Melasse
- DLG-geprüft, mehrjährig verwendbare Multisilofolie 500
- Unterziehfolie, Superstretch

DR. PIEPER Technologie- und Produktentwicklung GmbH

Hauptsitz Neuruppin

Dorfstr. 34 · 16818 WUTHENOW
Tel.: 033 91/68 48 0 · Fax: 033 91/68 48 10
info@dr-pieper.com

Niederlassung Kiel

Dr. Angela Schröder · Kalkberg 2 · 24248 Mönkeberg
Tel.: 0431/23 24 35 · Fax: 0431/23 78 133
Mobil: 0172-399 66 23 · schroeder@dr-pieper.com

Schutzgebühr: 5,- €