



BAL

VERÖFFENTLICHUNGEN

EINFLUSS VON SILIERZUSÄTZEN
AUF DIE VERGÄRUNG, SILAGE-
UND FUTTERQUALITÄT VON LEICHT
ANGEWELKTEM GRÜNFUTTER

UNTER DER MITARBEIT VON

BAL GUMPENSTEIN
BA FÜR AGRARBIOLOGIE

BUNDESANSTALT FÜR
ALPENLÄNDISCHE LANDWIRTSCHAFT

G U M P E N S T E I N

HEFT 35

IMPRESSUM

Herausgeber: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein,
A-8952 Irdning
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien

Direktor: HR Dipl.-Ing. Dr. Kurt CHYTIL

für den Inhalt verantwortlich: Dr. E.M. PÖTSCH
Ing. Reinhard RESCH

Redaktion: PÖTSCH Erich M.
RESCH Reinhard
SCHMIEDHOFER Dorothea

Druck, Verlag und © : Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein,
Irdning, 2001

ISSN: 1010-6146

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	V
1. PROBLEM- UND FRAGESTELLUNG	
2. MATERIAL UND METHODIK	
2.1 Versuchsplan Silierversuch S-42	1
2.1.1 Zusammensetzung der im Silierversuch S-42 eingesetzten Silierhilfsmittel	1
2.1.2 Aufwandmengen bei den Silierzusatzmitteln je Tonne Frischmasse	1
2.2 Versuchssilo	1
2.3 Ausgangsmaterial	1
2.3.1 Pflanzenbestand	1
2.3.2 Futterernte und Futterbehandlung	2
2.4 Beschickung der Versuchssilos	2
2.4.1 Verteilung der Zusätze	2
2.4.2 Verdichtung	2
2.4.2.1 Verdichtung der 250 Liter Silos	2
2.4.2.2 Verdichtung der 50 Liter Silos	2
2.4.3 Siloabschluß	2
2.4.3.1 Siloabschluß der 250 Liter Silos	2
2.4.3.2 Siloabschluß der 50 Liter Silos	2
2.5 Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase	2
2.5.1 Temperatur	2
2.5.2 pH-Wert	2
2.5.3 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen	3
2.6 Beprobung vor, während und nach der Gärphase	3
2.6.1 Ausgangsmaterial	3
2.6.2 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung	3
2.6.3 Proben vom Haltbarkeitstest	3
2.7 Chemische Untersuchungen	3
2.8 Mikrobiologische Untersuchungen	3
3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	5
EINFLUSS VON SILIERZUSÄTZEN AUF DIE VERGÄRUNG, SILAGE- UND FUTTERQUALITÄT VON LEICHT ANGEWELKTEM GRÜNFUTTER	
3.1 Ausgangsmaterial	5
3.2 Gärungsdynamik	5
3.2.1 Gärsäurenmuster	5
3.2.2 pH - Wert - Dynamik	6
3.2.3 Temperaturverlauf	6
3.2.4 Eiweißabbau	6
3.2.5 Mikrobiologie	8
3.2.6 Silagequalität	8

3.3	TM-Verluste	9
3.4	Nährstoffgehalt und Futterqualität	10
3.5	Haltbarkeitstest	10
	3.5.1 Temperatur	10
	3.5.2 Mikrobiologie	10
	3.5.3 Silagequalität	10
3.6	Bewertung der Silierzusatzmittel	10
	3.6.1 Amasil Bac	11
	3.6.2 Kofasil plus	11
	3.6.3 Klino Acid	11
	3.6.4 Sizuba	12
	3.6.5 Sila Bac	12
4.	ZUSAMMENFASSUNG	13
5.	LITERATURVERZEICHNIS	14
6.	ANHANG	15
	Impressum	II

VORWORT

Mehr als die Hälfte des gesamten im österreichischen Grünland produzierten Grundfutters wird heute bereits in Form von Grassilage konserviert. Eine optimale Silagequalität erfordert einen hohen Informationsstand (Kenntnis, Einhaltung und richtige Anwendung der Silierregeln) und setzt auch viel Erfahrung in der praktischen Durchführung voraus. Hohe Verdaulichkeit und hoher Energiegehalt als Kennwerte guter Silage- und damit auch Grundfutterqualität sind nur dann zu erzielen, wenn die Entwicklung von Gärschädlingen wie Clostridien, Hefen oder Schimmelpilze vermieden oder zumindest unterdrückt werden kann.

Erhebungen und Untersuchungen in der Praxis zeigen, daß es in den vergangenen Jahren nicht zuletzt auf Grund einer verstärkten Beratungs- und Informationsarbeit zu einer spürbaren Verbesserung in der Silagequalität gekommen ist. Jedoch treten, auch bedingt durch ungünstige Witterungseinflüsse immer wieder Probleme im Bereich der Futterkonservierung und nachfolgend in der Fütterung auf, die letztlich auch mit entsprechenden finanziellen Einbußen verbunden sind.

Die Abteilung Grünland im Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft der BAL Gumpenstein beschäftigt sich seit bereits mehr als 35 Jahren mit Fragen und Problemen der Futterkonservierung. In zahlreichen Silierversuchen wurden bisher viele grundlagenspezifische und anwendungsorientierte Aspekte der Futterkonservierung erfolgreich bearbeitet. Immer wieder werden dabei auch aktuelle Entwicklungen und Trends wissenschaftlich begleitet, um den Landwirten versuchstechnisch abgesicherte Daten und Ergebnisse sowie Problemlösungen bereitzustellen.

Im vorliegenden Versuchsbericht werden die Ergebnisse einer Silierzusatzmittelprüfung aus dem Silierversuch S-42 dargestellt und diskutiert. Dabei wurden unter anderem auch zwei neuere Produkte, die bereits auf dem Siliermittelmarkt positioniert sind, geprüft und mit weiteren drei Produkten hinsichtlich ihrer Wirksamkeit verglichen.

Die in diesem Bericht dargestellten mikrobiologischen Untersuchungen wurden an der Abteilung Bakteriologie/Mykologie des Bundesamtes für Agrarbiologie, Linz durchgeführt, wofür deren Leiter, Herrn Dr. Andreas Adler und seinen Mitarbeitern besonderer Dank gebührt. Ein besonderer Dank für die Durchführung der umfangreichen Futteranalysen gilt auch den beiden Abteilungen für Chemie der BAL Gumpenstein.

1. PROBLEM- UND FRAGESTELLUNG

Im Mittelpunkt des vorliegenden Versuchsberichtes steht die Frage nach der Wirksamkeit unterschiedlicher Silierhilfsmittel beim Einsatz im Dauergrünland. Zahlreiche Produkte werden heute auf dem Markt angeboten und immer wieder tauchen auch neue Entwicklungen auf, die zumindest die Werbestrategie betreffend, zahlreiche Effekte und Vorteile für den Anwender versprechen. Die Bewertung wieweit nun einzelne, für die Gär- und Silier-

qualität entscheidende Kennwerte tatsächlich durch solche Zusatzmittel beeinflusst werden, ist die zentrale Aufgabe der an der BAL Gumpenstein durchgeführten Silierversuche. Es wird an dieser Stelle jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die im nachfolgenden Versuchsbericht erzielten Ergebnisse und die daraus getroffenen Interpretationen ausschließlich auf die im Silierversuch S-42 vorgelegenen Bedingungen beziehen.

2. MATERIAL UND METHODIK

2.1 Versuchsplan Silierversuch S-42

Folgende Versuchsvarianten in je 4 Wiederholungen wurden angelegt

- 1 - ohne Silierhilfsmittel (Kontrolle)
- 2 - Amasil Bac
- 3 - Kofasil plus
- 4 - Klino Acid
- 5 - Sizuba
- 6 - Sila Bac

2.1.1 Zusammensetzung der im Silierversuch S-42 eingesetzten Silierhilfsmittel

Tabelle 1:

Zusammensetzung der Zusatzpräparate

Zusatzmittel	Inhalt nach Firmenangaben
Amasil Bac	Lactobacillus plantarum (DSM 12187)
Kofasil plus	Hexamethylentetramin, Natriumnitrit, Calciumformiat, Calciumchlorid
Klino Acid	Propionsäure 12,5%, Ameisensäure 6,25%, Essigsäure 6,25%, Dispersionsmittel 75%
Sizuba	Lactobacillus plantarum, Pediococcus pentosaceus, Enterococcus faecium
Sila Bac	6 verschiedene Stämme von Enterococcus faecium, Lactobacillus plantarum

1.2 Aufwandmengen bei den Silierzusatzmitteln je Tonne Frischmasse (siehe Tabelle 2)

Die eingesetzten Silierhilfsmittel wurden in den laut Firmenangaben empfohlenen Aufwandmengen beigegeben.

Tabelle 2:

Siliermittelmengen je Tonne Grünfütter

Silierzusatz	Anwelksilage mit 30 % TM
Amasil Bac	3 g + 2000 ml Wasser
Kofasil plus	2500 g
Klino Acid	2000 g
Sizuba	1000 g
Sila Bac	500 g

2.2 Versuchssilo

Die Versuchssilos für die 1. Wiederholung besitzen ein Fassungsvermögen von 250 l bzw. $\frac{1}{4}$ m³, bestehen aus PVC und sind mit einer isolierenden Glasfaserschicht ummantelt. An insgesamt 18 verschraubbaren Fisteln können permanente oder zeitlich abgestufte Messungen und Beprobungen am einsilierten Material erfolgen. Die Verdichtung des eingefüllten Materials erfolgt über 25 kg schwere Gewichte, welche über Hebelwirkung den entsprechenden Druck auf die Oberfläche des Siliergutes ausüben (siehe *Abbildung 1*).

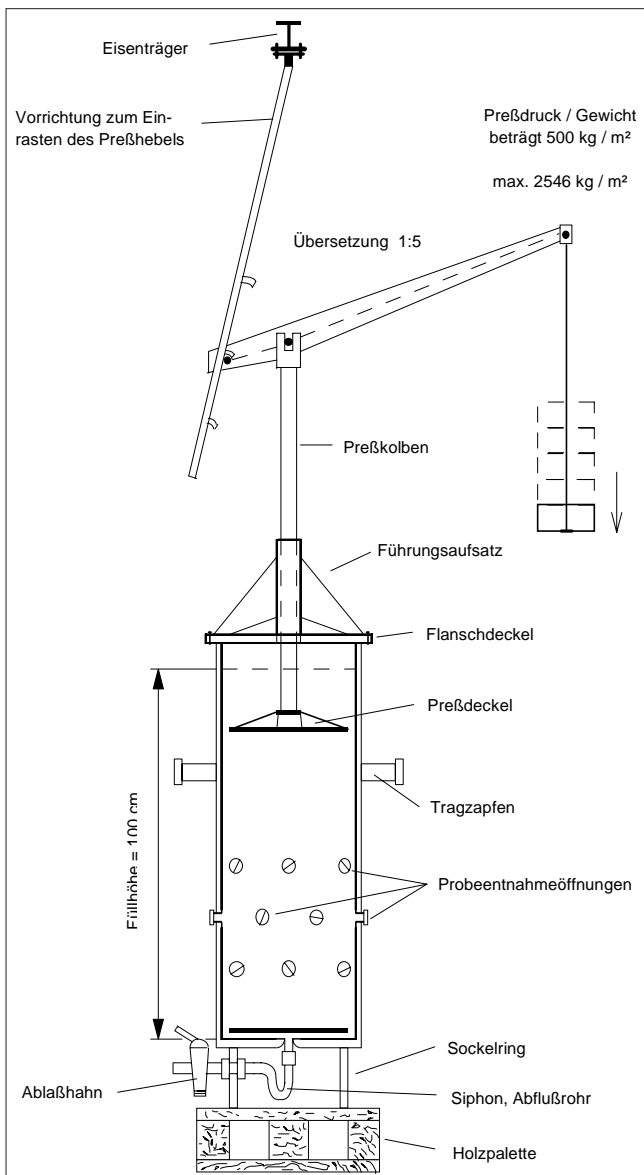
Für die 2. bis 4. Wiederholung wurden Weithalsfässer mit einem Fassungsvermögen von je 50 Liter verwendet. Der mit einem Dichtungsring versehene Deckel wird mittels Spannring auf den Behälterrand aufgesetzt, wodurch sich ein hermetischer Abschluß der Konserve ergibt. Das im Verlauf entstehende Gärgas kann über einen speziellen Gärspond entweichen.

2.3 Ausgangsmaterial

2.3.1 Pflanzenbestand

Der Pflanzenbestand wies ein mäßig starkes Grasgerüst mit 42 % , einen relativ geringen Leguminosenanteil mit 5 % und 53 % Kräuter auf (Angaben in Gewichtsprozent). Es handelte sich um einen mastigen, krautigen Talbodenbestand vom 2. Aufwuchs im Ähren-/ Rispenstadium bis Beginn Blüte.

Abbildung 1:
Versuchssilo - schematische Darstellung



2.3.2 Futterernte und Futterbehandlung

Alle Arbeitsschritte wurden am 1. August 2000 bei schönem, trockenem Wetter durchgeführt (Tageshöchsttemperatur 24,3°C, um 14.30 h; 0,0 mm Niederschläge).

Der bei der Einfuhr verwendete Ernteladewagen war mit 24 Messern bestückt, wodurch eine theoretische Futterlänge von \varnothing 5 cm erreicht werden konnte.

2.4. Beschickung der Versuchssilos

Unmittelbar nach der Einfuhr mit dem Ernteladewagen erfolgte die Befüllung der Versuchssilos. Die Füllmenge an Grünfutter richtete sich nach dem erzielten Anwelkgrad.

Die gesamte Grünfuttermenge je Silo wurde in den 250 l-Silos (Wiederholung a) auf je 20 Teilgaben á 4,5 kg und in den 50 l-Silos (Wiederholung b, c und d) auf je 10 Teilgaben á 2,0 kg aufgeteilt, wodurch sich zum einen eine gute Vergleichbarkeit mit der Befüllung von Hochsilos in der Praxis ergibt und zum anderen die Silierzusätze bei so vielen Teilgaben optimal verteilt werden können.

2.4.1 Verteilung der Zusätze

Zu jeder Futterteilgabe wurde die entsprechend genau dosierte Teilmenge des einzelnen Silierzusatzes oberflächlich gestreut oder gespritzt, wenn es sich um ein flüssiges Präparat handelte (Aufwandmengen der Silierzusätze siehe *Tabelle 2*).

2.4.2 Verdichtung

2.4.2.1 Verdichtung der 250 Liter-Silos

Jede Futtergabe mußte auf ein bestimmtes Niveau verdichtet werden, um bei 20 Futterschichten eine Füllhöhe von 100 cm zu erreichen, d.h. jede Futterpartie wird nach Zugabe des Silierzusatzes mittels eines Holzstößel auf 5 cm Schichtstärke verdichtet. Die Silos konnten ohne Probleme mit der veranschlagten Menge beschickt werden. Nach dem Ende der Befüllung wurde das Siliergut über die Verdichtungsanlage mit einem permanenten Druck von 546 kg/m² während der gesamten Lagerungszeit belastet.

2.4.2.2 Verdichtung der 50 Liter-Silos

Die Weithalsfässer wurden mit 10 Futterschichten befüllt, wobei nach der Befüllung keine zusätzliche Verdichtung vorgenommen wurde.

2.4.3 Siloabschluß

2.4.3.1 Siloabschluß der 250 Liter-Silos

Hierzu wurde nach Befüllungsende die Oberfläche des Siliergutes mit einer PVC-Folie abgedeckt und mit einem Eisenpreßdeckel beschwert. Für den hermetischen Verschluss sorgte ein verschraubbarer Flanschdeckel (siehe *Abbildung 1*). Der Preßkolben, welcher genau auf den Eisenpreßdeckel wirkt, wurde leicht eingeölt und in den Flanschdeckel, welcher einen Bund mit Dichtring enthält, eingesetzt. Auf dem Flanschdeckel wurde ein Führungsaufsatz zur Stabilisierung des Preßkolbens geschraubt, sodaß der Preßkolben nicht verrutschen konnte. Der Preßhebel wurde, wie in *Abbildung 1* ersichtlich, montiert und mit einem Gewicht von 25 kg beschwert.

2.4.3.2 Siloabschluß der 50 Liter-Silos

Die Silagen in den Weithalsfässer wurden an der Oberfläche nicht mit einer PVC-Folie abgedeckt, da der Kunststoffdeckel mit der inte-

grierten Dichtung und dem Spannring bereits für eine optimale Abdichtung des Gefäßes sorgt.

2.5 Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase

2.5.1 Temperatur

Dynamische Messungen wurden ausschließlich an der 1. Wiederholung vorgenommen. Die Messungen erfolgten mit einem elektronischen Gerät der Marke "Testoterm". Die steife Stahlsonde wurde bei jeder Messung an einer Silofistel bis zum Silomittelpunkt geführt. Nachdem sich die Silagetemperatur stabilisierte, konnte die Ablesung des Wertes durchgeführt werden. Die Raumtemperatur wurde zur gleichen Zeit an einem Quecksilberthermometer abgelesen.

2.5.2 pH-Wert - Dynamik

In der Wiederholung 1 wurden laufend pH-Messungen vorgenommen, während bei Wiederholung 2 bis 4 der pH-Wert nur zu Versuchsbeginn und Entleerung der Versuchssilos ermittelt wurde. Vor dem Beginn der Messungen wurde die Meßkette mittels Standardpufferlösungen geeicht, um eventuelle Fehler auszuschalten, sodann wurden mit einem Probenbohrer 2 bis 3 g Material durch die aufgeschraubte Silofistel entnommen und anschließend mit aqua destillata versetzt. Die Messung des pH-Wertes erfolgte mit einer Meßkette für halb feste Medien. Die Meßintervalle waren zu Beginn der Gärphase kürzer und verlängerten sich mit zunehmender Stabilisierung des pH-Wertes gegen Ende des Silierversuches.

2.5.3 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen

Pflanzenbestand - Bonitierung anhand der Gewichtsprozent-schätzung der Gräser-, Leguminosen- und Kräuteranteile (Gesamtdeckungssumme 100 %).

Silagequalität - mittels ÖAG- Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999 - siehe Anhang), basierend auf dem DLG-Sinnenprüfungsschlüssel nach ZIMMER (1966). Diese sensorische Prüfung wird von 2 Personen unabhängig voneinander durchgeführt. Das Hauptaugenmerk bei dieser Qualitätsbeurteilung liegt auf den Faktoren Geruch, Farbe und Gefüge. Geprüft wird die fertig vergorene Silage unmittelbar nach der Entleerung und die überlagerte Silage eine Woche nach der Entleerung im Zuge des sogenannten Haltbarkeitstestes.

2.6. Beprobung vor, während und nach der Gärphase

2.6.1 Ausgangsmaterial

Unmittelbar nach der Einfuhr wurde das geschnittene Futter vom Ernteladewagen abgeladen und an mehreren Stellen, zufällig verteilt beprobt.

2.6.2 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung

Die Beprobung erfolgte mit Hilfe eines Nirostaprobennbohrers (\varnothing 50 mm), der von der Oberfläche bis zum Siloboden eingestochen wurde. Dieser Vorgang wurde 3- bis 4mal wiederholt, um die notwendige Probenmenge zu erhalten. Bevor die Probe auf die einzelnen Gefäße aufgeteilt wurde, erfolgte eine gleichmäßige händische Durchmischung, um eine repräsentative Probe zu garantieren.

2.6.3 Proben vom Haltbarkeitstest

Die Silagen, welche 7 Tage lang ohne Abdeckung unter aeroben Stressbedingungen in offenen Plastikbehältern lagerten, wurden durch gleichmäßige händische Entnahme beprobt.

2.7. Chemische Untersuchungen

Sämtliche chemischen Analysen wurden im chemischen Laboratorium, die Verdaulichkeit und Netto-Energie-Laktation (NEL) in der Abteilung Grünland der BAL Gumpenstein durchgeführt.

Analysenmethoden:

- Trockenmasse (TM) - Brabender Trockenmasse-Schnellbestimmung
- Rohprotein (XP) - Heraeus Macro-N
- Rohfaser (XF) - Rohfasermethode
- Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) - NESSLER Methode
- Zucker - VDLUFA modifiziert nach Dr. Haas
- Milch-, Essig- und Buttersäure-Gaschromatographie
- OM-Verdaulichkeit - in vitro nach Tilley & Terry
- NEL - Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)

2.8 Mikrobiologische Untersuchungen

Die Proben der fertigen Silage, sowie die Proben vom Haltbarkeitstest wurden in verschraubbare Plastikdosen gepreßt und luftdicht verschlossen per Exprespost nach Linz versandt, wo die Muster bis zur Durchführung der mikrobiologischen Untersuchung bei ca. 5 °C gelagert wurden.

Grundsätzlich wurden Standardmethoden für die mikrobiologischen Untersuchungen (ALVA 1983) angewendet, die im folgenden angeführte Ergebnisse beziehen sich auf die Frischmasse der untersuchten Proben. Vor der Untersuchung der Proben wurden ca. 200 g des Materials auf eine Länge von 2 bis 5 cm geschnitten. Jeweils 40 g Probenmaterial wurden mit 360 ml gepufferter Pepton - NaCl - Lösung im Stomacher suspendiert, mit der gleichen Lösung wurde die Verdünnungsreihe hergestellt. Die zum Erfassen der unterschiedlichen Keimgruppen verwendeten Nährmedien, sowie die entsprechenden Kulturbedingungen sind in *Tabelle 3* zusammengefaßt.

Die untere Erfassungsgrenze lag für die Keimzahl der aeroben Bakterien bei 10^5 KBE/g FM, für Milchsäurebakterien, Clostridien, Schimmelpilze und Hefen unter 10^2 KBE/g FM. Auf IAG-Bakterienagar wurde eine Gesamtkeimzahl der unter aeroben Bedingungen kolonienbildenden Bakterien ohne Berücksichtigung fakultativ auftretender MS-Bakterien im Oberflächenverfahren ermittelt. MS-Bakterien wurden als Gruppe der verschiedenen homo- und heterofermentativen Stäbchen und

Kokken erfaßt. Die Pilzkeimzahlen wurden auf IAG-Pilzagar im Oberflächenverfahren ermittelt.

Die Zählung der Clostridiensporen wurde nach der in *Tabelle 3* kurz beschriebenen Untersuchungsmethodik durchgeführt, die Beimpfung der Platten im Ausstrichverfahren ermöglicht die Absicherung der Ergebnisse im Katalasetest.

Zur Kontrolle des hygienischen Status kam bei einzelnen Silageproben folgende zusätzliche Methode zur Anwendung: Zum Nachweis von Clostridiensporen (im wesentlichen *Clostridium tyrobutyricum*) im MPN-Ansatz wird nach kurzzeitiger Erhitzung der Probensuspension zur Abtötung vegetativer Mikroorganismenzellen Tyrobutyricum-Bouillon-Basis, verfestigt durch 15 g/l Agar, supplementiert mit 10 ml/l 50% Natriumlactat-Lösung, 50 mg/l Neutralrot und mit 200 mg/l D-Cycloserin, im Gußverfahren beimpft und anaerob 5 Tage bei 37 °C inkubiert. Der Zusatz von Neutralrot läßt Clostridien als gelbliche, ausgedehnt wachsende Kolonien inmitten gelb verfärbter Zonen hervortreten. Bei der Auswertung werden Platten mit Gelbfärbung als positiv, d.h. als mit Clostridien bewachsen, bewertet.

Tabelle 3:

Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Epiphyten- und Silageflora in den einzelnen Probengruppen

Fertige Silagen untersuchte Keimgruppen	Haltbarkeitstest untersuchte Keimgruppen	Nährmedium	Kulturbedingungen
Bakterien, aerob	-	IAG-Bakterienagar	4 Tage, 30 °C, aerob
MS-Bakterien	-	MRS-Agar (Merck) supplementiert mit 0,5 g/l gepulvertem Kalk	5 Tage, 30 °C, anaerob BBL Gas Pack-System
Clostridiensporen	-	RCM-Agar (Oxoid) supplementiert mit 0,20 g/l D-Cycloserin 0,05 g/l Neutralrot	Erhitzung der Proben: 20 min, 75 °C Inkubation: 5 Tage, 30 °C, anaerob BBL Gas Pack-System
Schimmelpilze und Hefen	Schimmelpilze und Hefen	IAG-Pilzagar	7 Tage, 28 °C, aerob

EINFLUSS VON SILIERZUSÄTZEN AUF DIE VERGÄRUNG, SILAGE- UND FUTTERQUALITÄT VON LEICHT ANGEWELKTEM GRÜNFUTTER

3.1 Ausgangsmaterial

Der Trockenmassegehalt des Siliergutes betrug im Durchschnitt 306 g/kg Frischmasse, das entspricht somit einer leichten Futteranwelkung.

Der mittlere Rohproteingehalt lag bei 154 g/kg TM, der Zuckergehalt bei 113 g/kg TM, das Verhältnis von Rohprotein : Zucker betrug somit 1:0,73. Dieses weite Verhältnis ergibt eine mittel- bis schwere Siliereignung des Ausgangsmaterials, denn ein mittelhoher Eiweißanteil bedingt eine entsprechend starke Pufferwirkung, d.h. es müssen mehr Gärsäuren gebildet werden, um den pH-Wert auf ein bestimmtes Maß abzusenken. Ein niedriger Gehalt an leichtlöslichen Zuckerverbindungen, wie in diesem Versuch, erschwert die schnelle Vermehrung der Milchsäurebakterien.

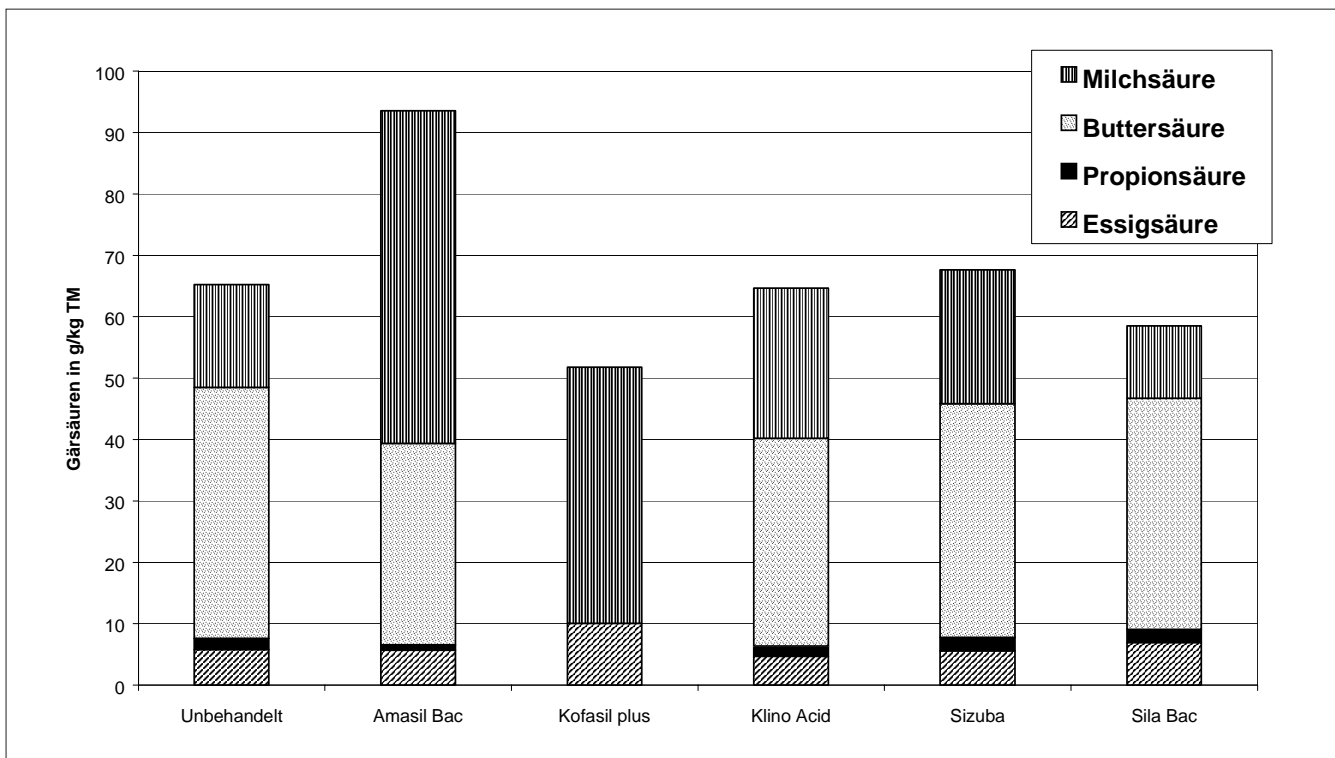
3.2 Vergärungseigenschaften

3.2.1 Gärsäuremuster

Sämtliche eingesetzten Silierzusätze wiesen hinsichtlich des Buttersäuregehaltes eine Verbesserung im Vergleich zur unbehandelten Variante auf (Abbildung 2).

Abbildung 2:

Gärsäuremuster bei Anwelksilage und verschiedenen Silierzusätzen



Kofasil plus war der einzige Zusatzstoff, der eine buttersäurefreie Gärung in allen vier Wiederholungen zeigte, dieser Silierzusatz konnte also den Gärverlauf bei diesen schwierigen Gärungsbedingungen positiv beeinflussen.

Amasil Bac (32,8 g/kg TM Buttersäure) konnte die Buttersäuregärung um 8 g senken, diese Variante produzierte auch am meisten Milchsäure (54,2 g/kg TM) und Gesamtsäure (93,6 g/kg TM). Die Menge an Gesamtsäure lag bei den übrigen Varianten unter 70 g/kg TM.

Die Varianten Klino Acid und Sizuba brachten in der Gärsäurezusammensetzung eine leichte Verbesserung, da beide Produkte die Buttersäuremenge minimal (3 bis 7 g) reduzierten und die Milchsäuregärung etwas begünstigten.

Sila Bac wurde in diesem Versuch als Standardvariante für Milchsäurebakterienzusätze verwendet. Gegenüber der unbehandelten Kontrolle zeigte Sila Bac allerdings im Vergleich zu den übrigen Silierzusätzen die geringste Wirkung. Der Buttersäuregehalt lag hier nur um 3 g/kg TM niedriger, jedoch auch die Milchsäureproduktion war mit 11,8 g/kg TM um 5 g geringer als bei der Kontrolle.

Tabelle 4:

Gärsäuregehalte in g/kg TM und deren relativer Anteil am Gesamtsäuregehalt im Silierversuch S-42

Varianten	Milchsäure		Buttersäure		Essigsäure		Propionsäure		Gärsäuren Summe g/kg TM
	g/kg TM	%	g/kg TM	%	g/kg TM	%	g/kg TM	%	
Unbehandelt	16,8	25,7	40,9	62,6	5,8	8,9	1,8	2,8	65,3
Amasil Bac	54,2	57,9	32,8	35,1	5,7	6,1	0,9	1,0	93,6
Kofasil plus	41,7	80,5	0,0	0,0	10,1	19,5	0,0	0,0	51,8
Klino Acid	24,5	37,9	33,8	52,3	4,7	7,3	1,7	2,6	64,7
Sizuba	21,8	32,2	38,1	56,3	5,6	8,3	2,2	3,2	67,6
Sila Bac	11,7	20,1	37,6	64,4	7,0	11,9	2,1	3,6	58,5

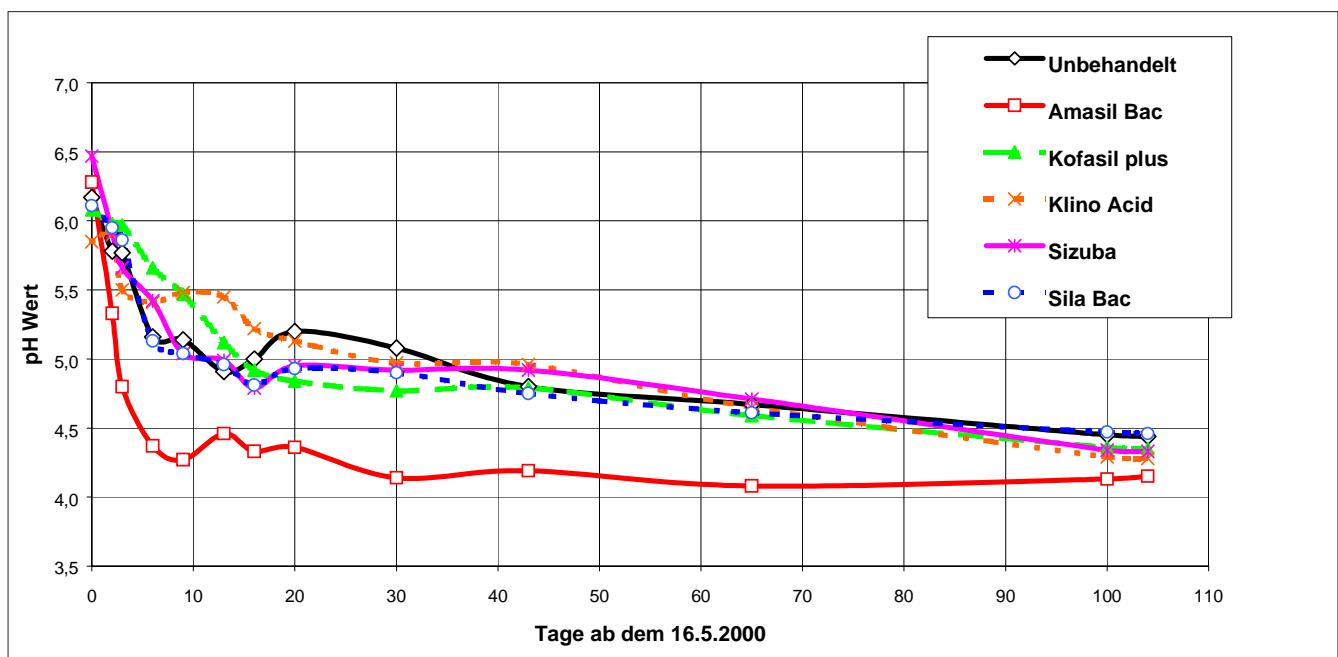
3.2.2 pH - Wert

Das optimale Stabilitätsniveau des pH Wertes bei Silagen wird in der Gärfutterqualitätsbewertung nach WEISSBACH et.al (1977) für Futter mit einem Anwelkgrad von 30% TM mit 4,45 Einheiten angegeben. Der Vergleich der Varianten zum Zeitpunkt der Entleerung zeigt, dass alle Silagen in einem Bereich zwischen pH 4,15 und 4,46 liegen (Abbildung 3). Aus der Sicht der Säuerungsgeschwindigkeit (PAHLOW, 1996) brachte jedoch nur die Variante Amasil Bac ein zufriedenstellendes Ergebnis. Der pH-Wert-Verlauf bei dieser Variante war eindeutig auf die günstigere Milchsäuregärung zu Beginn zurückzuführen. Die anderen vier Silierzusatzvarianten unterschieden sich nur unwesentlich von der sehr langsam absäuernden Kontrolle.

3.2.3 Temperaturverlauf

Abbildung 3:

pH-Wert-Verlauf bei der Silierung von Grünlandfutter mit unterschiedlichen Silierzusatzmitteln



Die Silagetemperatur sämtlicher Varianten glich sich nach kurzer Zeit an das Niveau der Raumtemperatur an und verlief bis zum Lagerungsende parallel mit dieser. Es wurden dabei keine gesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt (siehe *Abbildung 4*).

3.2.4 Eiweißabbau

In diesem Silierversuch ergaben sich aufgrund der starken Fehlgärungen zugleich auch erhöhte Eiweißabbauraten. Der angestrebte Wert von maximal 10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ bezogen auf den Gesamt-N Gehalt, wurde von keiner Variante unterschritten (siehe *Abbildung 5*).

Kofasil plus wies mit 12,1 % den geringsten Ammoniumanteil am Gesamtstickstoff auf, in der Variante mit Amasil Bac lag der $\text{NH}_4\text{-N}$ Anteil bei 14,4 %. Die Varianten mit den übrigen Silierzusätzen lagen im Bereich der unbehandelten Variante (bei ca. 16 %).

Abbildung 4:
Verlauf der Temperatur während der Vergärung von Grünlandfutter im Silierversuch S-42

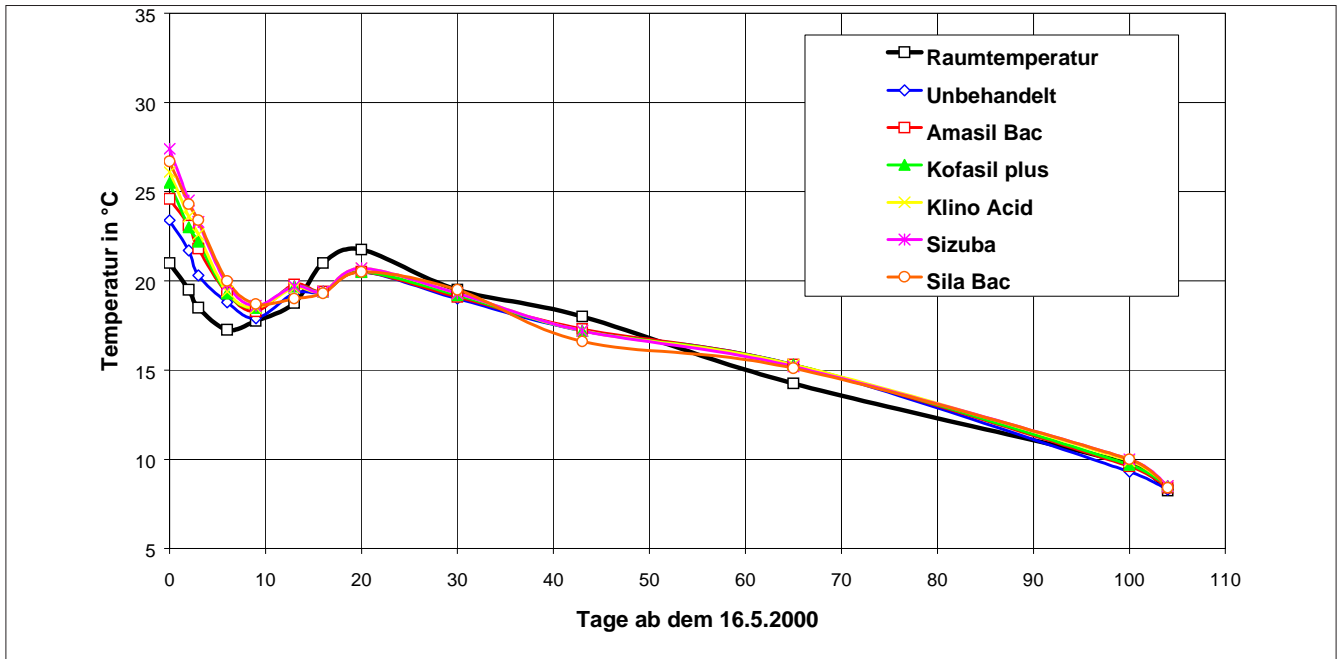
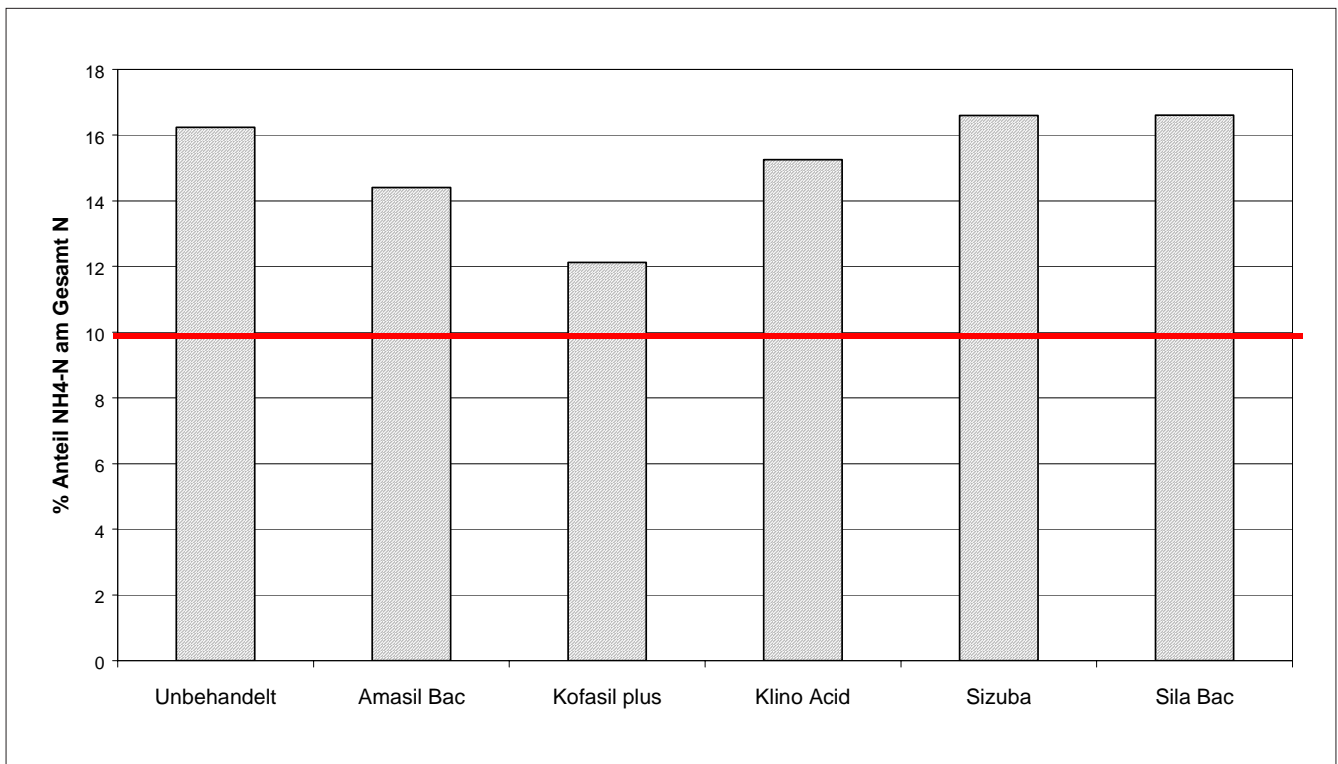


Abbildung 5:
Ammonium - N in % vom Gesamt - N im Silierversuch S-42



3.2.5 Mikrobiologie

In der stabilen Silage waren die aeroben Bakterien in den mit den Produkten Kofasil plus und Amasil Bac behandelten Varianten gegenüber der unbehandelten Variante reduziert. Die Produkte Klino Acid, Sizuba und Sila Bac zeigten gegenüber der Kontrolle keine Verbesserung hinsichtlich des Gehaltes an aeroben Bakterien (siehe Tabelle 5).

Bei den Milchsäurebakterien sind die Differenzen der Silierhilfsmittelvarianten im Vergleich zur Kontrolle gering, tendenziell wiesen jedoch die Produkte Kofasil plus und Sila Bac einen höheren Gehalt auf.

Als Richtzahl für den Clostridiengehalt wird eine obere Grenze von 10.000/g FM angegeben - dieser Wert wurde mit Ausnahme der Kofasil plus Variante bei allen anderen Varianten deutlich überschritten. Dies ist zugleich auch die Erklärung für die bereits diskutierte Situation im Buttersäuregehalt (Abbildung 2). Die Ergebnisse der Clostridienuntersuchung ergibt eine Unterscheidung in drei Gruppen. Das sind erstens Varianten, die sich von der unbehandelten Variante nicht unterscheiden (Amasil Bac und Klino Acid), zweitens Varianten, die den hohen Clostridiendruck positiv beeinflussen konnten (Kofasil plus) und drittens Varianten, die höhere Gehaltszahlen als die unbehandelte Kontrolle aufwiesen (Sizuba und Sila Bac).

Der Gehalt an Hefepilzen stellte in diesem Versuch im allgemeinen keine Gefahr für eine Nacherwärmung dar. Eine Wiederholung der Variante Amasil Bac mit 320.000 und eine Wiederholung der Variante Sila Bac mit 900.000 KBE/g FM zeigten jedoch eine potentielle Gefahr für eine Nacherwärmung. Der obere Richtwert für die Gärfutterbereitung liegt für Hefepilze bei 100.000/g FM.

Ein ähnliches Bild zeigte sich bei den Schimmelpilzen, denn auch hier lagen die Keimzahlen bis auf eine einzige Ausnahme im unbedenklichen Bereich (< 10.000/g FM). Bei Kofasil plus wies eine Wiederholung 1,8 Mio. KBE/g FM auf, mit einer starken Kontamination von *Penicillium* sp..

Tabelle 5:

Mikrobiologischer Zustand der stabilen Naßsilage im Silierversuch S-42

Varianten	Aerobe Bakterien Mio KBE/g FM	Milchsäurebakterien MioKBE/gFM	Clostridien Tsd MPN/g FM	Hefen Tsd KBE/g FM	Schimmelpilze Tsd KBE/g FM
Unbehandelt	5,0 (2,6 - 7,6)	43 (30-55)	396	0,6 (0 - 1,4)	0
Amasil Bac	1,6 (0,9 - 3,4)	46 (33-70)	446	91,5 (0 - 320)	0
Kofasil plus	0,2 (0,1 - 0,4)	71 (26-116)	2	3,3 (0 - 10)	451 (0 - 1800)
Klino Acid	3,8 (3,2 - 4,4)	48 (42-62)	405	5,8 (1 - 14)	0,1 (0 - 0,2)
Sizuba	6,1 (3,0 - 11,7)	47 (30-71)	670	0,8 (0 - 1,7)	0,1 (0 - 0,3)
Sila Bac	8,8 (3,3 - 13,4)	60 (33-83)	620	236,3 (0 - 900)	0,2 (0 - 0,5)

3.2.6 Silagequalität

Die Bewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) ergab für die unbehandelte Kontrolle im Mittel 9 Punkte bzw. die Güteklasse 3 (siehe Tabelle 6). Bei der sensorischen Beurteilung wurde mäßiger Buttersäuregeruch sowie teilweise Ammoniak- und Röstgeruch festgestellt.

Die Punkte für Kofasil plus waren mit 12,8 (Güteklasse 2) deutlich besser als die der unbehandelten Kontrolle. Klino Acid konnte durchschnittlich 10,8 Punkte erreichen. Diese Variante war vom Geruch leicht buttersäurehaltig, und es wurde auch Ammoniak und teilweise Fremdgeruch festgestellt.

Sizuba lag mit 8,5 Punkten schlechter als die Kontrolle. Die mäßig bis stark vorhandene Buttersäure sowie der leicht stechende Ammoniak- und Röstgeruch waren für diese Silage kennzeichnend. Sila Bac erreichte 10 Punkte mit leichtem Buttersäure- und Röstgeruch.

Nach dem Bewertungsschlüssel nach WEISSBACH und HONIG (1992) werden Buttersäure-, Essigsäure- und Ammoniakgehalt sowie der pH-Wert in Abhängigkeit vom TM-Gehalt beurteilt. In dieser objektiven Silagequalitätsbewertung schnitten alle Varianten wesentlich schlechter als in der ÖAG-Sinnenprüfung ab, weil der hohe Buttersäuregehalt die Punktzahl minimierte.

Die Qualitätsbeurteilung der Silage nach WEISSBACH und HONIG brachte für die Varianten Sizuba und Sila Bac das gleiche Ergebnis wie für die unbehandelte Kontrolle. Amasil Bac und Klino Acid schnitten um eine Benotungseinheit besser ab, die Kofasil plus -Variante erhielt auf Grund des fehlenden Buttersäuregehaltes die beste Beurteilung.

In diesem Versuch muß der Beurteilung der Silagequalität nach WEISSBACH und HONIG der Vorzug gegeben werden, da diese Form der Bewertung treffsicherer als nach dem sensorischen ÖAG-Schlüssel war und den hohen Buttersäuregehalt sowie den Eiweißabbau entsprechend berücksichtigte.

Tabelle 6:
Silagequalität der stabilen Silage im Silierversuch S-42

Varianten	DLG-Sinnenprüfung ÖAG-modifiziert		DLG-Bewertung n. Weißbach und Honig	
	Punkte	Gütekategorie	Punkte	Gütekategorie
Unbehandelt	9,0	3	25	5
Amasil Bac	9,3	2	35	4
Kofasil plus	12,8	2	65	3
Klino Acid	10,8	2	35	4
Sizuba	8,5	3	25	5
Sila Bac	10,0	2	25	5

Bewertungsschlüssel siehe Anhang

3.3 TM-Verluste

Die höchsten Verluste an Trockenmasse waren bei der Kontrollvariante mit 5,1 % zu verzeichnen. Klino Acid, Sizuba und Sila Bac konnten die Verluste leicht reduzieren (0,3 bis 0,8 %). Amasil Bac verminderte die TM-Verluste um die Hälfte auf 2,6 %. Die geringsten Verluste traten bei der Variante Kofasil plus mit nur 1,2 % auf. Die Kontrolle hatte somit 4,3-mal höhere TM-Verluste als Kofasil plus (siehe *Abbildung 6*). Nach ZIMMER (1993) liegen allerdings die im Silierversuch S-

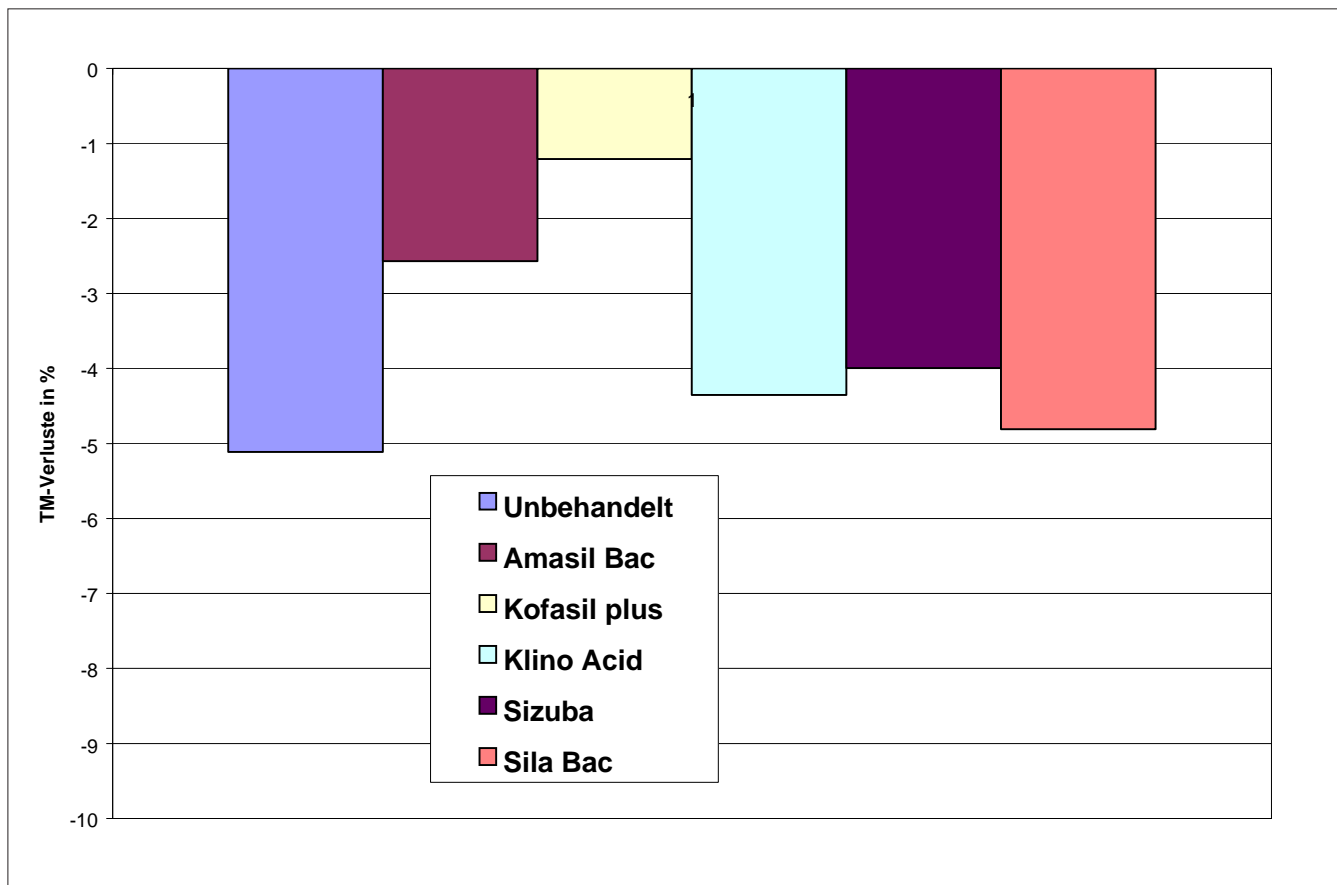
42 ermittelten TM-Verluste für Silagen mit einem Anwelkgrad von 30% TM im Normalbereich.

3.4 Nährstoffgehalt und Futterqualität

Die Parameter Verdaulichkeit und Nettoenergie-Laktation (siehe *Tabelle 7*) der fertigen Silage bestätigen die massive Schwierigkeiten in der Vergärung, denn aufgrund der Rohproteingehalte (um 150 g/kg TM), des relativ niedrigen Rohfasergehaltes (zwischen 246 und 277 g/kg TM) und des niedrigen Rohaschegehaltes (von 97 bis 117 g/kg TM), müssten die Verdaulichkeit der organischen Masse und die Energiegehalte eigentlich wesentlich höher liegen. Die Bestätigung dieser Aussage findet sich beim Vergleich mit den Werten der DLG-Futterwerttabelle (7. Auflage, 1997 - Ergänzungsteil - Datengrundlage aus Österreich) bzw. bei BUCHGRABER et.al (1998). Ein Wiesenmischbestand im 2. Aufwuchs weist hier mit ähnlichen Rohprotein- bzw. Rohfaserwerten eine Verdaulichkeit der OM von 67 % und eine Nettoenergie-Laktation von 5,37 MJ/kg TM auf.

Abbildung 6 :

TM-Verluste durch die Gärung beim Einsatz unterschiedlicher Silierzusatzmittel im Silierversuch S-42



3.5 Haltbarkeitstest

3.5.1 Temperatur

Nach einer Woche Überlagerung unter Luftstreß konnte bei keiner Variante eine Erhöhung der Temperatur im Vergleich zur stabilen Silage bei der Entleerung festgestellt werden.

3.5.2 Mikrobiologie

Die stark buttersäurehaltigen Silagen zeigten unter Luftstreß keinen Anstieg der Keimzahlen bei Hefen und Schimmelpilzen. Diese Silagen blieben bei den standardisierten Ansatzmethoden durchwegs unter der Nachweisgrenze.

Bei der Variante Kofasil plus vermehrten sich die Hefen innerhalb von einer Woche Lagerungszeit auf 790.000 KBE/g Frischmasse. Die Schimmelpilze (*Penicillium* sp.) erreichten eine Zahl von 27.000 KBE/g FM. In dieser Silage bewirkte die Luftbelastung während der Lagerung eine starke mikrobielle Vermehrung und somit kann von einer hohen Labilität der fertigen Konserve ausgegangen werden. Speziell bei Siloformen mit geringer Entnahmetiefe bzw. Vortrieb könnte sich bei einer derartigen Silage eine starke Nacherwärmung entwickeln.

3.5.3 Silagequalität

Beim Haltbarkeitstestabschluß wurde keine Bestimmung der Gärssäuren durchgeführt, deshalb erfolgte hier keine Qualitätsbewertung nach WEISSBACH und HONIG sondern nur nach dem ÖAG Sinnenprüfungsschlüssel.

Die Silagen wiesen nach einer Woche Überlagerung unterschiedliche Qualitätseinbußen auf. Ohne Silierzusatzmittel blieb die Silagequalität gleich wie zum Zeitpunkt der Entleerung (8 Punkte - Güteklasse 3). Die Variante Amasil Bac verschlechterte sich von 9,3 auf 4 Punkte, was einer verdorbenen Silage gleich kommt. Kofasil plus nahm in der Qualität von 12,8 auf 10 Punkte leicht ab, konnte sich jedoch in der Güteklasse 2 halten.

Tabelle 7:

Inhaltsstoffe und Futterqualität der stabilen Silage

Anwelksilage	TM g/kg FM	RP g/kg TM	RFa g/kg TM	RA g/kg TM	Zucker g/kg TM	VOM % der OM	NEL MJ/kg TM
Unbehandelt	272,9	147,5	276,9	96,8	60,6	56,1	4,20
Amasil Bac	303,4	151,6	264,3	102,6	61,2	57,7	4,34
Kofasil plus	315,6	150,7	246,0	99,5	118,0	60,7	4,72
Klino Acid	292,2	145,9	272,8	107,0	69,1	55,8	4,09
Sizuba	286,8	149,3	268,2	111,2	51,3	55,8	4,06
Sila Bac	320,4	141,8	270,4	116,6	41,0	58,0	4,28

Starke Einbußen waren auch in der Variante Klino Acid zu verzeichnen, denn hier kam es zu einer Verschlechterung von 10,8 auf 4 Punkte, also von Güteklasse 2 auf 4. Sizuba hielt das Niveau fast stabil auf 8 Punkten und Sila Bac verlor durch die aerobe Nachlagerung im Haltbarkeitstest 3 ÖAG-Punkte (10 auf 8).

3.6 Produktspezifische Bewertung der Silierzusatzmittel

3.6.1 Amasil Bac

Wirkung:

Im pH-Wert-Verlauf konnte Amasil Bac gegenüber der unbehandelten Kontrolle die Milchsäuregärung wesentlich schneller einleiten und den pH-Wert rasch auf ein stabiles Niveau absenken. Vergleichsweise lag der pH-Wert durch Zugabe von Amasil Bac nach 9 Tagen bei pH 4,3 während sich ohne Zusatzstoffe gerade pH 5,1 einstellte (siehe *Abbildung 3*).

Das Gär säurenmuster wurde durch Amasil Bac positiv beeinflusst, da der Buttersäuregehalt reduziert und der Milchsäureanteil wesentlich erhöht werden konnte (siehe *Abbildung 2, Tabelle 4*). Der Ammoniakgehalt als Kennwert für den Eiweißabbau wurde ebenfalls von 16,2 % auf 14,4 % reduziert. Der Verlust an Trockenmasse konnte durch den Einsatz von Amasil Bac um die Hälfte statt 5,1 % bei der unbehandelten Variante auf 2,6 % eingeschränkt werden.

Die Futterqualität der fertigen Silage war im Vergleich zur Kontrolle in der Verdaulichkeit der OM und im Energiegehalt durch Amasil Bac leicht verbessert worden (siehe *Tabelle 7*). In der Silagequalität lag Amasil Bac sowohl bei der ÖAG-Sinnenprüfung als auch bei der Qualitätsbewertung nach WEISSBACH und HONIG (1992) in der Benotung um eine Güteklasse günstiger als das unbehandelte Futter, der Punktevergleich zeigt jedoch, dass der Sprung in der Güteklasse nicht hoch ist, also keineswegs überbewertet werden darf (siehe *Tabelle 6*).

In mikrobiologischer Hinsicht zeigten sich im Vergleich zur unbehandelten Variante mit einer Ausnahme keine auffallenden Unterschiede. Eine Wiederholung der fertigen Silage fiel mit einer hohen Hefekeimzahl auf (320.000 KBE / g Frischmasse), die übrigen drei Wiederholungen lagen in den Hefewerten zwischen 0 und 31.000 KBE / g FM. Die Ergebnisse aus dem Haltbarkeitstest zeigten, dass für Amasil Bac behandeltes Futter in diesem Versuch keine Nacherwärmungsgefahr bestand.

3.6.2 Kofasil plus

Wirkung:

Auf die pH-Wertabsenkung wirkte sich Kofasil plus in den ersten 14 Tagen nur sehr gering aus. Nach zwei Wochen lag der pH-Wert bei der unbehandelten Kontrolle und der mit Kofasil versetzten Variante auf 5,0 Einheiten. Im weiteren Verlauf bis zur 10. Woche kam der pH-Wert allmählich auf das wünschenswerte Niveau von 4,5. Insgesamt war der pH-Verlauf von Kofasil plus etwas günstiger zu bewerten als jener der unbehandelten Variante (siehe *Abbildung 3*).

Die Zusammensetzung der Gärssäuren ist aufgrund der Buttersäurefreiheit als günstig zu bezeichnen. Kofasil plus war in diesem Versuch das einzige Mittel, welches die Vergärung absolut positiv beeinflussen konnte (siehe *Abbildung 2, Tabelle 4*). In einem Praxisversuch an Siloballen (PÖTSCH und RESCH, 1997) konnte Kofasil plus unter schwierigen Bedingungen die Buttersäurebildung ebenfalls unterdrücken. Der Ammoniumgehalt lag mit 12,1 % zwar über der tolerierbaren Grenze von 10 %, war aber absolut betrachtet immerhin um um 4,1 % niedriger als bei der Kontrollvariante (siehe *Abbildung 5*).

In der Futterqualität wies die Variante Kofasil plus eine wesentlich höhere Verdaulichkeit der OM (60,7 %) und eine um 0,5 MJ NEL bessere Futterenergie als die Kontrolle auf (siehe *Tabelle 7*). Die Silagequalität hängt eng mit dem Buttersäuregehalt zusammen, daher erzielte die Variante Kofasil plus in diesem Versuch auch die besten Silagequalitäten (siehe *Tabelle 6*).

Ein Vorteil der optimalen Vergärung zeigte sich auch in mikrobieller Hinsicht. Kofasil plus konnte in diesem Versuch als einziges Produkt den hohen Clostridiendruck bewältigen (Clostridienkeimzahl: 2.000 MPN / g FM im Vergleich zu 396.000 MPN bei der Kontrolle). Bei den Milchsäurebakterien hatte Kofasil plus zum Zeitpunkt der Siloöffnung die höchsten Keimzahlen (siehe *Tabelle 5*). Eine Wiederholung war allerdings stark mit *Penicillium* sp. (Schimmelpilz) kontaminiert. In der aeroben Lagerung

zeigte die Variante Kofasil plus jedoch eine hohe Labilität in Bezug auf die schnelle Vermehrung von Hefen und Schimmelpilzen.

3.6.3 Klino Acid

Wirkung:

Die pH-Wertabsenkung in der Variante Klino Acid verlief in den ersten 16 Tagen viel zu langsam, wobei aufgrund der Zusammensetzung dieses Präparates eigentlich eine raschere Absenkung zu erwarten war. Der weitere Verlauf glich im wesentlichen der unbehandelten Kontrolle (siehe *Abbildung 3*).

Bei gleich hohem Gesamtsäuregehalt war die Zusammensetzung der Gärssäuren günstiger als bei der Kontrolle, der Buttersäuregehalt konnte um 7 g/kg TM auf 33,8 g reduziert werden (siehe *Abbildung 2, Tabelle 4*). Der Ammoniumgehalt war mit 15,2 % minimal niedriger als jener der Kontrollvariante (16,2 %).

Die Futterqualität (Verdaulichkeit der OM, Energiegehalt) konnte in diesem Versuch mit dem Produkt Klino Acid nicht verbessert werden, die Silage- oder Gärqualität wurde allerdings sowohl nach der ÖAG-Sinnenprüfung als auch nach WEISSBACH und HONIG um eine Güteklasse günstiger beurteilt (siehe *Tabelle 6*).

Die Mikrobiologie der unbehandelten Variante unterschied sich in diesem Versuch kaum von der Variante Klino Acid. Die aerobe Überlagerung ergab wie bei der Kontrollvariante keine Nacherwärmungsgefährdung.

3.6.4 Sizuba

Wirkung:

Die Absenkung des pH-Wertes verlief im Wesentlichen gleich wie bei der unbehandelten Kontrolle (siehe *Abbildung 3*). Aus dem Gärssäurenmuster war mit 38 g/kg TM Buttersäure eine massive Fehlgärung abzuleiten. Die Gärssäuren lagen allerdings minimal günstiger als bei der Kontrolle (siehe *Abbildung 2, Tabelle 4*).

In der Futterqualität konnte mit Sizuba keine Verbesserung erreicht werden, denn die Verdaulichkeit der OM in % und die NEL in MJ/kg TM lagen sogar minimal unter den ungünstigen Werten der unbehandelten Variante. Die Beurteilung der Gärqualität nach der Sinnesprüfung ergab keine Verbesserung (siehe *Tabelle 6*).

In der Mikrobiologie zeigte sich in den Keimzahlen der aeroben Bakterien, der Milchsäurebakterien, der Hefen sowie der Schimmelpilze keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollvariante. Die Clostridiensporenanzahl in MPN / g Frischmasse wies bei Zugabe von Sizuba mit Ø

670.000 gegenüber 396.000 bei der unbehandelten Variante höhere Werte auf. Die höhere Zahl an Clostridien-sporen hatte jedoch keine Mehrproduktion an Buttersäure zur Folge.

3.6.5 Sila Bac

Wirkung:

Die Absenkung des pH-Wertes verlief größtenteils parallel zur Kontrollvariante, nur von der 2. bis zur 6. Woche nach der Einsilierung wurde mit Sila Bac der pH-Wert etwas besser und rascher stabilisiert (siehe *Abbildung 3*).

Das Gär säurenmuster zeigt, dass durch Sila Bac zwar etwas weniger Buttersäure gebildet wurde (4 g/kg TM weniger als bei der Kontrollvariante), jedoch war in dieser Variante auch der Milchsäuregehalt in der fertigen Silage niedriger. (siehe *Abbildung 2, Tabelle 4*).

Die Futterqualität von mit Sila Bac behandelter Silage war in der Verdaulichkeit der OM um 2 % besser als jene der Kontrollvariante. Im NEL-Gehalt in MJ/kg TM war die Qualitätsverbesserung allerdings nur minimal (siehe *Tabelle 4*). Die Gärqualitätsbewertung war im Vergleich zur Kontrolle nach der ÖAG-Sinnenprüfung im Durchschnitt um einen Punkt besser, nach der chemischen Bewertung durch den WEIßBACH / HONIG-Schlüssel konnte hingegen keine Verbesserung festgestellt werden.

In den Keimgehalten konnten im Allgemeinen etwas höhere Werte als in der Kontrollvariante ermittelt werden. Insbesondere hoben sich der Clostridiensporengelalt (620.000 MPN/g FM), der Hefegelalt (236.000 KBE/g FM) sowie der höhere Gehalt an Schimmelpilzen im Vergleich zur Kontrollvariante ab (siehe *Tabelle 1*). Im Haltbarkeitstest der Variante Sila Bac ergab sich keinerlei erhöhte Belastung für eine Nacherwärmung.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Konservierungswirkung der Silierzusätze bei leicht angewelktem, mittelschwer silierfähigem Grünfütter

- In der Schnelligkeit der pH-Absenkung brachte nur das Produkt Amasil Bac eine erkennbare Verbesserung gegenüber der unbehandelten Variante
- Als einziger Zusatz konnte Kofasil plus die Buttersäurebildung zur Gänze unterbinden. Die restlichen Zusatzvarianten hatten zwar weniger Buttersäure als die unbehandelte Kontrollvariante, trotzdem waren die Gehalte über 30 g/kg TM, was als deutliche Fehlgärung bezeichnet werden muss. In der Milchsäuregärung lagen nur Amasil Bac und Kofasil plus günstiger (mehr als 40 g Milchsäure / kg TM) als die Kontrolle (16,8 g Milchsäure). Klino Acid, Sizuba sowie Sila Bac lagen im Bereich der unbehandelten Variante (11-25 g Milchsäure).
- Der Eiweißabbau lag in allen Varianten über 10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ vom Gesamtstickstoff, was eine zu hohe Eiweißabbaurate bedeutet. Kofasil plus konnte als einziges Zusatzmittel den unerwünschten Eiweißabbau einigermaßen positiv beeinflussen (12,1 %). Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (16,1 %) brachten die Produkte Amasil Bac (14,4 %) und Klino Acid (15,3 %) leichte Verbesserungen, während Sizuba und Sila Bac mit 16,6 % keinen positiven Effekt zeigten.
- Die Verluste an Trockenmasse beliefen sich bei der unbehandelten Variante auf 2,6 %. Die Silagevarianten mit Klino Acid, Sizuba und Sila Bac hatten etwas geringere Verluste (2,0 - 2,4 %). Der Zusatz von Amasil Bac zeigte eine mittlere (1,3 %), der von Kofasil plus eine starke Verringerung (0,6 %) der TM-Verluste.
- Die sensorische Silagequalitätsbewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung (1995) zeigte ein allgemein mäßiges (5-9 Punkte) bis befriedigendes (10-15 Punkte) Ergebnis. Die beste Bewertung erhielt die Variante Kofasil plus mit Ø 12,8 Punkten gegenüber 9 ÖAG-Punkten in der unbehandelten Kontrolle. Sizuba lag als einziges Produkt mit 8,5 Punkten unter der Kontrollvariante. Die Bewertung nach WEISSBACH und HONIG (1992) erwies sich in ihrer Objektivität trennschärfer. Die unbehandelte Kontrolle sowie die Varianten Sizuba und Sila Bac wurden aufgrund ihrer chemischen Gärparameter mit 25 Punkten als sehr schlechte Silagen eingestuft. Durch Zusatz von Amasil Bac oder Klino Acid konnte die Silagequalität um eine Güteklasse angehoben werden (beide erhielten 35 Punkte). Aufgrund des günstigeren Gär säuremusters wurde die Variante Kofasil plus mit 65 Punkten als mittelmäßige Silagequalität beurteilt.
- Sowohl in der Verdaulichkeit der OM als auch der Futterenergie (NEL) lagen sämtliche Varianten auf einem niedrigen Niveau. Eine signifikante Steigerung der Futterqualität gegenüber der Kontrolle konnte nur bei der Variante Kofasil plus ermittelt werden (60,7 % DOM, 4,72 MJ NEL). Die unbehandelte Variante erreichte 56,1 % DOM bzw. 4,20 MJ NEL. Die Zusatzmittel Amasil Bac und Sila Bac konnten die Verdaulichkeit auf 57,7 % bzw. 58,0 % leicht erhöhen, Klino Acid und Sizuba brachten gegenüber der unbehandelten Silage keine Verbesserung.
- Die Haltbarkeit bzw. aerobe Stabilität der Silagen zeigte, dass nur die Variante Kofasil plus nach einer Woche Überlagerung eine geringe Stabilität aufwies, da hier die Vermehrung der Hefen am wenigsten unterbunden wurde. Bei den übrigen Varianten wurde kein Anstieg der Hefenkeimzahl verzeichnet.

Tabelle 8:

Wirkungseffekte der Silierhilfsmittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante in der stabilen Silage im Silierversuch S-42

Naßsilage	pH-Wert	Buttersäure	$\text{NH}_4\text{-N}$	TM-Verluste	Silagequalität		Futterqualität		Mikrobiologie				Summe	
					Sinnenprüfung	Weißbach Honig	DOM	NEL	Hefen	Schimmelpilze	MS-bakterien	Clostridien	+	-
Amasil Bac	++	+	+	++	0	+	+	0	-	0	0	0	8	1
Kofasil plus	0	++	+	++	+	++	++	+	0	-	+	++	14	1
Klino Acid	0	+	0	+	+	+	0	0	0	0	0	0	4	0
Sizuba	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1
Sila Bac	0	0	0	0	+	0	+	0	-	0	0	-	2	2

++ = sehr positiver Effekt; + = positiver Effekt; 0 = gleich wie unbehandelt; - = negativer Effekt; -- = sehr negativer Effekt

5. LITERATURVERZEICHNIS

BUCHGRABER, K. (1999):

Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 31

BUCHGRABER, K., RESCH, R., GRUBER, L. und WIEDNER, G. (1998):

Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderbeilage, Der fortschrittliche Landwirt, Heft 2, 1998

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), (1997):

DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer. 7.erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag

PAHLOW, G. (1996):

Bedeutung und Möglichkeiten der Beeinflussung der Säuerungsgeschwindigkeit in Grassilagen. Vortrag anlässlich des DLG-Ausschusses für Futterkonservierung an der LUVA Aulendorf.

PÖTSCH, E.M. und RESCH, R. (1997):

Einsatz unterschiedlicher Silierzusätze bei Grassilage unter ungünstigen Witterungsbedingungen. 1. Mitteilung: Beeinflussung der Gär- und Futterqualität durch die Anwendung von Silierzusätzen. Das Wirtschaftseigene Futter, Band 43, Heft 1, S.21-48

PÖTSCH, E.M. und RESCH, R. (1997):

Auswirkungen von Silierzusätzen auf die Gär- und Futterqualität. Bericht über die 24. Tierzuchttagung "Züchtung, Haltung, Proteinbedarf, Fruchtbarkeit und Silierung", BAL Gumpenstein 6. und 7. Mai 1997, S.53-63

WEISSBACH, F., SCHMIDT, L., PETERS, G., HEIN, E. und BERG, K. (1977):

Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage

WEISSBACH, F. und HONIG, H. (1992):

Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. 104. VDLUFA-Kongreß, Göttingen, VDLUFA-Schriftenreihe 35, 489-494

ZIMMER, E. (1966):

Die Neufassung des Gärfutterschlüssels nach Flieg. Das Wirtschaftseigene Futter, Band 12, Heft 3, 299-302

ZIMMER, E. (1993):

Gärbiologie bei Gras- und Maissilagen. Bericht über die "Österreichweite Silagetagung", BAL Gumpenstein, S.13-20

6. ANHANG

I. PARAMETER - ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN

Frischmasse (FM)	- g/kg
Trockenmasse (TM)	- g/kg FM oder %
Rohprotein (RP)	- g/kg TM
Rohfaser (Rfa)	- g/kg TM
Rohasche (RA)	- g/kg TM
Organische Masse (OM)	- in g/kg TM
Zucker	- g/kg TM
Verdaulichkeit der OM (VOM)	- % der OM
Netto-Energie-Laktation (NEL)	- MJ /kg TM
KBE	- Kolonienbildende Einheiten
MPN	- Most Probable Number
MS-Bakterien	- Milchsäurebakterien
Aerobe Bakterien	- Millionen KBE/g Silage-FM
Milchsäurebakterien	- Millionen KBE/g Silage-FM
Clostridien	- Tausend MPN/g Silage-FM
Hefepilze	- Tausend KBE/g Silage-FM
Schimmelpilze	- Tausend KBE/g Silage-FM

II. BEWERTUNG DER SILAGE MIT HILFE DER SINNENPRÜFUNG NACH DLG - SCHLÜSSEL, (1973), MODIFIZIERT NACH ÖAG-SCHLÜSSEL (1995)

	Punkte
1. Geruch	
a. frei von Buttersäuregeruch, angenehm säuerlich, aromatisch, fruchtartig, auch deutlich brotartig	14
b. schwacher oder nur in Spuren vorhandener Buttersäuregeruch (Fingerprobe) oder stark sauer, stechend, wenig aromatisch	10
c. mäßiger Buttersäuregeruch, oder deutlicher, häufig stechender Röstgeruch oder muffig	4
d. starker Buttersäuregeruch oder Ammoniakgeruch, oder fader, nur sehr schwacher Säuregeruch	1
e. Fäkalgeruch, faulig, oder starker Schimmelgeruch, oder Rottegeruch, kompostähnlich	-3
2. Gefüge	
a. Gefüge der Blätter und Stengel erhalten	4
b. Gefüge der Blätter angegriffen	2
c. Gefüge der Blätter und Stengel stark angegriffen, schmierig, schleimig oder leichte Schimmelbildung, oder leichte Verschmutzung	1
d. Blätter und Stengel verrottet, oder starke Verschmutzung	0
3. Farbe	
a. dem Ausgangsmaterial entsprechende Gärfutterfarbe bei Gärfutter aus angewelktem Gras, Klee gras, usw., auch leichte Bräunung	2
b. Farbe wenig verändert, leicht gelb bis bräunlich	1
c. Farbe stark verändert, giftig grün, oder hellgelb entfärbt, oder starke Schimmelbildung	0

Die unter 1., 2. und 3. erreichten Punkte werden addiert:

Punkte	Güteklasse	Wertminderung durch Silierung
20 - 16	1 sehr gut - gut	gering
15 - 10	2 befriedigend	mittel
9 - 5	3 mäßig	hoch
4 - 0	4 verdorben	sehr hoch

III. DLG - SCHLÜSSEL ZUR BEURTEILUNG DER GÄRQUALITÄT VON GRÜNFUTTERSILAGEN AUF DER BASIS DER CHEMISCHEN UNTERSUCHUNG NACH WEISSBACH UND HONIG (1992)

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-Caprinsäure

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

6. 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 Punkteabzüge 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 weitgehende bakterielle Zersetzung (Verrottung)	fütterungs- untauglich