

**Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die
Konservierung von leicht angewelktem Grünland-
futter einer Wiesenneuanlage im Versuch S-50 / 2003**

und

**Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die
Konservierung von leicht angewelktem Dauerwie-
senfutter einer Wiesenneuanlage im Versuch S-53 / 2004**

Ing. Reinhard RESCH

HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft

und

Dr. Andreas ADLER

Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit GMBH
Agrarbiologie Linz

Gumpenstein, 2006

Impressum

Herausgeber

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für alpenländische
Landwirtschaft-Rauberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning
des Bundesministeriums für Land- und
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Direktor

Prof. Mag. Dr. Albert Sonnleitner

Für den Inhalt verantwortlich

Ing. RESCH Reinhard
Dr. ADLER Andreas

Redaktion

RESCH Reinhard
WALLNER Linda
SCHMIEDHOFER Dorothea
STIEG Barbara

Druck, Verlag und © 2006

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für alpenländische Landwirtschaft
Rauberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning
ISSN 1818-7730
ISBN 3-901980-93-8

Inhaltsverzeichnis

Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Konservierung von leicht angewelktem Grünlandfutter einer Wiesenneuanlage im Versuch S – 50 / 2003

1. Problem- und Fragestellung	1
2. Material und Methodik	1
2.1 Versuchsplan Versuch S–50	1
2.1.1 Zusammensetzung der im Silierversuch S–50 eingesetzten Siliermittel	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 und Verdichtung	2
2.4.1 Verteilung der Zusätze	2
2.4.2 Siloabschluss der 50-Liter-Silos	2
2.5 Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase	2
2.5.1 pH-Wert - Dynamik	2
2.5.2 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen	2
2.6 Beprobung vor, während und nach der Gärphase	2
2.6.1 Ausgangsmaterial	2
2.6.2 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung	2
2.6.3 Proben vom Haltbarkeitstest	3
2.7 Chemische Untersuchungen	3
2.8 Mikrobiologische Untersuchungen	3
3. Ergebnisse und Diskussion	3
3.1 Ausgangsmaterial	3
3.2 Vergärungseigenschaften	4
3.2.1 Gärsäuremuster	4
3.2.2 pH-Wert	5
3.2.3 Eiweißabbau	5

3.2.4	Mikrobiologie	5
3.2.5	Silagequalität	6
3.2.5.1	Silagequalitätsbewertung mit der ÖAG–Sinnenprüfung	6
3.2.5.2	Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grundfuttersilagen	6
3.3	Gärungsverluste	6
3.4	Nährstoffgehalt und Futterqualität	8
3.5	Futterwertzahl	8
3.6	Haltbarkeitstest	9
3.6.1	Mikrobiologie	9
3.6.2	Silagequalität	9
3.7	Produktspezifische Bewertung der eingesetzten Siliermittel	10
3.7.1	Silo Ramikal 200	10
3.7.2	Sil-All 4 x 4 (1)	10
3.7.3	Sil-All4 x 4 (2)	11
3.7.4	Zeo-Lift	11
3.7.5	Mikrobe-Lift	12
3.7.6	Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	12
3.7.7	Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	12
3.7.8	Klino-Sil SA55 (1)	13
3.7.9	Klino-Sil SA55 (2)	13
4.	Zusammenfassung	14
	Fazit für die Praxis	15
5.	Literatur	15
6.	Anhang	34

Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Konservierung von leicht angewelktem Dauerwiesenfutter im Versuch S – 53 / 2004

1. Problem- und Fragestellung. Material und Methodik	1
2. Material und Methodik	1
2.1 Versuchsplan Silierversuch S–53	1
2.1.1 Zusammensetzung der im Silierversuch S–53 eingesetzten Siliermittel	1
2.1.2 Aufwandmengen bei den Silierzusatzmitteln je Tonne Frischmasse	1
2.2 Versuchssilo	2
2.3 Ausgangsmaterial.....	2
2.3.1 Pflanzenbestand	2
2.3.2 Futterernte und Futterbehandlung	2
2.4 Beschickung der Versuchssilos und Verdichtung	3
2.4.1 Verteilung der Zusätze	3
2.4.2 Siloabschluss der 50-Liter-Silos	3
2.5 Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase	3
2.5.1 pH-Wert - Dynamik	3
2.5.2 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 Ansatz und Probenahme im Haltbarkeitstest zur Überprüfung der aeroben Stabilität	3
2.7 Chemische Untersuchungen	3
2.8 Mikrobiologische Untersuchungen	4
3. Ergebnisse und Diskussion	4
3.1 Ausgangsmaterial.....	4
3.2 Vergärungseigenschaften	5
3.2.1 Gärsäurenmuster	5
3.2.2 pH-Wert	8
3.2.3 Eiweißabbau	9
3.2.4 Alkoholische Gärung	10
3.2.5 Mikrobiologie	11

3.2.6	Silagequalität	12
3.2.6.1	Silagequalitätsbewertung mit der ÖAG–Sinnenprüfung	12
3.2.6.2	Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfuttersilagen	12
3.3	Gärungsverluste	13
3.4	Trockenmasse, Nährstoffgehalt und Futterqualität	14
3.4.1	Trockenmasse	14
3.4.2	Rohnährstoffe und Zucker	16
3.4.3	Futterqualität	16
3.4.3.1	OM-Verdaulichkeit	16
3.4.3.2	Nettoenergie-Laktation (NEL)	16
3.5	Futterwertzahl	17
3.6	Haltbarkeitstest	18
3.6.1	Mikrobiologie	18
3.6.2	Silagequalität	19
3.7	Produktspezifische Bewertung der eingesetzten Siliermittel	19
3.7.1	Lactobacillus buchneri (LB buchneri)	20
3.7.2	Microsil Extra plus	21
3.7.3	Lagrosil 10 liquid	23
3.7.4	Lagrosil pH liquid	24
3.7.5	EM-A (1)	25
3.7.6	EM-A (2)	26
3.7.7	Biosil-liquid	27
3.7.8	Bio-Bac	27
3.7.9	Zeo-Lift	28
3.7.10	Soft-Acid S	29
3.7.11	Gerste Ganzkorn	29
4.	Zusammenfassung	30
	Fazit für die Praxis	31
5.	Literatur	31
6.	Anhang	34

Einleitung

In der österreichischen Grünland- und Viehwirtschaft wird mehr als die Hälfte des wirtschaftseigenen Grundfutters in Form von Silagen konserviert. Die Produktion von Qualitätssilage erfordert einen hohen Wissensstand und viel praktische Erfahrung, um eine gute Energiedichte eines qualitätsreifen Pflanzenbestandes vom Feld bis auf den Futtertisch unter möglichst geringen Verlusten zu erhalten. Wenn ungünstige Witterungsbedingungen oder schwer vergärbare Futter den Konservierungserfolg in Frage stellen, wird nach geeigneten Problemlösungen - unter anderem in Form von Silierzusätzen - gesucht, um finanzielle Einbußen möglichst zu verhindern.

Etwa 85 % der gesamten Silage werden in Österreich dennoch ohne Silierzusätze erzeugt, die restlichen 15 % werden nach RESCH (2005) unter 46 unterschiedlich wirkenden Präparaten aufgeteilt.

Die Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft und das seit 1. 1. 2005 neu gegründete Referat Futterkonservierung und Futterbewertung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein beschäftigen sich gemeinsam mit der Abteilung Mikrobiologie der AGES-Linz mit Fragen und Problemen der Futterkonservierung. In zahlreichen Exaktversuchen wurden bisher viele grundsätzliche und praxisorientierte Fragen der Silagebereitung erfolgreich behandelt. Dabei werden oftmals 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 den Silierversuchen S-50 / 2003 und S-53 / 2004 dargestellt und diskutiert.

Dabei wurden unter anderem marktgängige und marktreife Produkte sowie Präparate aus der Produktentwicklung geprüft und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit mit einer unbehandelten Kontrollvariante verglichen.

Für die Durchführung der umfangreichen Arbeiten in Gumpenstein gebührt den Mitarbeitern der Grünlandabteilung sowie den Kollegen aus den chemischen Laboratorien ein herzlicher Dank.

Die mikrobiologischen Untersuchungen wurden an der Abteilung Mikrobiologie der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit in Linz durchgeführt, wofür deren Leiter, Herrn Dr. Andreas Adler und seinen Mitarbeitern ebenfalls ein besonderer Dank gebührt.

Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Konservierung von leicht angewelktem Grünlandfutter einer Wiesenneuanlage im Versuch S – 50 / 2003

R. RESCH und A. ADLER

1. Problem- und Fragestellung

Im Mittelpunkt des vorliegenden Versuchsberichtes steht die Frage nach der Wirksamkeit unterschiedlicher Silierhilfsmittel beim Einsatz für Wiesenfutter. Zahlreiche Produkte werden heute auf dem Markt angeboten und immer wieder tauchen neue Entwicklungen auf, die positive Effekte und Vorteile für den Anwender versprechen. Die Bewertung, wie weit einzelne für die Gär- und Silierqualität entscheidende Kennwerte tatsächlich durch solche Zusatzmittel beeinflusst werden, ist die zentrale Aufgabe der an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführten Silierversuche. Es wird an dieser Stelle jedoch ausdrück-

lich darauf hingewiesen, dass sich die im nachfolgenden Versuchsbericht erzielten Ergebnisse und die daraus getroffenen Interpretationen ausschließlich auf die im Silierversuch S-50 vorgelegenen Bedingungen beziehen.

2. Material und Methodik

2.1 Versuchsplan Versuch S-50

- 1 – ohne Siliermittelzusatz (Kontrolle)
- 2 – Silo Ramikal 200
- 3 – Sil-All 4 x 4 (1)
- 4 – Sil-All 4 x 4 (2)
- 5 – Zeo-Lift
- 6 – Microbe-Lift
- 7 – Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)
- 8 – Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)

- 9 – Klino-Sil SA55 (1)
- 10 – Klino-Sil SA 55 (2)

2.1.1 Zusammensetzung der im Silierversuch S-50 eingesetzten Siliermittel

Die Angabe der Inhalts- bzw. Wirkstoffe ist neben der Einteilung in die Wirkungsgruppe aus der *Tabelle 1* zu entnehmen.

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

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

2.2 Versuchssilo

Als Lagerbehälter wurden standardisierte Industrie-Weithalsfässer aus Kunststoff mit einem Fassungsvermögen von je 50 Liter verwendet. Der mit einem innenliegenden Dichtungsring versehene Deckel wird mittels Metallspannung auf dem Behälterrandsrand fixiert, wodurch sich ein hermetischer Abschluss der Konserve ergibt. Die Behältervolumina für die Messung des Gärverlaufes mussten nicht so groß dimensioniert sein, weshalb die Lagerung mit 1-Liter Einweckgläsern durchgeführt wurde.

2.3 Ausgangsmaterial

2.3.1 Pflanzenbestand

Der Pflanzenbestand wies im Durchschnitt ein mittleres Grasgerüst mit 53,2 % , einen hohen Leguminosenanteil mit 45,6 % und nur 1,2 % Kräuter auf (Angaben in Gewichtsprozent). Es handelte sich um einen im Jahr 2002 angelegten Dauerwiesenbestand (Zusammensetzung ÖAG-Qualitätsmischung, Typ „Dauerwiese B“, siehe *Anhang*) vom 2. Aufwuchs im Schossen.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Zusatzpräparate

Silierhilfsmittel	Wirkungsgruppe	Inhalt nach Firmenangaben
Silo Ramikal 200	Kombinationsprodukte	Salzverbindungen von Calcium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger
Sil-All 4 x 4 (1)	Kombinationsprodukte	Enterococcus faecium, Pediococcus acidilactici, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus salivarius, Cellulase, Hemicellulase, Pentosanase, Amylase
Sil-All 4 x 4 (2)	Kombinationsprodukte	Pediococcus acidilactici, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus salivarius, Cellulase, Hemicellulase, Pentosanase, Amylase
Zeo-Lift	Sonstige Wirkstoffe	Zeolith
Microbe-Lift	Mikrobiologische Impfkultur	Mischkultur von verschiedenen adaptierten Mikroorganismen
Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	Kombinationsprodukte	Kombination von Zeolith und verschiedenen Mikroorganismen
Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	Kombinationsprodukte	Kombination von Zeolith und verschiedenen Mikroorganismen
Klino-Sil SA55 (1)	Sonstige Wirkstoffe	Zeolith
Klino-Sil SA55 (2)	Sonstige Wirkstoffe	Zeolith

Autoren: Ing. Reinhard RESCH, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, 8952 IRDNING
Dr. Andreas ADLER, Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit GmbH, Agrarbiologie Linz, Wieneringerstraße 8, 4020 LINZ

Tabelle 2: Siliermittelmengen je Tonne Grünfütter**Silierhilfsmittel für Anwelksilage mit 308,9 g TM / kg FM**

Silo Ramikal 200	1.500 g	
Sil All 4 x 4 (1)	10 g	+ 2.000 ml Wasser
Sil All 4 x 4 (2)	10 g	+ 2.000 ml Wasser
Zeo-Lift	15.000 g	
Microbe-Lift	500 ml	+ 2.500 ml Wasser
Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	15.000 g	+ 500 ml Wasser
Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	30.000 g	+ 5.000 ml Wasser
Klino-Sil SA55 (1)	4.000 g	
Klino-Sil SA55 (2)	5.000 g	

Tabelle 3: Bonitierung des Pflanzenbestandes (Schätzung in Gewichtsprozent)

Wh	Gräser	Klee	Kräuter
1	64	35	1
2	49	50	1
3	50	48	2
4	54	45	1
5	49	50	1
Ø	53,2	45,6	1,2

2.3.2 Futterernte und Futterbehandlung

Alle Arbeitsschritte wurden am 8. Juli 2003 bei bewölktem Wetter durchgeführt (mittlere Tagestemperatur 18,4 °C bei 0 mm Niederschlag). Die Mahd erfolgte um 8:00 Uhr mittels Frontmäherwerk bei einer Schnitthöhe von 7-8 cm, anschließend wurde das Futter mit einem Kreisler angestreut. Die Bereitung des Futterschwades begann um 11:15 Uhr, die Futtereinfuhr um 12:15 Uhr mit einem Ladewagen ohne Messerbestückung, sodass das Futter als Langgut eingefahren wurde.

2.4 Beschickung der Versuchssilos und Verdichtung

Unmittelbar nach der Einfuhr mit dem Ladewagen erfolgte die Befüllung der Versuchssilos. Die Füllmenge an Grünfütter richtete sich nach dem erzielten Anwelksgrad. Die gesamte Grünfüttermenge je Silo wurde in den 50 l-Silos auf je 12 Teilgaben á 2,5 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. Die Verdichtung wurde nach Einbringen jeder Futtercharge mechanisch mit einem Holzstößel durchgeführt. Im

Durchschnitt erreichte die Verdichtung 141 kg TM/m³ Siliergut.

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 Siloabschluss der 50 Liter-Silos

Die Silagen in den Weithalsfässern wurden an der Oberfläche nicht mit einer PVC-Folie abgedeckt, da der Kunststoffdeckel mit der integrierten Dichtung und dem Spannring bereits für eine optimale hermetische Abdichtung des Gefäßes sorgt.

2.5 Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase**2.5.1 pH-Wert – Dynamik**

Die pH-Messungen von den Grünfütterproben wurden nach der Mahd und in weiterer Folge zum Beginn und am Ende der Silobefüllung vorgenommen. Der Verlauf des pH-Wertes wurde durch insgesamt 4 Messungen der Proben aus den Einweckgläsern erhoben. Die Messintervalle waren zu Beginn der Gärphase kürzer und verlängerten sich mit zunehmender Stabilisierung des pH-Wertes gegen Ende des Silierversuches.

2.5.2 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen

Die Bonitierung des Pflanzenbestandes (siehe *Tabelle 3*) erfolgte anhand der Gewichtsprozentsschätzung der Gräser-, Leguminosen- und Kräuteranteile (Gesamtdeckungssumme 100 %).

Die Silagequalität wurde mit der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999 – siehe *Anhang*), basierend auf dem DLG-Sinnenprüfungsschlüssel nach ZIMMER (1966) ermittelt. Diese sensorische Prüfung wird von zwei Personen unabhängig voneinander durchgeführt. Das Hauptaugenmerk bei dieser Qualitätsbeurteilung liegt auf den Faktoren Geruch, Farbe und Gefüge. Geprüft werden 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**

Die Grünfütterproben wurden nach der Mahd, zum Beginn und am Ende der Silobefüllung, zufällig verteilt an mehreren Stellen, durch händische Entnahme gezogen. Diese primäre Mischprobe wurde in weiterer Folge in einem Kunststoffbehälter gut durchgemischt, bevor mittels eines Edelstahlprobenbohrers (Nirosta-Stechzylinder mit 50 mm Durchmesser) die repräsentative Probenahme für das Laboratorium durchgeführt wurde.

Um Verluste an leichtlöslichen Kohlenhydraten zu verhindern, wurde jede fertige Probe sofort in einen Kühlbehälter gegeben. Ein Teil der Probe gelangte anschließend in das chemische Laboratorium der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zur Probenvorbereitung für die Frischanalyse und ein zweiter Teil wurde in die Trocknungsanlage transportiert, um bei 48 °C etwa 48 Stunden lang auf eine Endtrockenmasse von rund 94 % getrocknet zu werden. Die getrocknete Probe wird mit einer Schneidmühle auf eine durchschnittliche Korngröße von 1,0 mm gemahlen und ist somit für die Weender Nährstoffanalyse vorbereitet.

2.6.2 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung

Die Beprobung erfolgte gleich wie beim Ausgangsmaterial, nämlich mit einem Nirosta-Stechzylinder (siehe *Abbildung 1*), der von der Oberfläche bis zum Siloboden eingestochen wurde, um zu gewährleisten, dass ein repräsentativer Querschnitt des ganzen Versuchssilos in

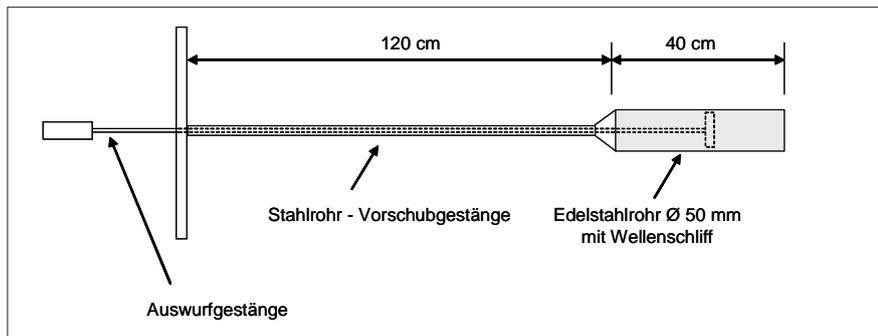


Abbildung 1: Kernbohrer für Silagequerschnittsbeprobungen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

der Probe enthalten ist. Dieser Vorgang wurde 3- bis 4-mal wiederholt, um die notwendige Probenmenge zu erhalten. Der Prozess der Durchmischung verlief gleich ab, wie im Punkt 2.6.1 beschrieben. Von der gesamten Probenmenge wurden drei Teilmengen gebildet, wobei die erste zur Frischprobenanalyse, die zweite für die Trockenprobenuntersuchung (Weender) und die dritte für die mikrobiologische Untersuchung (AGES-Linz) bestimmt war. Die Probe für die mikrobiologische Untersuchung wurde luftdicht in 1000 ml Weithals-Schraubdosen gepackt, mit einer Kunststoffdichtplatte versehen, mit dem Gewindedeckel versiegelt, sofort in die Kühlung gegeben und per DHL-Paketdienst nach Linz gesandt.

2.6.3 Proben vom Haltbarkeitstest

Die Silagen, welche 7 Tage lang ohne Abdeckung unter aeroben Stressbedingungen in offenen Kunststoffbehältern lagerten, wurden durch gleichmäßige händische Entnahme, wie in Punkt 2.6.1 beschrieben, beprobt.

2.7 Chemische Untersuchungen

Sämtliche chemische Analysen wurden im chemischen Laboratorium, die Verdaulichkeit und Netto-Energie-Laktation (NEL) in der Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

Analysenmethoden:

- Trockenmasse (TM) – Brabender Trockenmasse-Schnellbestimmung
- Rohprotein (XP) – Heraeus Macro-N
- Rohfaser (XF) – Rohfasermethode mit Fibre-Tec Automat
- Ammoniumstickstoff (NH₄-N) – NESSLER Methode

- Zucker – VDLUFA modifiziert nach HAAS (1972)
- Milch-, Essig- und Buttersäure – Gaschromatographie
- OM-Verdaulichkeit – in vitro nach TILLEY & TERRY (1963)
- NEL – Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)

2.8 Mikrobiologische Untersuchungen

Die Silageproben wurden unverzüglich in verschraubbare Plastikdosen gepresst, luftdicht verschlossen und gekühlt nach Linz geschickt, wo die Muster bis zur Durchführung der mikrobiologischen Untersuchungen bei ca. 5 °C gelagert wurden.

Analysenmethode:

Die Keimgehaltsbestimmungen erfolgten grundsätzlich nach VDLUFA-Methode 28.1.2, im folgenden angeführte Ergebnisse beziehen sich auf die Frischmasse der untersuchten Proben. Vor der Untersuchung der Proben wurden jeweils ca. 200 g des Materials auf 2 bis 5 cm Länge zerschnitten. Jeweils 40 g Probenmaterial wurde mit 360 ml gepufferter Pepton-NaCl-Lösung im Stoma-

cher suspendiert, mit der gleichen Lösung wurde die Verdünnungsreihe hergestellt. Die zum Erfassen der Hefen- und Schimmelpilze verwendeten Medien sowie die entsprechenden Kulturbedingungen sind in *Tabelle 4* zusammengefasst.

Die Keimzahlen wurden auf MHGBT-Agar im Oberflächenverfahren ermittelt, wobei die untere Erfassungsgrenze für die Hefen- und Pilzkeimzahl bei der Untersuchung der fertigen Silagen unter 10² KBE/g FM bzw. bei der Untersuchung der Silagen nach einer Woche aerober Überlagerung unter 10³ KBE/g FM lag.

3. Ergebnisse und Diskussion

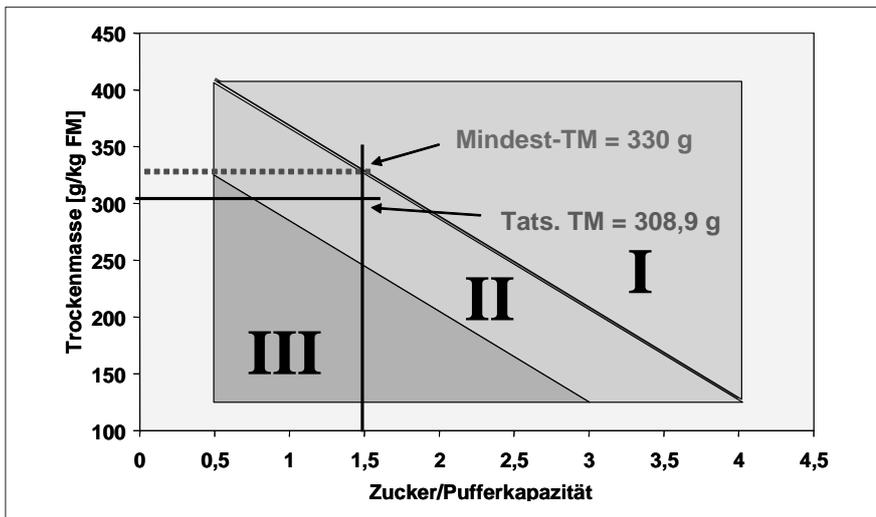
Einfluss von Silierzusätzen auf die Vergärung, Silage- und Futterqualität von leicht angewelktem Grünfutter

3.1 Ausgangsmaterial

Der mittlere Rohproteingehalt lag bei 214 g/kg TM, der Zuckergehalt bei 78,2 g/kg TM, daraus ergibt sich ein sehr weites, ungünstiges Rohprotein : Zucker-Verhältnis von 1:0,37. Die Pufferkapazität, als Maßstab für den Mengenbedarf an Milchsäure zur Erreichung von pH 4, ergab eine mittlere Menge an Milchsäure von 52,7 g/kg TM, um den kritischen pH-Wert von 4 zu erreichen. Der Quotient aus Zuckergehalt (Z) und Pufferkapazität (PK) ergibt nach WEISSBACH (1977) einen Anhaltspunkt für die Einschätzung der Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials. Die Berechnung ergab einen Z/PK-Quotienten von 1,48, welcher nach WEISSBACH mit der Vergärbarkeit von natürlichem Grünland (Wiesen und Weiden) vergleichbar ist. Das Ausgangsmaterial für den Silierversuch

Tabelle 4: Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Silageflora, Kurzbeschreibung von Probenvorbereitung und Untersuchungsmethodik

Probenvorbereitung	Probe mit einer Schere zerkleinern	
Einwaage / Suspendierung	40 g / 360 ml in Stomacher-Beutel	
Suspendierungs-/ Verdünnungslösung	Gepufferte Pepton-Natriumchlorid-Lösung mit Tween 80	
Untersuchungsmethodik		
Gruppen von Mikroorganismen	Nährmedien	Technik/Inkubation
Schimmelpilze und Hefen (VDLUFA 2004)	Malzextrakt-Hefeextrakt-Glukose-Bengalrosa-Agar nach SCHMIDT et al., modif. (VDLUFA 2004)	Oberflächenverfahren Inkubation: 7 Tage, 25°C



Einstufung Konservierungserfolg: I – gut; II – unsicher; III – schlecht

Abbildung 2: Konservierungserfolg bei der Silierung von Wiesenfutter, 2. Aufwuchs (nach WEISSBACH, 1977)

S-50 ist deswegen als mittelmäßig vergärbare einzustufen.

Das junge Wiesenfutter hatte einen Rohfasergehalt von 206,1 g/kg TM. Aufgrund der Schnitthöhe von 7-8 cm stellte sich keine Futtermverschmutzung ein, der Rohaschegehalt war mit 95,3 g/kg TM im optimalen Bereich. Die Futterqualität mit einer Verdaulichkeit der organischen Masse von 74,6 % und einer Nettoenergie-Laktation von 6,33 MJ/kg TM war im Silierversuch S-50 auf einem sehr hohen Niveau einzustufen. Im Vergleich zu Analysendaten aus der ÖAG-Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum (1998) und den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1997) ist speziell der Rohproteingehalt dieses Wiesenfutters als sehr hoch zu betrachten. In der Gumpensteiner in

vitro-Datenbank konnten insgesamt 10 Futterproben von Wiesenfutter aus anderer Herkunft mit vergleichbarer botanischer Zusammensetzung, Rohprotein-, Rohfaser- und Rohaschegehalt selektiert werden, der durchschnittliche Energiegehalt von diesen Futterproben beträgt 6,27 MJ NEL/kg TM.

Der Trockenmassegehalt des Siliergutes betrug im Durchschnitt 308,9 g/kg Frischmasse, das entspricht einer leichten Futteranwelkung. Nach WEISSBACH gibt es eine Mindest-Trockenmasse, die erzielt werden muss, um sicherzustellen, dass eine buttersäurefreie Vergärung des Grünfutters gewährleistet werden kann. Für das schwer vergärbare Ausgangsmaterial im Silierversuch S-50 müsste der Mindest-Trockenmassegehalt bei 330 g/kg Frischmasse (FM)

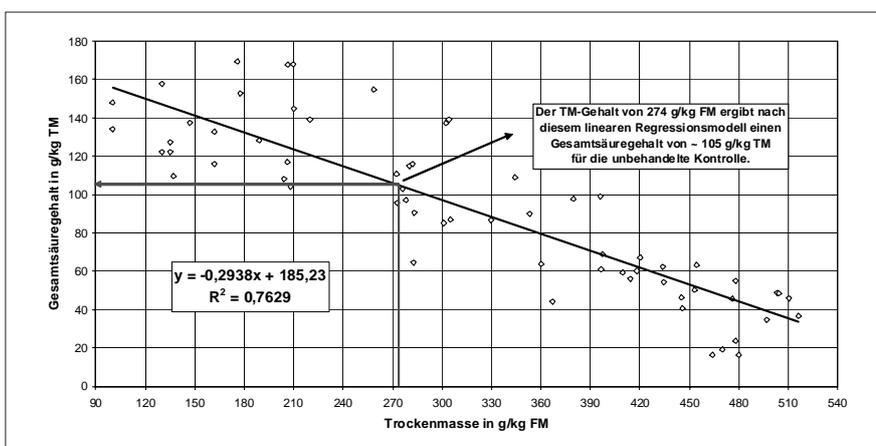


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Trockenmasse und Gesamtsäuregehalt von unbehandelten Silagen (Datengrundlage – 50 Silierversuche der HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

liegen, um einen guten Konservierungserfolg, also eine buttersäurefreie Silage zu sichern. Aufgrund der tatsächlich erreichten Trockenmasse von 308,9 g/kg FM wäre die Wahrscheinlichkeit, eine buttersäurefreie Silage zu erzeugen, eher unsicher (siehe Abbildung 2).

3.2 Vergärungseigenschaften

3.2.1 Gärsäurenmuster

Die unbehandelte Kontrollvariante wies nur eine geringfügige Buttersäurebildung auf (siehe Tabelle 5). Die gesamte produzierte Säuremenge der Kontrolle ist im Vergleich zu den bisherigen Werten von unbehandelten Silagen (63 Datensätze aus Silierversuchen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein seit 1965) um 57 % niedriger. Die Berechnung des theoretischen Gesamtsäuregehaltes aufgrund einer Regressionsgleichung der Gumpensteiner Daten würde bei der unbehandelten Silage dieses Versuches eine Menge von ($y = -0,2938 \cdot 274 + 185,23$) 104,7 g Gesamtsäure ergeben (siehe Abbildung 3).

Die Frage, warum sich bei mittelmäßiger Vergärbareit und geringer Säurebildung trotzdem eine stabile Silage mit fast keiner Buttersäure ergab, kann aufgrund der erfassten Daten nur teilweise erklärt werden. Einen Teil des guten Konservierungserfolges steuerte sicherlich die saubere Futterernte und schonende Futterbehandlung sowie die rasche Silierung des Ausgangsmaterials bei. Vermutlich war auch ein ausreichender Nitratgehalt im Futter für die gute Vergärung maßgeblich verantwortlich. Nach WEISSBACH (2002) ist ein Mindestgehalt an Nitrat im Futter eine notwendige Voraussetzung für das Gelingen der Anwelksilage ohne Verwendung eines Siliermittels. Nitrat wird im Gärprozess in Nitrit umgewandelt und ist ein wirksamer Hemmstoff gegen Clostridien.

Die Tatsache, dass in diesem Versuch die Varianten nur in zwei Wiederholungen angelegt wurden, erlaubt uns keine multiplen Mittelwertvergleiche, um signifikante Unterschiede im Gärsäurenmuster zwischen den einzelnen Prüfgliedern herauszuarbeiten. Erwähnenswert sind die Varianten Sil-All 4 x 4 (1), Zeo-Lift, Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) und Klino-Sil SA55 (2), welche buttersäurefrei vergärten.

Tabelle 5: Gärsäurezusammensetzung der Silage im Silierversuch S–50 in g/kg Trockenmasse

Variante	Milchsäure g/kg TM	Essigsäure g/kg TM	Propionsäure g/kg TM	Buttersäure g/kg TM	Gesamt- säure g/kg TM
Kontrolle	36,7	7,5	0,4	0,4	44,9
Silo Ramikal 200	36,9	7,3	0,0	0,2	44,3
Sil-All 4 x 4 (1)	34,3	5,2	0,0	0,0	39,5
Sil-All 4 x 4 (2)	36,9	5,6	0,8	0,4	43,6
Zeo-Lift	31,0	4,9	1,1	0,0	37,0
Microbe-Lift	33,1	6,8	1,2	0,4	41,4
Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	36,6	4,9	1,5	0,2	43,2
Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	33,5	5,2	1,1	0,0	39,7
Klino-Sil SA55 (1)	30,1	5,1	1,7	0,3	37,2
Klino-Sil SA55 (2)	28,3	5,5	1,0	0,0	34,8

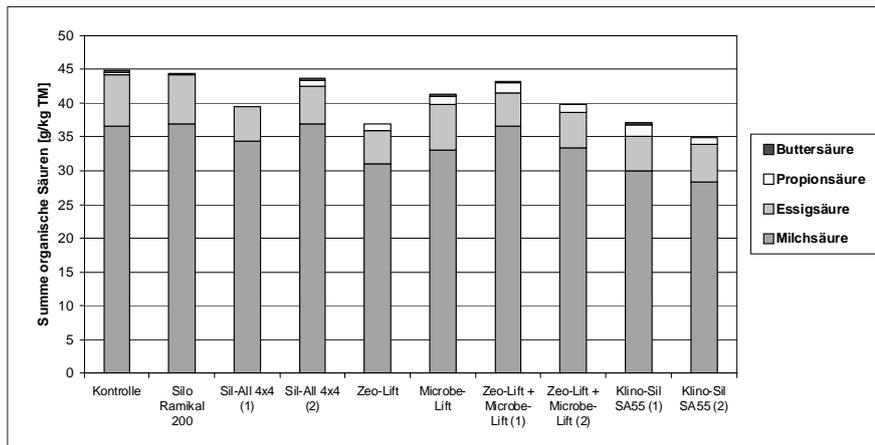


Abbildung 4: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf das Gärsäuremuster im Silierversuch S-50 (TM im Ausgangsmaterial 308,9 g/kg FM)

In der Bewertung der Silagequalität mit der DLG-Vorschrift nach WEISSBACH und KUHLA (1992) werden Essig- und Propionsäure zusammengefasst.

In der *Abbildung 4* und *Tabelle 5* wurden die beiden organischen Säuren getrennt dargestellt, um die kleinen Differenzen besser zu veranschaulichen.

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

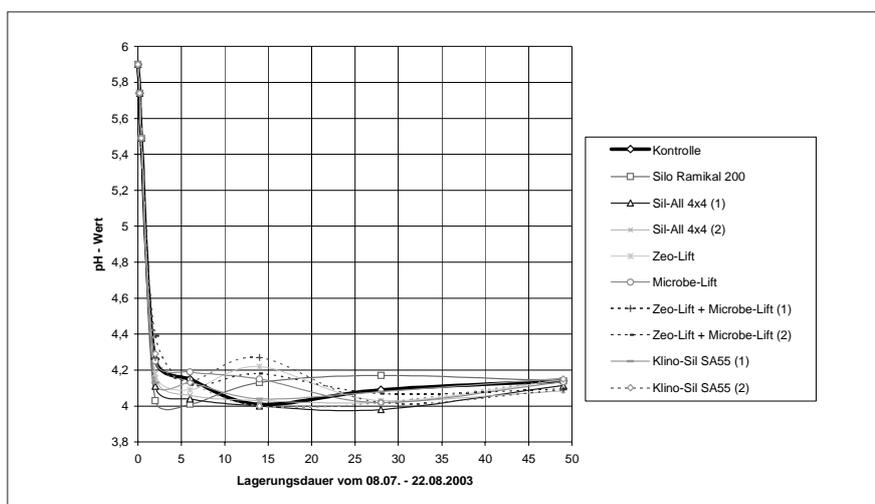


Abbildung 5: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf den pH-Wertverlauf im Silierversuch S–50

zeigt, dass alle Silagen in einem Bereich zwischen pH 4,10 und 4,15 lagen (*Abbildung 5*) und somit das geforderte Stabilitätsniveau um 0,3 pH-Einheiten unterschritten. Aus der Sicht der Säuerungsgeschwindigkeit (PAHLOW, 1996) brachten alle Varianten ein höchst zufriedenstellendes Ergebnis (siehe *Abbildung 5*). Der pH-Wert war nach zwei Tagen generell unter pH 4,4 und nach sechs Tagen unter pH 4,2. Unter den Bedingungen dieses Silierversuches waren die meisten Silierhilfsmittel nicht im Stande, eine Verbesserung gegenüber der unbehandelten Kontrolle zu erreichen. Eine leicht positive Wirkung in der pH-Absenkung zu Beginn und nach der 4. Woche brachten die Produkte Sil-All 4 x 4 (1) und Sil-All 4 x 4 (2).

3.2.3 Eiweißabbau

Im Silierversuch S–50 ergaben sich aufgrund der guten Vergärung sehr geringe Eiweißabbauraten. Der Grenzwert von 10 % NH₄-N (Ammoniumstickstoff) bezogen auf den Gesamtstickstoffgehalt wurde von keiner Variante überschritten (siehe *Abbildung 6*).

3.2.4 Mikrobiologie

Zum Zeitpunkt der Siloöffnung wiesen sämtliche geprüften Varianten äußerst geringe Keimgehalte an Schimmelpilzen auf. Dagegen überschritten bei den ermittelten Hefekeimzahlen einzelne Werte ganz erheblich die Durchschnittsgehalte sowohl der Vergleichsvariante als auch der anderen Prüfglieder. Im gegenständlichen Versuch scheinen aber nicht bestimmte Produkte in unmittelbar kausalem Zusammenhang mit der Verhefung einzelner Prüfglieder zu stehen, vielmehr ist jeweils nur eine Wiederholung einzelner Varianten betroffen – andererseits haben diese Produkte aber auch nicht zu einer relevanten Stabilisierung der betreffenden Silage geführt. In der Praxis wäre dabei erfahrungsgemäß bereits ab Keimzahlen von mehr als 100.000 Hefen/g Silage nach dem Siloanschnitt mit einem erhöhten Nacherwärmungsrisiko zu rechnen.

Die auffallende Streuung der ermittelten Hefekeimzahlen sollte allerdings auch in Zusammenhang mit der in Relation zum gegebenen Anwelkgrad des Siliergutes produzierten insgesamt sehr geringen Säuremenge – insbesondere Essigsäure

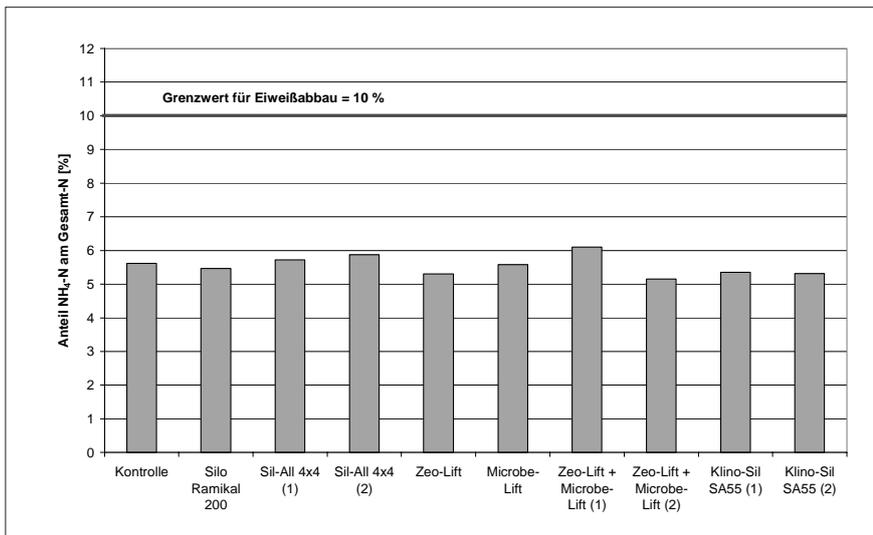


Abbildung 6: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf den Ammonium-N (NH₄) in % vom Gesamt-N im Silierversuch S-50

Tabelle 6: Mikrobiologischer Zustand der Silagen zum Zeitpunkt der Siloöffnung im Silierversuch S-50

Variante	Hefen KBE/g	Schimmelpilze KBE/g
1 - a Unbehandelt	< 100	< 100
1 - b Unbehandelt	100	n.n.
2 - a Silo Ramikal 200	260.000	n.n.
2 - b Silo Ramikal 200	100	n.n.
3 - a Sil-All 4 x 4 (1)	n.n.	150
3 - b Sil-All 4 x 4 (1)	n.n.	n.n.
4 - a Sil All 4 x 4 (2)	150	n.n.
4 - b Sil All 4 x 4 (2)	n.n.	n.n.
5 - a Zeo Lift	n.n.	n.n.
5 - b Zeo Lift	n.n.	n.n.
6 - a Microbe Lift	n.n.	n.n.
6 - b Microbe Lift	n.n.	n.n.
7 - a Zeo Lift + Microbe Lift (1)	n.n.	n.n.
7 - b Zeo Lift + Microbe Lift (1)	n.n.	< 100
8 - a Zeo Lift + Microbe Lift (2)	340.000	n.n.
8 - b Zeo Lift + Microbe Lift (2)	1.100	n.n.
9 - a Klino-Sil SA55 (1)	n.n.	150
9 - b Klino-Sil SA55 (1)	3.200	n.n.
10 - a Klino-Sil SA55 (2)	350	n.n.
10 - b Klino-Sil SA55 (2)	n.n.	n.n.

– in der fertigen Silage gesehen werden. Auch Ergebnisse früherer Untersuchungen (WEISE 1989, ROUEL und WYSS 1994, LEW und ADLER 1996) belegen eine stärkere Verhefung von Silagen mit einem geringen Gehalt an Essigsäure.

Somit könnten sich auch bereits minimaler Luftzutritt oder geringste Unterschiede in der Zusammensetzung der Silagen, etwa hinsichtlich Struktur, Gärensäuregehalt oder pH-Wert, überproportional im

schließlich festgestellten deutlichen unterschiedlichen Ausmaß der Verhefung einzelner Varianten niedergeschlagen haben.

3.2.5 Silagequalität

3.2.5.1 Silagequalitätsbewertung mit der ÖAG-Sinnenprüfung

Die Bewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) ergab für die unbehandelte Kontrolle im Mit-

tel 19,5 von 20 Punkten bzw. die Güteklasse 1 (siehe Tabelle 7).

Bei der sensorischen Beurteilung wurde ein angenehm säuerlicher und aromatischer Geruch festgestellt. Die hohe Punktebewertung konnte von keinem Silierhilfsmittel, welches im Silierversuch S-50 eingesetzt wurde, überboten werden.

Das Produkt Klino-Sil SA55 (2) erreichte als einziges die gleiche Punktesumme (19,5) wie die Kontrollvariante.

Unter den Bedingungen des Silierversuches S-50 entstanden hohe Silagequalitäten. Die Details der Bewertungen von allen Varianten und Wiederholungen sind aus der Tabelle 6 zu entnehmen. Die ÖAG-Sinnenprüfung ergab bei den Varianten Silo Ramikal 200, Sil-All 4 x 4 (2) und Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) in der Benotung der Silagequalität eine etwas schlechtere Bewertung (um eine halbe Note) im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

3.2.5.2 Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfuttersilagen

Im DLG-Bewertungsschlüssel für Silagequalität von Grünfuttersilagen (siehe Anhang) nach WEISSBACH und HONIG (1992) werden Buttersäure-, Essigsäure- und Ammoniakgehalt sowie der pH-Wert in Abhängigkeit vom TM-Gehalt beurteilt. In dieser Silagequalitätsbewertung auf der Basis der chemischen Untersuchung ergaben sich nur minimale Unterschiede der behandelten Varianten im Vergleich zur Kontrolle. Das Qualitätsniveau der Silagen war im Silierversuch S-50 allgemein im guten Bereich (Note 2 – gut) und ist im Detail der Abbildung 8 zu entnehmen.

3.3 Gärungsverluste

Die höchsten Verluste an Trockenmasse waren bei der Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) mit 1,3 % zu verzeichnen. Die Kontrolle wies mit 0,34 % Verlust an Trockenmasse die niedrigsten TM-Einbußen durch die Gärung auf (siehe Abbildung 9). Nach ZIMMER (1993) lagen die im Silierversuch S-50 ermittelten TM-Verluste für Silagen mit einem Anwelkgrad von 30 % TM im sehr niedrigen Bereich, im Silierversuch S-42 (PÖTSCH und RESCH, 2001) war der TM-Verlust bei Dauerwiesenfutter mit 30 % TM bei 5,1 %.

Tabelle 7: Silagequalität (nach ÖAG–Sinnenprüfung, 1999) **bei der Silierung von Grünlandfutter unter Zugabe von verschiedenen Silierhilfsmitteln**

Entleerung am 26.08.2003	Geruch	Struktur	Farbe	Σ	Note	Beschreibung
1 - a Unbehandelt	13,0	4,0	2,0	19,0	1,0	angenehm säuerlich, aromatisch
1 - b Unbehandelt	14,0	4,0	2,0	20,0	1,0	angenehm säuerlich, aromatisch
Mittelwert Variante 1	13,5	4,0	2,0	19,5	1,0	
2 - a Silo Ramikal 200	10,0	4,0	1,0	15,0	2,0	leichter Ansatz von Schimmel
2 - b Silo Ramikal 200	12,0	4,0	2,0	18,0	1,0	stechender Essigsäuregeruch
Mittelwert Variante 2	11,0	4,0	1,5	16,5	1,5	
3 - a Sil All 4 x 4 (1)	10,0	4,0	2,0	16,0	1,0	stechender Essigsäuregeruch
3 - b Sil All 4 x 4 (1)	11,0	4,0	1,0	16,0	1,0	angenehmer röstartiger Geruch
Mittelwert Variante 3	10,5	4,0	1,5	16,0	1,0	
4 - a Sil All 4 x 4 (2)	11,0	4,0	1,0	16,0	1,0	leichter Ammoniumgeruch
4 - b Sil All 4 x 4 (2)	9,0	4,0	1,0	14,0	2,0	leichter Ammoniumgeruch
Mittelwert Variante 4	10,0	4,0	1,0	15,0	1,5	
5 - a Zeo Lift	12,0	4,0	2,0	18,0	1,0	brotartig
5 - b Zeo Lift	12,0	4,0	2,0	18,0	1,0	Zusatzreste auf der Oberfläche des Futters sichtbar
Mittelwert Variante 5	12,0	4,0	2,0	18,0	1,0	
6 - a Microbe Lift	13,0	4,0	2,0	19,0	1,0	angenehmer frucht- bzw. brotartiger Geruch
6 - b Microbe Lift	10,0	4,0	2,0	16,0	1,0	leichter Ammoniumgeruch
Mittelwert Variante 6	11,5	4,0	2,0	17,5	1,0	
7 - a Zeo Lift + Microbe Lift (1)	10,0	4,0	1,0	15,0	2,0	Silierzusatz (Pulver) noch sichtbar
7 - b Zeo Lift + Microbe Lift (1)	13,0	4,0	1,0	18,0	1,0	leichter Buttersäuregeruch, ansonsten angenehm säuerlich
Mittelwert Variante 7	11,5	4,0	1,0	16,5	1,5	
8 - a Zeo Lift + Microbe Lift (2)	11,0	4,0	1,0	16,0	1,0	leichter Schimmelansatz auf der Oberfläche, angenehmer brotartiger, süßlicher Geruch
8 - b Zeo Lift + Microbe Lift (2)	12,0	4,0	1,0	17,0	1,0	Silierzusatz (Pulver) noch sichtbar, angenehm säuerlich
Mittelwert Variante 8	11,5	4,0	1,0	16,5	1,0	
9 - a Klino-Sil SA55 (1)	13,0	4,0	2,0	19,0	1,0	angenehm aromatisch
9 - b Klino-Sil SA55 (1)	11,0	4,0	2,0	17,0	1,0	wenig säuerlich
Mittelwert Variante 9	12,0	4,0	2,0	18,0	1,0	
10 - a Klino-Sil SA55 (2)	14,0	4,0	2,0	20,0	1,0	angenehm säuerlich, aromatisch
10 - b Klino-Sil SA55 (2)	13,0	4,0	2,0	19,0	1,0	deutlich brotartiger Geruch
Mittelwert Variante 10	13,5	4,0	2,0	19,5	1,0	

ÖAG–Bewertungsschlüssel für Silagen siehe *Anhang***Tabelle 8: Nährstoffgehalt und Futterqualität im Silierversuch S–50**

Variante	TM g	XP g	XF g	XL g	XA g	Zucker g	dOM %	NEL MJ
Kontrolle	274,0	235,7	239,8	44,2	102,4	68,2	73,2	6,39
Silo Ramikal 200	283,9	235,7	233,7	43,1	103,4	61,7	74,7	6,58
Sil-All 4 x 4 (1)	280,1	235,7	237,7	44,2	97,8	66,8	74,8	6,66
Sil-All 4 x 4 (2)	301,3	239,4	236,4	42,4	89,2	72,7	74,7	6,75
Zeo-Lift	310,6	233,3	234,6	39,8	109,2	66,1	73,8	6,39
Microbe-Lift	281,3	231,3	234,7	43,4	112,3	64,8	73,7	6,34
Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	310,5	217,6	222,5	39,4	120,8	69,0	74,0	6,29
Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	313,1	225,0	225,7	40,2	132,2	62,5	74,6	6,24
Klino-Sil SA55 (1)	298,5	232,9	222,3	39,4	100,1	84,6	72,3	6,28
Klino-Sil SA55 (2)	311,0	234,3	223,3	38,5	94,4	95,5	71,6	6,25

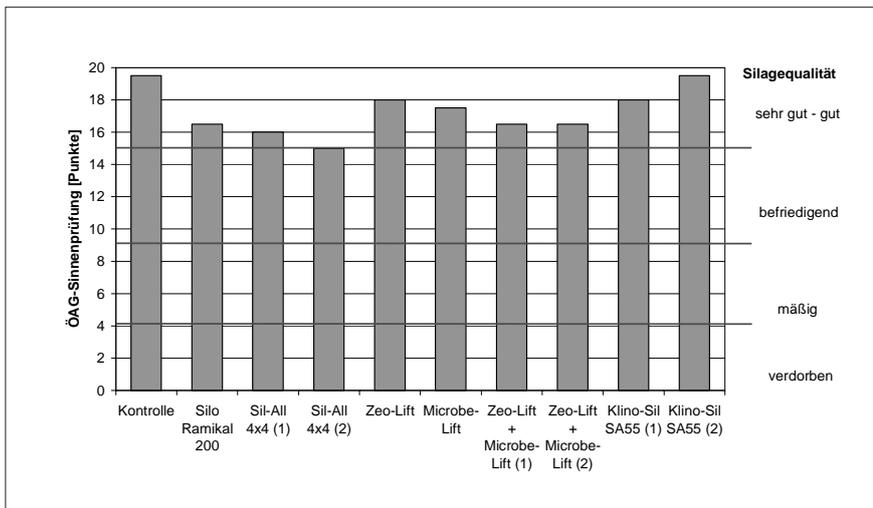


Abbildung 7: Einfluss von unterschiedlichen Silierhilfsmitteln auf die Silagequalität (nach ÖAG-Sinnenprüfung, 1999) im Silierversuch S-50

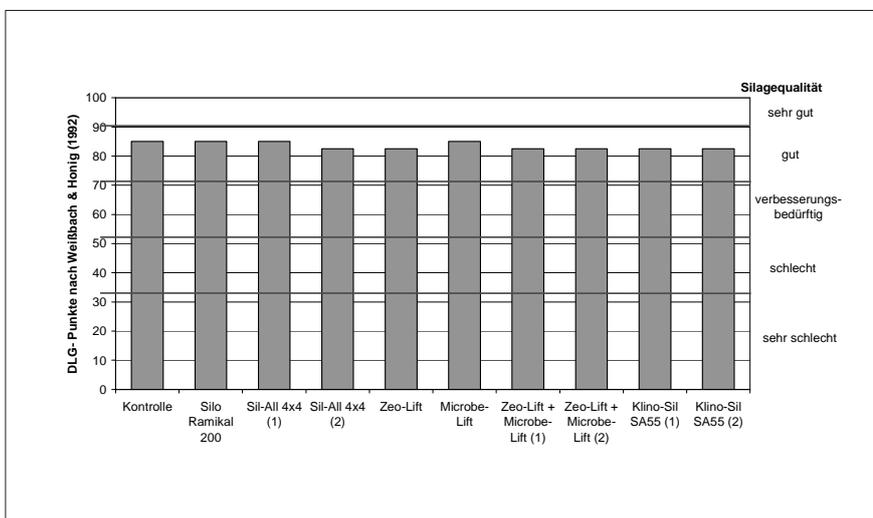


Abbildung 8: Silagequalität bei der Silierung von Grünlandfutter mit verschiedenen Silierhilfsmitteln (nach DLG-Schlüssel WEISSBACH und HONIG, 1992)

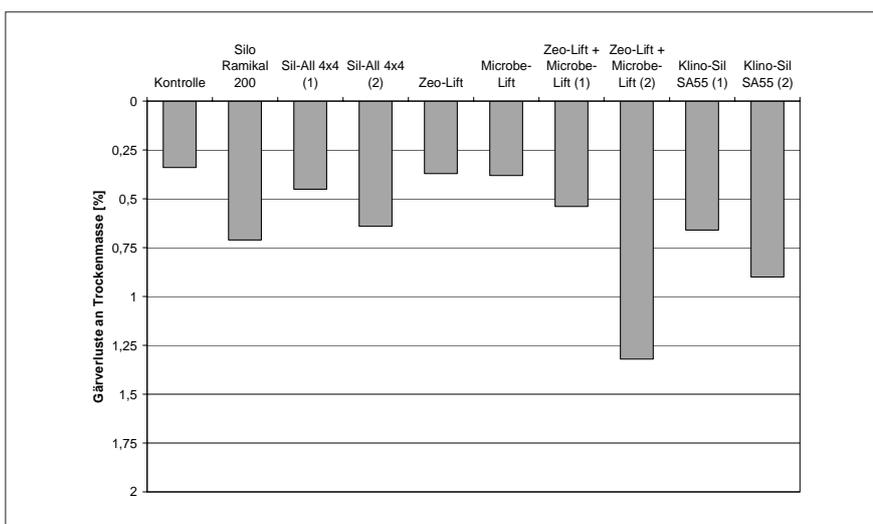


Abbildung 9: TM-Verluste bei der Silierung von Grünlandfutter unter Zugabe unterschiedlicher Silierhilfsmittel im Silierversuch S-50

Die einzelnen Silierhilfsmittel konnten im Silierversuch S-50 keine Reduktion der Trockenmasseverluste zustande bringen.

3.4 Nährstoffgehalt und Futterqualität

Die Parameter Verdaulichkeit und Nettoenergie-Laktation (siehe *Tabelle 8*) der fertigen Silage bestätigen die sehr gute Vergärung des jungen Wiesenfutters, denn aufgrund der hohen Rohproteingehalte (217,6 bis 239,4 g/kg TM), des niedrigen Rohfasergehaltes (zwischen 222,5 und 239,8 g/kg TM) und des teilweise niedrigen Rohaschegehaltes (von 89,2 bis 132,2 g/kg TM), sind die Verdaulichkeiten der organischen Masse und die Energiegehalte gegenüber dem Ausgangsmaterial unverändert hoch geblieben. Die höchste Energiekonzentration konnte mit Hilfe von Sil-All 4 x 4 (2) mit einem Wert von 6,75 MJ NEL / kg TM erreicht werden, was einer Steigerung der Futterenergie gegenüber der unbehandelten Kontrolle von 0,36 MJ entspricht. Deutliche Steigerungen in der Futterenergie wurden auch durch den Zusatz von Sil-All 4 x 4 (1) bzw. Silo Ramikal 200 erzielt (siehe *Tabelle 8*). Die Silagen, welche mit Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) bzw. Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) sowie Klino-Sil SA55 (1) bzw. Klino-Sil SA55 (2) behandelt wurden, hatten um ~0,1 MJ NEL weniger Energie in der TM wie die Kontrolle.

3.5 Futterwertzahl

Im Silierversuch S-50 wird die Gesamtbewertung der Silagen erstmals mittels der von BUCHGRABER (1999) eingeführten Futterwertzahl durchgeführt. Die Neuerung dieses Bewertungssystems basiert auf der Kombination der futterenergetischen Einstufung der NEL-Konzentration mit der sensorischen Silagebeurteilung durch die ÖAG-Sinnenprüfung (1999). Der Futterenergie werden über die lineare Gleichung ($y = 32,673x - 99,96$) Punkte zugeteilt, die in weiterer Folge mit einem Qualitätsfaktor (siehe *Tabelle 9*) multipliziert, als Endresultat die Futterwertzahl ergibt.

Die unbehandelte Silage erreichte mit 108,8 Punkten ein sehr gutes Qualitätsniveau, das für die Fütterung von Hochleistungskühen bestens geeignet ist. Die

Tabelle 9: Qualitätsfaktorermittlung aus der ÖAG–Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999)

Güteklasse	Punkte aus der ÖAG–Sinnenprüfung			Qualitätsfaktor
	Min	Max	Werte	
sehr gut	18,0	bis	20,00	1,0
gut	15,0	bis	17,99	0,9
befriedigend	12,0	bis	14,99	0,8
befriedigend	10,0	bis	11,99	0,7
mäßig	7,0	bis	9,99	0,7
mäßig	4,0	bis	6,99	0,4
verdorben	- 3,0	bis	3,99	0,0

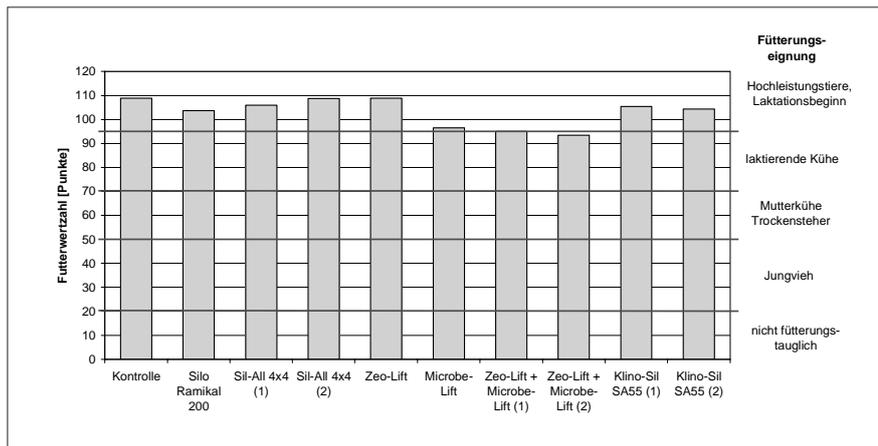


Abbildung 10: Futterwertzahl im Silierversuch S–50 zum Zeitpunkt der Siloöffnung (nach 49 Lagerungstagen)

ser hohe Level konnte durch den Zusatz unterschiedlicher Präparate im Silierversuch S–50 nicht übertroffen werden. Einbußen in der Futterwertigkeit wurden in den Varianten Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) mit FWZ 93,4 Punkte, Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) mit FWZ 95,0 Punkte und Microbe-Lift mit FWZ 96,5 Punkte ermittelt, die übrigen Zusatzmittelvarianten waren von der Kontrolle nur geringfügig zu unterscheiden (siehe *Abbildung 10*).

3.6 Haltbarkeitstest

3.6.1 Mikrobiologie

Nach einer Woche aerober Lagerung als Haltbarkeitstest waren in den Silageproben nur in zwei Varianten (Zeo-Lift und Microbe-Lift) Schimmelpilze, vorwiegend Gattung *Penicillium*, in relevanter Zahl nachzuweisen. Hinsichtlich der festgestellten Hefekeimzahlen erwiesen sich nach der aeroben Überlagerung drei Prüfvarianten (Zeo-Lift + Microbe-Lift, Klino-Sil SA55 4 bzw. 5 kg) als vergleichsweise etwas stabiler gegenüber einem möglichen Verderbsrisiko, alle

anderen Varianten zeigten durchwegs massive Verhefung und waren somit als hochgradig labil bezüglich Nacherwärmung zu beurteilen.

Während dabei in den verheften Prüfgliedern durchschnittlich Keimzahlen in Höhe von etwa 3 bis 7 Millionen KBE/g Silage nachgewiesen wurden, waren in einer Variante (Zeo-Lift + Microbe-Lift, hohe Konz.), die ja auch bereits zum Zeitpunkt der Siloöffnung – gemessen an ihrem mikrobiellen Zustand – tendenziell geringere Stabilität aufgewiesen hat, sogar 35 Millionen Hefekeime je Gramm festzustellen. Diese Prüfvariante schneidet somit im Rahmen der gegenständlichen Untersuchung im Vergleich zu den anderen Varianten besonders schlecht ab.

3.6.2 Silagequalität

Die Silagen aus dem Silierversuch S–50 wiesen nach einer Woche aerober Überlagerung unterschiedliche Qualitätseinbußen auf. Die unbehandelte Kontrolle blieb in der Silagequalität mit einem geringen Verlust von 1,5 ÖAG-Punkten auf einer stabilen Qualität (Note 1). Dieses hohe Niveau konnte ebenfalls das Silier-

hilfsmittel Klino-Sil SA55 (1) bzw. Klino-Sil SA55 (2) mit 17 ÖAG-Punkten bis zum Ende des Haltbarkeitstests halten. Die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) erlitt im Haltbarkeitstest durch Reduktion von 11,5 ÖAG-Punkten die empfindlichsten Qualitätsverluste. Diese Silage stand unmittelbar vor dem Verderb und dürfte keinesfalls Milchkühen vorgelegt werden. Silo Ramikal 200 verlor insgesamt 9,5 ÖAG-Punkte in der einwöchigen Überlagerung bzw. 1,5 bis 2 Qualitätsstufen. Die aerobe Stabilität von Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) bzw. Silo Ramikal 200 hat im Vergleich zur Kontrolle abgenommen, bzw. hat die Labilität der Nacherwärmung zugenommen. Die übrigen Varianten (Sil All 4 x 4 (1), Sil All 4 x 4 (2), Zeo-Lift, Microbe-Lift und Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)) bauten durch die Lagerung unter Luftstress hauptsächlich die günstigen Gäraromen ab und fielen deswegen um eine Qualitätsstufe ab.

3.7 Produktspezifische Bewertung der eingesetzten Siliermittel

Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die nachfolgenden Wirkungsbeschreibungen der einzelnen Produkte ausschließlich auf die im Silierversuch S–50 vorgelegenen Bedingungen beziehen.

3.7.1 Silo Ramikal 200

In der Geschwindigkeit der pH-Absenkung konnte Silo Ramikal 200 eine leichte Verbesserung bewirken. Der Verlauf des pH-Wertes ab dem 10. Tag war von der unbehandelten Kontrollvariante nur unwesentlich zu unterscheiden.

Die Zusammensetzung der Gärsäuren war durch die Behandlung mit Silo Ramikal 200 beinahe gleich wie jene der Kontrolle, wobei die Buttersäurebildung (0,2 g/kg TM) um eine Spur (Kontrolle: 0,4 g/kg TM) reduziert wurde. Der Anteil an Ammoniumstickstoff (NH₄) am Gesamtstickstoff lag mit 5,4 % deutlich unter der 10 % Grenze, jedoch konnte gegenüber der Kontrolle (5,6 %) keine Verbesserung erzielt werden.

Die Futterqualität wurde durch den Zusatz von Silo Ramikal 200 leicht verbessert, weil die Verdaulichkeit (74,7 %) um 1,5 % und die Nettoenergie-Laktation

Tabelle 10: Mikrobiologischer Zustand der Silagen nach einer Woche aerober Überlagerung im Silierversuch S-50

Varianten	Hefen KBE/g	Schimmelpilze KBE/g
Kontrolle	3,600.000	n.n
Silo Ramikal 200	3,300.000	n.n
Sil-All 4 x 4 (alt)	6,400.000	n.n
Sil-All 4 x 4 (neu)	7,600.000	n.n
Zeo-Lift	5,800.000	17.000
Microbe-Lift	3,200.000	12.000
Zeo-Lift + Microbe-Lift	43.000	n.n
Zeo-Lift + Microbe-Lift (hohe Konz.)	35,000.000	n.n
Klino-Sil SA55 (4 kg)	44.000	n.n
Klino-Sil SA55 (5 kg)	49.000	n.n

(6,58 MJ/kg TM) um 0,19 MJ höher lag wie in der Kontrollvariante. Die Bewertung der Silagequalität über die ÖAG-Sinnenprüfung (1995) brachte im Mittel 16,5 Punkte, also 3 Punkte weniger wie die Kontrolle. Dieser Umstand ist auf den leicht muffigen Fehlgeruch in Wiederholung a und den eher stechenden Säurergeruch in Wiederholung b zurückzuführen. In der Beurteilung nach WEISSBACH und HONIG (1992) erhielten die Kontrollvariante und auch Silo Ramikal 200 eine Punktezahl von 85 bzw. Note 2 (siehe *Abbildung 8*). Der Trockenmasseverlust während der Vergärung machte bei der Variante Silo Ramikal 200 insgesamt 0,7 % aus. Im Vergleich zur Kontrollvariante lagen die TM-Verluste um 0,37 % höher.

In mikrobiologischer Hinsicht zeigte sich ein hoher Besatz an Hefepilzen in der Wiederholung a mit 260.000 KBE/g FM (dieser Wert übersteigt die Toleranzgrenze von 100.000 Hefen deutlich). Der hohe Hefebesatz wurde in der Sinnenbeurteilung erkannt und mit einer geringeren Punktezahl bewertet, jedoch wirkte sich dieser Umstand in der Bewertung nach WEISSBACH und HONIG nicht

negativ aus. In der aeroben Stabilität trat in der Mischsilage (Wiederholung a + b) nach einer Woche eine deutliche Hefevermehrung auf 3,3 Mio. KBE/g FM auf. Bei der Kontrolle war die Hefekeimzahl nach einer Woche aerober Überlagerung auf 3,6 Mio. KBE/g FM angestiegen, also nur minimal höher. Silo Ramikal 200 konnte die aerobe Stabilität gegenüber der Kontrolle nicht verbessern. Die Silagequalität der Variante Silo Ramikal 200 nahm aufgrund der aeroben Überlagerung deutlich ab (um insgesamt 9,5 ÖAG-Punkte), weil sichtbare Schimmelnester und ein wahrnehmbarer muffiger Geruch in der ÖAG-Sinnenprüfung nur mehr 7 Punkte bzw. die Note 3 (mäßig) im Vergleich zu 16 Punkten (Note 1) bei der unbehandelten Kontrolle ergaben.

3.7.2 Sil-All 4 x 4 (1)

Das Produkt Sil-All 4 x 4 (1) zeigte in der Absenkung des pH-Wertes (4,0 bis 4,2) eine leicht positive Wirkung, da es im Vergleich zur Kontrollvariante das pH-Niveau schneller absenkte und den pH auch nachhaltig auf einem etwas niedrigeren Wert (0,1 pH-Einheiten tiefer wie die Kontrolle) halten konnte.

In der Vergärung konnte die Bildung von Buttersäure unterbunden werden, was auf einen günstigen Einfluss von Sil-All 4 x 4 (1) schließen lässt. Der Gehalt an Gesamtsäure war mit 39,5 g/kg TM etwas niedriger wie bei der Kontrollvariante (44,9 g/kg TM), was aber keine negative Auswirkungen auf die Stabilität der Silage hatte. Die Differenz im Anteil des Ammoniumstickstoffes am Gesamtstickstoff zwischen Sil-All 4 x 4 (1), (5,69 %) und der Kontrolle (5,56 %) ist mit 0,13 % sehr gering und statistisch nicht absicherbar.

In der Verdaulichkeit der organischen Masse (DOM %) erzielte die mit Sil-All 4 x 4 (1) behandelte Silage mit 74,8 % einen um insgesamt 1,6 % höheren Wert wie die Kontrolle. Die Energiedichte wurde deutlich mit einer Steigerung von 0,27 MJ NEL /kg TM auf 6,66 durch den Einsatz von Sil-All 4 x 4 (1) gegenüber der Kontrollvariante erhöht. Die Beurteilung der Silagequalität mittels ÖAG-Sinnenprüfung brachte 16 Punkte, d.h. im Vergleich zur Kontrolle um 2,5 Punkte weniger. Die Geruchswahrnehmung von eher stechender Essigsäure und leicht röstigem Geruch war für den Punkteabzug verantwortlich. In der Bewertung nach chemischen Parametern (WEISSBACH und HONIG, 1992) schnitt die Variante Sil-All 4 x 4 (1) mit 85 Punkten gleich gut ab wie die Kontrolle (85 Punkte).

Die Verluste an Trockenmasse durch den Gärungsprozess waren in der Variante Sil-All 4 x 4 (1) mit 0,45 % minimal (statistisch nicht absicherbar) höher wie bei der unbehandelten Kontrolle (0,34 %). Die fertig vergorene Silage der Variante Sil-All 4 x 4 (1) war mikrobiologisch gesehen einwandfrei, d.h. dass keine He-

Tabelle 11: Silagequalität (nach ÖAG-Sinnenprüfung, 1999) nach einer Woche aerober Überlagerung im Silierversuch S-50

Varianten	Geruch	Struktur	Farbe	Σ	Note	Beschreibung
1 - Unbehandelt	10	4	2	16	1	aromatisch ausgewogene Säure
2 - Silo Ramikal 200	4	2	1	7	3	sichtbare Schimmelnester und deutlich muffiger Geruch
3 - Sil-All 4 x 4 (1)	8	4	1	13	2	wenig aromatisch bis fad in der Säure
4 - Sil-All 4 x 4 (2)	6	4	1	11	2	von leicht röstig bis hin zur leichten Buttersäure
5 - Zeo-Lift	8	4	2	14	2	deutlich süßlich aromatisch und leichte Buttersäure
6 - Microbe-Lift	9	4	2	15	2	deutlich röstig mit wenig Säure
7 - Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	5	4	1	10	2	leicht mockig und röstig
8 - Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	2	2	1	5	3	deutliche Schimmelbildung und stark muffig
9 - Klino-Sil SA55 (1)	11	4	2	17	1	aromatisch ausgewogene Säure
10 - Klino-Sil SA55 (2)	11	4	2	17	1	brotartig bis leicht röstig, angenehm süßlich aromatisch

feilpilze nachweisbar waren und in der Keimzahl der Schimmelpilze mit durchschnittlich 75 KBE/g FM gleiche Verhältnisse wie bei der Kontrollvariante herrschten. Während der 7 Tage der Überlagerung unter aeroben Bedingungen allerdings konnte eine deutlich stärkere Hefepilzvermehrung (6,4 Mio. KBE/g FM) bei der Variante Sil-All 4 x 4 (1) gegenüber der unbehandelten Kontrolle (3,6 Mio. KBE/g FM) beobachtet werden. Von den Ergebnissen lässt sich eine leicht erhöhte Labilität des mit Sil-All 4 x 4 (1) behandelten Futters im Vergleich zur Kontrolle ableiten, was für die Praxis einen gewissen Nachteil der Variante Sil-All 4 x 4 (1) in punkto Nacherwärmungsanfälligkeit unter diesen Bedingungen bedeutet. Die ÖAG-Sinnenprüfung ergab in Summe 13 Punkte, weil der Geruch nur mehr wenig aromatisch bis fad in der Säure war.

3.7.3 Sil-All 4 x 4 (2)

Das Produkt Sil-All 4 x 4 (2) zeigte beinahe gleich wie Sil-All 4 x 4 (1) in der Absenkung des pH-Wertes (4,0 bis 4,2) eine leicht positive Wirkung, da es im Vergleich zur Kontrollvariante das pH-Niveau etwas schneller absenkte und den pH auch nachhaltig auf einem niedrigeren Wert (0,1 bis 0,2 pH-Punkte tiefer wie die Kontrolle) halten konnte.

Im Gär säurenmuster unterscheidet sich die Variante Sil-All 4 x 4 (2) von der Kontrollvariante kaum, sodass der Einsatz dieses Produktes keine Wirkung in positiver oder negativer Hinsicht in der Zusammensetzung der Gär säuren zeigte. Der Gradmesser für den Eiweißabbau ist der Prozentanteil des Ammoniumstickstoffes vom Gesamtstickstoff und dieser Anteil lag bei der Variante Sil-All 4 x 4 (2) auf 5,82 %, also minimal (0,26 %) über dem Wert der Kontrolle. In der Vergärung konnte mit Sil-All 4 x 4 (2) unter diesen Bedingungen keine Verbesserung im Eiweißabbau erzielt werden.

Die Futterqualität in Form der OM-Verdaulichkeit wurde durch Zugabe von Sil-All 4 x 4 (2) um 1,5 % auf 74,7 % gesteigert und die Futterenergie konnte gegenüber der Kontrollvariante (6,39 MJ NEL/kg TM) um 0,36 MJ auf 6,75 MJ NEL/kg TM verbessert werden. Der Umstand, dass der Rohaschegehalt mit 89,2

g/kg TM in der Variante Sil-All 4 x 4 (2) um 13,6 g niedriger lag wie in der Kontrolle, wirkte sich in der Energiekonzentration zusätzlich positiv aus. In der ÖAG-Sinnenbeurteilung ergab der Zusatz von Sil-All 4 x 4 (2) in beiden Wiederholungen einen eher unangenehmen, leicht stechenden Fehlgeruch nach Ammoniak und einen leichten farblichen Unterschied, deswegen erhielt diese Variante im Durchschnitt mit 15 Punkten (Note 2) um 4,5 Punkte weniger wie die unbehandelte Kontrolle. Die Beurteilung der Silagequalität mittels DLG-Schlüssel nach WEISSBACH und HONIG resultierte bei der Variante Sil-All 4 x 4 (2) in 82,5 Punkten (Note 2) bzw. gleich gut wie die Kontrolle (85 Punkte). Die Trockenmasseverluste beliefen sich bei Zusatz von Sil-All 4 x 4 (2) auf 0,64 %, also um 0,3 % höhere Einbußen wie bei der unbehandelten Variante.

Der Hygienestatus der mit Sil-All 4 x 4 (2) behandelten Silage zeigte keine Unterschiede in den Keimzahlen von Hefen und Schimmelpilzen zur Kontrolle, jedoch vermehrten sich die Hefen in der aeroben Überlagerungsphase von sieben Tagen in der Variante Sil-All 4 x 4 (2) deutlich intensiver auf insgesamt 7,6 Mio. KBE/g FM im Vergleich zu 3,6 Mio. KBE/g FM bei der unbehandelten Variante. Die aerobe Stabilität konnte durch den Zusatz von Sil-All 4 x 4 (2) nicht verbessert werden, es zeigte sich eher eine höhere Labilität in Richtung Nacherwärmung. In der Silagequalität kam es zu einer Reduktion um 4 ÖAG-Punkte (von 15 auf 11), weil in der überlagerten Silage ein leicht röstiger Geruch und auch noch ein Buttersäuregeruch wahrgenommen wurde.

3.7.4 Zeo-Lift

In der Absenkung des pH-Wertes konnte durch den Zusatz von Zeo-Lift in der ersten Woche keine wesentliche Differenz zur Kontrolle beobachtet werden. Von der zweiten bis zum Ende der dritten Lagerungswoche lag die Kontrolle um bis zu 0,2 pH-Einheiten tiefer wie die Variante Zeo-Lift, danach waren wiederum keinerlei auffällige Differenzen feststellbar, sodass aus dem Verlauf des pH-Wertes keine Verbesserung durch das Produkt Zeo-Lift unter diesen Bedingungen abgeleitet werden kann.

Das Gär säurenmuster der Variante Zeo-Lift in der fertig vergorenen Silage unterschied sich von der Kontrolle deutlich, weil durch Zeo-Lift die Bildung von Buttersäure unterbunden wurde und insgesamt um 7,9 g/kg TM weniger an Gär säuren anfiel. Interessanterweise wurde in der Variante Zeo-Lift 1,1 g/kg TM Propionsäure, also um 0,7 g mehr gebildet wie in der Kontrolle (0,4 g). Das Verhältnis von Ammoniumstickstoff : Gesamtstickstoff war bei der Variante Zeo-Lift mit 5,26 % etwas günstiger wie das der Kontrollvariante mit 5,56 %.

Die Futterqualität wurde durch Zeo-Lift nicht beeinflusst, da sowohl die OM-Verdaulichkeit als auch die Energiedichte (NEL) keinen Unterschied zur Kontrolle aufwies. Durch die Zugabe von Zeo-Lift wurde die Trockenmasse um 36,6 g auf 310,6 g/kg FM spürbar erhöht. Die Silagequalitätsbeurteilung mittels ÖAG-Sinnenprüfung ergab durchschnittlich 18 Punkte (Note 1). In beiden Wiederholungen konnten ein angenehmer, brotartiger Geruch und sichtbare Spuren des Produktes Zeo-Lift festgestellt werden. In der chemischen Bewertung nach WEISSBACH und HONIG konnte die Variante Zeo-Lift 82,5 Punkte (Note 2) erreichen und lag gleich auf wie die unbehandelte Kontrolle (85 Punkte).

Die Verluste an Trockenmasse beliefen sich bei der Variante Zeo-Lift auf 0,37 %, d.h. es konnte gegenüber der Kontrolle (0,34 % TM-Verluste) keine Verbesserung erreicht werden.

In mikrobieller Hinsicht waren bei der Variante Zeo-Lift in der fertigen Silage die Hefen und Schimmelpilze nicht nachweisbar, was aus hygienischer Betrachtung einen leichten Vorteil im Vergleich zur Kontrolle ergibt. Trotzdem kam es bei der Variante Zeo-Lift in der aeroben Überlagerung (sieben Tage unter Luftstress) zu einer höheren Keimdichte bei Hefen (5,8 Mio. KBE/g FM) und Schimmelpilzen (17.000 KBE/g FM) wie bei der unbehandelten Kontrolle (3,6 Mio. Hefen und keine nachweisbaren Schimmelpilze). Der Zusatz von Zeo-Lift erbrachte eine geringere aerobe Stabilität wie die Kontrolle. Die Silagequalität nahm in der Überlagerungsphase von 18 auf 14 ÖAG-Punkte ab. Der Geruch der mit Zeo-Lift behandelten Silage war nach

der Überlagerung deutlich süßlich, aromatisch mit einer Spur an Buttersäure.

3.7.5 Microbe-Lift

Die Absenkung des pH-Wertes konnte durch den Zusatz von Microbe-Lift in der ersten Woche gegenüber der Kontrolle nicht beschleunigt werden. Von der zweiten bis zum Ende der dritten Lagerungswoche lag die Kontrolle um 0,1 zu 0,2 pH-Einheiten tiefer wie die Variante Microbe-Lift, danach waren wiederum keine Unterschiede feststellbar, sodass aus dem Verlauf des pH-Wertes keine Verbesserung durch das Produkt Microbe-Lift unter diesen Bedingungen abgeleitet werden kann.

Die Zusammensetzung der Gärsäuren war ähnlich wie in der Kontrolle, mit dem Unterschied, dass durch Zugabe von Microbe-Lift der Gehalt an Propionsäure (1,2 g/kg TM) um 0,8 g höher lag wie in der unbehandelten Variante (0,4 g/kg TM). Der Anteil von Ammoniumstickstoff am Gesamtstickstoff konnte durch Microbe-Lift (5,53 %) im Vergleich zur Kontrollvariante (5,56 %) nicht reduziert werden.

Die OM-Verdaulichkeit und die Nettoenergie-Laktation (NEL) waren statistisch von der Kontrollvariante genauso wenig zu unterscheiden wie die Weender-Inhaltsstoffe (Rohprotein, Rohfaser, Rohfett, Rohasche). Die Silagequalität mittels ÖAG-Sinnenprüfung ergab für die Variante Microbe-Lift 17,5 Punkte, also um 2 ÖAG-Punkte weniger wie die Kontrolle. Die Wiederholung a hatte einen sehr aromatischen, frucht- bis leicht brotartigen harmonischen Säuregeruch, während die Wiederholung b in der Geruchsbewertung durch einen leicht stechenden Ammoniakfehlgeruch abfiel. Die Bewertung der Silagequalität nach WEISSBACH und HONIG erbrachte mit 85 Punkten die gleiche Punkteanzahl wie die unbehandelte Kontrolle.

In der Gesamtbewertung der mit Microbe-Lift (FWZ 96,5 Punkte) behandelten Silage ergab sich in der Futterwertzahl eine leichte Einbuße von 12,3 Punkten gegenüber der Kontrolle (FWZ 108,8 Punkte). Die Verluste an Trockenmasse beliefen sich bei der Variante Microbe-Lift auf 0,38 %, d.h. es konnte gegenüber der Kontrolle (0,34 % TM-Verluste) keine Verbesserung erreicht werden.

Aus dem mikrobiologischen Untersuchungsbefund geht hervor, dass in der fertigen Silage durch Zusatz von Microbe-Lift keine kolonienbildenden Einheiten bei Hefen und Schimmelpilzen nachgewiesen werden konnten, was hygienisch gesehen eine leichte Verbesserung gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante dokumentiert.

Nach einer Woche aerober Überlagerung war die Keimzahl bei den Hefepilzen mit 3,2 Mio. KBE/g Futter nur minimal geringer wie bei der Kontrolle (3,6 Mio. KBE/g Futter). Die Schimmelpilzkeimzahl bei der Variante Microbe-Lift war mit 12.000 KBE/g Futter (*Penicillium* sp.) deutlich über der Kontrolle, in der keine Schimmelpilze nachweisbar waren. Die Variante Microbe-Lift wies bei der Sinnebeurteilung der aerob überlagerten Silage einen deutlich wahrnehmbaren Röstgeruch und nur mehr schwachen Säuregeruch auf. In Summe erreichte Microbe-Lift behandelte Silage 15 Punkte und die Kontrolle 18 Punkte, sodass Microbe-Lift im Haltbarkeits-test in puncto Silagequalität schlechter abschnitt wie die unbehandelte Vergleichsvariante.

3.7.6 Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)

In der Dynamik des pH-Verlaufes von Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) ergab sich gegenüber der Kontrolle nur im Zeitraum der 2. bis 3. Lagerungswoche eine Differenz von etwa 0,2 pH-Einheiten (siehe *Abbildung 5*) zum Nachteil von Zeo-Lift + Microbe-Lift (1). Von der 4. Lagerungswoche bis zur Entleerung verlief der pH-Wert gleich wie bei der unbehandelten Variante.

Der Milchsäuregehalt war mit 36,3 g/kg TM gleich hoch wie jener der Kontrolle (36,4 g/kg TM), die Essig- und Buttersäurewerte lagen deutlich niedriger (siehe *Tabelle 5*). Der Gehalt an Propionsäure war mit 1,5 g/kg TM mehr als 3-mal so hoch wie in der Kontrollvariante (0,4 g/kg TM).

Insgesamt ist das Gärsäurenmuster durch Zugabe von Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) gegenüber der unbehandelten Kontrolle leicht verbessert worden. Der Anteil an Ammoniumstickstoff am Gesamtstickstoff lag bei der Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) mit 6,1 % etwas höher wie bei der Kontrolle mit 5,6 %.

Die Zugabe des zeolithhaltigen Produktes Zeo-Lift führte in der Silage zu einer Erhöhung des Rohaschegehaltes auf 120,8 g/kg TM (18 g höher wie die Kontrolle). Diese Erhöhung brachte im Gegenzug eine leichte Senkung der Inhaltsstoffe Rohprotein und Rohfaser (siehe *Tabelle 8*).

Die Verdaulichkeit der OM und die Nettoenergie-Laktation (NEL) waren auf gleichem Niveau wie die Kontrollvariante. In der ÖAG-Sinnenprüfung schnitt Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) durchschnittlich mit 16,5 Punkten um 3 Punkte schlechter ab wie die Kontrolle, weil deutliche Rückstände vom Produkt in der Silage sichtbar waren und der Geruch in Wiederholung a nicht optimal war. Nach dem WEISSBACH und HONIG-Bewertungsschlüssel unterschieden sich die Varianten kaum (siehe *Abbildung 8*). Die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) erhielt um 13,8 Punkte weniger in der Futterwertzahl wie die Kontrolle (FWZ 108,8 Punkte).

Die Verluste an Trockenmasse beliefen sich bei der Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) auf 0,54 %, d.h. es konnte gegenüber der Kontrolle (0,34 % TM-Verluste) keine Verbesserung erreicht werden.

Bei der mikrobiologischen Analyse zeigte die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) eine im Vergleich zur Kontrolle geringfügig höhere Qualität, weil in der fertigen Silage keine Hefen festgestellt wurden. Dieser positive Aspekt konnte sich auch in der aeroben Überlagerung manifestieren, denn hier konnte der Zusatz von Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) die Keimzahl der Hefen auf 43.000 KBE/g FM halten, wogegen bei der Kontrolle 3,6 Mio. KBE/g FM gezählt wurden.

Schimmelpilze waren in beiden Varianten nicht nachweisbar. In der ÖAG-Sinnenprüfung fiel die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) dennoch aufgrund eines leicht mockigen und röstigen Geruches gegenüber der Kontrolle im Haltbarkeitstest um eine Qualitätsstufe ab (siehe *Tabelle 10*).

3.7.7 Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)

Die Zugabe von Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) hatte auf die Absenkung und Stabilisierung des pH-Wertes während der Vergärung keinen signifikanten Einfluss im

Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (siehe *Abbildung 5*).

In der Zusammensetzung der Gärssäuren erreichte Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) eine positive Wirkung, indem die Bildung von Buttersäure unterbunden werden konnte. Dieser Effekt wurde mit der geringeren Dosierung in Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) nicht so eindeutig erreicht (siehe *Tabelle 5*). Der Gehalt an Gesamtsäure mit 39,5 g/kg TM war geringfügig (rund 5 g) niedriger wie jener der Kontrolle. Der Anteil des Ammoniumstickstoffes am Gesamtstickstoff konnte in der Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) mit 5,1 % um 0,5 % gegenüber der Kontrolle abgesenkt werden.

Die chemische Zusammensetzung von Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) brachte eine Erhöhung des Rohaschegehaltes um 30 g auf 132,2 g/kg TM im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle (102,4 g/kg TM), gleichzeitig senkten sich die Gehaltswerte von Rohprotein, Rohfaser und Rohfett. Die Verdaulichkeit der organischen Masse konnte durch Zusatz von Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) um über 1 % auf 74,6 verbessert werden (Kontrolle 73,2 %), jedoch ist dieser Vorteil in der NEL mit 6,24 (Kontrolle 6,39) aufgrund der höheren Rohasche nicht wirksam geworden.

In der ÖAG–Sinnenprüfung erreichte Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) 16,5 Punkte, um 3 Punkte weniger wie die Kontrolle, aufgrund des leicht muffigen Geruches (Wiederholung a) und der sichtbaren Produktrückstände in der Silage. Die Ermittlung der Silagequalität mit dem Bewertungsschlüssel nach WEISSBACH und HONIG zeigte, dass Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) keine Verbesserung erzielen konnte (siehe *Abbildung 8*). In der Beurteilung über die Futterwertzahl schnitt die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) mit FWZ 93,4 Punkten um insgesamt 15,4 Punkte schlechter ab wie die Kontrolle (FWZ 108,8 Punkte). Die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) hatte deutlich höhere Trockenmasseverluste (1,3 %) im Vergleich zur Kontrolle (0,3 %).

In der fertigen Silage konnte durch Zugabe von Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) die Hefenbelastung gegenüber der Kontrollvariante nicht reduziert werden, die Schimmelpilze waren nicht nachweisbar.

Nach einer Woche aerober Überlagerung zur Überprüfung der aeroben Stabilität zeigten sich bei der Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) deutliche Pilzkolonien und der Geruch war dementsprechend stark muffig. Die Hefekeimzahl der mit Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) behandelten Silage lag auf 35 Mio. KBE/g FM, im Vergleich dazu erreichte die Kontrollvariante 3,6 Mio. KBE/g FM (um eine Zehnerpotenz weniger). Die ÖAG–Sinnenbeurteilung der Silagequalität brachte bei Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) in Summe 5 Punkte/Note 3 (nahe am Verderb der Konserve), eine Verschlechterung um zwei Qualitätsstufen gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Trotz günstiger Gärssäurezusammensetzung bei Siloöffnung war die aerobe Stabilität der Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) deutlich schlechter wie jene der Kontrolle und auch der geringer dosierten Vergleichsvariante Zeo-Lift + Microbe-Lift (1).

3.7.8 Klino-Sil SA55 (1)

Der Verlauf des pH-Wertes in der gesamten Gärung war durch Zusatz von Klino-Sil SA55 (1) kaum von der Kontrollvariante zu unterscheiden. Das Gärssäuremuster der Variante Klino-Sil SA55 (1) unterschied sich von der Kontrolle leicht in der Art, dass weniger Gesamtsäure gebildet wurde (36,9 g/kg TM / 44,6 g bei der Kontrolle), Essig- und Propionsäure differierten etwas, die Buttersäure lag mit 0,34 g/kg TM auf dem Niveau der Kontrolle (0,37 g/kg TM). Eine Verbesserung in puncto Gärssäuren kann durch Zugabe von Klino-Sil SA55 (1) vom Gärssäuremuster nicht abgeleitet werden. Der Ammoniumanteil in % vom Gesamtstickstoff war mit 5,3 % etwas geringer wie der der Kontrolle (5,6 %), jedoch nicht statistisch absicherbar.

Die chemische Analyse der Inhaltsstoffe und der Futterqualität (Verdaulichkeit und Energie) sind nicht auffällig in den Differenzen und deshalb auch nicht signifikant voneinander zu unterscheiden, deswegen ergibt die Schlussfolgerung, dass durch Klino-Sil SA55 (1) keine Qualitätsverbesserung in den Nährstoffen und der Futterenergie in diesem Versuch erzielt werden konnte.

Die Beurteilung der Silagequalität mit der ÖAG–Sinnenprüfung ergab für die Variante Klino-Sil SA55 (1) in Summe

18 Punkte / Note 1, um 1,5 Punkte weniger wie die Kontrolle, weil die Wiederholung b im Geruch wenig aromatische Säure aufwies. Nach WEISSBACH und HONIG wurden mit Klino-Sil SA55 (1) insgesamt 82,5 Punkte/Note 2 erreicht (Kontrolle 85 Punkte/Note 2), deshalb kann in diesem Versuch keine Verbesserung für die Variante Klino-Sil SA55 (1) in der Silagequalität festgehalten werden.

Der Verlust an Trockenmasse in der Futtervergärung war in der Variante Klino-Sil SA55 (1) mit 0,7 % doppelt so hoch wie in der Kontrollvariante (0,3 %). Die mikrobiologische Situation der Variante Klino-Sil SA55 (1) war bei den Hefen und Schimmelpilzen zur Kontrolle in der Weise verschieden, dass die mit Klino-Sil SA55 (1) behandelte Silage eine etwas höhere Keimzahl bei den Hefen aufwies. In der Variante Klino-Sil SA55 (1) wurden Schimmelpilze der Gattung *Penicillium* und in der Kontrolle der Gattung *Basipetospora* identifiziert.

Die aerobe Stabilität der Silage wurde durch Zugabe von Klino-Sil SA55 (1) leicht verbessert, weil die Hefen nach einer Woche aerober Überlagerung nur minimal auf 44.000 KBE/g FM anwuchsen (Kontrolle 3,6 Mio. KBE/g FM) und die Silagequalitätsbeurteilung nach ÖAG–Sinnenprüfung mit 17 Gesamtpunkten zeigte, dass der Qualitätsverlust, gleich wie bei der Kontrolle, minimal war.

3.7.9 Klino-Sil SA55 (2)

Die erhöhte Dosierung der Variante Klino-Sil SA55 (2) im Vergleich zu Klino-Sil SA55 (1) brachte keinen Effekt im Verlauf des pH-Wertes, weil dieser beinahe deckungsgleich mit der Kontrolle verlief.

Hingegen konnte mittels Klino-Sil SA55 (2) im Gärssäuremuster eine Verbesserung erreicht werden, weil die Buttersäuregärung unterbunden wurde (Kontrolle 0,37 g/kg Buttersäure in der Trockenmasse). Insgesamt wurden in der Variante Klino-Sil SA55 (2) nur 34,6 g/kg TM Gesamtsäure produziert, um 10 g weniger wie in der unbehandelten Kontrolle. Der Eiweißabbau, gemessen am Prozentanteil des Ammoniumstickstoffes am Gesamtstickstoff, ergab für Klino-Sil SA55 (2) mit 5,3 % eine gering-

fürige Reduktion gegenüber der Kontrolle (5,6 %), die jedoch nicht statistisch absicherbar ist. In den Inhaltsstoffen gibt es geringfügige Differenzen zugunsten der Variante Klino-Sil SA55 (2), weil hier die Trockenmasse mit 311 g/kg FM um 37 g höher war wie die Kontrolle. Ebenso lagen die Rohfaser und die Rohasche im Vergleich zur Kontrolle niedriger und daher besser (siehe *Tabelle 8*). Die Verdaulichkeit der organischen Masse mit 71,6 % war um 1,5 % und die Futterenergie um 0,14 MJ/kg TM niedriger wie jene der Kontrollvariante. Die leichten Vorzüge aus der Vergärung und den Futterinhaltsstoffen schlugen sich nicht positiv auf die Futterqualität der mit Klino-Sil SA55 (2) behandelten Silage nieder. Die Bewertung der Silagequalität mit der ÖAG-Sinnenprüfung brachte in der Variante Klino-Sil SA55 (2) mit 19,5 Punkten/Note 1 ein sehr gutes Ergebnis, gleich gut wie die Kontrolle. Dieses Qualitätsniveau wurde auch mit dem Bewertungsschlüssel nach WEISSBACH und HONIG mit 82,5 Punkten/Note 2 bestätigt, dennoch wurde keine Verbesserung durch den Zusatz von Klino-Sil SA55 (2) erzielt. Der Verlust an Trockenmasse beträgt in der Variante Klino-Sil SA55 (2) 0,9 %, genau um 0,54 % mehr wie in der Kontrolle.

In der mikrobiologischen Untersuchung wurden bei der Variante Klino-Sil SA55 (2) ähnlich hohe Keimzahlen bei den Hefen in der Silage unmittelbar nach Siloöffnung festgestellt wie in der Kontrolle. Die Keimzählungen bei Schimmelpilzen ergaben für Klino-Sil SA55 (2) und die Kontrolle einen negativen Nachweis. Nach einer Woche Überlagerung unter Luftstress wuchsen bei der Variante Klino-Sil SA55 (2) nur 49.000 KBE/g FM Hefen an, die Kontrolle wies 3,6 Mio. KBE/g FM auf. Die Wirkung von Klino-Sil SA55 (2) auf die aerobe Stabilität war positiv, weil unter anderem auch die Silagequalität sich auf einem hohen Niveau von 17 ÖAG-Punkten in der Sinnebewertung hielt.

4. Zusammenfassung

Im Silierversuch S-50/2003 der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde die Frage gestellt, inwieweit Silierrückstände mit unterschiedlichen Wirkstoffen die Vergärung von sehr jungem, mittelmäßig

silierbarem Wiesenfutter beeinflussen können. Das Ausgangsmaterial der Dauerwiesenneuanlage des Jahres 2002 mit einem sehr hohem Rohprotein- (214,0 g/kg TM) und niedrigem Zuckergehalt (78,2 g/kg TM) konnte in der unbehandelten Kontrolle mit wenig Buttersäure (0,37 g/kg TM), niedrigem pH-Wert (4,1) und sehr geringem Eiweißabbau (Verhältnis $\text{NH}_4\text{-N}:\text{Gesamt-N}=5,6\%$) beinahe optimal vergären. Aufgrund der sehr guten Vergärung der unbehandelten Kontrollvariante war es für die zur Prüfung stehenden Silierrückstände besonders schwierig, entsprechende Erfolge verbuchen zu können.

In der pH-Absenkung zeigte das Produkt Silo-Ramikal 200 die schnellste Wirkung, denn hier wurde der pH-Wert von 5,9 binnen 2 Tagen auf 4,0 abgesenkt (die Kontrolle lag am Tag 2 auf pH 4,3). Der weitere pH-Verlauf stabilisierte sich bei den Varianten im Bereich von 4,0 bis 4,2 pH-Punkten (Ausnahme: Tag 14 bei den Varianten Zeo-Lift (4,22) und Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) (4,27)). Zum Zeitpunkt der Siloöffnung am 49. Lage- rungstag lagen alle Varianten um pH 4,1 und es können daher keine Schlussfolgerungen aus dem pH-Wert der fertigen Silagen gezogen werden.

Ein wesentlicher Erfolgsmaßstab in der Silagekonservierung ist der negative Nachweis der Buttersäure. Unter diesen Bedingungen konnten die Varianten Sil-All 4 x 4 (1), Zeo-Lift, Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) und Klino-Sil SA55 (2) eine buttersäurefreie Gärung als positiven Leistungsnachweis erbringen.

Der Eiweißabbau, gemessen am prozentuellen Anteil des Ammoniumstickstoffes am Gesamtstickstoff, war im Silierversuch S-50 auf einem ausgesprochen günstigen Niveau zwischen 5,1 und 6,0 % (Grenzwert = 10 %). Die Differenzen der einzelnen Silierrückstände zur Kontrolle waren in positiver oder negativer Hinsicht nicht auffällig bzw. erwähnenswert.

Die Gärungsverluste in Form des Trockenmasseabbaues betragen zwischen 0,3 und 1,3 %, wobei die Kontrolle mit 0,3 % die geringsten Verluste und die Varianten Klino-Sil SA55 (2) mit 0,9 % und Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) mit 1,3 % die höchsten Verluste aufwiesen.

Die chemische Analyse der Rohnährstoffe zeigte eine deutliche Differenzierung

in der Rohasche, weil in den Produkten Zeo-Lift, Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) und Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) der mineralische Zeolith in einer Dosis von 15 bzw. 30 kg/t Frischmasse eingesetzt wurde.

In diesen Varianten kam es zu einer Rohascheerhöhung von 102,4 g (Kontrolle) auf bis zu 132,4 g/kg TM (Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)).

Diese hohe Beimengung machte sich außerdem in einer Senkung der Nährstoffe Rohprotein, Rohfaser, Rohfett und N-freie Extraktstoffe bemerkbar.

Die Futterqualität der Silagen bewegte sich im Silierversuch S-50 auf sehr hohem Niveau, weil OM-Verdaulichkeiten von 71,6 - 74,8 % (Kontrolle 73,2 %) und Energiedichten zwischen 6,25 und 6,75 MJ NEL/kg TM (Kontrolle 6,39 MJ/kg TM) gemessen wurden. Die Varianten Sil-All 4 x 4 (2) mit 6,75, Sil-All 4 x 4 (1) mit 6,66 und Silo-Ramikal 200 mit 6,58 MJ NEL/kg TM konnten hier Verbesserungen erzielen.

Die Beurteilung der Silagequalität nach Siloöffnung mittels ÖAG-Sinnenprüfung (1995) ergab für die Kontrolle und die Variante Klino-Sil SA55 (2) eine Gesamtpunktezahl von durchschnittlich 19,5 Punkte/Note 1. Die Varianten Sil-All 4 x 4 (1) mit 16 Punkten/Note 2 und Sil-All 4 x 4 (2) mit 15 Punkten/Note 2 fielen in der Sinnebewertung aufgrund des leicht unangenehm stechenden Säuregeruches etwas ab. Mit dem Bewertungsschlüssel nach WEISSBACH und HONIG (1992) zeigten sich kaum Unterschiede, denn die Gesamtpunkteanzahl lag allgemein zwischen 82,5 und 85 Punkten/Note 2. In der Gesamtbewertung der Silagen über die Futterwertzahl erreichte die unbehandelte Kontrollvariante mit 108,8 Punkten den höchsten Wert. Diese Futtergrundlage ist besonders zur Vorlage an Hochleistungskühe bestens geeignet. Die Varianten Zeo-Lift + Microbe-Lift (2) mit 93,4 Punkten, Zeo-Lift + Microbe-Lift (1) mit 95,0 Punkten und Microbe-Lift mit 96,5 Punkten schnitten um mehr als 10 Punkte in der Futterwertzahl schlechter ab wie die Kontrolle. Zum Zeitpunkt der Siloöffnung lag die Zahl an Hefepilzen nur im Falle der Variante Silo-Ramikal 200 in der Wiederholung a (340.000 KBE/g FM) und Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)

Tabelle 12: Darstellung der Wirkungseffekte der Silierhilfsmittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante im Silierversuch S-50 / 2003 aufgrund tendenzieller Prüfkriterien

Variante	pH	Vergärung		TM-Verluste	Silagequalität		Futterqualität			Mikrobiologie		Summe		Saldo
		Buttersäure	Eiweißabbau		Sinnenprüfung	Weißbach Honig	Verdaulichkeit	NEL	Hefen	Schimmelpilze	aerobe Stabilität	+	-	
Silo Ramikal 200	0	0	0	0	0	0	+	+	-	0	0	2	1	1
Sil-All 4 x 4 (1)	0	+	0	0	-	0	+	++	0	0	0	4	1	3
Sil-All 4 x 4 (2)	0	0	0	0	-	0	+	++	0	0	0	3	1	2
Zeo-Lift	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	0
Microbe-Lift	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	-1
Zeo-Lift + Microbe-Lift (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	0	1
Zeo-Lift + Microbe-Lift (2)	0	+	0	--	0	0	+	-	-	0	-	2	5	-3
Klino-Sil SA55 (1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	1	0	1
Klino-Sil SA55 (2)	0	+	0	-	0	0	0	-	0	0	+	2	2	0

Wirkung: 0 = kein Unterschied; ++ = sehr positiv; + = positiv; -- = sehr negativ; - = negativ

Wiederholung a (260.000 KBE/g FM) über einem Orientierungswert von 100.000 KBE/g FM. Bei den Schimmelpilzen wurde in keinem Fall ein Orientierungswert von 10.000 KBE/g FM überschritten, in den meisten Varianten waren keine Schimmelpilze nachweisbar. Der in den Proben festgestellte Höchstwert bei der Siloöffnung lag bei 150 KBE Schimmelpilze je Gramm FM. Die Überprüfung der aeroben Stabilität durch die 7-tägige Überlagerung der Silagen unter Luftstress ergab ein sehr differenziertes Ergebnis. Sehr positiv fielen die Varianten Zeo-Lift + Microbe-Lift (1), Klino-Sil SA55 (1) und Klino-Sil SA55 (2) auf, weil hier nur eine geringe Hefevermehrung (43.000 bis 49.000 KBE/g FM) und keine Schimmelpilzvermehrung stattfand. Im Bereich der Kontrolle (Hefen – 3,6 Mio. KBE/g FM; Schimmelpilze – nicht nachweisbar) befanden sich die Varianten Silo-Ramikal 200, Sil-All 4 x 4 (1) und Sil-All 4 x 4 (2). Eine gewisse aerobe Labilität stellte der mikrobiologische Befund für die Varianten Zeo-Lift bzw. Microbe-Lift dar, weil sich hier die Schimmelpilze gut vermehren konnten (12.000 bis 17.000 KBE/g FM) und für die Variante Zeo-Lift + Microbe-Lift (2), weil die Hefenvermehrung mit 35 Mio. KBE/g FM um eine Zehnerpotenz höher war wie in der unbehandelten Kontrolle.

Fazit für die Praxis

Junges Grünfutter vom 2. Aufwuchs einer Dauerwiesenneuanlage im 1. Hauptnutzungsjahr (Gräser/Leguminosen/Kräuter von 53 % / 45 % / 2 %) mit einem sehr hohen Rohproteingehalt von

21 % kann unter bester Einhaltung der Silierregeln (Anwelkung auf 30 % TM und sauberes Futter mit 9,5 % Rohasche sowie rasche Silierung) ohne den Zusatz von Silierhilfsmitteln zu einer hervorragenden Silage konserviert werden.

Im Einsatz von Silierhilfsmitteln erscheint positiv, dass 4 von 9 Produkten mit unterschiedlichen Wirkstoffen unter diesen Bedingungen die Buttersäuregärung völlig unterbinden konnten, 3 Produkte brachten eine Steigerung der Futterenergie. Nachteilig fällt bei 3 Produkten eine Verschlechterung in der aeroben Stabilität auf, 1 Siliermittel hatte deutlich höhere Trockenmasseverluste zu verbuchen.

Für die Praxis nicht empfehlenswert ist die Applikation von Zeo-Lift und dessen Kombination mit Microbe-Lift in einer Menge von 15 bzw. 30 kg je Tonne Frischmasse, weil einerseits die Produktzubereitung des staubfeinen Zeolith mit Wasser sehr aufwendig und eine gute Verteilung der hohen Dosis äußerst schwierig ist und andererseits keine auffälligen positiven Wirkungen unter den Bedingungen des Silierversuches S-50 erzielt werden konnten.

5. Literatur

- BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 31.
- BUCHGRABER, K., R. RESCH, L. GRUBER und G. WIEDNER, 1998: Futterwertabelle für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderbeilage. Der fortschrittliche Landwirt 2.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer. 7. erwei-

terte u. überarbeitete Auflage. DLG-Verlag.

- LEW, H. und A. ADLER, 1996: Mikrobielle Qualität von Grund- und Kraftfutter. Bericht über die 23. Tierzuchttagung „Futterbewertung und Futterqualität, Stoffwechsel und Gesundheit, Milchviehfütterung sowie alternative Formen der Rindermast“. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 29-38.
- PAHLOW, G., 1996: Bedeutung und Möglichkeiten der Beeinflussung der Säuerungsgeschwindigkeit in Grassilagen. Vortrag anlässlich des DLG-Ausschusses für Futterkonservierung an der LUVVA Aulendorf.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 1997: Einsatz unterschiedlicher Silierzusätze bei Grassilagen unter ungünstigen Witterungsbedingungen. I. Mitteilung: „Beeinflussung der Gär- und Futterqualität durch die Anwendung von Silierzusätzen.“ Das Wirtschaftseigene Futter 43, 21-48.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 1997: Auswirkungen von Silierzusätzen auf die Gär- und Futterqualität. Bericht über die 24. Tierzuchttagung „Züchtung, Haltung, Proteinbedarf, Fruchtbarkeit und Silierung“, BAL Gumpenstein, 53-63.
- RESCH, R., 2005: Gezielter Einsatz von Silierhilfsmitteln sichert Silagequalität. Der Fortschrittliche Landwirt 9, 13-16.
- ROUEL, M. und U. WYSS, 1994: Aerobe Stabilität von Maissilagen. Agrarforschung 1, 393-396.
- SCHMIDT, H.L., E. BUCHER und G. SPICHER, 1981: Keimgehaltsbestimmung von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen in Futtermitteln – Nährböden und Methodik. Landwirtschafts. Forsch. 34, 242-250.
- TILLEY, J.M.A. und R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104-111.
- VDLUFA, 2004: VDLUFA-Methode 28.1.2: Bestimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze. Methodenbuch III. VDLUFA-Verlag, Bonn.
- WEISE, G., 1989: Aerobic stability of silages and factors influencing it. Proceedings of the In-

- ternational Symposium on production, evaluation and feeding of silage. Rostock, 123-130.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN und K. BERG, 1977: Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage.
- WEISSBACH, F. und H. HONIG, 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.
- WEISSBACH, F., 2002: Grundlagen und Praxis der Produktion guter Grassilagen. Bericht 8. Alpenländisches Expertenforum zum General-
- thema Zeitgemäße Futterkonservierung, BAL Gumpenstein, 1-5.
- ZIMMER, E., 1966: Die Neufassung des Gärfutterschlüssels nach Flieg. Das Wirtschaftseigene Futter 12, 299-302.
- ZIMMER, E., 1993: Gärbiologie bei Gras- und Maissilagen. Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“, BAL Gumpenstein, 13-20.

Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Konservierung von leicht angewelktem Dauerwiesenfutter im Versuch S-53 / 2004

R. RESCH und A. ADLER

1. Problem- und Fragestellung

Im Silierversuch S-53 bezieht sich die Kernfrage auf die Steuerungsmöglichkeit der Milchsäuregärung durch den Einsatz von unterschiedlichen Zusatzpräparaten im Vergleich zu einer unbeeinflusst verlaufenden, natürlichen Gärung im Ausgangsmaterial Dauerwiesenfutter. In der Auswahl der Produkte wurde darauf geachtet, dass Vertreter aus verschiedenen Wirkungsgruppen (Biologische Impfkulturen, Salze, Säuren, Kombinationsprodukte und Sonstige Wirkstoffe) im Versuch enthalten sind.

Durch vielfache Berichte und Meldungen aus diversen Medien und der Praxis war es uns ein wichtiges Anliegen, das Produkt EM-A (Effektive Mikroorganismen) zu prüfen, weil es zum Einsatz dieser mikrobiologischen Impfkultur sehr differenzierte Meinungen gibt. Kurz nach der Versuchsanlage erfuhren wir, dass EM-A als Futtermittelzusatz nicht eingesetzt werden darf. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein möchte dennoch die Versuchsergebnisse veröffentlichen, weil es die einzigen wissenschaftlichen Daten und Erkenntnisse vom Produkt „EM-A“ als Silierhilfsmittel unter österreichischen Bedingungen sind.

Zusätzlich zu den eigentlichen Silierhilfsmitteln wurde im Silierversuch S-53 die Frage zu einer Variante im Fütterungsmanagement gestellt, nämlich ob ganze Gerstenkörner für die Beimengung in das unvergorene Siliergut geeignet sind und wie sie die Gärung, Silage- und Futterqualität beeinflussen.

Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein als nachgeordnete Dienststelle des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft (BMLFUW) kann durch ihren unabhängigen und neutralen Status völlig objektiv über die Versuchsergebnisse berich-

ten. Es wird an dieser Stelle jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die im nachfolgenden Versuchsbericht beschriebenen Versuchsergebnisse und die daraus getroffenen Interpretationen ausschließlich auf die im Silierversuch S-53 vorgelegenen Bedingungen beziehen.

2. Material und Methodik

2.1 Versuchsplan Silierversuch S-53

- 1 – ohne Siliermittelzusatz (Kontrolle)
- 2 – *Lactobacillus buchneri* (LB buchneri)
- 3 – Microsil Extra plus
- 4 – Lagrosil 10 liquid
- 5 – Lagrosil ph liquid
- 6 – EM-A (1)
- 7 – EM-A (2)
- 8 – Biosil liquid
- 9 – Bio Bac
- 10 – Zeo-Lift
- 11 – Soft-Acid S
- 12 – Gerste Ganzkorn

Nach Bekanntwerden des Einsatzverbotes von EM-A als Futterzusatz wurden von Seiten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein die „EM-A“-Varianten 6 und 7 (siehe Versuchsplan) dennoch im vollen Umfang des Versuchsprogrammes untersucht. Es wurden von nationalen Fachexperten der AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit) Fachmeinungen eingeholt und umfassende Recherchen in nationalen und EU-Regelwerken sowie im WorldWideWeb durchgeführt, um detaillierte Informationen zu diesem Produkt zum Zwecke einer guten fachlichen Beratung von Bauern, Kammerfunktionären, Lehrern etc. zur Verfügung zu haben.

Nachstehend die Fachmeinung von zwei nationalen Experten zu „EM-A“ (Effektive Mikroorganismen):

Für Dr. ADLER (AGES-Linz) sind die im Produkt eingesetzten Mikroorganis-

men nicht entsprechend charakterisiert, ihre Identität und Wirkung sind nicht belegt. Hinsichtlich Einsatz als Siliermittel ist vor allem ein Zusatz von Actinomyceten (= grampositive, aerobe, bodenbürtige Bakterien, auch als Strahlenpilze bekannt), von *Aspergillus*- oder von *Mucor*-Arten im Produkt „EM-A“ grundsätzlich zu hinterfragen. Ohne entsprechende Prüfung der enthaltenen Mikroorganismen etwa auf mögliche Antibiotika- oder Toxinproduktion erscheint ein Einsatz als Futtermittel zumindest äußerst bedenklich.

Nach Dipl.-Ing. DOPPELREITER (AGES-Wien) ist von der Produktpalette „EM“ nur ein Produkt (EM-FKE = Kräuterextrakt-Aromastoff) nach der VO(EU)1831/2003 in Brüssel gemeldet und bleibt bis zur Abwicklung eines eventuellen Zulassungsverfahrens als Futtermittelzusatz verkehrsfähig zugelassen. Alle übrigen, nicht in Brüssel gemeldeten EM-Produkte, welche Mikroorganismen enthalten, sind nicht zugelassen, d.h., dass bei einer Verfütterung von EM-haltigen Futtermitteln die Produkte (Milch, Fleisch, etc.) nicht in Verkehr gebracht werden dürfen.

Aufgrund des Fütterungsverbotes von EM-haltigem Futter wurde die gesamte Silage der Varianten EM-A (1) und EM-A (2) aus dem Silierversuch S-53 sachgerecht über den Weg der Kompostierung verwertet.

2.1.1 Zusammensetzung der im Silierversuch S-53 eingesetzten Siliermittel (siehe Tabelle 1)

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

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

Autoren: Ing. Reinhard RESCH, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, 8952 IRDNING
Dr. Andreas ADLER, Österreichische Agentur für Ernährungssicherheit GmbH, Agrarbiologie Linz, Wieningerstraße 8, 4020 LINZ

Tabelle 1: Zusammensetzung der Zusatzpräparate

Silierhilfsmittel	Wirkungsgruppe	Inhalt nach Firmenangaben
Lactobacillus buchneri (LB buchneri)	Mikrobiologische Impfkultur	Lactobacillus buchneri
Microsil Extra plus	Mikrobiologische Impfkultur	Lactobacillus plantarum, Lactobacillus casei, Enterococcus faecium, Pediococcus pentosaceus, Lactobacillus buchneri
Lagrosil 10 liquid	Mikrobiologische Impfkultur	Milchsäurebakterien
Lagrosil pH liquid	Säuren	Säuren
EM-A (1)	Mikrobiologische Impfkultur	*Mischkultur von verschiedenen Mikroorganismen
EM-A (2)	Mikrobiologische Impfkultur	*Mischkultur von verschiedenen Mikroorganismen
Biosil liquid	Salze	Natriumnitrit, Hexametylenetetramin, Calciumformiat, Calciumchlorid
Bio Bac	Mikrobiologische Impfkultur	Lactobacillus plantarum (2 Stämme)
Zeol-Lift	Sonstige Wirkstoffe	Zeolith
Soft-Acid S	Kombinationsprodukte	Ameisensäure, Propionsäure, Natrium Lignosulphonat

* EM ist ein Produkt, das von Prof. Dr. Teruo HIGA von der Ryukyus Universität in Japan entwickelt wurde. EM besteht aus verschiedenen Mikroorganismen, deren Ordnung in fünf Gruppen (Milchsäurebakterien, Photosynthetische Bakterien, Hefen, Actinomyceten, Pilze) und 10 Gattungen (Streptomyces albus, Rhodospseudomonas sphaeroides, Lactobacillus plantarum, Propionibacterium freudenreichii, Streptococcus lactis, Streptococcus faecalis, Aspergillus oryzae, Mucor hiemalis, Saccharomyces cervisiae, Candida utilis) unterschieden werden kann. Insgesamt befinden sich 80 Mikroorganismenspezies im Produkt EM-A.

Tabelle 2: Siliermittelmengen je Tonne Grünfütter

Silierhilfsmittel	Für Anwelksilage mit Ø 281,4 g TM/kg FM
Lactobacillus buchneri (LB buchneri)	10 g + 2.000 ml Wasser
Microsil extra plus	10 g + 2.000 ml Wasser
Lagrosil 10 liquid	10 g + 2.000 ml Wasser
Lagrosil pH liquid	3.000 ml
EM-A (1)	*4.000 ml + 76.000 ml Wasser
EM-A (2)	*16.000 ml + 64.000 ml Wasser
Biosil liquid	2.000 ml + 2.000 ml Wasser
Bio Bac	55 ml + 4.000 ml Wasser
Zeol-Lift	10.000 g
Soft-Acid S	4.250 ml
Gerste Ganzkorn	85 kg

* Die Dosierungsangaben wurden von Herrn Dr. HABENICHT (offizieller EM-Berater) am 7.5.2004 an die HBLFA Raumberg-Gumpenstein / Abteilung Grünland, gesendet. Aufgrund dieser Dosierungsempfehlung wurden die 2 Varianten angesetzt.

EM-A (1): 4 Liter EM-A + 76 Liter Wasser / t Siliergut (FM)

EM-A (2): 16 Liter EM-A + 64 Liter Wasser / t Siliergut (FM)

Andere Quellen geben 0,33 Liter EM-A (unverdünnt) / m³ Siliergut an

Tabelle 3: Bonitierung des Pflanzenbestandes (Schätzung in Gewichtsprozent)

Wh	Gräser	Klee	Kräuter
1	63	12	25
2	64	8	28
3	60	5	35
4	70	5	25
5	64	6	30
6	60	8	32
Ø	63,5	7,3	29,2

2.2 Versuchssilo

Als Lagerbehälter wurden standardisierte Industrie-Weithalsfässer aus Kunststoff mit einem Fassungsvermögen von je 50 Liter verwendet. Der mit einem innenliegenden Dichtungsring versehene Deckel wird mittels Metallspannung auf dem

Behälterrand fixiert, wodurch sich ein hermetischer Abschluss der Konserve ergibt. Die Behältervolumina für die dynamische Beobachtung des Gärverlaufes mussten nicht so groß dimensioniert sein, weshalb die Lagerung mit 1-Liter Einweckgläsern durchgeführt wurde.

2.3 Ausgangsmaterial

2.3.1 Pflanzenbestand

Der Pflanzenbestand der Dauerwiese des 1. Aufwuchses vom Talboden des „Mittleren Steirischen Ennstales“ zeigte eine typische botanische Ausbildung mit folgenden Hauptbestandbildnern und Futterwertzahlen (FWZ) nach KLAPP et al. (1953) bzw. nach DIERSCHKE und BRIEMLE (2002).

Gräser:

Gemeine Rispe (*Poa trivialis*, FWZ 7), Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*, FWZ 8), Gemeines Schilf (*Phragmites australis*, FWZ 3), Weiche Trespe (*Bromus hordeaceus*, FWZ 4), Gewöhnliches Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*, FWZ 4), Wiesenrispe (*Poa pratensis*, FWZ 9), Goldhafer (*Trisetum flavescens*, FWZ 7), Knaulgras (*Dactylis glomerata*, FWZ 8)

Leguminosen:

Weißklee (*Trifolium repens*, FWZ 9), Rotklee (*Trifolium pratense*, FWZ 8)

Kräuter:

Kuhblume (*Taraxacum officinale*, FWZ 7), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*, FWZ 3), Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*, FWZ 2), Sauerampfer (*Rumex acetosa*, FWZ 5), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*, FWZ 3), Kohl-Kratzdistel (*Cirsium oleraceum*, FWZ 5), Schafgarbe (*Achillea millefolium*, FWZ 6)

Die Futterwertzahlen dieses Pflanzenbestandes reichten von 2 (sehr geringer Futterwert) bis 9 (höchster Futterwert), der Durchschnitt ergibt mit FWZ 5,8 einen mittleren Futterwert des Ausgangsmaterials.

2.3.2 Futterernte und Futterbehandlung

Alle Arbeitsschritte wurden am 25. Mai 2004 bei bewölktem Wetter durchgeführt (mittlere Tagestemperatur 12,4°C

bei 2,4 mm Niederschlag). Die Mahd erfolgte um 10:00 Uhr mittels Frontmäherwerk bei einer Schnitthöhe von 6-7 cm, anschließend wurde das Futter mit einem Kreisler angestreut. Die Bereitung des Futterschwades begann um 13:00 Uhr, die Futtereinfuhr um 13:15 Uhr mit einem Ladewagen mit voller Messerbestückung, sodass das Futter als Kurzschnittgut eingefahren wurde.

2.4 Beschickung der Versuchssilos und Verdichtung

Unmittelbar nach der Einfuhr mit dem Ladewagen erfolgte die Befüllung der Versuchssilos. Die Füllmenge an Grünfutter richtete sich nach dem erzielten Anwelkgrad. Die gesamte Grünfuttermenge je Silo wurde in den 50 l-Silos auf je 12 Teilgaben á 2,5 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. Die Verdichtung wurde nach Einbringen jeder Futtercharge mechanisch mit einem Holzstößel durchgeführt. Im Durchschnitt erreichte die Verdichtung 134,4 kg TM/m³ Siliergut.

2.4.1 Verteilung der Zusätze

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

2.4.2 Siloabschluss der 50 Liter-Silos

Die Silagen in den Weithalsfässern wurden an der Oberfläche nicht mit einer PVC-Folie abgedeckt, da der Kunststoffdeckel mit der integrierten Dichtung und dem Spanning bereits für eine optimale hermetische Abdichtung des Gefäßes sorgt.

2.5 Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase

2.5.1 pH-Wert – Dynamik

Die pH-Messungen von den Grünfutterproben wurden nach der Mahd und in weiterer Folge zum Beginn und am Ende

der Silobefüllung vorgenommen. Der Verlauf des pH-Wertes wurde durch insgesamt 2 Messungen der Proben aus den Einweckgläsern erhoben. Die Messintervalle waren zu Beginn der Gärphase (nach zwei Tagen) und nach 13 Tagen sowie am Ende des Siliversuches bei der Siloöffnung nach insgesamt 156 Lagerungstagen.

2.5.2 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen

Die Bonitierung des Pflanzenbestandes (siehe *Tabelle 3*) erfolgte anhand der Gewichtsprozenschätzung der Gräser-, Leguminosen- und Kräuteranteile (Gesamtdeckungssumme 100 %).

Die Silagequalität wurde mit der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999 - siehe *Anhang*), basierend auf dem DLG-Sinnenprüfungsschlüssel nach ZIMMER (1966) ermittelt. 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

Die Grünfutterproben wurden nach der Mahd, zum Beginn und am Ende der Silobefüllung, zufällig verteilt an mehreren Stellen, durch händische Entnahme gezogen. Diese primäre Mischprobe wurde in weiterer Folge in einem Kunststoffbehälter gut durchgemischt, bevor mittels eines Edelstahlprobenbohrers (Nirosta-Stechzylinder mit 50 mm Durchmesser) die repräsentative Probenahme für das Laboratorium durchgeführt wurde.

Um Verluste an leichtlöslichen Kohlenhydraten zu verhindern, wurde jede fertige Probe sofort in einen Kühlbehälter gegeben. Ein Teil der Probe gelangte anschließend in das chemische Laboratorium der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zur Probenvorbereitung für die Frischanalyse und ein zweiter Teil wurde in die Trocknungsanlage transportiert, um bei 48°C etwa 48 Stunden lang auf eine Endtrockenmasse von rund 94 %

getrocknet zu werden. Die getrocknete Probe wird mit einer Schneidmühle auf eine durchschnittliche Korngröße von 1,0 mm gemahlen und ist somit für die Weender Nährstoffanalyse vorbereitet.

2.6.2 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung

Die Beprobung erfolgte, gleich wie beim Ausgangsmaterial, nämlich mit einem Nirosta-Stechzylinder (Ø 50 mm), der von der Oberfläche bis zum Siloboden eingestochen wurde, um zu gewährleisten, dass ein repräsentativer Querschnitt des ganzen Versuchssilos in der Probe enthalten ist. Dieser Vorgang wurde 3- bis 4-mal wiederholt, um die notwendige Probenmenge zu erhalten. Der Prozess der Durchmischung verlief gleich ab, wie im Punkt 2.6.1 beschrieben. Von der gesamten Probenmenge wurden drei Teilmengen gebildet, wobei die erste zur Frischprobenanalyse, die zweite für die Trockenprobenuntersuchung (Weender) und die dritte für die mikrobiologische Untersuchung (AGES-Linz) bestimmt war. Die Probe für die mikrobiologische Untersuchung wurde luftdicht in 1000 ml Weithals-Schraubdosen gepackt, mit einer Kunststoffdichtplatte versehen, mit dem Gewindedeckel versiegelt, sofort in die Kühlung gegeben und per DHL-Paketdienst nach Linz gesendet.

2.6.3 Ansatz und Probenahme im Haltbarkeitstest zur Überprüfung der aeroben Stabilität

Das Ansatzmaterial stammt aus einer gleichmäßigen Entnahme von allen vier Wiederholungen der jeweiligen Varianten. Die Silage wurde in Kunststoffbehältern dicht hineingepackt und ohne Abdeckung sieben Tage stehengelassen, damit nur ein oberflächlicher Luftzutritt die Silage beeinträchtigen konnte. Die Beprobung des Endmaterials wurde durch gleichmäßige händische Entnahme, wie in Punkt 2.6.1 beschrieben, durchgeführt.

2.7 Chemische Untersuchungen

Sämtliche chemischen Analysen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein im chemischen Laboratorium (TM, Weender, NH₄, Zucker, Gärsäuren, Ethanol, pH), die Verdaulichkeit und Netto-Energie-Laktation (NEL) im in vitro-La-

boratorium der Abteilung Grünland durchgeführt.

Analysenmethoden:

- Trockenmasse (TM) – Brabender Trockenmasse-Schnellbestimmung
- Rohprotein (XP) – Heraeus Macro-N
- Rohfaser (XF) – Rohfasermethode mit Fibre-Tec Automat
- Rohfett (XL) – Vorschrift 3.0.1 aus dem Methodenbuch der ALVA (Arbeitsgemeinschaft der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalten Österreichs)
- Rohasche (XA) – Veraschung im Muffelofen bei 550° C
- Ammoniumstickstoff (NH₄-N) – NESSLER Methode
- Zucker – VDLUFA modifiziert nach HAAS (1972)
- Milch-, Essig- und Buttersäure – Gaschromatographie
- OM-Verdaulichkeit – in vitro nach TILLEY & TERRY (1963)
- NEL – Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)

2.8 Mikrobiologische Untersuchungen

Die Silageproben wurden unverzüglich in verschraubbare Plastikdosen gepresst, luftdicht verschlossen und gekühlt nach Linz geschickt, wo die Muster bis zur Durchführung der mikrobiologischen

Untersuchung bei ca. 5 °C gelagert wurden.

Analysenmethode:

Die Keimgehaltsbestimmungen erfolgten grundsätzlich nach VDLUFA-Methode 28.1.2, im Folgenden angeführte Ergebnisse beziehen sich auf die Frischmasse der untersuchten Proben. Vor der Untersuchung der Proben wurden jeweils ca. 200 g des Materials auf 2 bis 5 cm Länge zerschnitten. Jeweils 40 g Probenmaterial wurden mit 360 ml gepuffertes 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 4* zusammengefasst.

Die untere Erfassungsgrenze lag für die Keimzahl der Clostridien, der Schimmelpilze und Hefen unter 10² KBE/g FM. Hefen- und Pilzkeimzahlen wurden auf MHGBT-Agar im Oberflächenverfahren ermittelt. Die Bestimmung der Clostridien sporen wurde in Anlehnung an die von JONSSON (1990) beschriebene Methode nach Pasteurisieren der Probe in modifiziertem RCM-Medium nach dem MPN-Verfahren durchgeführt, in geringem Umfang können mit diesem Verfahren allerdings auch fakultativ anaerobe Sporenbildner mit erfasst werden.

Bei der Untersuchung auf Listerien wurde nach ÖNORM EN ISO 11290-1 vorgegangen (*Tabelle 4*).

3. Ergebnisse und Diskussion

Einfluss von Silierzusätzen auf die Vergärung, Silage- und Futterqualität von leicht angewelktem Grünfutter einer Dauerwiese

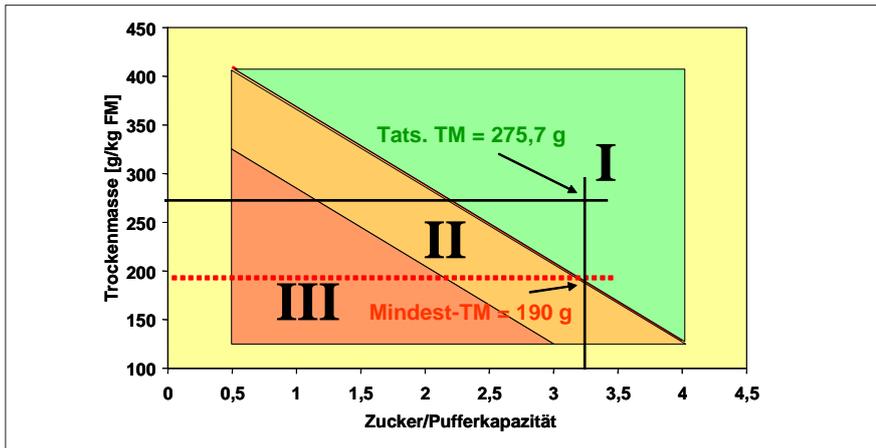
3.1 Ausgangsmaterial

Der mittlere Rohproteingehalt lag bei 136,4 g/kg TM, der Zuckergehalt bei 177,6 g/kg TM, daraus ergibt sich ein günstiges Rohprotein : Zucker-Verhältnis von 1:1,30. Die Pufferkapazität als Maßstab für den Mengenbedarf an Milchsäure zur Erreichung von pH 4, ergab eine mittlere Menge an Milchsäure von 54,6 g/kg TM. Der Quotient aus Zuckergehalt (Z) und Pufferkapazität (PK) ist nach WEISSBACH et al. (1977) ein Anhaltspunkt für die Einschätzung der Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials. Im Silierversuch S-53 war der Z/PK-Quotient des Dauerwiesenfutters aufgrund des hohen Zuckergehaltes mit einem Wert von 3,25 (nach WEISSBACH liegt Grünfutter von natürlichen Dauerwiesen im Bereich 1,3 bis 3,5) optimal, dieses Futter kann als leicht vergärbare eingestuft werden.

Das qualitätsreife Dauerwiesenfutter hatte einen Rohfasergehalt von 231,3 g/kg TM. Aufgrund der Schnitthöhe von 6-7 cm stellte sich keine Futtermittelverschmutzung ein, der Rohaschegehalt war mit 67,9 g/kg TM im optimalen Bereich. Die Futterqualität mit einer Verdaulichkeit der organischen Masse von 76,5 % und einer Nettoenergie-Laktation von 6,77 MJ/kg TM war im Silierversuch S-53 auf einem sehr hohen Niveau einzustufen. Im Vergleich zu Analysendaten aus der ÖAG-Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum (1998) und den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1997) ist dieses Dauerwiesenfutter nicht als außergewöhnlich zu sehen. In der Gumpensteiner in vitro-Datenbank konnten insgesamt 21 Futterproben von Wiesenfutter aus anderen Herkünften mit vergleichbarer botanischer Zusammensetzung, Rohprotein-, Rohfaser- und

Tabelle 4: Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Silageflora, Kurzbeschreibung von Probenvorbereitung und Untersuchungsmethodik

Probenvorbereitung		Probe mit einer Schere zerkleinern	
Einwaage / Suspendierung		40 g / 360 ml in Stomacher-Beutel	
Suspendierungs- / Verdünnungslösung		Gepufferte Pepton-Natriumchlorid-Lösung mit Tween 80	
Untersuchungsmethodik			
Gruppen von Mikroorganismen	Nährmedien	Technik / Inkubation	
Schimmelpilze und Hefen (VDLUFA 2004)	Malzextrakt-Hefeextrakt-Glukose-Bengalrosa-Agar nach SCHMIDT et al. modif. (VDLUFA 2004)	Oberflächenverfahren Inkubation: aerob 7 Tage, 25°C	
Clostridien sporen (JONSSON 1990, ADLER 2002)	RCM-Medium (Oxoid) supplementiert mit 0,05 g/l Neutralrot 0,20 g/l D-Cycloserin	Erhitzung: 20 min, 75°C MPN-Technik Inkubation: anaerob 5 Tage, 30° C	
Listeria spp. (EN ISO 11290)	Fraser-Buillon, Supplemente halb-, anschl. voll konzentriert Palcam- und Oxford-Agar	Inkubation: aerob 24 h 30°C, anschl. 48 h 37°C 1 bis 2 Tage 37°C	



Einstufung Konservierungserfolg: I – gut; II – unsicher; III – schlecht

Abbildung 1: Konservierungserfolg bei der Silierung von Dauerwiesenfutter, 1. Aufwuchs (nach WEISSBACH et al., 1977)

Rohaschegehalt selektiert werden, der durchschnittliche Energiegehalt von diesen Futterproben beträgt 6,53 MJ NEL/kg TM. Die Analyse der ganzen Gerstenkörner ergab folgende Gehaltswerte: TM – 848,1 g/kg FM; XP – 132,2 g/kg TM; XF – 63,1 g/kg TM; XL – 14,7 g/kg TM; XA – 25,4 g/kg TM; dOM 88,4 %; NEL – 8,60 MJ/kg TM.

Der Trockenmassegehalt des Siliergutes betrug im Durchschnitt 281,4 g/kg Frischmasse, das entspricht einer leichten Futteranwelkung. Nach WEISSBACH gibt es eine Mindest-Trockenmasse, die erzielt werden muss, um sicherzustellen, dass eine buttersäurefreie Vergärung des Grünfutters gewährleistet werden kann. Für das leicht vergärbare Ausgangsmaterial im Silierversuch S-53 müsste der Mindest-Trockenmassegehalt bei etwa 190 g/kg Frischmasse (FM) liegen, um einen guten Konservierungserfolg, also eine buttersäurefreie Silage zu sichern. Aufgrund der tatsächlich erreichten Trockenmasse von durchschnittlich 281,4 g/kg FM ergibt sich eine hohe Wahrscheinlichkeit, eine buttersäurefreie Silage zu erzeugen (Konservierungserfolg = gut; siehe Abbildung 1).

3.2 Vergärungseigenschaften

3.2.1 Gärsäurenmuster

Die unbehandelte Kontrollvariante wies mit 7,4 g Buttersäure- und 46,2 g Essigsäurebildung in der Trockenmasse (siehe Tabelle 5) eine leichte bis mittelinintensive Fehlgärung auf, weil im Verhältnis zu wenig Milchsäure (55,2 g/kg TM) gebildet wurde. Das Gärsäurenmuster

der Kontrolle ist das Ergebnis einer ausgeprägten heterofermentativen Milchsäuregärung, welche die Erklärung für den hohen Essigsäuregehalt liefert. Die gesamte produzierte Säuremenge der Kontrolle (109,4 g/kg TM) ist im Vergleich zu den bisherigen Werten von unbehandelten Silagen (63 Datensätze aus Silierversuchen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein seit 1965) genau im Trend. Die Berechnung des theoretischen Gesamtsäuregehaltes aufgrund einer Regressionsgleichung der Gumpensteiner Daten würde bei der unbehandelten Silage dieses Versuches eine Menge von ($y = -0,2938 \cdot 275,7 + 185,23$) 104,2 g Gesamtsäure ergeben (siehe Abbildung 2).

Die erfolgreiche Vergärung von Wiesenfutter wird in erster Linie am Buttersäuregehalt der Silage gemessen, insofern müssen im Silierversuch S-53 die Vari-

anten EM-A (1) und EM-A (2) erwähnt werden, da sich in allen vier Wiederholungen keine Buttersäure fand. In den übrigen Varianten erstreckte sich der Buttersäuregehalt von 2,4 bis 8,9 g/kg TM (siehe Abbildung 3 bzw. Tabelle 5), wobei die Kontrolle mit 7,4 g/kg TM im oberen Mittelfeld der Werte lag.

Im Folgenden werden die statistischen Analysen der einzelnen organischen Säuren in detaillierten Tabellen und Boxplots dargestellt und beschrieben. Die Boxplots sollen einen raschen Überblick von den Differenzen zwischen den Varianten und von der Streubreite in der jeweiligen Variante vermitteln (siehe Abbildungen 4, 5, 7, 8 und 10).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,066 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der die Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni-Test (siehe Tabelle 11). Die Differenzen ergeben im multiplen Mittelwertvergleich nach Bonferroni keine signifikanten Unterschiede der Siliermittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle im Parameter Buttersäuregehalt. In der Spalte Signifikanz (siehe Tabelle 11) ergeben nur die Varianten EM-A (1) und EM-A (2) ein unterscheidbares, jedoch nicht signifikantes Ergebnis gegenüber der Kontrolle.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,000 und deswegen muss ein multipler Mittelwertver-

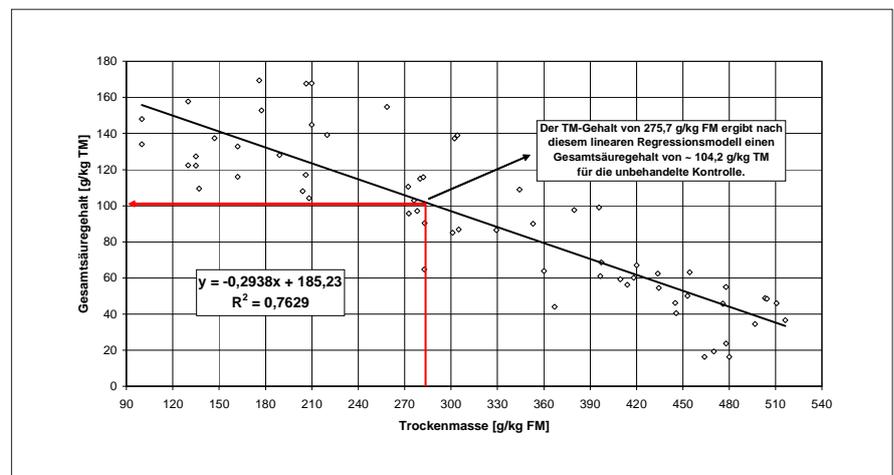


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen Trockenmasse- und Gesamtsäuregehalt von unbehandelten Silagen (Datengrundlage-50 Silierversuche der HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

Tabelle 5: Gärsäurezusammensetzung der Silage im Silierversuch S-53 in g/kg Trockenmasse

Variante	Trockenmasse [g/kg TM]	Milchsäure [g/kg TM]	Essigsäure [g/kg TM]	Propionsäure [g/kg TM]	Buttersäure [g/kg TM]	Gesamt-säure [g/kg TM]
Kontrolle	275,7	55,2	46,2	0,6	7,4	109,4
LB buchneri	282,7	81,9	16,8	0,3	3,4	102,4
Microsil Extra plus	278,9	81,6	15,3	0,9	7,1	104,9
Lagrosil 10 liquid	281,9	80,0	11,8	0,6	5,8	98,3
Lagrosil pH liquid	279,2	53,1	28,5	4,4	4,3	90,3
EM-A (1)	249,2	66,0	76,0	4,1	0,0	146,1
EM-A (2)	240,3	91,3	81,4	2,4	0,0	175,1
Biosil liquid	276,5	54,4	22,1	0,7	2,4	79,7
Bio Bac	272,4	80,3	6,1	0,2	8,7	95,3
Zeo-Lift	285,9	47,6	19,6	0,4	8,9	76,6
Soft-Acid S	278,7	35,6	29,1	2,1	4,8	71,6
Gerste Ganzkorn	328,1	33,5	35,9	0,8	7,6	77,9

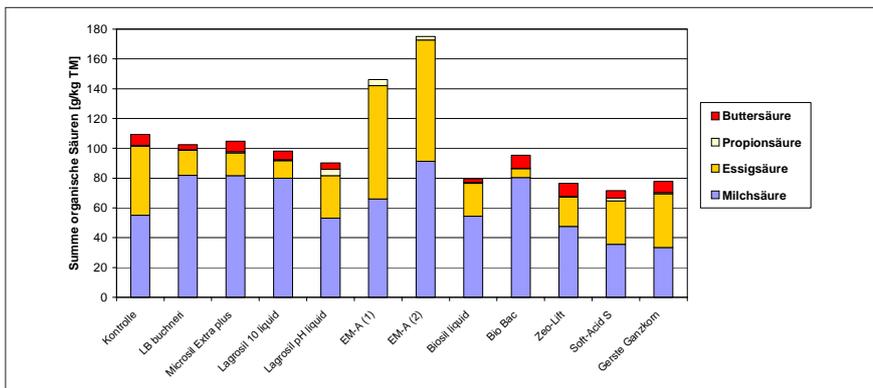


Abbildung 3: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf das Gärsäuremuster im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Tabelle 6: Buttersäuregehalte im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Kontrolle	4	7,37	5,74	2,38	15,31
LB buchneri	4	3,38	1,46	2,07	5,48
Microsil Extra plus	4	7,09	3,61	1,71	9,22
Lagrosil 10 liquid	4	5,84	2,95	2,43	8,86
Lagrosil pH liquid	4	4,27	2,80	1,42	7,72
EM-A (1)	4	0,00	0,00	0,00	0,00
EM-A (2)	4	0,00	0,00	0,00	0,00
Biosil liquid	4	2,40	3,16	0,00	7,06
Bio Bac	4	8,65	4,19	2,82	12,78
Zeo-Lift	4	8,92	4,17	3,05	12,29
Soft-Acid S	4	4,81	1,74	2,70	6,85
Gerste Ganzkorn	4	7,61	5,36	2,08	14,93
Gesamt	48	5,03	4,25	0,00	15,31

gleich gewählt werden, der die Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe Tabelle 11). Die Differenzen ergeben im multiplen Mittelwertvergleich nach Dunnett-T3 für die Essigsäure keine signifikanten Unterschiede der Siliermittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle. Die Variante Bio Bac (6,1 g/kg TM) zeigte gegenüber der Kontrolle mit 40,1 g Differenz in der Essigsäure den größten Unterschied,

trotzdem ist er nicht signifikant ausgeprägt. Die Essigsäuregehalte der Varianten EM-A (1) und EM-A (2) waren im Wertebereich von 44 bis 108 g/kg TM im Vergleich zu bisherigen Silageuntersuchungen extrem hoch gelegen, deswegen wird die Verteilung von Essigsäuregehalten beispielhaft aus Praxisprojekten österreichischer Silageuntersuchungen im TM-Bereich 25-30 % dargestellt (siehe Abbildung 6), um die Versuchs-

ergebnisse im Gegensatz zu praktischen Verhältnissen zu veranschaulichen. Aus 1.005 Silagen aus der Praxis, über den gesamten Trockenmassebereich, konnten keine Essigsäuregehalte über 57 g/kg TM gefunden werden. Der mittlere Essigsäuregehalt für Praxissilagen mit einer Trockenmasse von 25-31 % beträgt 16,7 g/kg TM (Datenquelle: 175 Datensätze aus Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988-1990 und Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003) mit einer Standardabweichung (s) von +/- 10 g/kg TM. Die Varianten Kontrolle (46,2 g), Gerste Ganzkorn (35,9 g), Soft-Acid S (29,1 g) und Lagrosil pH liquid (28,5 g) traten über den in der Praxis beobachteten Standardabweichungsbereich von 26,7 g/kg TM hinaus und können als Varianten mit hoher bis sehr hoher Essigsäurebildung betrachtet werden. In der Variante Bio Bac war die Essigsäureproduktion mit 6,1 g/kg TM als gering einzustufen, weil hier der Standardabweichungsbereich der Praxissilagen (untere Grenze mit 6,7 g/kg TM) unterschritten wurde, die übrigen Zusatzmittelvarianten befanden sich im Raum der Standardabweichung (6,7 - 26,7 g/kg TM). Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,003 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der die Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe Tabelle 11).

Die Differenzen der einzelnen Varianten zur Kontrolle (0,6 g/kg TM) ergaben nur in der Variante Lagrosil pH liquid (4,4 g/kg TM) einen signifikanten Unterschied im Parameter Propionsäuregehalt. In der DLG-Bewertung der Silage-

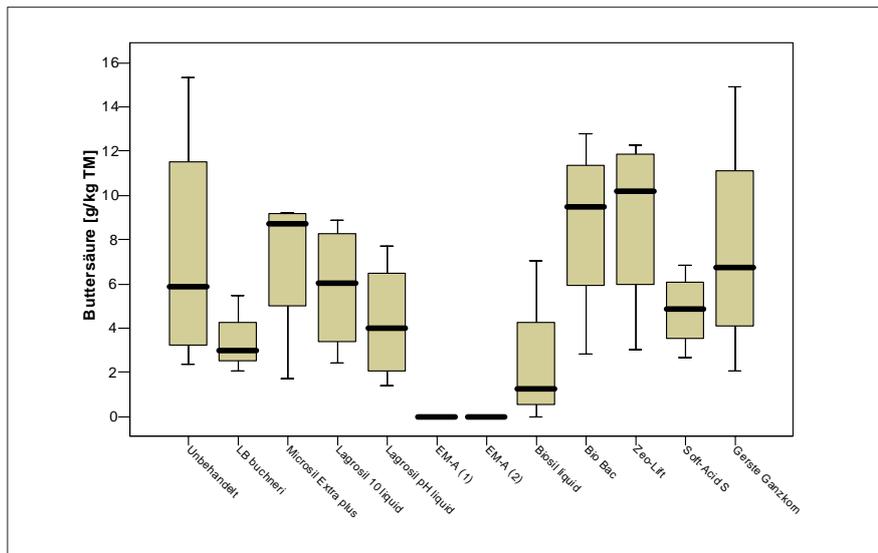


Abbildung 4: Boxplot vom Parameter Buttersäure [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Tabelle 7: Essigsäuregehalte im Silierversuch S-53 (nach Silageöffnung am 27.10.2004)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	46,24	17,62	27,86	70,13
LB buchneri	4	16,82	1,01	15,44	17,78
Microsil Extra plus	4	15,28	3,74	12,06	20,17
Lagrosil 10 liquid	4	11,84	3,04	9,52	16,31
Lagrosil pH liquid	4	28,53	10,91	14,34	40,70
EM-A (1)	4	75,95	26,65	44,13	98,91
EM-A (2)	4	81,39	28,57	50,74	108,18
Biosil liquid	4	22,14	6,82	15,60	31,49
Bio Bac	4	6,14	1,71	3,68	7,63
Zeo-Lift	4	19,63	14,33	7,95	40,27
Soft-Acid S	4	29,13	10,46	20,55	43,17
Gerste Ganzkorn	4	35,91	12,33	18,97	46,48
Gesamt	48	32,42	26,60	3,68	108,18

qualität nach WEISSBACH und HONIG (1992) wird die Propionsäure zur Essigsäure addiert und punktemäßig bewertet (siehe Anhang).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,412 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test (siehe Tabelle 11). Die Auswertung der Differenzen der einzelnen Varianten zur Kontrolle ergaben keine signifikanten Unterschiede. Die Variante Gerste Ganzkorn hatte mit 33,5 g/kg TM die geringste während EM-A (2) mit 91,3 die höchste Milchsäureproduktion im Silierversuch S-53 aufwies.

Die Verteilung der Milchsäuregehalte im Silierversuch S-53 (Versuchsmittelwert = 63,4 g/kg Milchsäure in der TM) ist durchaus mit praktischen Verhältnissen (siehe Abbildung 9) vergleichbar. Die Präparate auf Basis von Impfkulturen wie EM-A (2) mit 91,3 g, LB buchneri (81,9 g), Microsil Extra plus (81,6 g), Bio Bac (80,3 g) und Lagrosil 10 liquid (80,0 g) hoben sich von der unbehandelten Kontrolle (55,2 g) in puncto Milchsäureproduktion leicht positiv, jedoch nicht signifikant ab.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,007 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der eine Varianz-

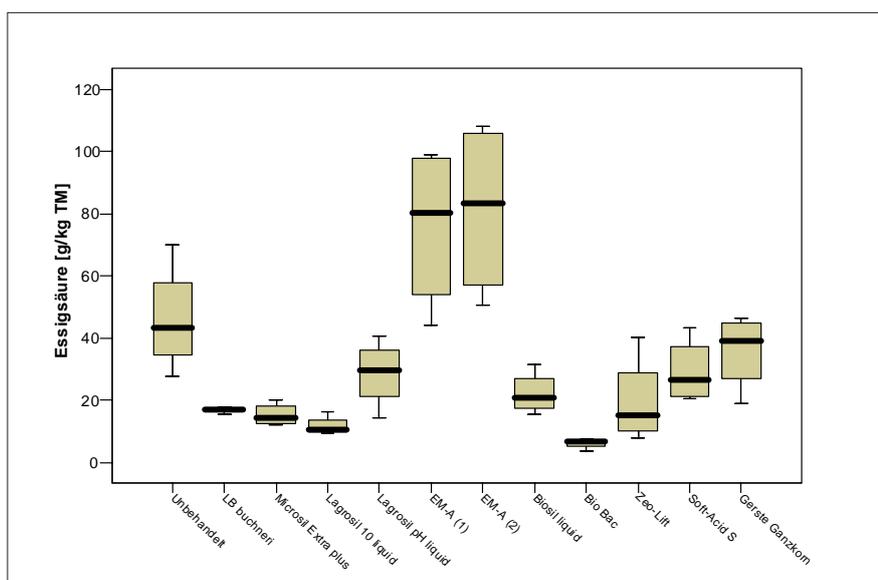


Abbildung 5: Boxplot vom Parameter Essigsäure [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

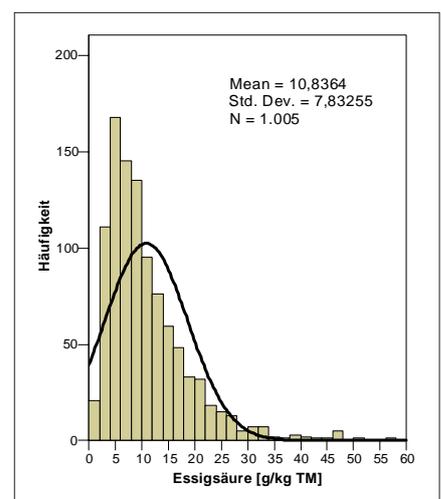
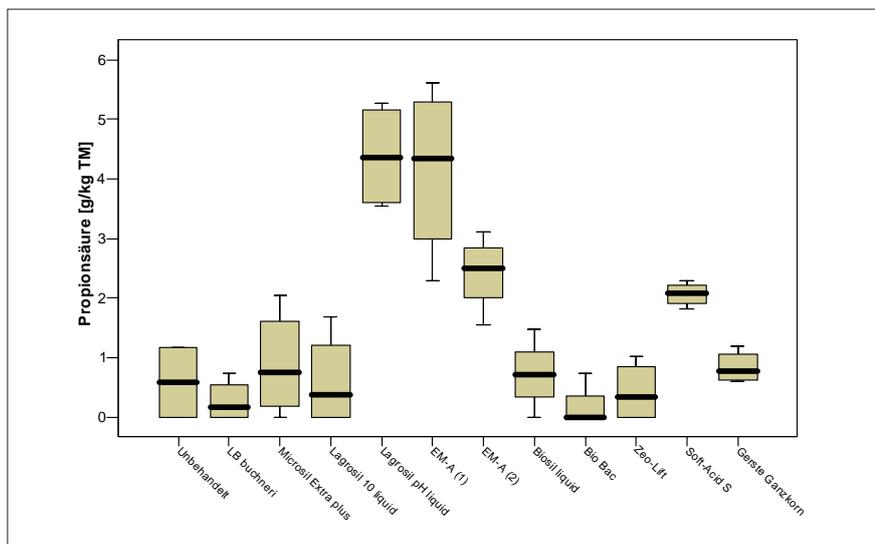


Abbildung 6: Verteilung Essigsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datenquelle: Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988-1990; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003)

Tabelle 8: Propionsäuregehalte im Silierversuch S-53 (nach Silageöffnung am 27.10.2004)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	0,58	0,67	0,00	1,18
LB buchneri	4	0,27	0,35	0,00	0,74
Microsil Extra plus	4	0,89	0,90	0,00	2,05
Lagrosil 10 liquid	4	0,60	0,80	0,00	1,69
Lagrosil pH liquid	4	4,38	0,90	3,54	5,28
EM-A (1)	4	4,14	1,46	2,30	5,62
EM-A (2)	4	2,42	0,64	1,55	3,12
Biosil liquid	4	0,72	0,60	0,00	1,47
Bio Bac	4	0,18	0,36	0,00	0,73
Zeo-Lift	4	0,42	0,50	0,00	1,02
Soft-Acid S	4	2,06	0,19	1,82	2,28
Gerste Ganzkorn	4	0,83	0,27	0,61	1,19
Gesamt	48	1,46	1,56	0,00	5,62

**Abbildung 7: Boxplot vom Parameter Propionsäure [g/kg TM] im Silierversuch S-53** (nach 156 Lagerungstagen)**Tabelle 9: Milchsäuregehalte im Silierversuch S-53** (nach Silageöffnung am 27.10.2004)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	55,22	12,73	45,40	73,04
LB buchneri	4	81,87	25,17	62,41	118,45
Microsil Extra plus	4	81,63	11,82	72,58	98,69
Lagrosil 10 liquid	4	79,95	13,78	69,73	100,30
Lagrosil pH liquid	4	53,11	10,76	42,13	65,93
EM-A (1)	4	66,03	14,61	47,59	83,19
EM-A (2)	4	91,33	9,09	80,12	100,81
Biosil liquid	4	54,39	19,23	36,72	80,95
Bio Bac	4	80,34	24,95	44,34	98,55
Zeo-Lift	4	47,60	9,53	39,38	58,19
Soft-Acid S	4	35,57	5,99	27,41	41,82
Gerste Ganzkorn	4	33,50	11,06	17,71	41,31
Gesamt	48	63,38	23,11	17,71	118,45

Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe *Tabelle 11*). Die Auswertung der Differenzen der einzelnen Varianten zur Kontrolle ergaben keine signifikanten Unterschiede. Die Variante Soft-Acid S hatte mit 71,6 g/kg TM

die geringste, während EM-A (2) mit 175,1 die höchste Gesamtsäureproduktion im Silierversuch S-53 aufwies. Der Gesamtsäuregehalt der unbehandelten Kontrolle mit 109,4 g/kg TM ist beinahe gleich wie der Mittelwert von

175 Praxissilagen (108,6 g/kg TM) im TM-Bereich 25-31 % (siehe *Abbildung 11*). Alle Varianten, mit Ausnahme von EM-A (2) mit 175,1 g/kg Gesamtsäure in der TM, befinden sich im Normalbereich der Standardabweichung (67,9 bis 149,3 g/kg TM).

3.2.2 pH - Wert

Das optimale Stabilitätsniveau des pH-Wertes bei Silagen wird in der Gärfutterqualitätsbewertung nach WEISS-BACH 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 das geforderte Stabilitätsniveau unterschritten. Aus der Sicht der Säuerungsgeschwindigkeit (PAHLOW, 1996) konnten nach zwei Tagen die Varianten EM-A (2) mit pH 4,9 und Soft-Acid S mit pH 5,0 und LB buchneri mit pH 5,5 eine etwas schnellere Absenkung wie die Kontrolle (pH 6,1) erzielen. Nach 13 Tagen waren die Differenzen im pH-Wert zwischen den Varianten am größten (von 3,6 bis 4,9 pH-Einheiten). In dieser Gärphase können drei Gruppen unterschieden werden. Die erste Gruppe mit sechs Varianten (EM-A (2), Bio Bac, LB buchneri, EM-A (1), Microsil Extra plus, Gerste Ganzkorn) konnte den pH-Wert wesentlich tiefer absenken (pH 3,6 bis 3,9) wie die Kontrolle mit 4,3 pH-Einheiten, welche gemeinsam mit den Varianten Lagrosil pH liquid und Soft-Acid S die zweite Gruppe bildete. Die Gruppe drei mit den Varianten Zeo-Lift (pH 4,9) und Biosil liquid (pH 4,7) lag eindeutig auf einem höheren pH-Niveau wie die unbehandelte Kontrollvariante.

Zum Zeitpunkt der Siloöffnung sind die pH-Differenzen der Zusatzmittelvarianten gegenüber der Kontrolle nicht mehr so deutlich ausgeprägt, trotzdem streut der Wertebereich zwischen pH 3,9 bis 4,3. Die 4-fache Wiederholung der Varianten erlaubt hier eine umfangreiche statistische Analyse mittels SPSS 12.0 und ist in der *Tabelle 12* und *19* zu ersehen.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,040 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe *Tabelle 19*).

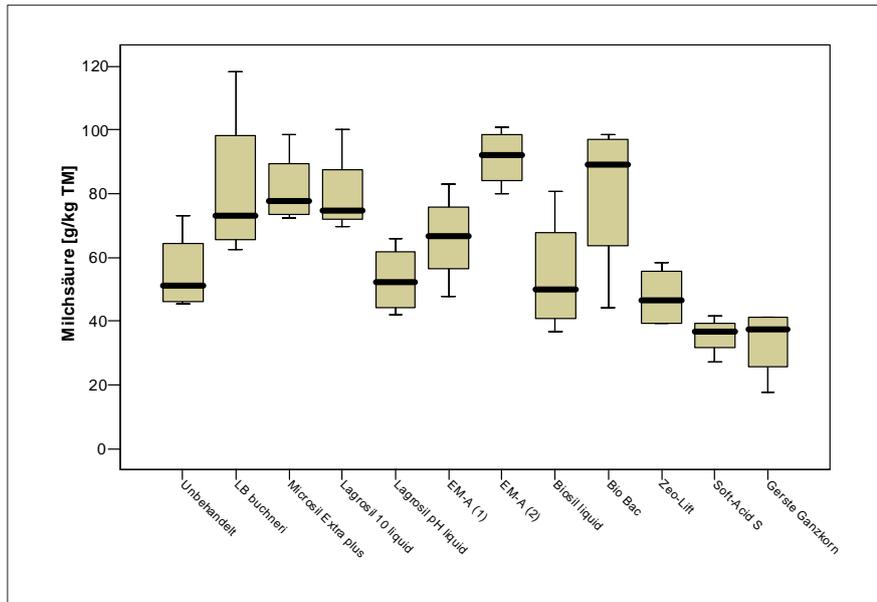


Abbildung 8: Boxplot vom Parameter Milchsäure [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Tabelle 10: Gesamtsäuregehalte im Silierversuch S-53 (nach Silageöffnung am 27.10.2004)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	109,42	12,19	92,48	119,59
LB buchneri	4	102,36	26,47	80,87	140,75
Microsil Extra plus	4	104,90	11,75	96,52	121,73
Lagrosil 10 liquid	4	98,25	13,20	88,47	117,50
Lagrosil pH liquid	4	90,31	16,34	78,24	114,37
EM-A (1)	4	146,13	39,22	97,33	184,40
EM-A (2)	4	175,14	36,98	133,98	211,45
Biosil liquid	4	79,67	19,44	62,06	103,60
Bio Bac	4	95,32	22,57	61,78	109,27
Zeo-Lift	4	76,59	15,32	63,36	97,47
Soft-Acid S	4	71,59	13,52	57,09	87,41
Gerste Ganzkorn	4	77,86	12,93	60,47	87,97
Gesamt	48	102,30	35,20	57,09	211,45

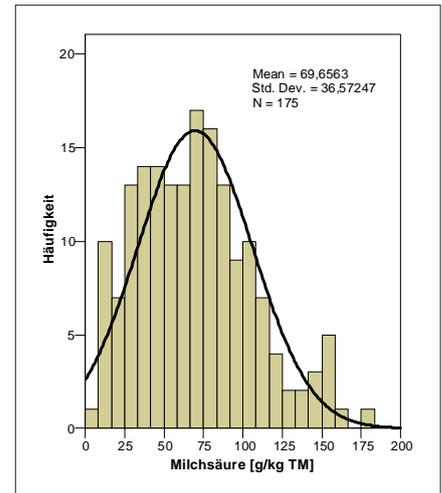


Abbildung 9: Verteilung Milchsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen im TM-Bereich 25-31 % (Datenquelle: Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988-1990; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003)

Der multiple Mittelwertvergleich zeigt, dass die Differenzen sämtlicher Varianten im Silierversuch S-53 nach 156 Lagerungstagen als nicht signifikant bzw. zufällig gegenüber der unbehandelten Kontrolle zu interpretieren sind.

3.2.3 Eiweißabbau

Im Silierversuch S-53 ergaben sich keine bedenklichen Eiweißabbauraten. Der Grenzwert von 10 % NH₄-N (Ammoniumstickstoff) bezogen auf den Gesamtstickstoffgehalt, wurde von keiner Variante überschritten (siehe *Abbildung 13*).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,071 und deswe-

Tabelle 11: Mehrfachvergleiche für die Variablen Butter-, Essig-, Propion-, Milch- und Gesamtsäure [g/kg TM] (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	Buttersäure (absolut)		Propionsäure (absolut)		Essigsäure (absolut)		Milchsäure (absolut)		Gesamtsäure (absolut)	
	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz
Unbehandelt	7,37		0,58		46,24		55,22		109,4	
LB buchneri	4,0	1,000	0,31	1,000	29,4	0,392	- 26,7	1,000	7,1	1,000
Microsil Extra plus	0,3	1,000	- 0,30	1,000	31,0	0,357	- 26,4	1,000	4,5	1,000
Lagrosil 10 liquid	1,5	1,000	- 0,02	1,000	34,4	0,283	- 24,7	1,000	11,2	0,997
Lagrosil pH liquid	3,1	1,000	(*)- 3,80	0,018	17,7	0,928	2,1	1,000	19,1	0,882
EM-A (1)	7,4	0,294	- 3,56	0,155	- 29,7	0,884	- 10,8	1,000	- 36,7	0,888
EM-A (2)	7,4	0,294	- 1,83	0,165	- 35,1	0,791	- 36,1	0,124	- 65,7	0,354
Biosil liquid	5,0	1,000	- 0,14	1,000	24,1	0,603	0,8	1,000	29,8	0,574
Bio Bac	- 1,3	1,000	0,40	0,999	40,1	0,199	- 25,1	1,000	14,1	0,999
Zeo-Lift	- 1,5	1,000	0,15	1,000	26,6	0,683	7,6	1,000	32,8	0,293
Soft-Acid S	2,6	1,000	- 1,48	0,211	17,1	0,937	19,6	1,000	37,8	0,133
Gerste Ganzkorn	- 0,2	1,000	- 0,25	1,000	10,3	1,000	21,7	1,000	31,6	0,237

* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant

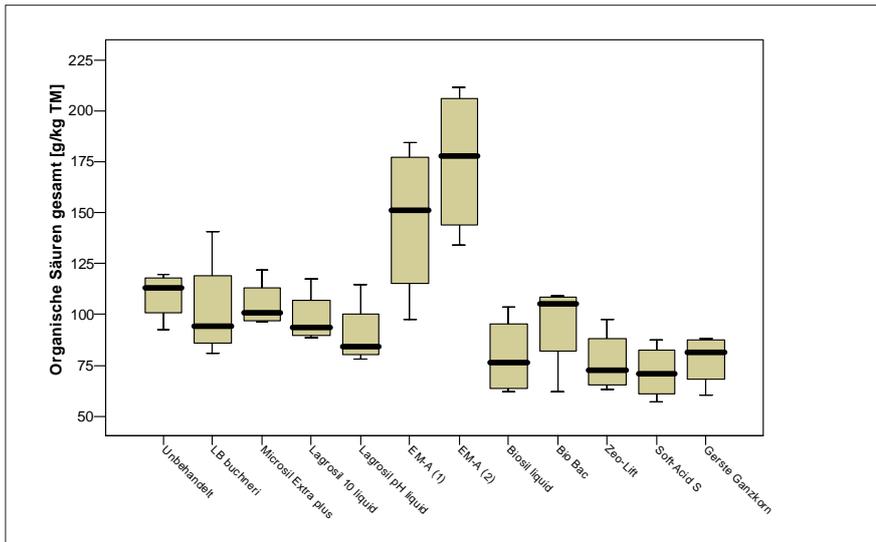


Abbildung 10: Boxplot vom Parameter Gesamtsäure [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

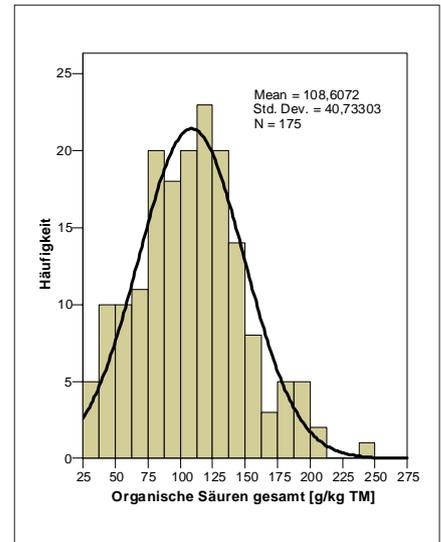


Abbildung 11: Verteilung Gesamtsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen im TM-Bereich 25-31 % (Datenquelle: Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988-1990; Silageprojekt der LK Niederösterreich 2003)

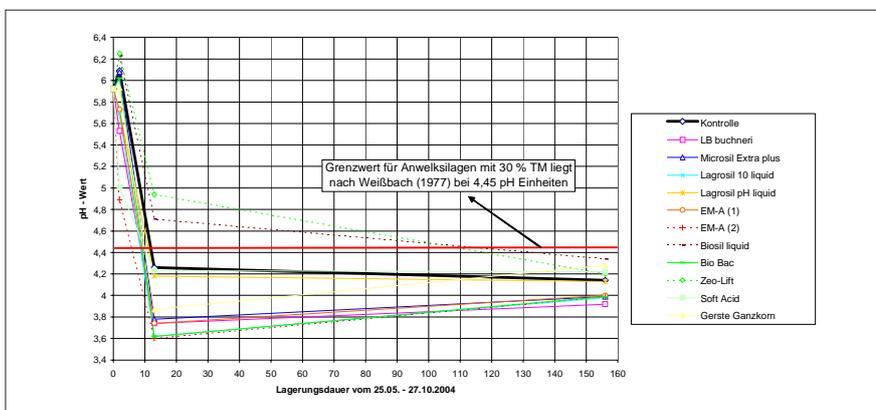


Abbildung 12: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf den pH-Wertverlauf im Silierversuch S-53

Tabelle 12: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf den pH-Wert von Silage aus Dauerwiesenfutter mit 30 % TM nach 156 Tagen Lagerungsdauer im Silierversuch S-53

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	4,13	0,09	4,00	4,22
LB buchneri	4	3,92	0,02	3,88	3,94
Microsil Extra plus	4	3,98	0,02	3,96	4,02
Lagrosil 10 liquid	4	3,98	0,04	3,93	4,03
Lagrosil pH liquid	4	4,13	0,03	4,10	4,18
EM-A (1)	4	4,00	0,05	3,94	4,07
EM-A (2)	4	3,99	0,12	3,89	4,18
Biosil liquid	4	4,34	0,27	4,01	4,68
Bio Bac	4	3,98	0,02	3,96	4,01
Zeo-Lift	4	4,20	0,01	4,19	4,22
Soft-Acid S	4	4,21	0,03	4,18	4,27
Gerste Ganzkorn	4	4,27	0,11	4,14	4,41
Gesamt	48	4,09	0,16	3,88	4,68

gen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test (siehe Tabelle 19).

Aus dem Mittelwertvergleich ergibt sich nur in der Variante Gerste Ganzkorn (6,7 %) eine signifikante Differenz zur Kontrolle (8,3 %), gleichzeitig wies Gerste

Ganzkorn den geringsten Eiweißabbau im Silierversuch S-53 auf, während Lagrosil pH liquid mit 9,4 % die Höchstmarke verzeichnete.

Im Vergleich zu den Verhältnissen in der Praxis war der Eiweißabbau im Silierversuch S-53 als gering zu bezeichnen, weil sich alle Varianten mit Ausnahme von Lagrosil pH liquid und EM-A (1) unterhalb des Standardabweichungsbereiches (9,3 bis 20,5 % NH₄-Stickstoff vom Gesamtstickstoff) befanden.

3.2.4 Alkoholische Gärung

In der Vergärung von Wiesenfutter spielt die alkoholische Gärung im Vergleich zu Silomais eine untergeordnete Rolle, trotzdem wird durch die Bildung von Ethanol dem Ausgangsmaterial wertvolle Futterenergie in Form von leichtlöslichen Kohlenhydraten entzogen. Ethanol ist als flüchtiger Inhaltsstoff in der Korrektur der Trockenmasse von Silage zu berücksichtigen.

Im Silierversuch S-53 wurde zum Teil eine respektable Menge an Ethanol gebildet (siehe Tabelle 14), die bis zu zwei Prozent in der Trockenmasse ausmachte. Das Auftreten einer alkoholischen Gärung in Grassilagen kann durchaus als ungünstige Gäreigenheit bzw. Begleitscheinung einer Fehlgärung gesehen werden.

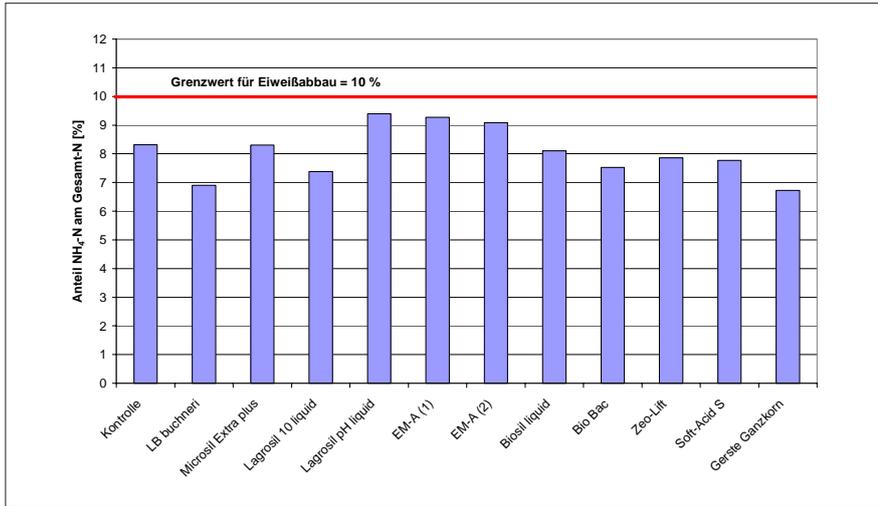


Abbildung 13: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf den Ammonium-N (NH₄) in % vom Gesamt-N im Silierversuch S-53

Tabelle 13: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf den Eiweißabbau [%] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	8,3	0,21	8,06	8,57
LB buchneri	4	6,9	0,52	6,54	7,68
Microsil Extra plus	4	8,3	0,54	7,61	8,89
Lagrosil 10 liquid	4	7,4	0,18	7,25	7,66
Lagrosil pH liquid	4	9,4	0,40	9,05	9,89
EM-A (1)	4	9,3	0,81	8,47	10,18
EM-A (2)	4	9,1	1,05	8,14	10,56
Biosil liquid	4	8,1	0,69	7,26	8,94
Bio Bac	4	7,5	0,60	6,77	8,23
Zeo-Lift	4	7,9	0,09	7,77	7,99
Soft-Acid S	4	7,8	0,76	6,99	8,73
Gerste Ganzkorn	4	6,7	0,50	6,16	7,29
Gesamt	48	8,1	0,99	6,16	10,56

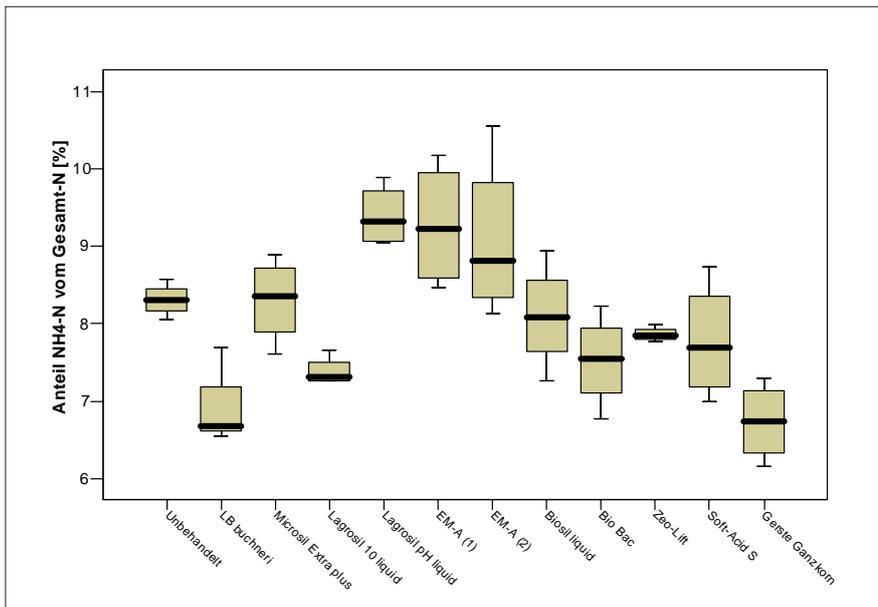


Abbildung 14: Boxplot vom Parameter NH₄-Stickstoff : Gesamtstickstoff [%] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

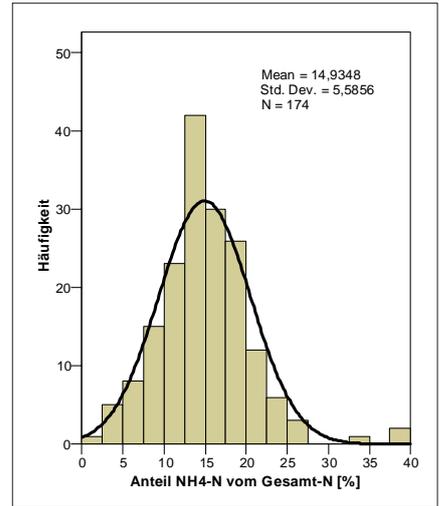


Abbildung 15: Verteilung NH₄-Stickstoff : Gesamtstickstoff [%] in österreichischen Grassilagen im TM-Bereich 25-31 % (Datenquelle: Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988-1990; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003)

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,018 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe Tabelle 19).

Die einzelnen Varianten ergaben keine signifikanten Differenzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle, der Streubereich der Mittelwerte reichte von 6,8 – 19,9 g/kg Alkohol in der Trockenmasse (siehe Abbildung 16).

Aus den Ethanolgehalten (siehe Tabelle 14) lässt sich herauslesen, dass in den Varianten EM-A (1) und EM-A (2) eine intensivere alkoholische Gärung abließ, wie in der Kontrolle. Diese hohen Gehalte der Varianten EM-A (1) mit 17,5 g/kg TM und EM-A (2) mit 19,9 g/kg TM ergeben gemeinsam mit dem markanten Gär säurenmuster und dem hohen Zuckerabbau ein abgerundetes Bild in Richtung Fehlgärung. Die Variante Biosil liquid zeigte mit 6,8 g/kg die geringste Produktion an Ethanol in der Trockenmasse, wodurch sich zwar kein signifikanter, jedoch ein leicht positiver Einfluss dieses Präparates auf die Silagequalität unter diesen Bedingungen manifestierte.

3.2.5 Mikrobiologie

Mit den mikrobiologischen Daten lässt sich keine detaillierte Statistik rechnen,

Tabelle 14: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf die alkoholische Gärung im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	13,43	1,33	11,89	14,57
LB buchneri	4	9,04	0,84	8,29	10,24
Microsil Extra plus	4	10,67	1,50	8,89	12,06
Lagrosil 10 liquid	4	9,04	0,78	8,33	9,82
Lagrosil pH liquid	4	11,40	1,54	9,21	12,50
EM-A (1)	4	17,48	3,60	14,13	21,81
EM-A (2)	4	19,85	1,97	17,45	22,26
Biosil liquid	4	6,82	2,43	5,13	10,40
Bio Bac	4	10,48	1,20	8,80	11,63
Zeo-Lift	4	13,13	0,95	12,18	14,46
Soft-Acid S	4	11,13	1,46	9,78	13,20
Gerste Ganzkorn	4	14,41	1,27	12,78	15,58
Gesamt	48	12,24	3,88	5,13	22,26

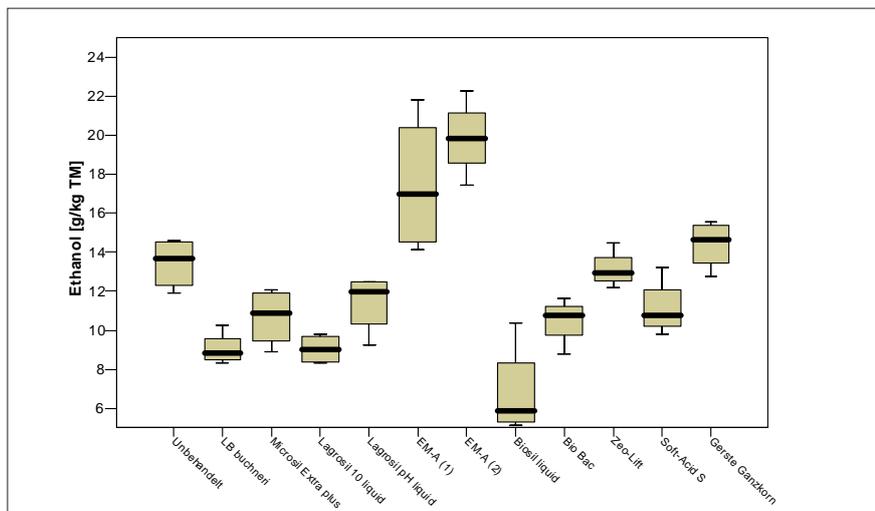


Abbildung 16: Boxplot vom Parameter Ethanol [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

weil hier nur zwei Wiederholungen (c und d) beprobt wurden. In den Untersuchungen ergaben sich im Silierversuch S-53 deutliche Differenzen zwischen den einzelnen Prüfvarianten (siehe *Tabelle 15*).

In keiner Probe wurden Listerien nachgewiesen. Die Untersuchung auf Clostridien ergab für die unbehandelte Kontrolle im Mittel etwa 28.000 Sporen/g Silage, was auf eine nachhaltige Vermehrung der Clostridien im Verlauf der Gärung schließen lässt. Nach BUCHGRABER (1999) sollte in Silagen höchster Qualität ein Orientierungswert von 50.000 Clostridiensporen je Gramm nicht überschritten werden.

Im gegenständlichen Versuch überstieg jedoch sowohl in Variante Zeo-Lift als auch Bio Bac die Zahl der nachgewiesenen Clostridiensporen zumindest in einer Wiederholung (93.000 Sporen/g Silage) den genannten Orientierungswert

erheblich, und genau diese zwei Varianten wiesen im Silierversuch S-53 auch die höchsten Buttersäuregehalte in der Silage auf (siehe *Tabelle 5*).

Der vergleichsweise günstigste Einfluss auf die Clostridiensporenzahl konnte mit den Zusatzmittelvarianten EM-A (1) und Biosil liquid mit jeweils durchschnittlich etwa 150 Sporen je g Silage und mit EM-A (2) mit etwa 1.000 Sporen im Durchschnitt je g Silage erzielt werden, in diesen Varianten wurden auch die niedrigsten Buttersäuregehalte festgestellt (siehe *Tabelle 15* bzw. 5).

Anhand eines linearen Modells ($y = ax + b$) zeigte sich ein r^2 von 0,6349 in der Beziehung der Parameter Buttersäure [g/kg TM] und Clostridiensporen [MPN/g FM] im Silierversuch S-53 für den Buttersäuregehaltsbereich 0 bis 15 g/kg TM (siehe *Abbildung 17*).

Im Silierversuch S-36/1995 wurde von BUCHGRABER, RESCH und ADLER

(1996) ein ähnliches Resultat in der Beziehung von Buttersäure und Clostridiensporen dokumentiert.

In keiner Variante wurden zum Zeitpunkt der Siloöffnung relevante Hefekeimzahlen festgestellt. Die Keimzahl an Schimmelpilzen, welche ausschließlich als *Penicillium* sp. identifiziert wurden, differierte zwar etwas stärker zwischen den einzelnen Prüfgliedern, allerdings wurde ein Orientierungswert von 10.000 KBE/g, der laut BUCHGRABER (1999) von Silagen guter Qualität nicht überschritten werden soll, schließlich in keinem Fall erreicht. Erheblich stärkere Verpilzung als die anderen Prüfglieder zeigten Silagen der Varianten Bio Bac, Lagrosil 10 liquid und Zeo-Lift, wobei vergleichsweise in der Kontrollvariante ohne Zusatz von Siliermitteln eine Pilzkeimzahl von < 100 KBE/g Silage nachgewiesen wurde (siehe *Tabelle 15*).

Es fällt auf, dass jene zwei Varianten Bio Bac und Lagrosil 10 liquid, welche unter Berücksichtigung beider untersuchten Wiederholungen in Summe die höchsten Pilzkeimzahlen aufwiesen, gleichzeitig die geringsten Mengen an Essigsäure enthielten (6,1 bzw. 11,8 g/kg TM). Auch die ebenfalls überdurchschnittlich verpilzte Variante Zeo-Lift wies einen für den gegenständlichen Versuch eher geringen Gehalt an Essigsäure auf. Auf die Korrelation von stärkerer Verhefung von Silagen und einem geringen Gehalt an Essigsäure wurde bereits von WEISE (1989), ROUEL und WYSS (1994), LEW und ADLER (1996) hingewiesen. Die vorliegenden Ergebnisse finden aber noch zusätzliche Bestätigung bei AUERBACH (2004), der in seinen Untersuchungen einen signifikanten Zusammenhang zwischen höheren Gehalten an undissoziierter Essigsäure und einer zunehmenden Hemmung von *Penicillium roqueforti* am Ende der Silierung feststellen konnte.

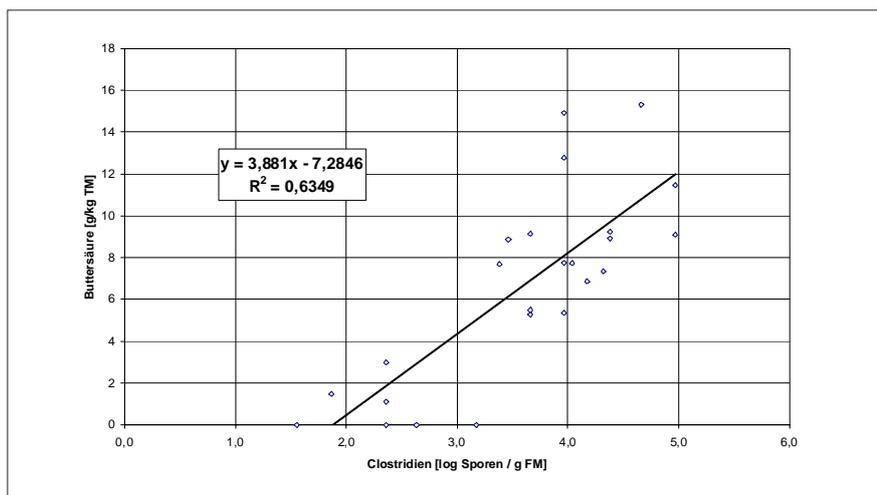
3.2.6 Silagequalität

3.2.6.1 Silagequalitätsbewertung mit der ÖAG-Sinnenprüfung

Die Bewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) ergab für die unbehandelte Kontrolle im Mittel 12,4 von 20 Punkten bzw. die Güteklasse 2 / befriedigend (siehe *Tabelle 19*). Die Levene-Statistik zur Kontrolle der

Tabelle 15: Mikrobiologischer Zustand der Silagen zum Zeitpunkt der Siloöffnung im Silierversuch S–53

Variante	Wh	Listeria sp.	Clostridien-sporen (MPN)	Hefen KBE/g	Schimmelpilze KBE/g	vorwiegende Identifizierung
Kontrolle	c	n.n.	9.300	n.n.	< 100	<i>Penicillium</i> sp.
Kontrolle	d	n.n.	46.000	n.n.	100	<i>Penicillium</i> sp.
LB buchneri	c	n.n.	230	< 100	150	<i>Penicillium</i> sp.
LB buchneri	d	n.n.	4.600	n.n.	250	<i>Penicillium</i> sp.
Microsil Extra plus	c	n.n.	24.000	n.n.	1.600	<i>Penicillium</i> sp.
Microsil Extra plus	d	n.n.	4.600	n.n.	n.n.	
Lagosil 10 liquid	c	n.n.	2.900	n.n.	5.200	<i>Penicillium</i> sp.
Lagosil 10 liquid	d	n.n.	2.400	n.n.	450	<i>Penicillium</i> sp.
Lagosil pH liquid	c	n.n.	11.000	n.n.	3.000	<i>Penicillium</i> sp.
Lagosil pH liquid	d	n.n.	4.600	n.n.	< 100	<i>Penicillium</i> sp.
EM-A (1)	c	n.n.	230	n.n.	250	<i>Penicillium</i> sp.
EM-A (1)	d	n.n.	36	n.n.	n.n.	
EM-A (2)	c	n.n.	430	n.n.	900	<i>Penicillium</i> sp.
EM-A (2)	d	n.n.	1.500	n.n.	150	<i>Penicillium</i> sp.
Biosil liquid	c	n.n.	74	n.n.	200	<i>Penicillium</i> sp.
Biosil liquid	d	n.n.	230	n.n.	< 100	<i>Penicillium</i> sp.
Bio Bac	c	n.n.	93.000	n.n.	550	<i>Penicillium</i> sp.
Bio Bac	d	n.n.	9.300	n.n.	8.900	<i>Penicillium</i> sp.
Zeo-Lift	c	n.n.	24.000	n.n.	< 100	<i>Penicillium</i> sp.
Zeo-Lift	d	n.n.	93.000	n.n.	9.700	<i>Penicillium</i> sp.
Soft-Acid S	c	n.n.	9.300	n.n.	150	<i>Penicillium</i> sp.
Soft-Acid S	d	n.n.	15.000	n.n.	1.400	<i>Penicillium</i> sp.
Gerste Ganzkorn	c	n.n.	21.000	< 100	< 100	<i>Penicillium</i> sp.
Gerste Ganzkorn	d	n.n.	9.300	n.n.	900	<i>Penicillium</i> sp.

**Abbildung 17: Zusammenhang von Clostridiensporenanzahl und Buttersäuregehalt im Silierversuch S–53**

Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,137 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test (siehe *Tabelle 19*). Die Zusatzmittelvarianten sind in der Beurteilung der Differenzen zur Kontrolle nicht signifikant unterscheidbar. Obwohl in der statistischen Prüfung der Ergebnisse bei Siloöffnung im Silierversuch S–53 keine signifikanten Unterschiede feststellbar waren, ist es dennoch erwähnenswert, dass die Varianten Biosil liquid

(16,1 ÖAG-Punkte/Note 1) und LB buchneri (15,3 ÖAG-Punkte/Note 1) um eine Qualitätsstufe besser abschnitten wie die Kontrolle mit 12,4 ÖAG-Punkten/Note 2. Negativ fiel in der ÖAG–Sinnebeurteilung die Variante EM-A (2) durch eine ungünstige Bewertung mit nur 7,8 ÖAG-Punkten/Note 3 (1 Qualitätsstufe schlechter) auf. Der Geruch der mit EM-A (2) behandelten Silage war extrem stechend und sauer von der Essigsäure, deutlicher Fäkalgeruch sowie ein Fremdgeruch nach Nitroverdünnung verringerten ebenso die Punktezahl.

3.2.6.2 Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfuttersilagen

Im DLG-Bewertungsschlüssel für Silagequalität von Grünfuttersilagen (siehe *Anhang*) nach WEISSBACH und HONIG (1992) werden Buttersäure-, Essigsäure- und Ammoniakgehalt sowie der pH-Wert in Abhängigkeit vom TM-Gehalt beurteilt. In dieser Silagequalitätsbewertung auf der Basis der chemischen Untersuchung ergab sich ein Streubereich der Daten von 48 bis 84 DLG-Punkten (siehe *Abbildung 21*), die Mittelwerte der Varianten schwankten zwischen 60,8 und 77,3 Punkten (siehe *Abbildung 20* und *Tabelle 18*).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,895 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni-Test (siehe *Tabelle 19*).

Aus dem multiplen Mittelwertvergleich (siehe *Tabelle 19*) der DLG-Silagebewertungsdaten lassen sich keine signifikanten Unterschiede der Behandlungsvarianten zur Kontrolle ableiten. Drei Varianten lagen in der Silagequalitätsbeurteilung nach DLG auf der Qualitätsstufe 2 (gut) und damit um eine Stufe besser wie die Kontrolle (60,8 DLG-Punkte/Note 3), nämlich die Varianten LB buchneri (77,3 DLG-Punkte), Biosil liquid (74,3 DLG-Punkte) und Soft-Acid S (71,5 DLG-Punkte).

3.3 Gärungsverluste

Im Vergleich zu GROSS und RIEBE (1974) bzw. ZIMMER (1993) lagen die im Silierversuch S–53 ermittelten TM-Verluste für Silagen mit einem Anwelkgrad von 28 % TM im sehr niedrigen also optimalen Bereich (siehe *Abbildung 22* und *23*), im Silierversuch S–42 (PÖTSCH und RESCH, 2001) war der TM-Verlust bei Dauerwiesenfutter mit 30 % Trockenmasse bei 5,1 %. Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,866 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe *Tabelle 23*). Die gemessenen Differenzen der TM-Verluste

Tabelle 16: Silagequalität (ÖAG–Sinnenprüfung, 1999) bei der Silierung von Grünlandfutter unter Zugabe von verschiedenen Silierhilfsmitteln

Varianten im Silierversuch S-53	Geruch	Struktur	Farbe	Summe	Note	Beschreibung
1 - a (Unbehandelt)	8,5	4,0	2,0	14,5	2	leichte Buttersäure, stark sauer, leichte Oberflächenverpilzung
1 - b (Unbehandelt)	10,0	4,0	1,5	15,5	2	leichte Buttersäure, mittlere Essigsäure, wenig aromatisch
1 - c (Unbehandelt)	7,5	4,0	1,5	13,0	2	mittlere Buttersäure, leicht stechend von Essigsäure, leicht röstig
1 - d (Unbehandelt)	2,5	2,5	1,5	6,5	3	hohe Buttersäure, leicht stechend von Essigsäure, stark fäkalig
	7,1	3,6	1,6	12,4	2,3	
2 - a (LB buchneri)	10,5	4,0	2,0	16,5	1	leichte Buttersäure, mittlere Essigsäure
2 - b (LB buchneri)	10,0	4,0	1,5	15,5	2	leichte Buttersäure, fad im Geruch
2 - c (LB buchneri)	9,0	3,5	1,5	14,0	2	mittlere Buttersäure, leicht stechend von Essigsäure, mittelmäßig röstig, starke Oberflächenverpilzung, leicht schmierig
2 - d (LB buchneri)	9,0	4,0	2,0	15,0	2	mittlere Buttersäure, leicht stechend von Essigsäure, mittelmäßig röstig, leichte Oberflächenverpilzung
	9,6	3,9	1,8	15,3	1,8	
3 - a (Microsil Extra plus)	7,5	4,0	1,5	13,0	2	mittlere Buttersäure, mittlerer Röstgeruch
3 - b (Microsil Extra plus)	11,5	4,0	2,0	17,5	1	leichte Buttersäure
3 - c (Microsil Extra plus)	9,5	4,0	2,0	15,5	2	mittlere Buttersäure, säurebetonter Geruch, leichte Oberflächenverpilzung
3 - d (Microsil Extra plus)	6,5	3,0	1,0	10,5	2	mittlere Buttersäure, stark röstig, unangenehmer Geruch
	8,8	3,8	1,6	14,1	1,8	
4 - a (Lagrosil 10 liquid)	12,5	4,0	2,0	18,5	1	angenehm säuerlich, leichte stechend von Essigsäure, leichte Oberflächenverpilzung
4 - b (Lagrosil 10 liquid)	4,5	3,5	1,5	9,5	3	mittlere Buttersäure, mittlerer Röstgeruch, muffig durch Verpilzung
4 - c (Lagrosil 10 liquid)	6,5	3,0	1,0	10,5	2	hohe Buttersäure, stark röstig, leicht muffig durch Verpilzung, auffallend dunkle Farbe
4 - d (Lagrosil 10 liquid)	6,0	3,0	1,5	10,5	2	mittlere Buttersäure, stechend sauer, unangenehm röstig, starke Oberflächenverpilzung
	7,4	3,4	1,5	12,3	2,0	
5 - a (Lagrosil pH liquid)	7,0	3,0	1,5	11,5	2	mittlere Buttersäure, stark sauer, leichter Röstgeruch, starke Oberflächenverpilzung
5 - b (Lagrosil pH liquid)	7,0	3,0	1,5	11,5	2	mittlere Buttersäure, stark sauer, leichter Röstgeruch, leichte Oberflächenverpilzung
5 - c (Lagrosil pH liquid)	4,0	3,5	1,0	8,5	3	hohe Buttersäure, stechend sauer, leicht fäkalig, leicht muffig von Oberflächenverpilzung
5 - d (Lagrosil pH liquid)	2,0	2,5	1,0	5,5	3	hohe Buttersäure, mittelmäßiger Fäkalgeruch
	5,0	3,0	1,3	9,3	2,5	
6 - a (EM-A (1))	5,0	3,0	1,5	9,5	3	sehr stark sauer von Essigsäure, leicht muffig durch vereinzelte Verpilzungsnester
6 - b (EM-A (1))	6,0	2,5	1,5	10,0	2	sehr stark sauer von Essigsäure, mittelmäßig muffig durch Verpilzungsnester, teilweise schmierig
6 - c (EM-A (1))	6,0	3,0	2,0	11,0	2	sehr stark stechend von Essigsäure, leichte Oberflächenverpilzung
6 - d (EM-A (1))	2,0	2,5	1,5	6,0	3	extrem stark stechend von Essigsäure, Fäkalgeruch
	4,8	2,8	1,6	9,1	2,5	
7 - a (EM-A (2))	5,0	3,5	1,5	10,0	2	nass, sehr stark stechend sauer von Essigsäure, deutlicher Fremdgeruch nach Lösungsmittel (Nitroverdünnung)
7 - b (EM-A (2))	2,0	2,5	1,5	6,0	3	nass, sehr stark stechend sauer von Essigsäure, Fäkalgeruch
7 - c (EM-A (2))	4,5	3,0	1,5	9,0	3	sehr stark stechend von Essigsäure, Fäkalgeruch
7 - d (EM-A (2))	2,5	2,5	1,0	6,0	3	sehr stark stechend von Essigsäure, starker Fäkalgeruch
	3,5	2,9	1,4	7,8	2,8	
8 - a (Biosil liquid)	10,0	4,0	2,0	16,0	1	leichte Buttersäure, mittlere Essigsäure, aromatisch
8 - b (Biosil liquid)	10,0	4,0	1,5	15,5	2	leichte Buttersäure, mittlere Essigsäure, leicht röstig, leichte Oberflächenverpilzung
8 - c (Biosil liquid)	11,5	4,0	2,0	17,5	1	leichte Buttersäure, angenehm röstig (Brotgeruch)
8 - d (Biosil liquid)	9,5	4,0	2,0	15,5	2	leichte Buttersäure, angenehm röstig (Brotgeruch)
	10,3	4,0	1,9	16,1	1,5	
9 - a (Bio Bac)	11,0	4,0	2,0	17,0	1	angenehm aromatisch, leicht röstig
9 - b (Bio Bac)	10,5	4,0	2,0	16,5	1	angenehm aromatisch, leicht röstig
9 - c (Bio Bac)	5,5	4,0	1,0	10,5	2	leichte Buttersäure, sehr starker unangenehmer Röstgeruch
9 - d (Bio Bac)	6,0	3,0	1,0	10,0	2	leichte Buttersäure, sehr starker unangenehmer Röstgeruch, stechend sauer
	8,3	3,8	1,5	13,5	1,5	
10 - a (Zeo-Lift)	10,0	4,0	2,0	16,0	1	leichte Buttersäure, mittlere Essigsäure, starke Oberflächenverpilzung
10 - b (Zeo-Lift)	5,0	4,0	1,5	10,5	2	mittlere Buttersäure, mittlere Essigsäure, leicht fäkalig, leichte Oberflächenverpilzung
10 - c (Zeo-Lift)	10,0	4,0	2,0	16,0	1	leichte Buttersäure, leicht röstig
10 - d (Zeo-Lift)	9,0	4,0	2,0	15,0	2	leichte Buttersäure, aromatisch röstig, leichte Oberflächenverpilzung
	8,5	4,0	1,9	14,4	1,5	
11 - a (Soft-Acid S)	8,0	4,0	1,5	13,5	2	mittlere Buttersäure, mittlere Essigsäure
11 - b (Soft-Acid S)	12,5	4,0	2,0	18,5	1	leichte Buttersäure, angenehm aromatisch
11 - c (Soft-Acid S)	9,0	4,0	2,0	15,0	2	leichte Buttersäure, leicht stechend von Essigsäure, wenig aromatisch
11 - d (Soft-Acid S)	6,5	3,0	2,0	11,5	2	mittlere Buttersäure, stechend sauer von Essigsäure, leicht fäkalig
	9,0	3,8	1,9	14,6	1,8	
12 - a (Gerste Ganzkorn)	10,0	4,0	1,5	15,5	2	stark sauer von Essigsäure
12 - b (Gerste Ganzkorn)	8,0	4,0	1,0	13,0	2	leichte Buttersäure, stark sauer von Essigsäure, leicht röstig
12 - c (Gerste Ganzkorn)	7,5	4,0	2,0	13,5	2	leichte Buttersäure, nicht aromatisch, muffig durch Verpilzung
12 - d (Gerste Ganzkorn)	6,0	3,0	1,5	10,5	2	leichte Buttersäure, stechend röstig und leicht muffig
	7,9	3,8	1,5	13,1	2,0	

Note	Güteklasse	Verluste
1	sehr gut bis gut	gering
2	befriedigend	mittel
3	mäßig	hoch

der einzelnen Zusatzmittelvarianten zur Kontrolle unterschieden sich in fünf Fällen hoch signifikant. Die Variante Biosil liquid (- 0,7 %) konnte als einziges Produkt die TM-Verluste nachweislich (hoch signifikante Absicherung) (siehe *Tabelle 23*) reduzieren. Im Gegensatz dazu traten in den Varianten Lagrosil pH liquid (-1,3 %), Gerste Ganzkorn (1,7 %) EM-A (1) mit 1,7 % und EM-A (2) mit 1,9 % hoch signifikant höhere Verluste in der Trockenmasse im Vergleich zur Kontrolle (1,2 %) auf (siehe *Abbildung 24*).

Die übrigen Varianten waren von der Kontrolle nicht signifikant unterscheidbar.

3.4 Trockenmasse, Nährstoffgehalt und Futterqualität

3.4.1 Trockenmasse

Durch die verschiedenen Applikationstechniken und Dosierungen der Silierzusätze wurde der Trockenmassegehalt des Ausgangsmaterials teilweise signifikant beeinflusst (siehe *Tabelle 23*). Die Anwekung war im Silierversuch S-53 gerade ausreichend (Kontrolle mit 275,7 g/kg FM), um die Bildung von Gäräften zu unterbinden. Die Trockenmassedaten umfassten einen Bereich von 224,7 bis 336,5 g/kg Frischmasse (siehe *Tabelle 21*).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,000 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test (siehe *Tabelle 23*).

Die sehr hohe Wasserzugabe in der Variante EM-A (1) und EM-A (2) rief eine deutliche Absenkung der Trockenmasse speziell in der Variante EM-A (2) mit 240,3 g/kg TM hervor, sodass diese Differenz signifikant gegenüber der Kontrolle bewertet wurde.

Zu einer hoch signifikanten TM-Anhebung (siehe *Tabelle 23*) kam es bei der Variante Gerste Ganzkorn, weil die 85 kg Gerste je Tonne Siliergut die Trockenmasse auf 328,1 g/kg FM erhöhten.

3.4.2 Rohnährstoffe und Zucker

Die Futterinhaltsstoffe der Weender Analyse wie Rohprotein, Rohfaser, Roh-

Tabelle 17: Silagequalitätsbeurteilung mit der ÖAG-Sinnenprüfung im Silier-versuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	12,4	4,05	6,5	15,5
LB buchneri	4	15,3	1,04	14,0	16,5
Microsil Extra plus	4	14,1	3,04	10,5	17,5
Lagrosil 10 liquid	4	12,3	4,19	9,5	18,5
Lagrosil pH liquid	4	9,3	2,87	5,5	11,5
EM-A (1)	4	9,1	2,17	6,0	11,0
EM-A (2)	4	7,8	2,06	6,0	10,0
Biosil liquid	4	16,1	0,95	15,5	17,5
Bio Bac	4	13,5	3,76	10,0	17,0
Zeo-Lift	4	14,4	2,63	10,5	16,0
Soft-Acid S	4	14,6	2,95	11,5	18,5
Gerste Ganzkorn	4	13,1	2,06	10,5	15,5
Gesamt	48	12,7	3,57	5,5	18,5

Tabelle 18: Silagequalitätsbeurteilung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfütter-silagen im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	60,8	13,0	48	78
LB buchneri	4	77,3	7,3	67	83
Microsil Extra plus	4	68,5	10,3	63	84
Lagrosil 10 liquid	4	69,8	10,0	62	83
Lagrosil pH liquid	4	67,0	10,8	54	80
EM-A (1)	4	64,3	13,0	53	80
EM-A (2)	4	63,0	11,3	53	76
Biosil liquid	4	74,3	8,1	62	79
Bio Bac	4	66,3	10,7	58	82
Zeo-Lift	4	63,0	7,0	58	73
Soft-Acid S	4	71,5	9,2	62	84
Gerste Ganzkorn	4	61,8	10,9	52	77
Gesamt	48	67,9	10,4	48	84

fett und Rohasche werden in diesem Ab-schnitt behandelt. Im Inhaltsstoff Roh-protein (XP) konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Zusatzmittel-

varianten und der unbehandelten Kontrolle festgestellt werden (siehe *Tabelle 23*). Die Varianten Lagrosil 10 liquid (XF – 244,1 g/kg TM), Zeo-Lift (XF – 237,8

g/kg TM) und Gerste Ganzkorn (XF – 240,9 g/kg TM) hatten zum Zeitpunkt der Siloöffnung einen signifikant geringeren Rohfasergehalt wie die Kontrolle mit 274,6 g/kg TM (siehe *Tabelle 23*).

Im Rohfettgehalt wiesen die Varianten Biosil liquid (XL – 31,8 g/kg TM) und LB buchneri (XL – 32,6 g/kg TM) einen signifikant geringeren Fettgehalt wie die Kontrolle (XL – 38,2 g/kg TM) auf.

Die Rohaschegehalte waren im Ver-suchsmittel mit 75,7 g/kg TM sehr nied-rig, was bei diesem Ausgangsmaterial auf eine sehr saubere Futterernte hindeut-et, allerdings befindet sich die Dauer-wiese auf einem organischen Boden mit hohem Humusgehalt, deswegen ist eine erdige Futtermittelverschmutzung anhand des Rohaschegehaltes nicht zu identifizieren. Der Vergleich der Zusatzmittelvarianten mit der Kontrolle ergab keine signifika-ten Unterschiede, sodass die Differenzen nicht gesichert interpretiert werden kön-nen (siehe *Tabelle 23*).

Anhand des Zuckergehaltes der fertig vergorenen Silage lassen sich Rück-schlüsse auf die stofflichen Umsetzun-gen in der Futtermittelvergärung ziehen. Im Ausgangsmaterial wurde ein sehr hoher Zuckergehalt von durchschnittlich 177,6 g/kg TM gemessen. Ein Vergleich mit der fertigen Silage zeigt, dass der Zucker unterschiedlich hoch für die Vergärung verbraucht wurde (siehe *Tabelle 24*).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,000 und deswe-

Tabelle 19: Mehrfachvergleiche für die Variablen pH, NH₄-N : Gesamt-N, Alkohol, ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Sila-gebewertung (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	pH-Wert		NH ₄ -Gesamt-N		Alkohol		ÖAG-Sinnenprüfung		Weißbach/Honig	
	(absolut)		(absolut)		(absolut)		(absolut)		(absolut)	
Unbehandelt	4,13		8,3		13,43		12,4		60,8	
	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz	Mittlere Differenz	Signifikanz
LB buchneri	0,21	0,202	1,4	0,129	4,4	0,050	- 2,9	1,000	- 16,5	1,000
Microsil Extra plus	0,15	0,471	0,0	1,000	2,8	0,493	- 1,8	1,000	- 7,8	1,000
Lagrosil 10 liquid	0,15	0,464	0,9	1,000	4,4	0,051	0,1	1,000	- 9,0	1,000
Lagrosil pH liquid	0,01	1,000	- 1,1	0,959	2,0	0,835	3,1	1,000	- 13,8	1,000
EM-A (1)	0,14	0,643	- 1,0	1,000	- 4,0	0,777	3,3	1,000	- 3,5	1,000
EM-A (2)	0,15	0,907	- 0,8	1,000	- 6,4	0,054	4,6	1,000	- 2,3	1,000
Biosil liquid	- 0,20	0,977	0,2	1,000	6,6	0,106	- 3,8	1,000	- 13,5	1,000
Bio Bac	0,15	0,465	0,8	1,000	3,0	0,302	- 1,1	1,000	- 5,5	1,000
Zeo-Lift	- 0,06	0,986	0,4	1,000	0,3	1,000	- 2,0	1,000	- 2,3	1,000
Soft-Acid S	- 0,08	0,967	0,5	1,000	2,3	0,687	- 2,3	1,000	- 10,8	1,000
Gerste Ganzkorn	- 0,14	0,899	(*) 1,6	0,041	- 1,0	1,000	- 0,8	1,000	- 1,0	1,000

* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant

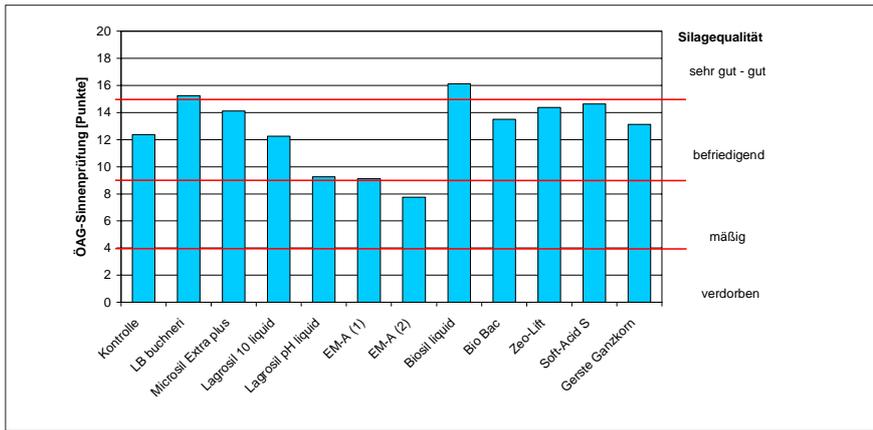


Abbildung 18: Silagequalität nach ÖAG-Sinnenprüfung (1999) im Silierversuch S—53 (nach 156 Lagerungstagen)

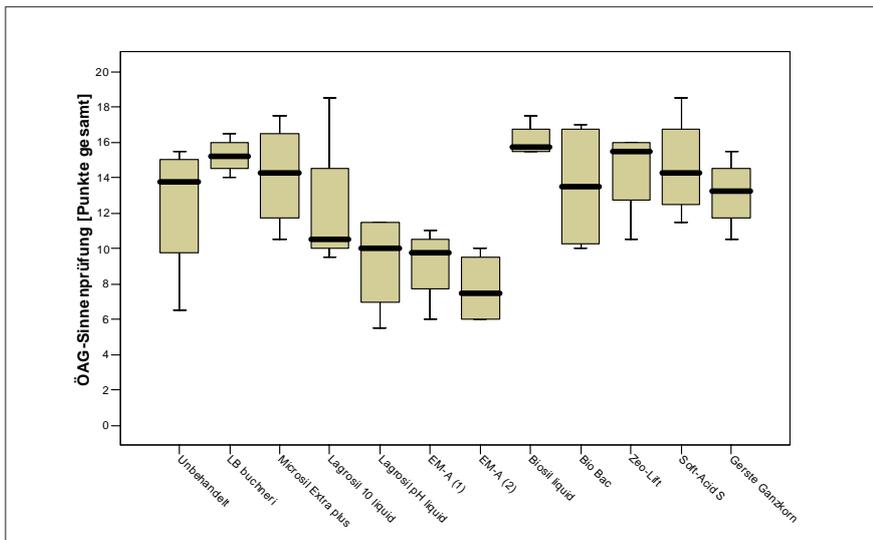


Abbildung 19: Boxplot vom Parameter ÖAG-Sinnenprüfung [ÖAG-Punkte gesamt] im Silierversuch S—53 (nach 156 Lagerungstagen)

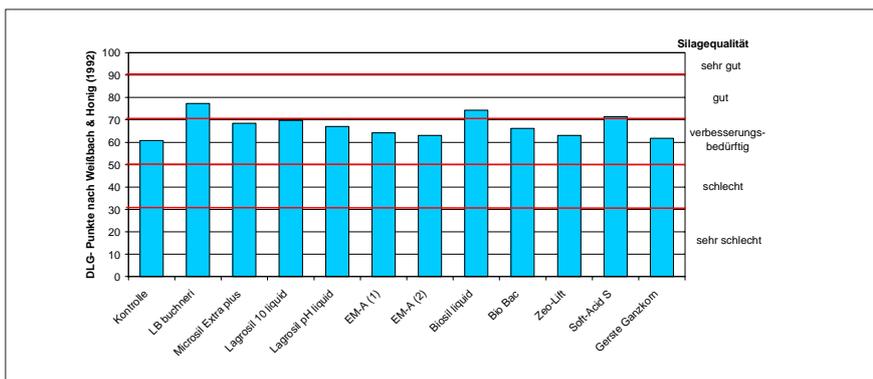


Abbildung 20: Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfuttersilagen nach WEISSBACH und HONIG, 1992

gen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe Tabelle 29).

In den Ergebnissen des Dunnett-T3 Tests (siehe Tabelle 29) zeigte sich ein hoch signifikanter Mehrgehalt an Zucker in

der Kontrolle (73,0 g/kg TM) wie in den Varianten EM-A (1) mit 31,3 g/kg TM und EM-A (2) mit 37,9 g/kg TM.

Ebenfalls hoch signifikant abgesichert war der Unterschied der Variante Soft-Acid S mit 112,4 g/kg TM zur Kontrolle. Die Varianten Bio Bac (118,7 g/kg

TM) und Lagrosil pH liquid (115,0 g/kg TM) hatten im Mittelwert zwar etwas höhere Zuckergehalte wie Soft-Acid S, jedoch verhinderte hier die höhere Standardabweichung eine statistische Absicherung der Daten (siehe Tabelle 24).

3.4.3 Futterqualität

Neben den Inhaltsstoffen der Silage ist die Verdaulichkeit der organischen Masse und die Futterenergie (NEL) entscheidend für die Beurteilung des Futterwertes von Silagen. Mit Hilfe der klassischen Zweistufenmethode nach TILLEY & TERRY (1963) wird an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein die OM-Verdaulichkeit (dOM) in % ermittelt und sodann mit Schätzggleichungen (Datengrundlage: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, 1997) die Futterenergie (ME und NEL) berechnet.

3.4.3.1 OM-Verdaulichkeit

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,024 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test (siehe Tabelle 29).

In der statistischen Beurteilung der Differenzen wurden keine signifikanten Unterschiede der Zusatzmittelvarianten im Vergleich zur Kontrolle (dOM - 67,7 %) festgestellt, jedoch war die Variante Gerste Ganzkorn mit 73,6 % Verdaulichkeit ganz knapp an der Grenze zur positiven Signifikanz (siehe Tabelle 29). Die Varianten LB buchneri (dOM - 70,2 %) und Biosil liquid (dOM - 70,0 %) zeigten einen leicht positiven Trend auf, während EM-A (1) mit 66,6 % und EM-A (2) mit 66,1 % die geringsten OM-Verdaulichkeiten aufwiesen (siehe Abbildung 29).

3.4.3.2 Nettoenergie-Laktation (NEL)

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,168 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianz-Gleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test (siehe Tabelle 29).

Die Prüfung der Differenzen mit dem multiplen Mittelwertvergleich nach Bon-

Tabelle 20: Verluste an Trockenmasse [%] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	-1,17	0,03	-1,20	-1,14
LB buchneri	4	-1,16	0,04	-1,20	-1,10
Microsil Extra plus	4	-1,08	0,06	-1,17	-1,04
Lagrosil 10 liquid	4	-1,04	0,06	-1,13	-1,00
Lagrosil pH liquid	4	-1,33	0,03	-1,37	-1,31
EM-A (1)	4	-1,85	0,02	-1,87	-1,82
EM-A (2)	4	-1,71	0,07	-1,77	-1,62
Biosil liquid	4	-0,72	0,04	-0,77	-0,67
Bio Bac	4	-1,05	0,06	-1,13	-1,00
Zeo-Lift	4	-1,36	0,06	-1,44	-1,29
Soft-Acid S	4	-1,23	0,06	-1,30	-1,17
Gerste Ganzkorn	4	-1,69	0,12	-1,82	-1,54
Gesamt	48	-1,28	0,32	-1,87	-0,67

Tabelle 21: Trockenmassegehalt [g/kg FM] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	275,7	22,1	254,7	295,2
LB buchneri	4	282,7	13,2	269,9	298,0
Microsil Extra plus	4	278,9	14,9	260,4	292,5
Lagrosil 10 liquid	4	281,9	11,8	271,0	295,3
Lagrosil pH liquid	4	279,2	14,0	265,0	297,3
EM-A (1)	4	249,2	14,8	231,2	261,9
EM-A (2)	4	240,3	14,2	224,7	257,9
Biosil liquid	4	276,5	10,6	269,3	292,2
Bio Bac	4	272,4	10,7	258,3	284,1
Zeo-Lift	4	285,9	9,3	276,7	295,5
Soft-Acid S	4	278,7	14,0	262,7	296,5
Gerste Ganzkorn	4	328,1	6,2	321,6	336,5
Gesamt	48	277,5	23,6	224,7	336,5

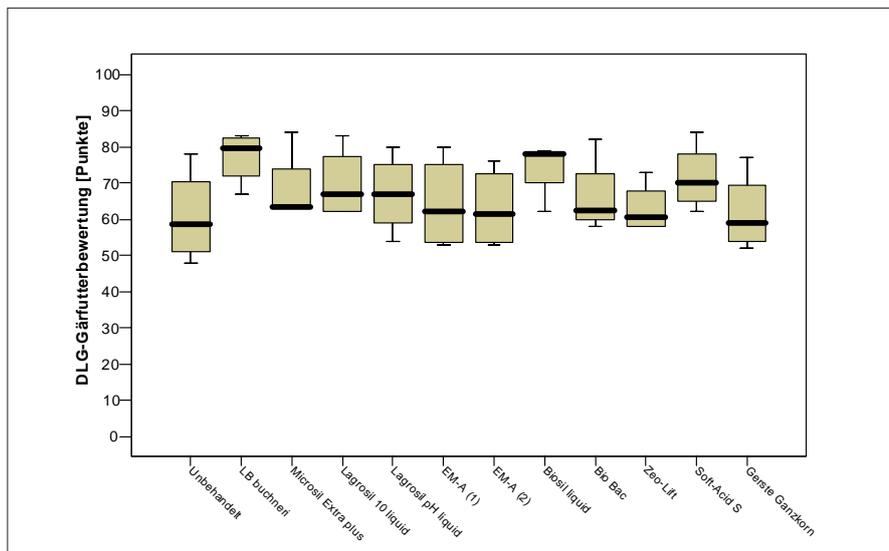


Abbildung 21: Boxplot vom Parameter DLG-Silagebewertung [DLG-Punkte gesamt] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

ferroni brachte eine hoch signifikant abgesicherte Interpretation für den Unterschied zwischen der Variante Gerste

Ganzkorn (NEL – 6,36 MJ/kg TM) und der Kontrolle (NEL – 5,76 MJ/kg TM). Mit der Zugabe von 85 kg Gerste je Ton-

ne Siliergut konnte die Futterenergie der Silage also um 0,6 MJ NEL gesteigert werden (siehe *Abbildung 30*).

Obwohl nicht signifikant unterscheidbar, auf jeden Fall aber erwähnenswert sind jene Varianten, die zum Zeitpunkt der Siloöffnung (siehe *Abbildung 31*) entweder 0,2 MJ NEL besser oder 0,2 MJ NEL schlechter lagen wie die Kontrolle (5,76 MJ/kg TM). Im Trend besser waren die Varianten LB buchneri (6,01 MJ/kg TM) und Biosil liquid (5,97 MJ/kg TM). Die Variante EM-A (2) schnitt mit 5,53 MJ NEL/kg TM am schlechtesten in der Energiebewertung im Silierversuch S–53 ab.

3.5 Futterwertzahl

Die Grundfutterbewertung mit der klassischen Methode der chemischen Beurteilung (WEISSBACH und HONIG, 1992), mit der Bewertung der Futterenergie über das NEL-System und die Bewertung der Silagequalität über sensorische Methoden (DLG–Sinnenprüfung, 1973; ÖAG–Sinnenprüfung, 1999) erfassen das zu bewertende Futter aus verschiedenen Blickwinkeln. Die Futterwertzahl nach BUCHGRABER (1999) möchte die energetische Bewertung mit der sensorischen Beurteilung des Grundfutters zusammenführen und so zu einer gesamtheitlichen Aussage kommen, die sich in einem einfachen Punktesystem findet. Der Futterenergie werden über die lineare Gleichung ($y = 32,673x - 99,96$) Punkte zugeteilt, die in weiterer Folge mit einem Qualitätsfaktor (siehe *Tabelle 27*) multipliziert, als Endresultat die Futterwertzahl ergibt.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,668 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test (siehe *Tabelle 29*).

Die Grundannahme der Silagebewertung mittels Futterwertzahl (FWZ) legt für eine einwandfreie Konserve mit 6,1 MJ NEL/kg Trockenmasse eine FWZ von 100 Punkten fest. Im Silierversuch S-53 erreichte die Kontrolle 5,76 MJ NEL/kg TM (= 88,2 NEL-Punkte) und einen durchschnittlichen Qualitätsfaktor von 0,725. Das ergibt eine FWZ von

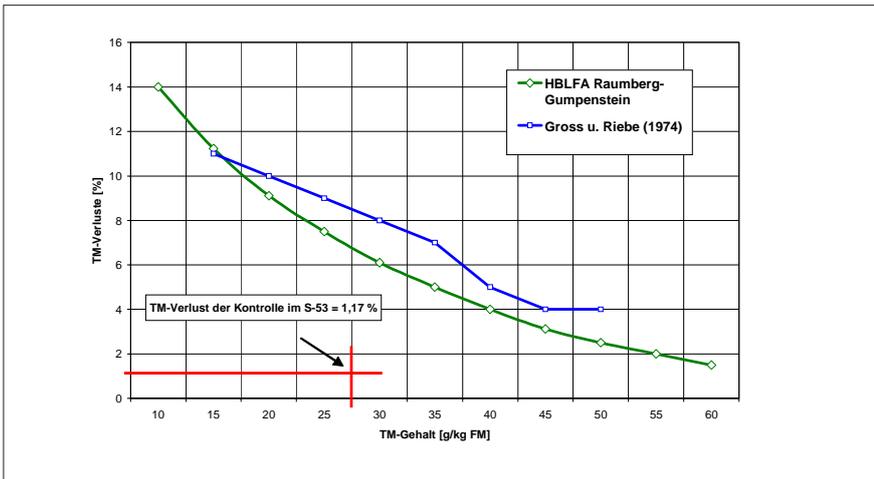


Abbildung 22: **Trockenmasseverluste [%]** (Datenquelle: 50 Silierversuche der HBLFA Raumberg-Gumpenstein; GROSS und RIEBE, 1974)

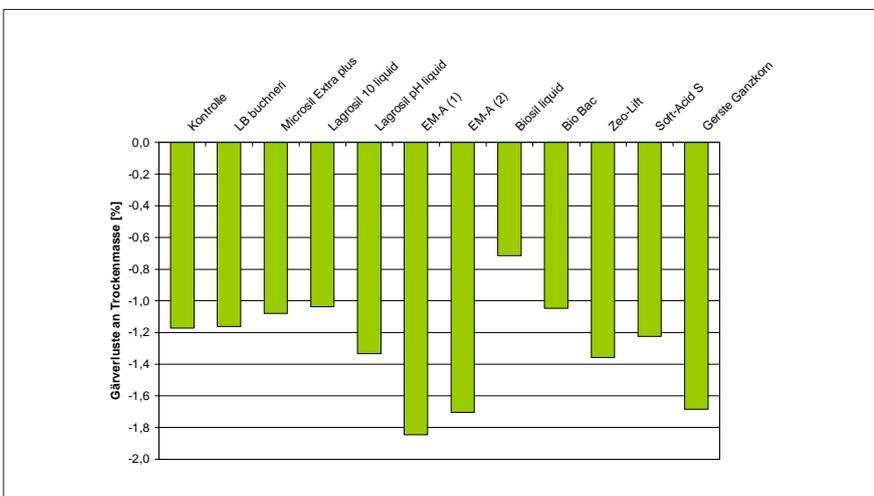


Abbildung 23: **Trockenmasseverluste [%]** im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

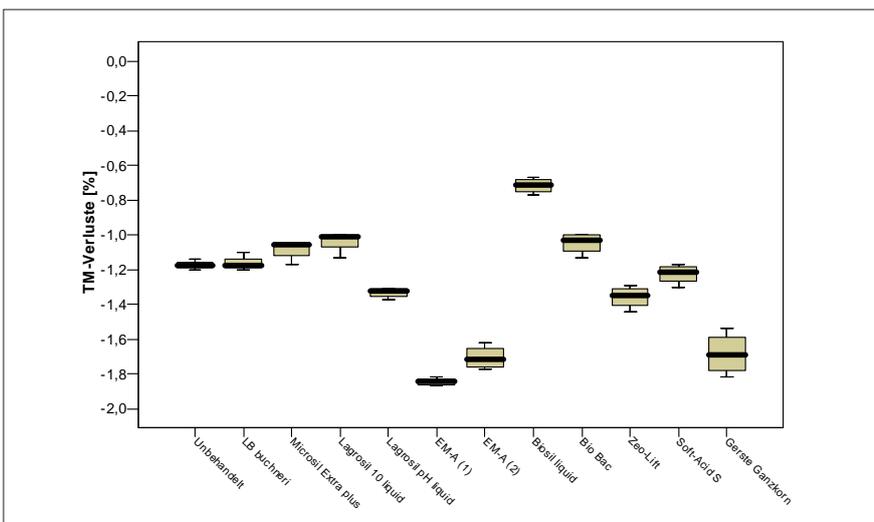


Abbildung 24: **Boxplot vom Parameter TM-Verluste [%]** im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

63,95 (~ 64,0) oder anders ausgedrückt multiple Mittelwertvergleich mit dem eine Silage mittlerer Wertigkeit. Der Bonferroni Testverfahren ergab keine

signifikanten Unterschiede der Zusatzmittelvarianten zur Kontrolle, dennoch schnitten die Varianten Biosil liquid (FWZ 85,5) und LB buchneri (FWZ 84,5) sowie die Variante Gerste Ganzkorn mit FWZ 86,6 im Silierversuch S-53 tendenziell besser ab. Die Varianten EM-A (2) mit FWZ 42,9, EM-A (1) und FWZ 50,2 bzw. Lagrosil pH liquid (FWZ 53,9) wiesen die niedrigsten Futterwertzahlen auf (siehe *Tabelle 28*).

Nach BUCHGRABER (1999) sind Futterwertzahlen von 20 bis 49 Punkten aufgrund der minderen Wertigkeit nur mehr für das Jungvieh empfehlenswert, während sich Futter mit 50 bis 69 Punkten für trockenstehende Milchkühe oder Mutterkühe eignet. Silagen sollten nachdem erst ab 70 Punkten laktierenden Kühen vorgelegt werden (hochlaktierende und Hochleistungstiere benötigen unbedingt Grundfutter mit FWZ größer 95). Ein Vergleich der angeführten Kategorien mit den Ergebnissen im Silierversuch S-53 (siehe *Abbildung 32*) zeigt ein sehr differenziertes Bild, was den Einsatz der jeweiligen Silagen in der Fütterung anbelangt. Sieben von zwölf Silagen dürfen demnach laktierenden Tieren vorgelegt werden, die restlichen fünf Silagen, darunter auch die unbehandelte Kontrolle können nur an Jungvieh, Mutterkühe oder trockenstehende Kühe verfüttert werden. Für den Einsatz im Hochleistungstierbereich sowie zu Laktationsbeginn war keine der zwölf Silagen zu empfehlen.

3.6 Haltbarkeitstest

3.6.1 Mikrobiologie

Luftzutritt zu fertig vergorenen Silagen kann zu intensiver Nacherwärmung, verbunden mit Nährstoffverlusten bis hin zum Verderb, führen. Verschiedene Gruppen von Mikroorganismen können an der Nacherwärmung von Silagen beteiligt sein, wobei Hefen als maßgebende Auslöser und Hauptverursacher des Verderbs selbst zunächst gut konservierter Silagen infolge aerober Umsetzungen nach Luftzutritt angesehen werden. Bereits ab einer Keimzahl von etwa 100.000 Hefen je Gramm Silage ist nach der Siloöffnung mit einem erhöhten Nacherwärmungsrisiko zu rechnen. In aerob stabilen Silagen ist dagegen die Vermehrung von Hefepilzen mehr oder

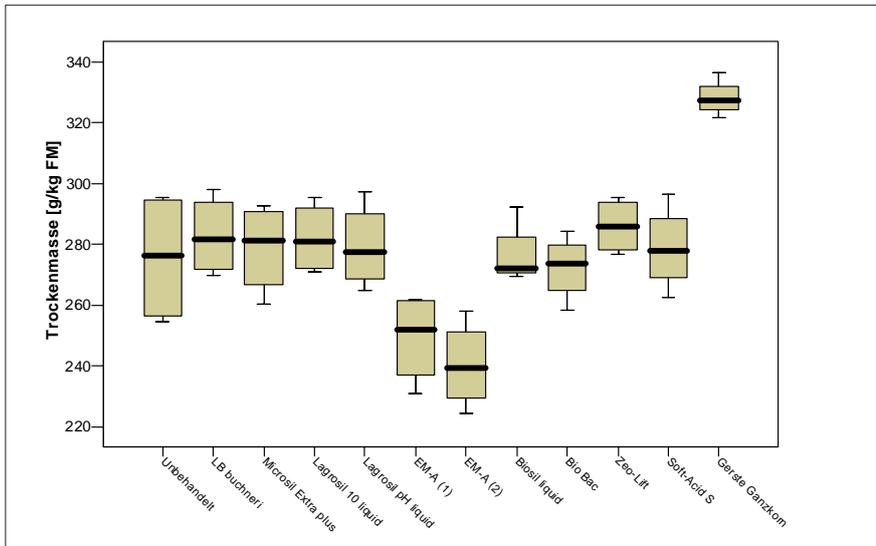


Abbildung 25: Boxplot vom Parameter Korrigierte Trockenmasse [g/kg FM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

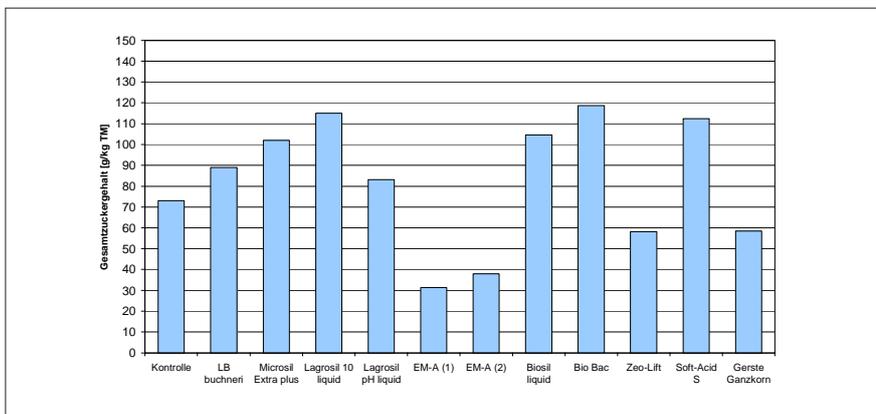


Abbildung 26: Gesamtzuckergehalt [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

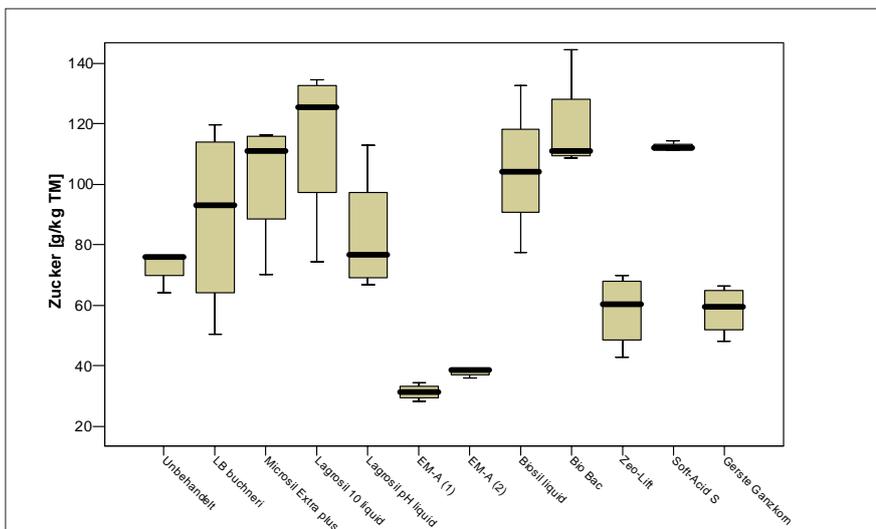


Abbildung 27: Boxplot vom Parameter Zucker [g/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

weniger stark gehemmt. Im Silierversuch S-53 führte der Gärverlauf, insbesondere

in den Varianten mit starker Essigsäureproduktion, zu aerob weitgehend stabi-

len Silagen, die auch nach sieben Tagen unter Luftstress kein relevantes Wachstum an Hefen oder Schimmelpilzen aufwiesen, ausgenommen Variante LB buchneri und Lagrosil 10 liquid mit 310.000 bzw. 25.000 Hefekeimen je Gramm. Der zuvor genannte Orientierungswert von 100.000 Hefen/g FM wurde nur von Variante LB buchneri überschritten. Bei diesem Präparat ist im gegebenen Fall allerdings alleine aus der geringfügig erhöhten Keimzahl, insbesondere da sich auch hinsichtlich anderer Qualitätsparameter keine Beanstandung ergab, noch kein verstärktes Nacherwärmungsrisiko abzulesen.

3.6.2 Silagequalität

Von den Daten des Haltbarkeitstests (siehe Tabelle 31) kann aufgrund der fehlenden Wiederholungsanzahl keine ausführliche Statistik gerechnet werden, dennoch lassen sich in der Silagequalität die Bonitierungsergebnisse auf beschreibende Art und Weise interpretieren.

In der Kontrolle wurde die Silagequalität, ausgehend von durchschnittlich 12,4 ÖAG-Punkten/Note 2 geringfügig schlechter, indem nach sieben Tagen Überlagerung noch 9,5 ÖAG-Punkte/Note 3 erreicht wurden. Am besten schnitten jene Varianten ab, die über 13 ÖAG-Punkte im Haltbarkeitstest erzielten, nämlich Biosil liquid (14,5 ÖAG-Punkte), LB buchneri (14 ÖAG-Punkte), Zeo-Lift (13,5 ÖAG-Punkte) und Gerste Ganzkorn (13,5 ÖAG-Punkte). Im Durchschnitt nahm in den Zusatzmittelvarianten die Silagequalität im Haltbarkeitstest um 1,5 ÖAG-Punkte ab (-3,1 bis +0,7 ÖAG-Punkte). Die Varianten Lagrosil pH liquid (7,0 ÖAG-Punkte), EM-A (1) mit 8,5 ÖAG-Punkten und EM-A (2) mit 8,5 ÖAG-Punkten schnitten etwas schlechter ab wie die Kontrolle.

3.7 Produktspezifische Bewertung der eingesetzten Siliermittel

Es wird an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich die nachfolgenden Wirkungsbeschreibungen der einzelnen Produkte ausschließlich auf die im Silierversuch S-53 vorgelegenen Bedingungen (siehe unter Punkt 2. Material und Methodik) beziehen.

Tabelle 22: Nährstoffgehalt und Futterqualität im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	TM g	XP g	XF g	XL g	XA g	Zucker g	dOM %	NEL MJ
Kontrolle	275,7	160,3	274,6	38,2	75,6	73,0	67,9	5,76
LB buchneri	282,7	158,2	257,8	32,6	70,8	89,0	70,2	6,01
Microsil Extra plus	278,9	159,9	268,1	35,5	70,5	102,1	69,4	5,94
Lagrosil 10 liquid	281,9	162,1	244,1	33,9	72,7	115,0	68,6	5,85
Lagrosil pH liquid	279,2	164,1	255,0	35,0	74,1	83,2	68,2	5,80
EM-A (1)	249,2	168,2	259,7	40,4	77,6	31,3	66,6	5,62
EM-A (2)	240,3	170,5	265,5	40,9	83,3	37,9	66,1	5,53
Biosil liquid	276,5	166,5	254,6	31,8	74,9	104,6	70,0	5,97
Bio Bac	272,4	162,5	272,5	36,9	72,8	118,7	68,7	5,86
Zeo-Lift	285,9	154,4	237,8	33,7	89,0	58,2	68,9	5,76
Soft-Acid S	278,7	161,4	250,2	34,5	78,6	112,4	68,8	5,83
Gerste Ganzkorn	328,1	163,5	240,9	35,8	68,4	58,4	73,6	6,36

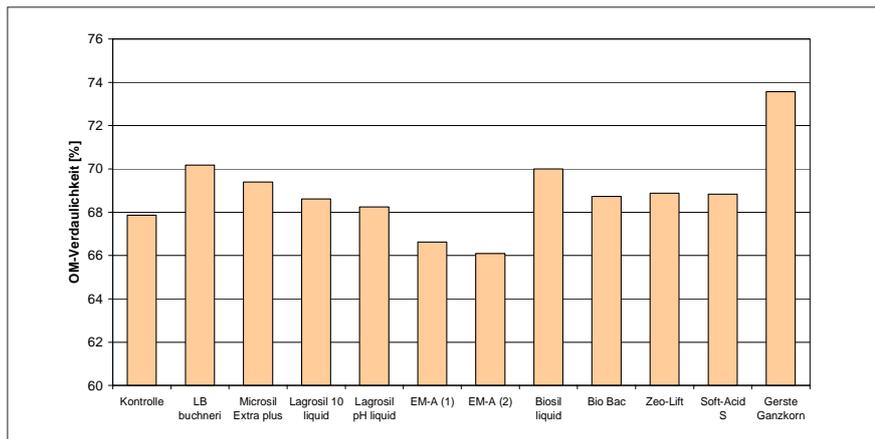


Abbildung 28: OM-Verdaulichkeit [%] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

3.7.1 Lactobacillus buchneri (LB buchneri)

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Der gentechnisch unveränderte (GVO-frei) Milchsäurebakterienstamm Lactobacillus buchneri (LB buchneri) ist vom

Stoffwechselform heterofermentativ, d.h. in der Anfangsphase der Gärung wird verstärkt Milchsäure und in der Endphase der Gärung (Stabilisierungsphase) wird Essigsäure produziert. In der statistischen Betrachtung der Daten ergeben die Aussagen sämtlicher getesteter Gärparameter (pH, Gär säuren, NH₄-

N, Ethanol) der mit Lactobacillus buchneri behandelten Silage keine signifikanten Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle. Die Versuchsergebnisse veranschaulichen im Trend, dass die Zugabe von Lactobacillus buchneri die Gärung insofern positiv beeinflusste, dass sich der pH-Wert etwas schneller absenkte und sich während der Futtervergärung auf einem etwas tieferen Niveau stabilisierte wie jener der Kontrolle. Erkennbar ist die bessere Vergärung auch am günstigeren Gär säurenmuster, weil weniger Butter- und Essigsäure, aber mehr Milchsäure in der fertigen Silage enthalten war. Unter den Bedingungen des Silierversuches S-53 trat im Gegensatz zur Kontrolle keine übermäßige Essigsäuregärung auf und der Eiweißabbau war durch die Zugabe des Produktes Lactobacillus buchneri um 1,4 % geringer, ansonsten waren keine Unterschiede zur unbehandelten Variante erwähnenswert.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die Datenauswertung mit Hilfe von multiplen Mittelwertvergleichen zeigte keine signifikanten Differenzen zwischen der Variante Lactobacillus buchneri und der Kontrolle, d.h. dass die statistische Interpretation von zufälligen Unterschieden spricht. Die Reduktion auf diese Aussage würde jedoch einige positive Aspekte, die durch den Zusatz von LB buchneri in diesem Versuch erreicht wurden, vernachlässigen. In der Futterqualität konnte durch Lactobacillus buchneri eine Steigerung der OM-Verdaulichkeit

Tabelle 23: Mehrfachvergleiche für die Variablen TM-Verluste, Trockenmasse, Rohprotein, Rohfaser und Rohasche (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	TM-Verluste		Trockenmasse		Rohprotein		Rohfaser		Rohasche	
	(absolut)		(absolut)		(absolut)		(absolut)		(absolut)	
Unbehandelt	- 1,17		275,7		160,3		274,6		76,6	
	Mittlere Differenz	Signifikanz								
LB buchneri	-0,01	1,000	- 7,1	1,000	2,1	1,000	16,8	1,000	4,8	1,000
Microsil Extra plus	- 0,09	0,517	- 3,3	1,000	0,4	1,000	6,5	1,000	5,1	1,000
Lagrosil 10 liquid	- 0,14	0,213	- 6,3	1,000	- 1,8	1,000	(*) 30,5	0,010	2,9	1,000
Lagrosil pH liquid	(*) 0,16	0,005	- 3,5	1,000	- 3,8	1,000	19,6	0,674	1,5	1,000
EM-A (1)	(*) 0,67	0,000	26,4	0,583	- 7,9	1,000	14,9	1,000	- 2,0	1,000
EM-A (2)	(*) 0,53	0,003	(*) 35,4	0,047	- 10,2	0,230	9,2	1,000	- 7,8	1,000
Biosil liquid	(*) - 0,46	0,000	- 0,9	1,000	- 6,2	1,000	20,1	0,573	0,7	1,000
Bio Bac	- 0,13	0,262	3,3	1,000	- 2,2	1,000	2,2	1,000	2,8	1,000
Zeo-Lift	0,19	0,091	- 10,2	1,000	5,9	1,000	(*) 36,8	0,001	- 13,4	0,138
Soft-Acid S	0,05	0,916	- 3,0	1,000	- 1,1	1,000	24,5	0,114	- 3,0	1,000
Gerste Ganzkorn	(*) 0,51	0,035	(*) - 52,5	0,000	- 3,2	1,000	(*) 33,7	0,003	7,1	1,000

* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant

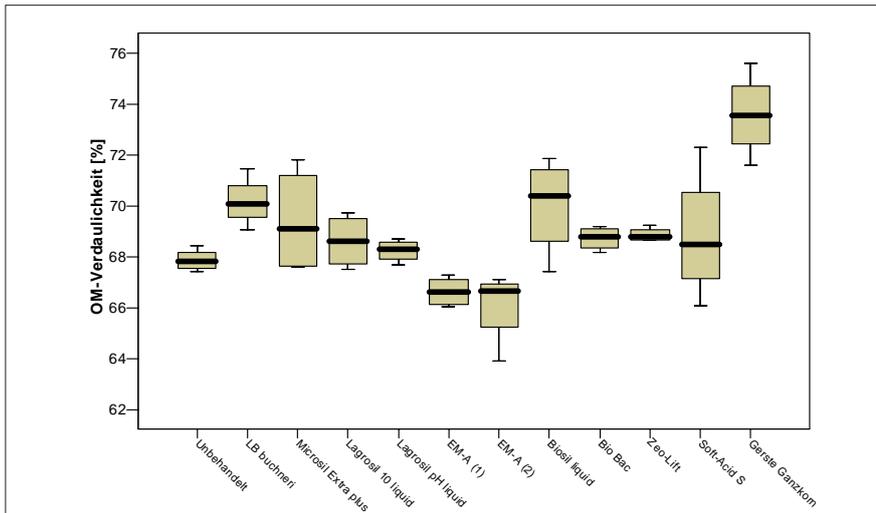


Abbildung 29: Boxplot vom Parameter OM-Verdaulichkeit [%] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

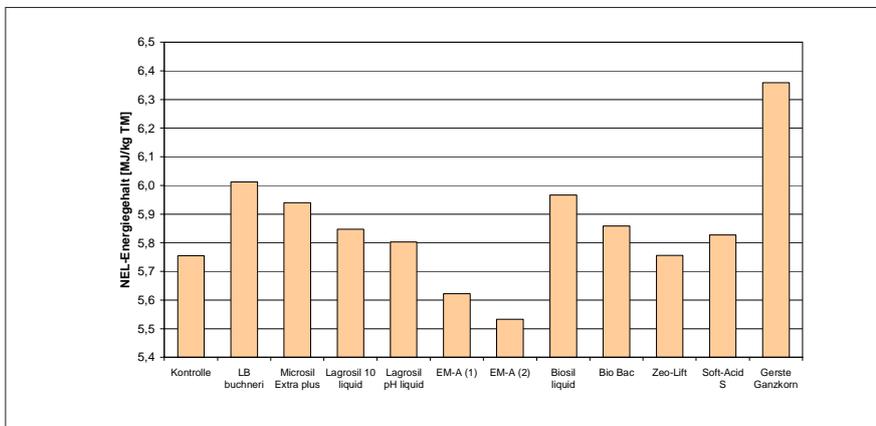


Abbildung 30: NEL-Energiegehalt [MJ/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

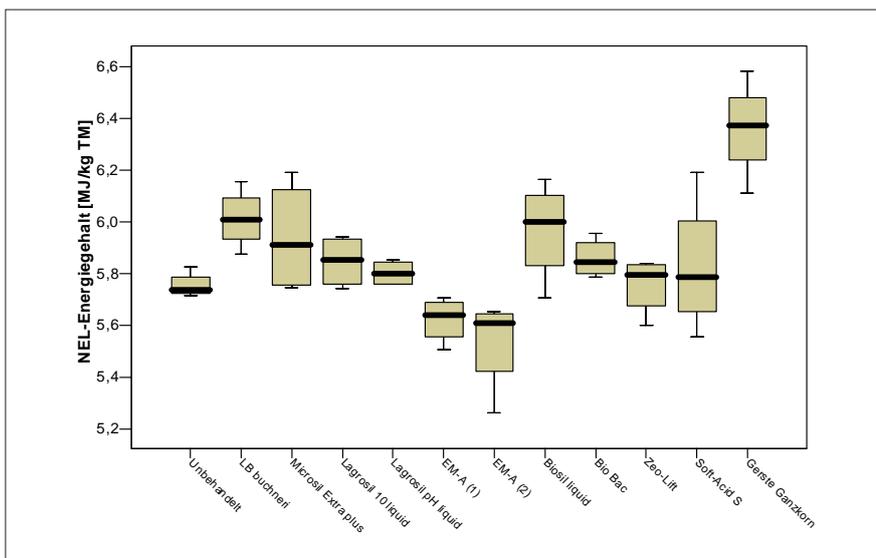


Abbildung 31: Boxplot vom Parameter NEL-Energiegehalt [MJ/kg TM] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

um 2,3 % und der NEL um 0,25 MJ/kg Trockenmasse erreicht werden. Quali-

tätssteigernd wirkte LB buchneri in der Beurteilung der Silagequalität, weil die-

se mit der Bewertung „gut“ (ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Gärfutterbewertung nach WEISSBACH und HONIG) um eine Stufe höher lag wie die Kontrolle (befriedigend bzw. verbesserungsbedürftig). Die Futterwertzahl als Gesamtbewertung der Silage brachte für die Variante Lactobacillus buchneri mit 84,5 Punkten eine um 20,5 Punkte höhere Futterwertzahl wie die unbehandelte Kontrolle, das ist eine Verbesserung um eine Bewertungskategorie.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

Der Zusatz von Lactobacillus buchneri führte, verglichen mit der Kontrollvariante, zu einem geringeren Gehalt an Clostridien sporen in der Silage. Zum Zeitpunkt der Siloöffnung wurden in dieser Variante durchschnittlich etwa 2.400 Sporen/g Silage festgestellt gegenüber nahezu 28.000 Clostridien sporen je Gramm in der Kontrolle. Hefe- und Schimmelpilzkeimzahlen der Prüfvariante mit LB buchneri und der Kontrollvariante wiesen keine relevanten Unterschiede auf.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Im Haltbarkeitstest zur Überprüfung der aeroben Stabilität wurden in der Variante Lactobacillus buchneri mehr als 300.000 Hefen je Gramm Siliergut festgestellt, während in der Kontrolle unter gleichen Bedingungen kein relevantes Hefewachstum nachweisbar war. Die Silage der Variante LB buchneri war zum Zeitpunkt der Siloöffnung mikrobiologisch als unbedenklich zu beurteilen. Allein aus der festgestellten Hefekeimzahl nach einer Woche Lagerung unter Luftstress war kein erhöhtes Risiko für eine mögliche Nacherwärmung abzulesen, sodass dieser Parameter hinsichtlich Gesamtauswertung der ermittelten Daten schließlich nicht negativ interpretiert wird. Die Silagequalität der Variante Lactobacillus buchneri erreichte auch nach einer Überlagerungswoche ein ansehnliches Ergebnis von 14,0 ÖAG-Sinnenprüfungspunkten, und somit um 4,5 ÖAG-Punkte mehr als die Kontrolle.

3.7.2 Microsil Extra plus

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Nach den strengen Kriterien der statistischen Prüfmethode konnte kein signi-

Tabelle 24: Gesamtzucker [g/kg TM] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	73,0	5,9	64,2	76,2
LB buchneri	4	89,0	31,3	50,4	119,6
Microsil Extra plus	4	102,1	21,7	70,3	116,3
Lagrosil 10 liquid	4	115,0	27,7	74,5	134,4
Lagrosil pH liquid	4	83,2	20,7	66,8	112,8
EM-A (1)	4	31,3	2,6	28,3	34,5
EM-A (2)	4	37,9	1,3	36,1	38,8
Biosil liquid	4	104,6	22,5	77,6	132,8
Bio Bac	4	118,7	17,1	108,7	144,3
Zeo-Lift	4	58,2	12,3	42,8	69,8
Soft-Acid S	4	112,4	1,4	111,3	114,5
Gerste Ganzkorn	4	58,4	8,3	48,0	66,6
Gesamt	48	82,0	33,0	28,3	144,3

Tabelle 25: OM-Verdaulichkeit [%] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	67,9	0,4	67,4	68,4
LB buchneri	4	70,2	1,0	69,1	71,5
Microsil Extra plus	4	69,4	2,1	67,6	71,8
Lagrosil 10 liquid	4	68,6	1,1	67,5	69,7
Lagrosil pH liquid	4	68,2	0,4	67,7	68,7
EM-A (1)	4	66,6	0,6	66,0	67,3
EM-A (2)	4	66,1	1,5	63,9	67,1
Biosil liquid	4	70,0	1,9	67,4	71,9
Bio Bac	4	68,7	0,5	68,2	69,2
Zeo-Lift	4	68,9	0,3	68,7	69,2
Soft-Acid S	4	68,8	2,6	66,1	72,3
Gerste Ganzkorn	4	73,6	1,7	71,6	75,6
Gesamt	48	68,9	2,2	63,9	75,6

Tabelle 26: NEL-Energiegehalt [MJ/kg TM] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	5,76	0,05	5,72	5,83
LB buchneri	4	6,01	0,12	5,87	6,16
Microsil Extra plus	4	5,94	0,22	5,75	6,19
Lagrosil 10 liquid	4	5,85	0,10	5,74	5,94
Lagrosil pH liquid	4	5,80	0,05	5,76	5,85
EM-A (1)	4	5,62	0,09	5,51	5,71
EM-A (2)	4	5,53	0,18	5,26	5,65
Biosil liquid	4	5,97	0,19	5,71	6,16
Bio Bac	4	5,86	0,08	5,79	5,96
Zeo-Lift	4	5,76	0,11	5,60	5,84
Soft-Acid S	4	5,83	0,27	5,55	6,19
Gerste Ganzkorn	4	6,36	0,19	6,11	6,58
Gesamt	48	5,86	0,24	5,26	6,58

fikanter Einfluss der Variante Microsil Extra plus gegenüber der Kontrolle in den Gärungseigenschaften gefunden werden. Leicht günstig hat sich der etwas bessere pH-Verlauf mit einer schnelleren Absenkung und tieferen Stabilisierung auf die Zusammensetzung der Gär-säuren ausgewirkt, denn die Milch- und Essigsäurebildung war besser wie jene der Kontrolle. Trotzdem ist es dem Siliermittel Microsil Extra plus unter diesen Bedingungen nicht gelungen, die Buttersäurebildung zu reduzieren. Der Eiweißabbau, die alkoholische Gärung und die Höhe der Trockenmasseverluste waren ähnlich ausgeprägt wie in der Kontrolle und deswegen nicht nennenswert.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die Futterinhaltsstoffe waren von den Werten der Kontrolle nicht signifikant zu unterscheiden. Eine etwas bessere Futterqualität konnte durch Zugabe von Microsil Extra plus erzielt werden, weil die OM-Verdaulichkeit um 1,5 % und die NEL um 0,18 MJ/kg TM höher lag wie in der unbehandelten Variante, möglicherweise hatte hier der um 29 g höhere Zuckergehalt in der fertigen Silage einen positiven Einfluss. Dieser schwache Effekt kommt auch in der Qualitätsbewertung (ÖAG–Sinnenprüfung und DLG–Gärfutterbewertung nach WEISSBACH und HONIG) mit einer leicht besseren Beurteilung tendenziell zum Tragen. In der Futterwertzahl erzielte die Variante Microsil Extra plus eine Verbesserung um durchschnittlich 13,8 Punkte und kann somit an laktierende Kühe verfüttert werden, während die unbehandelte Silage nur mehr Mutterkühen bzw. trockenstehenden Kühen angeboten werden sollte.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

In der Silage von Prüfvariante Microsil Extra plus konnte hinsichtlich der ermittelten Gehalte an Clostridiensporen, Hefen und Schimmelpilzen kein relevanter Unterschied zur Kontrollvariante festgestellt werden, der auf eine positive oder nachteilige Wirkung dieses Silierhilfsmittels hinweisen würde.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

In der aeroben Stabilität gab es nur marginale Unterschiede zwischen Microsil

Tabelle 27: Qualitätsfaktorermittlung aus der ÖAG–Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999)

Güteklasse	Punkte aus der ÖAG-Sinnenprüfung			Qualitätsfaktor
		bis		
sehr gut	18,0		20,00	1,0
gut	15,0		17,99	0,9
befriedigend	12,0		14,99	0,8
befriedigend	10,0		11,99	0,7
mäßig	7,0		9,99	0,6
mäßig	4,0		6,99	0,4
verdorben	-3,0		3,99	0,0

Extra plus und der Kontrolle, die tendenziell weder positiv noch negativ interpretiert werden können.

Die aerobe Stabilität der Behandlungsvariante war genauso hervorragend wie jene der Kontrolle.

Tabelle 28: Futterwertzahl [Punkte] im Silierversuch S–53 (nach 156 Lagerungstagen)

Variante	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Unbehandelt	4	64,0	20,1	34,9	81,4
LB buchneri	4	84,5	7,6	73,6	91,0
Microsil Extra plus	4	77,8	12,4	61,8	92,0
Lagrosil 10 liquid	4	68,1	14,4	56,5	88,9
Lagrosil pH liquid	4	53,9	13,4	35,3	63,8
EM-A (1)	4	50,2	11,5	34,2	60,6
EM-A (2)	4	42,9	14,3	28,8	58,9
Biosil liquid	4	85,5	5,7	77,8	91,2
Bio Bac	4	73,4	12,4	62,4	85,1
Zeo-Lift	4	75,2	11,4	58,1	81,7
Soft-Acid S	4	76,2	7,8	71,6	87,9
Gerste Ganzkorn	4	86,6	13,8	69,7	103,5
Gesamt	48	69,8	17,8	28,8	103,5

Tabelle 29: Mehrfachvergleiche für die Variablen Gesamtzucker, OM-Verdaulichkeit, Energiedichte (NEL) und Futterwertzahl nach 156 Lagerungstagen

Variante	Zucker		OM-Verdaulichkeit		NEL		Futterwertzahl	
	(absolut)		(absolut)		(absolut)		(absolut)	
Unbehandelt	73,0		67,9		5,76		64,0	
	Mittlere Differenz	Signifikanz						
LB buchneri	- 16,0	0,999	-2,3	0,170	- 0,26	1,000	- 20,5	1,000
Microsil Extra plus	- 29,1	0,595	-1,5	0,970	- 0,18	1,000	- 13,9	1,000
Lagrosil 10 liquid	- 42,0	0,476	-0,7	0,989	- 0,09	1,000	- 4,1	1,000
Lagrosil pH liquid	- 10,2	1,000	-0,4	0,997	- 0,05	1,000	10,8	1,000
EM-A (1)	(*) 41,7	0,003	1,2	0,292	0,13	1,000	13,8	1,000
EM-A (2)	(*) 35,1	0,012	1,8	0,699	0,22	1,000	21,1	1,000
Biosil liquid	- 31,6	0,554	- 2,1	0,753	- 0,21	1,000	- 21,5	1,000
Bio Bac	- 45,7	0,120	-0,9	0,518	- 0,10	1,000	- 9,4	1,000
Zeo-Lift	14,8	0,756	-1,0	0,190	0,00	1,000	- 11,2	1,000
Soft-Acid S	(*) - 39,4	0,007	-1,0	1,000	- 0,07	1,000	- 12,3	1,000
Gerste Ganzkorn	14,6	0,462	-5,7	0,059	(*) - 0,60	0,000	- 22,7	1,000

* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant

3.7.3 Lagrosil 10 liquid

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Der Einsatz von Lagrosil 10 liquid konnte in statistischer Hinsicht keine signifikant abgesicherten Effekte gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante erzielen, aber es waren tendenzielle Wirkungen erkennbar. Im Verlauf des pH-Wertes brachte Lagrosil 10 liquid eine etwas schnellere Absenkung und tiefere Stabilisierung wie die Kontrolle. Dieser Umstand wirkte sich positiv auf die Zusammensetzung der Gärsäuren aus, weil mehr Milchsäure und weniger Essigsäure gebildet wurde, die Buttersäuregärung konnte im Vergleich zur Kontrolle jedoch nicht spürbar gesenkt werden. In der Tendenz wirkte sich der etwas günstigere Gärverlauf auch positiv auf den Eiweißabbau und den Ethanolgehalt aus, sodass die Gärparameter der Variante Lagrosil 10 liquid in Summe gesehen ein etwas besseres Gesamtbild ergab wie in der Kontrolle. Die Verluste an Trockenmasse durch die Gärung waren ähnlich hoch wie jene der Kontrolle und darum nicht unterscheidbar.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die Prüfung der Variante Lagrosil 10 liquid auf signifikante Unterschiede zur Kontrolle zeigte nur bei der Rohfaser eine gesicherte statistische Differenz, und zwar war der Rohfasergehalt der mit

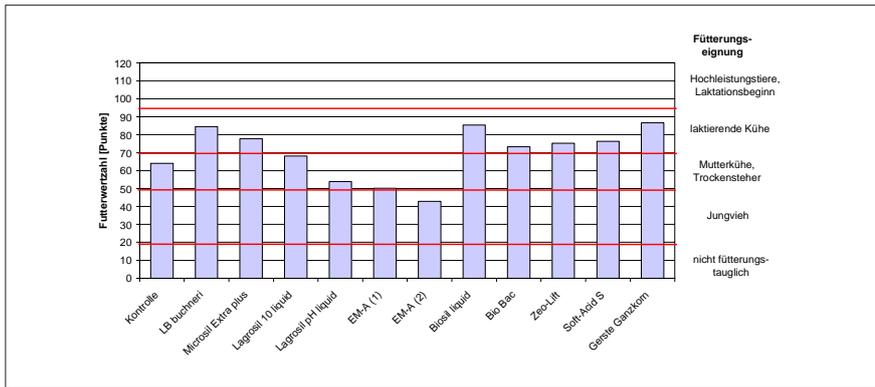


Abbildung 32: Futterwertzahl [Punkte] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

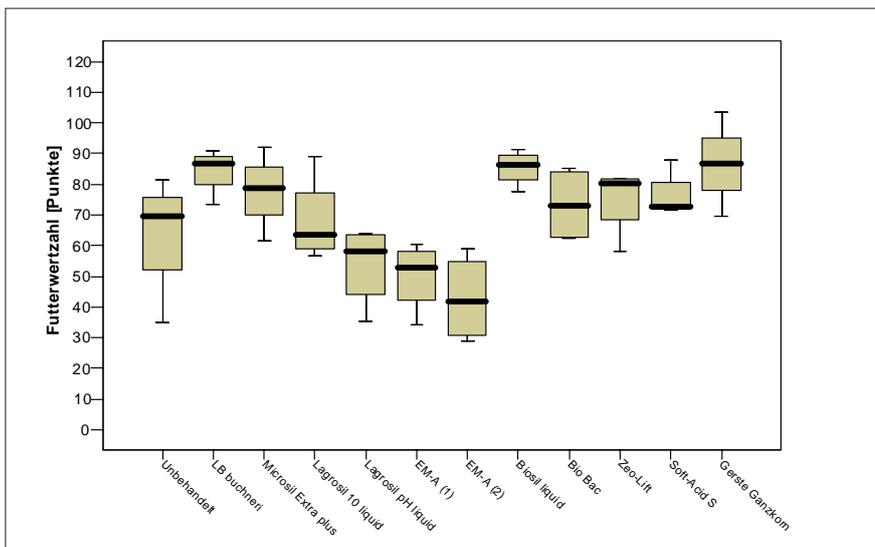


Abbildung 33: Boxplot vom Parameter Futterwertzahl [Punkte] im Silierversuch S-53 (nach 156 Lagerungstagen)

Tabelle 30: Mikrobiologischer Zustand der Silagen nach einer Woche aerober Überlagerung im Silierversuch S-53

Variante	Hefen KBE/g	Schimmelpilze KBE/g	vorwiegende Identifizierung
Kontrolle	n.n.	n.n.	
LB buchneri	310.000	n.n.	
Microsil Extra plus	n.n.	700	<i>Penicillium</i> sp.
Lagrosil10 liquid	25.000	n.n.	
Lagrosil pH liquid	n.n.	< 100	<i>Penicillium</i> sp.
EM-A (1)	n.n.	n.n.	
EM-A (2)	n.n.	n.n.	
Biosil liquid	n.n.	900	<i>Penicillium</i> sp.
Bio Bac	600	n.n.	
Zeo-Lift	n.n.	400	<i>Penicillium</i> sp.
Soft-Acid S	n.n.	500	<i>Penicillium</i> sp.
Gerste Ganzkorn	n.n.	n.n.	

Lagrosil 10 liquid (244,1 g/kg TM) behandelten Silage um 30,5 g niedriger wie jener der Kontrolle (274,6 g/kg TM). Der niedere Rohfasergehalt und der deutlich höhere Zuckergehalt (42 g mehr Zucker wie die Kontrolle) müsste gemeinsam

mit der etwas günstigeren Gärung eine in der Tendenz bessere Futterqualität ergeben, doch die OM-Verdaulichkeit und die Energiedichte (NEL) sind nur minimal höher wie in der Kontrolle und deshalb praktisch nicht differenzierbar.

In der Bewertung der Silagequalität mit der ÖAG-Sinnenprüfung schnitt Lagrosil 10 liquid mit „befriedigend“ gleich ab wie die Kontrolle. Die DLG-Silagebewertung nach WEISSBACH und HONIG fiel für die Variante Lagrosil 10 liquid mit 69,8 Punkten tendenziell besser (um 9 Punkte höher) aus wie jene der Kontrolle mit 60,8 DLG-Punkten. Die Futterwertzahl der Variante Lagrosil 10 liquid (FWZ 68,1) ist unter den Bedingungen des Silierversuches S-53 gegenüber der Kontrolle (FWZ 64,0) nicht günstiger einzustufen.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

In der Silage mit Zusatz von Lagrosil 10 liquid wurde ein im Vergleich zur Kontrolle um eine Zehnerpotenz geringerer Gehalt an Clostridiensporen (2.700 gegenüber etwa 28.000 Sporen je Gramm) erreicht. Dagegen wurde eine gegenüber der Kontrolle deutlich erhöhte Pilzkeimzahl festgestellt. Hefen waren in der Variante Lagrosil 10 liquid so wie auch in der Kontrolle nicht nachweisbar.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Im Haltbarkeitstest konnten keine aussagekräftigen Unterschiede zwischen der Variante Lagrosil 10 liquid und der Kontrolle festgestellt werden, d.h. dass der Zusatz von Lagrosil 10 liquid keinen Einfluss auf die aerobe Stabilität im Vergleich zur unbehandelten Silage hatte.

3.7.4 Lagrosil pH liquid

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Nur der Gärparameter Propionsäure ergab im multiplen Mittelwertvergleich eine signifikante Differenz zur Kontrolle, weil im Siliermittel Lagrosil pH liquid Propionsäure enthalten ist und diese den Gehalt in der Silage entsprechend erhöhte. Die Absenkung des pH-Wertes verlief fast identisch mit der Kontrolle, die Milchsäuregärung war nur minimal günstiger, weil etwas weniger Essig- und Buttersäure produziert wurde wie in der unbehandelten Silage. Leicht negativ kann der höhere Anteil an Ammoniumstickstoff als Gradmesser für den Eiweißabbau interpretiert werden, weil dieser in der Variante Lagrosil pH liquid (9,4 %) um 1,1 % höher lag wie in der Kontrolle (8,3 %), der Ethanolgehalt war von

Tabelle 31: Silagequalität (nach ÖAG–Sinnenprüfung, 1999) **nach einer Woche aerober Überlagerung im Silierversuch S–53**

Varianten	Geruch	Struktur	Farbe	Σ	Note	Beschreibung
1 - unbehandelt	4,5	4,0	1,0	9,5	3	stechend röstig, stark stechend sauer
2 - LB buchneri	9,0	3,5	1,5	14,0	2	angenehm süßlich, teilweise heuartiger Geruch
3 - Microsil Extra plus	7,5	3,5	1,5	12,5	2	leichte Buttersäure, eher fad in der Säure
4 - Lagrosil 10 liquid	6,0	3,0	1,5	10,5	2	stark röstig im Geruch
5 - Lagrosil pH liquid	3,0	3,0	1,0	7,0	3	stechende Essigsäure, deutlich unangenehm
6 - EM-A (1)	4,0	3,0	1,5	8,5	3	sehr stechende Essigsäure, unangenehm, leicht fäkalig
7 - EM-A (2)	4,0	3,0	1,5	8,5	3	stark sauer, mäßig röstig und leicht fäkalig
8 - Biosil liquid	9,0	3,5	2,0	14,5	2	fad und eher süßlich im Geruch
9 - Bio Bac	6,0	3,5	1,0	10,5	2	stark röstig und leichte Buttersäure
10 - Zeo-Lift	8,0	3,5	2,0	13,5	2	unangenehm stechend bis fad im Geruch
11 - Soft -Acid S	6,5	3,5	1,5	11,5	2	mäßige Buttersäure und stechend
12 - Gerste Ganzkorn	7,5	4,0	2,0	13,5	2	angenehm süßlich, aromatisch, malzig

Note	Gütekategorie	Verluste
1	sehr gut bis gut	gering
2	befriedigend	mittel
3	mäßig	hoch
4	verdorben	sehr hoch

der unbehandelten Silage nicht unterscheidbar. In den Trockenmasseverlusten war ein signifikant höherer Verlust wie in der Kontrolle festzustellen, aufgrund der geringfügigen absoluten Differenz von 0,16 % sollte diese statistisch abgesicherte Aussage jedoch nicht überinterpretiert werden.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Alle überprüften Parameter der Variante Lagrosil pH liquid aus dem Bereich Qualität zeigten keine signifikanten Differenzen zur Kontrolle. Die Rohrnährstoffe, der Zuckergehalt, die OM-Verdaulichkeit und die Futterenergie (NEL) der mit Lagrosil pH liquid behandelten Silage waren praktisch gleich hoch wie jene in der unbehandelten Kontrolle. In der Silagebeurteilung gab es zwischen der ÖAG–Sinnenprüfung und der DLG–Gärfutterbewertung insofern Differenzen, dass die Variante Lagrosil pH liquid in der ÖAG–Bewertung mit 9,3 Punkten (Gütekategorie 2) aufgrund des schlechteren Geruchs ungünstiger abschnitt wie die Kontrolle (12,4 ÖAG-Punkte) und in der DLG–Bewertung war Lagrosil pH liquid mit 67,0 DLG-Punkten / Gütekategorie 3 um 6,2 Punkte besser wie die Kontrolle (60,8 DLG-Punkte / Gütekategorie 3). Eine leichte Unsicherheit bei der Interpretation von derartigen Ergebnissen dokumentiert einmal mehr die Probleme von Futterbewertungssystemen in der

Praxis. Dennoch sind die Abweichungen der Variante Lagrosil pH liquid im Positiven wie im Negativen nicht so groß, dass sie überbewertet werden sollen, weil die Unterschiede zur Kontrolle aus praktischer Sicht eher vernachlässigbar erscheinen. Die Futterwertzahl, deren Wertmaßstab mit der ÖAG–Sinnenprüfung verbunden ist, fällt unter diesen Bedingungen tendenziell ungünstig für die Variante Lagrosil pH liquid aus (10 Punkte weniger wie die Kontrolle).

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

Der Zusatz von Lagrosil pH liquid führte, verglichen mit der Kontrollvariante, zu einer minimal geringeren Zahl an Clostridiensporen (7.800 gegenüber etwa 28.000 Sporen je Gramm in der Kontrolle). In einer Wiederholung der Prüfvariante wurde eine gegenüber der Kontrolle erhöhte Pilzkeimzahl (3.000 KBE/g FM) festgestellt, Hefen wurden in der Prüfvariante nicht nachgewiesen.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Die ÖAG–Sinnenprüfung der überlagerten Silage ergab für die Variante Lagrosil pH liquid (7,0 Punkte) eine um 2,5 ÖAG-Punkte schlechtere Bewertung des Endmaterials wie in der Kontrolle (9,5 Punkte). Die Qualitätsreduktion vom Zeitpunkt der Siloöffnung bis zum Ende des Haltbarkeitstests war fast identisch wie jene der unbehandelten Silage. Im

Verlauf der aeroben Überlagerung vermehrten sich die Hefen in der Prüfvariante auf einen Gehalt von 25.000 KBE/g Silage, während in der Kontrolle unter gleichen Bedingungen kein relevantes Hefewachstum nachweisbar war. Die in der Prüfvariante festgestellte Keimzahl liegt allerdings in einem tolerierbaren Bereich und liefert keinen Hinweis auf aerobe Labilität der Silage.

3.7.5 EM-A (1)

An dieser Stelle wird nochmals auf den Umstand hingewiesen, dass das Produkt EM-A (= „Effektive Mikroorganismen“) als Zusatz für Futtermittel nicht zugelassen ist. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein hat dieses Produkt aus rein wissenschaftlichem Interesse geprüft und aus der Kenntnis, dass EM-A auch in der Praxis mehrfach eingesetzt wurde. Die nachstehende Beschreibung der Wirkung von EM-A dient keinesfalls einer Empfehlung für die Praxis, sondern ist als wissenschaftliche Dokumentation aufzufassen.

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Die statistische Prüfung der Daten ergab keine gesicherten Aussagen in Form von signifikanten Differenzen der Variante EM-A (1) zur Kontrolle. In der Absenkung und Stabilisierung des pH-Wertes konnte mit EM-A (1) eine leicht positive Wirkung erzielt werden, weil der pH

etwas schneller und tiefer abgesenkt wurde wie in der Kontrolle. Unter einer Dosierung von 0,5 l EM-A/t FM wurde von RICHTER et.al (2005) bzw. mit 0,8 l EM-A/t FM von WIKSELAAR und OUDE ELFERINK (2002) eine positive Wirkung von EM-A auf die Gärung beobachtet. Der Milchsäuregehalt der Variante EM-A (1) war nur minimal höher wie in der unbehandelten Silage, jedoch wurde in der EM-A (1) Silage wesentlich (um 30 g/kg TM) mehr Essigsäure produziert. Ob hier nur heterofermentative Milchsäurebakterienstämme für diese massive Essigsäureanreicherung verantwortlich waren, lässt sich aufgrund der Vielzahl an Mikroorganismenspezies im Produkt EM-A (1) nicht verifizieren.

Eindeutig positiv war die clostridienhemmende Wirkung von EM-A (1), weil die Buttersäuregärung in allen vier Wiederholungen völlig verhindert wurde. Von Interesse war die Tatsache, dass in der Variante EM-A (1) durchschnittlich 4,1 g/kg TM an Propionsäure gemessen wurde, weil dies ein Hinweis auf die Mitwirkung der Propionsäurebakterien (Gattung: *Propionibacterium freudenreichii*) ist. Der Eiweißabbau in der Variante EM-A (1) war zwar um 1,0 % höher wie in der Kontrolle, blieb aber noch unter dem Grenzwert von 10 %. Die Eigenheit der Vergärung des Futters mit dem Zusatz EM-A (1) zeigt auch der leicht erhöhte Ethanolgehalt.

Die Verluste an Trockenmasse in der Gärung waren in der Variante EM-A (1) mit 1,85 % um 0,67 % und somit hochsignifikant höher wie in der Kontrolle (1,17 %).

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die große Flüssigkeitsmenge von 80 Liter (4 l EM-A (1) + 76 l Wasser) pro Tonne Siliergut zeigte seine Wirkung in der Absenkung der Trockenmasse von 275,7 g/kg FM auf 249,2 g/kg FM (Differenz = 26,4 g/kg FM). Die künstlich abgesenkte Trockenmasse entspricht bereits einer Nasssilage, weil unter Praxisbedingungen mit dem Anfall von Gärssaft gerechnet werden muss. In den Rohnährstoffen (XP, XF, XL, XA) waren die Unterschiede der Variante EM-A (1) zur Kontrolle nicht erwähnenswert, allerdings wurde im Futter, das mit EM-A (1)

behandelt wurde, ein viel höherer Zuckerverbrauch festgestellt. Der Zuckerumsatz durch die Zugabe von EM-A (1) war enorm, wenn der Gehalt im Ausgangsmaterial mit 177,6 g/kg TM der fertig vergorenen Silage mit 31,3 g/kg TM gegenübergestellt wird, die Kontrolle hatte in der fertigen Silage im Vergleich dazu noch 73,0 g Zucker in der TM. Bei so einem hohen Verbrauch an leichtlöslichen Kohlenhydraten ist es nicht verwunderlich, wenn die OM-Verdaulichkeit um 1,3 % und die NEL um 0,14 MJ/kg TM geringer war wie in der Kontrolle.

Der extrem hohe Essigsäuregehalt wurde in der ÖAG-Sinnenprüfung durch den stechend sauren Geruch negativ bewertet, deswegen erreichte die EM-A (1) behandelte Silage nur 9,1 ÖAG-Punkte (um 2,4 Punkte weniger wie die Kontrolle). Die DLG-Gärfutterbewertung brachte der Variante EM-A (1) insgesamt 64,3 DLG-Punkte, um 3,5 mehr wie die Kontrolle. Die Einstufung der Futterqualität mit der Futterwertzahl ergab 50,2 Punkte, ein schlechteres Ergebnis wie die Kontrolle mit 64,0 Punkten.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

In Prüfvariante EM-A (1) wurden durchschnittlich etwa 150 Clostridien sporen je Gramm Silage nachgewiesen. Dieser im Vergleich zur Kontrollvariante erheblich geringere Wert lässt im gegenständlichen Silierversuch S-53 eine tendenziell hemmende Wirkung von EM-A (1) auf die Entwicklung von Clostridien erkennen und steht zudem auch in schönem Zusammenhang mit dem Befund, dass in dieser Variante im Verlauf der Gärung keine Buttersäure produziert wurde. Hinsichtlich der Hefen- und Schimmelpilzkeimzahlen lag die Variante EM-A (1) etwa gleich gut wie die Kontrolle.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

In der Überlagerungsphase der Silage kam es zu keiner Verschlechterung der Silagequalität, weil sich die Essigsäure etwas verflüchtigte und der Geruch nicht mehr so extrem stechend auftrat. Die mikrobiologische Situation nach einer Woche unter Luftstress erwies sich als einwandfrei, da sich keine Hefen und Schimmelpilze vermehrten. RICHTER et. al (2005) bzw. WIKSELAAR und

OUDE ELFERINK (2002) führen die bessere aerobe Stabilität auf die erhöhte Essigsäureproduktion zurück.

3.7.6 EM-A (2)

An dieser Stelle wird nochmals auf den Umstand hingewiesen, dass das Produkt EM-A (= „Effektive Mikroorganismen“) als Zusatz für Futtermittel nicht zugelassen ist. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein hat dieses Produkt aus rein wissenschaftlichem Interesse geprüft und aus der Kenntnis, dass EM-A auch in der Praxis mehrfach eingesetzt wurde. Die nachstehende Beschreibung der Wirkung von EM-A dient keinesfalls einer Empfehlung für die Praxis, sondern ist als wissenschaftliche Dokumentation aufzufassen.

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

In den einzelnen Gärparametern wurden keine signifikanten Differenzen durch statistische Prüfverfahren festgestellt, jedoch traten unter diesen Bedingungen tendenzielle Abweichungen der Variante EM-A (2) im Vergleich zur Kontrolle auf. Die Absenkung des pH-Wertes war etwas schneller und tiefer wie jene der unbehandelten Kontrollvariante und auch das Gär säuremuster von Variante EM-A (2) war völlig anders ausgebildet. Auffallend ist die Tatsache, dass bei der niedrigen Trockenmasse in allen vier Wiederholungen der Variante EM-A (2) keine Buttersäuregärung stattfand und die Gesamtsäurebildung mit insgesamt 175,1 g/kg TM um 65,7 g höher ausfiel wie in der Kontrolle. Die viel intensivere Gärung in Variante EM-A (2) bildete positiverweise mehr Milchsäure aber auch ungünstigerweise mehr Essigsäure wie in der Kontrolle. Gleich wie in der Variante EM-A (1) wurde auch in EM-A (2) Propionsäure durch die zugesetzten Propionsäurebakterien (Gattung: *Propionibacterium freudenreichii*) im Umfang von 2,4 g/kg TM gebildet. Der Eiweißabbau in der EM-A (2) Silage war um 0,8 % und der Ethanolgehalt um 6,4 g/kg TM höher wie die Kontrollvariante, das zeigt in Verbindung mit größeren Trockenmasseverlusten (1,71 %) eine weniger effiziente Gärung der Variante EM-A (2), die nur mit höheren stofflichen Umsätzen und Verlusten eine stabile Silage zustande brachte.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die gleich große Flüssigkeitsmenge von 80 Liter (16 l EM-A (1) + 64 l Wasser) pro Tonne Siliergut wie in der Variante EM-A (1) zeigte eine signifikante Wirkung in der Absenkung der Trockenmasse von 275,7 g/kg FM auf 240,3 g/kg FM (Differenz = 35,4 g/kg FM). Unter der geringen Verdichtung von durchschnittlich 134,4 kg/m³ im Silierversuch S-53 fiel auch bei dieser niedrigen Trockenmasse kein Gärstoff an. Die qualitativen Unterschiede in den Futterinhaltsstoffen und der Futterqualität waren statistisch nicht signifikant. Nennenswert ist die um 1,8 % geringere OM-Verdaulichkeit und die um 0,23 MJ NEL niedrigere Energiedichte der Variante EM-A (2) im Vergleich zur Kontrolle. Der erhöhte Zuckerverbrauch für den intensiven mikrobiellen Stoffwechsel schlug sich in einem geringen Zuckergehalt der Variante EM-A (2) mit nur 37,9 g/kg TM nieder und dieser niedrige Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten passt gut mit der ungünstigeren Energiedichte zusammen. Die Beurteilung der Silagequalität mit der ÖAG-Sinnenprüfung ergab für die Variante EM-A (2) durch den extrem stechenden Säuregeruch spürbare Abzüge und in Summe nur 7,8 ÖAG-Punkte (um 4,6 Punkte weniger bzw. um eine Güteklasse schlechter wie die Kontrolle). Die DLG-Bewertung nach WEISSBACH und HONIG ist mit hohen Essigsäuregehalten weniger streng, deswegen lag die Variante EM-A (2) gleich wie die Kontrolle. Die Gesamtbeurteilung der Silage über die Futterwertzahl brachte für die Variante EM-A (2) ein ernüchterndes Ergebnis, denn hier wurden nur 42,9 Punkte, im Vergleich zu 64 Punkten der Kontrolle, erreicht.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

In Prüfvariante EM-A (2) wurde mit durchschnittlich etwa 1.000 Clostridien sporen je Gramm Silage ein im Vergleich zur Kontrollvariante (etwa 28.000 Clostridien sporen je Gramm Silage) erheblich geringerer Sporengehalt nachgewiesen. Somit lässt der Einsatz von EM-A (2) im gegenständlichen Silierversuch S-53 eine tendenziell hemmende Wirkung auf die Entwicklung von Clostridien erkennen. Die geringe Zahl an Clostridi-

ensporen steht – wie auch bereits im Falle von Prüfvariante EM-A (1) – in enger Korrelation mit dem Befund, dass in dieser Variante im Verlauf der Gärung keine Buttersäure produziert wurde. In der Keimzahl der Hefen und Schimmelpilze waren in Prüfvariante EM-A (2) keine relevanten Unterschiede zur Kontrolle feststellbar.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Im Haltbarkeitstest trat in der Variante EM-A (2) sogar eine leichte Verbesserung in der Silagequalität auf, weil durch die teilweise verflüchtigte Essigsäure die Geruchsbewertung um 1,5 ÖAG-Punkte besser ausfiel wie unmittelbar nach Siloöffnung. Aufgrund des hohen Essigsäuregehaltes kam es in der EM-A (2) Silage zu keiner Vermehrung von Hefen und Schimmelpilzen unter Luftstress, sodass diese Konserve eine gute aerobe Stabilität aufwies.

3.7.7 Biosil liquid

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

In den meisten Gärparametern war keine Differenz durch multiple Mittelwerttestverfahren signifikant absicherbar. Die Wirkungsweise des chemischen Siliermittels Biosil liquid zeigte einen typischen pH-Verlauf, der durch langsame pH-Absenkung und Stabilisierung auf höherem Niveau gekennzeichnet war. Die Lenkung der Milchsäuregärung wurde mit Biosil liquid leicht positiv beeinflusst, weil weniger Butter- und Essigsäure produziert wurde wie in der Kontrolle. Im Eiweißabbau zeigte sich durch den Einsatz von Biosil liquid keine positive Wirkung, jedoch wurde mit Biosil liquid unter den Bedingungen des Silierversuches S-53 die Bildung von Ethanol auf ein Minimum reduziert. Ein hoch signifikant positives Ergebnis konnte durch Biosil liquid in der Eindämmung der Trockenmasseverluste erzielt werden, weil diese mit 0,72 %, gegenüber 1,17 % der Kontrolle, sehr gering ausfielen.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die Variante Biosil liquid unterschied sich in den qualitativen Parametern der Inhaltsstoffe sowie der Futter- und Silagequalität nicht signifikant von der un-

behandelten Kontrolle, es zeigten sich nur tendenzielle Unterschiede. Die OM-Verdaulichkeit war beispielsweise um 2,1 % und die Energiedichte (NEL) um 0,23 MJ/kg TM höher wie in der Kontrolle, auch der Gesamtzuckergehalt lag mit 104,6 g/kg TM um 31,6 g günstiger wie in der unbehandelten Silage. Die Silagequalität über die ÖAG-Sinnenprüfung brachte der Variante Biosil liquid (16,1 ÖAG-Punkte) um 3,7 Punkte mehr und in der DLG-Bewertung mit 74,3 insgesamt um 13,5 DLG-Punkte mehr ein wie die Kontrolle. In beiden Silagequalitätsbewertungen lag die Variante Biosil liquid um eine Güteklasse höher wie die unbehandelte Silage. In der Gesamtbewertung der Silage über die Futterwertzahl erzielte die Variante Biosil liquid eine um insgesamt 21,5 Punkte bzw. eine Qualitätskategorie höhere Bewertung wie die Kontrolle.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

Die Zugabe von Biosil liquid führte tendenziell zu einer Hemmung der Entwicklung von Clostridien, sodass in der fertig vergorenen Silage durchschnittlich nur etwa 150 Sporen/g FM festgestellt wurden. Ebenfalls erfreulich niedrige Werte ergaben die Keimgehaltsbestimmungen bei den Hefen und Schimmelpilzen. Die Variante Biosil liquid brachte somit aus mikrobiologischer Sicht eine hygienisch einwandfreie Silage zustande.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Die Silagequalität in der Variante Biosil liquid verschlechterte sich aufgrund der aeroben Überlagerung nur unwesentlich von 16,1 ÖAG-Punkten auf 14,5 ÖAG-Punkte (Endmaterial hatte um 5 ÖAG-Punkte mehr wie die Kontrolle). Die aerobe Stabilität entsprach aus mikrobiologischer Sicht der Kontrolle, weil keine Hefen und nur 900 Pilzkeime je Gramm FM in der mit Biosil liquid behandelten Silage nachgewiesen wurden.

3.7.8 Bio Bac

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Die Differenzen der Variante Bio Bac zur Kontrolle waren in den Gärparametern statistisch nicht absicherbar, jedoch traten tendenzielle Effekte im Silierversuch

S–53 auf. Im Verlauf des pH-Wertes fiel auf, dass die Säuerungsgeschwindigkeit besser war und die Stabilisierung auf tieferem Niveau gelang wie in der Kontrollvariante.

In der Variante Bio Bac fand günstigerweise eine intensivere Milchsäuregärung und geringere Essigsäurebildung statt, weil der Milchsäuregehalt um 25 g/kg TM höher und der Essigsäurewert um 40 g/kg TM niedriger war wie in der Kontrolle, eine Buttersäuregärung konnte nicht unterbunden werden, der Buttersäuregehalt von Bio Bac behandelte Silage war sogar minimal höher wie in der unbehandelten Silage. Der Gehalt an Ammoniumstickstoff in Prozent vom Gesamtstickstoff war bei der Variante Bio Bac geringfügig um 0,8 % niedriger wie in der Kontrolle, der Ethanolgehalt und die Trockenmasseverluste der Bio Bac Silage unterschieden sich kaum von der unbehandelten Variante.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Die statistische Auswertung der Daten konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten Bio Bac und Kontrolle in den qualitativen Parametern finden, sodass keine abgesicherten Wirkungseffekte durch den Einsatz von Bio Bac nachweisbar waren. Der Zuckergehalt war in der Variante Bio Bac bei der Siloöffnung um durchschnittlich 45 g/kg TM höher wie in der Kontrolle, das gibt einen Hinweis auf eine verstärkte homofermentative Milchsäuregärung, weil der Stoffwechsel von *Lactobacillus plantarum* weniger Zucker verbraucht wie heterofermentative Stämme.

Der höhere Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten bewirkte nicht die erwartete Steigerung der Futterqualität in der Variante Bio Bac, sondern lediglich eine um 0,1 MJ/kg TM höhere Energiedichte. Die Bewertung der Silagequalität mit der ÖAG–Sinnenprüfung und der DLG–Gärfutterbewertung brachte im Durchschnitt minimal bessere Qualitäten, die sich kaum von der Kontrolle unterschieden. In der Futterwertzahl war die Verbesserung durch Bio Bac mit 9,4 Punkten nicht allzu hoch ausgeprägt, doch lag Bio Bac um eine Qualitätskategorie (2) besser wie die Kontrolle.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

In einer Wiederholung der Versuchsvariante Bio Bac haben sich Clostridien im Verlauf der Gärung stark vermehrt (Wiederholung „c“ mit 93.000 Sporen/g FM) und dabei den für Silagen hoher Qualität genannten Orientierungswert (50.000 Clostridiensporen/g FM) überschritten. Zusätzlich wurden in beiden Wiederholungen etwas höhere Pilzkeimzahlen, ausschließlich der Gattung *Penicillium*, als in der Kontrollvariante festgestellt. Hefen waren so wie auch in der Kontrolle nicht nachweisbar.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Die Überlagerung der Silage bewirkte einen Qualitätsverlust von 3,0 Punkten in der ÖAG–Sinnenprüfung, sodass die Variante Bio Bac beinahe gleich in der Silagequalität bewertet wurde wie das Endmaterial der Kontrolle. Variante Bio Bac wies zum Ende des Haltbarkeitstests einen ausgezeichneten mikrobiologischen Status und damit hohe aerobe Stabilität auf und entsprach somit der Kontrollvariante.

3.7.9 Zeo-Lift

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Statistische Prüfverfahren konnten zwischen der Variante Zeo-Lift und der Kontrolle keine signifikanten Unterschiede in den Differenzen zum Zeitpunkt der Siloöffnung im Silierversuch S–53 feststellen. Die Variante Zeo-Lift zeigte im pH-Verlauf eine gehemmte Säuerungsgeschwindigkeit, weil sich der pH-Wert nach zwei Wochen immer noch auf pH 4,9 hielt. Erst am Ende der Lagerungszeit (nach 156 Tagen) im Silierversuch S–53 näherte sich der pH der Variante Zeo-Lift an die Kontrolle. Aus dem Gär säurenmuster lässt sich erkennen, dass in der Variante Zeo-Lift insgesamt um 32,8 g organische Säuren weniger in der Trockenmasse gebildet wurden wie in der unbehandelten Silage. Die Milchsäuregärung wurde durch den Zusatz von Zeo-Lift unter diesen Bedingungen auch nicht positiv beeinflusst, weil zu viel an Buttersäure (mehr wie in der Kontrolle) produziert wurde. Im Eiweißabbau, der alkoholischen Gärung sowie in den Trockenmasseverlusten war zwischen Zeo-Lift und der Kontrolle kein erwähnenswerter Unterschied feststellbar.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

In den Inhaltsstoffen wurde durch den Zusatz von 10 kg Zeo-Lift eine spürbare Änderung der Gehalte bewirkt, der sich bei der Rohfaser sogar statistisch signifikant abzeichnete. Die Trockenmasse wurde in der Variante Zeo-Lift um 10,2 g auf 285,9 g/kg FM angehoben. Der Zeolith des Siliermittels Zeo-Lift ist mineralischer Natur, deswegen kam es im Silierversuch S–53 zu einer Erhöhung der Rohasche auf insgesamt 89,0 g/kg TM (um 13,4 g höher wie die Kontrolle). Dieser Umstand verursachte in den übrigen Inhaltsstoffen einen Verdünnungseffekt, der vor allem in der Rohfaser hoch signifikant im Vergleich zur Kontrolle abgesichert werden konnte (Zeo-Lift hatte mit 237,8 g/kg Rohfaser um 36,8 g/kg TM weniger wie die Kontrolle). Die OM-Verdaulichkeit der Zeo-Lift Silage war um 1,0 % höher wie die Kontrolle, aber die Futterenergie (NEL) war mit 5,76 MJ/kg TM exakt gleich hoch wie in der unbehandelten Silage. Im Zuckergehalt wurde ein etwas geringerer Wert (um 15 g) wie in der Kontrolle gemessen, das weist in Verbindung mit dem niedrigen Gesamtsäuregehalt auf eine etwas intensivere Stoffwechsellätigkeit mit höherem Zuckerverbrauch hin. Die Beurteilung der Silagequalität (ÖAG–Sinnenprüfung und DLG–Gärfutterbewertung) der Variante Zeo-Lift fiel kaum unterscheidbar von der Kontrolle aus. In der Gesamtbeurteilung der Silage über die Futterwertzahl konnte Zeo-Lift mit 75,2 Punkten um insgesamt 11,2 Punkte bzw. eine Qualitätskategorie besser abschneiden wie die Kontrolle.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

Die mikrobiologische Untersuchung von Variante Zeo-Lift erbrachte mit einer Clostridiensporenanzahl von etwa 59.000 Sporen/g FM und einer Schimmelpilzkeimzahl von 9.700 KBE/g FM (zumindest in einer Wiederholung) etwas höhere Werte als die Kontrolle. Hefen waren in der mit Zeo-Lift behandelten Silage ebenso wie in der Kontrolle nicht nachweisbar.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Die Variante Zeo-Lift fiel im Haltbarkeitstest positiv auf, weil die Silagequa-

lität des Endmaterials noch mit insgesamt 13,5 Punkten (14,4 bei Siloöffnung) gewertet wurde, also um 4,0 ÖAG-Punkte mehr wie die Kontrolle. Hinsichtlich Hefen- und Schimmelpilzkeimzahlen lag die Variante Zeo-Lift etwa gleich wie die unbehandelte Kontrolle, war also als einwandfrei zu beurteilen, d.h. die aerobe Stabilität der mit Zeo-Lift behandelten Silage war unter den Bedingungen des Silierversuches S–53 sehr gut.

3.7.10 Soft-Acid S

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Die Zugabe von Soft-Acid S hatte aufgrund der statistischen Prüfverfahren keinen signifikanten Einfluss auf die Vergärung des Dauerwiesenfutters im Silierversuch S–53, jedoch waren tendenzielle Unterschiede zur Kontrollvariante feststellbar. Soft-Acid S verursachte zum Beginn der Gärung kurzfristig eine schnellere pH-Absenkung, ab der dritten Woche glich sich der pH an das Niveau der Kontrolle an. Die Vergärung unter Zuhilfenahme von Soft-Acid S bildete in Summe um 37,8 g/kg TM weniger organische Säuren wie die Kontrolle und das Gär säurenmuster zeigte auch eine andere Ausprägung. In der Variante Soft-Acid S war die Milchsäuregärung weniger intensiv und eher heterofermentativ dominiert, weil der Gehalt an Milchsäure um 19,6 g niedriger war wie in der Kontrolle und 29,1 g/kg TM Essigsäure entstanden ist. Die Buttersäuregärung konnte nur minimal gegenüber der Kontrolle reduziert werden und es fand sich ein kleiner Anteil der zugesetzten Propionsäure in der fertigen Silage. Die Unterschiede der Variante Soft-Acid S in puncto Eiweißabbau, Ethanolgehalt und Trockenmasseverluste zur Kontrolle waren sehr klein und deswegen nicht nennenswert.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

In den meisten qualitativen Messgrößen konnte keine signifikante Wirkung von Soft-Acid S im Vergleich zur Kontrolle festgestellt werden. Soft-Acid S beeinflusste im Silierversuch S–53 den Zuckergehalt in hoch signifikanter Weise, weil um 39,4 g/kg TM mehr Zucker in der Silage zum Zeitpunkt der Siloöffnung enthalten war wie in der Kontrol-

le. Die Mittelwerte der OM-Verdaulichkeit und der Futterenergie (NEL) waren von den Werten der Kontrolle nicht unterscheidbar. Eine leicht positive Wirkung zeigte Soft-Acid S in der Silagequalität, weil in der ÖAG–Sinnenprüfung um 2,2 Punkte und in der DLG-Bewertung nach WEISSBACH und HONIG um 10,8 Punkte mehr erreicht werden konnten. Die Futterwertzahl als Maßstab einer gesamtheitlichen Futterbewertung ergab für die Variante Soft-Acid S in Summe 76,2 Punkte (um 10,3 Punkte mehr wie die Kontrolle) bzw. eine höhere Einstufung um eine Qualitätskategorie, wie die unbehandelte Kontrolle.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

Variante Soft-Acid S wies im Vergleich zur Kontrolle minimal geringere Gehalte an Clostridiensporen (etwa 12.000 Sporen/g FM) auf und auch die Keimgehalte bei Hefen und Schimmelpilzen zeigten etwa ähnlich niedrige Werte wie die Kontrolle.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Im Haltbarkeitstest verlor die Variante Soft-Acid S insgesamt 3,1 ÖAG-Punkte an Silagequalität (von 14,6 auf 11,5 ÖAG-Punkte), lag aber noch etwas besser wie die Kontrolle mit 9,5 ÖAG-Punkten. Die mikrobielle Qualität und somit auch die aerobe Stabilität des Endmaterials der Variante Soft-Acid S waren einwandfrei, es war keine relevante Vermehrung von Hefen oder Schimmelpilzen zu verzeichnen.

3.7.11 Gerste Ganzkorn

Die Variante „Gerste Ganzkorn“ ist in diesem Versuch nicht als Silierringmittel zu sehen, das die Aufgabe hat, die Gärung positiv zu beeinflussen, sondern wurde aufgrund von Fragen der Arbeits- bzw. Fütterungstechnik in den Versuchsplan mit aufgenommen. Das zentrale Problem von ganzen Getreidekörnern in der Fütterung ist der Umstand, dass Körner, die nicht genügend aufquellen, den Verdauungstrakt des Wiederkäuers unverdaut passieren und deswegen war der eher niedrige TM-Gehalt im Silierversuch S–53 für die Fragestellung der Siliereignung prädestiniert.

Einfluss auf die Gärung und TM-Verluste:

Die Zugabe von 85 kg Gerstenkörner auf 1000 kg Silierringgut hatte auf die meisten Gärparameter keinen signifikanten Einfluss, dennoch konnten tendenzielle Eigenheiten dieser Variante beobachtet werden. Die pH-Absenkung war anfangs etwas schneller wie jene der Kontrolle, zum Zeitpunkt der Siloöffnung lag der pH wieder im Bereich der unbehandelten Silage. Aufgrund des höheren Trockenmassegehaltes der Variante Gerste Ganzkorn wurde etwas weniger an organischen Säuren gebildet, die Milchsäuregärung verlief ähnlich wie in der Kontrolle, nur nicht so intensiv. In der Variante Gerste Ganzkorn wurde ungünstigerweise gleich viel Buttersäure produziert wie in der Kontrolle. Der Eiweißabbau konnte im Silierversuch S–53 durch Zugabe von „Gerste Ganzkorn“ signifikant gegenüber der Kontrolle gesenkt werden (1,6 % niedriger wie die Kontrolle), die Trockenmasseverluste lagen wiederum 0,51 % höher (signifikante Differenz) wie jene der unbehandelten Variante.

Einfluss auf Inhaltsstoffe, Futter- und Silagequalität:

Einen hoch signifikanten Einfluss hatte die Beimengung der Gerstenkörner auf den Trockenmassegehalt der Silage, weil dieser gegenüber der Kontrolle um 52,5 g auf insgesamt 328,1 g/kg FM angehoben wurde. Des Weiteren wurde die Rohfaser hoch signifikant auf 240,9 g/kg TM verringert, die übrigen Rohnährstoffe unterschieden sich nur geringfügig von der Kontrolle. Die Verdaulichkeit der organischen Masse stieg in der Variante „Gerste Ganzkorn“ um 5,7 % auf 73,6 % und die NEL erhöhte sich hoch signifikant um 0,60 MJ auf 6,36 MJ/kg TM. Die Silagequalität (ÖAG–Sinnenprüfung und DLG–Gärfutterbewertung) der Variante „Gerste Ganzkorn“ unterschied sich kaum von der unbehandelten Silage. In der Gesamtbeurteilung über die Futterwertzahl erreichte die Variante Gerste Ganzkorn 86,6 Punkte, um 22,7 Punkte mehr, bzw. eine Qualitätskategorie besser, wie die Kontrolle.

Einfluss auf mikrobiologische Parameter:

Die Zugabe von ganzen Gerstenkörnern in das Silierringgut hatte im Vergleich zur Kontrolle keinen relevanten Einfluss auf die Zahl an Clostridiensporen und auch

die Keimgehalte an Hefen und Schimmelpilzen wiesen sehr geringe Werte auf.

Einfluss auf die aerobe Stabilität:

Die Silagequalität der Variante „Gerste Ganzkorn“ blieb nach einer Woche Überlagerung mit 13,5 ÖAG-Punkten auf dem gleichen Niveau wie zum Zeitpunkt der Siloöffnung (13,1 ÖAG-Punkte). Auch nach sieben Tagen unter Luftstress wurde kein relevantes Wachstum an Hefen oder Schimmelpilzen festgestellt, somit war eine sehr gute aerobe Stabilität, gleich wie in der unbehandelten Kontrolle, im Silierversuch S-53 gewährleistet.

Einfluss der Gärung auf die Gerstenkörner:

Der Anwelkgrad des Ausgangsmaterials war mit 275 g/kg TM für die Zumengung der Gerstenkörner bestens geeignet, denn es zeigte sich bereits nach zwei Wochen Lagerung, dass die Gerstenkörner aufquollen und eine Quetschung mit dem Fingernagel mittelleicht möglich war. Zum Zeitpunkt der Siloöffnung waren die Gerstenkörner generell sehr weich, die Quetschung zwischen den Fingern war sehr leicht durchzuführen, womit eine volle Fütterungstauglichkeit dieser aufgewerteten Silage für die Wiederkäuer gewährleistet war.

4. Zusammenfassung

Im Silierversuch S-53 der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde mit wissenschaftlich fundierten Methoden eine Untersuchung der Frage nach der Wirksamkeit von unterschiedlichen Siliertüpfeln aus verschiedenen Wirkungsgruppen (Biologische Impfkulturen, Salze, Säuren, Kombinationsprodukte und Sonstige Wirkstoffe), bzw. der Siliereignung von ganzen Gerstenkörnern beim Einsatz im leicht angewelkten alpenländischen Dauerwiesenfutter (1. Aufwuchs) im Jahr 2004 durchgeführt.

An dieser Stelle wird auf den Umstand hingewiesen, dass das Produkt EM-A („Effektive Mikroorganismen“) als Zusatz für Futtermittel nicht zugelassen ist. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein hat dieses Produkt aus rein wissenschaftlichem Interesse geprüft und aus der Kenntnis, dass EM-A auch in der Praxis mehrfach eingesetzt wurde. Die Erwäh-

nung der Wirkung von EM-A in der nachstehenden Zusammenfassung dient keinesfalls einer Empfehlung für die Bauern, sondern ist als wissenschaftliche Dokumentation aufzufassen.

Das Ziel, das qualitätsreife Ausgangsmaterial mit hervorragender Futterqualität (Energiedichte 6,77 MJ NEL/kg TM) möglichst optimal unter geringen Verlusten zu vergären, ist selbst durch den Einsatz verschiedener Produkte mit unterschiedlicher Wirkungsweise nur begrenzt gelungen.

Die Gärung des unbehandelten Futters mit einer Trockenmasse von 275,7 g/kg FM war durch eine heterofermentativ dominierte Milchsäuregärung gekennzeichnet, die sich in einem sehr hohen Essigsäuregehalt (46,2 g/kg TM) niederschlug. Die Bildung von 7,4 g/kg Buttersäure in der Trockenmasse war zusätzlich ein Hinweis auf eine leichte Fehlgärung. Bemerkenswert war in diesem Silierversuch S-53 der hohe Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten im Ausgangsmaterial von durchschnittlich 177,6 g/kg TM, der durch die ungünstige, stoffwechselintensive Gärung auf 73,0 g/kg TM in der Kontrollvariante reduziert wurde. Es ist nicht verwunderlich, dass unter diesen Bedingungen die Energiedichte um 1,0 MJ NEL (Ausgangsmaterial: 6,77 MJ - Fertige Silage: 5,76 MJ/kg TM) abnahm.

Einfluss von bakteriellen Impfkulturen auf die Silagebereitung im Silierversuch S-53:

Keine Impfkultur konnte in wichtigen Eigenschaften der Gärung, Futter- und Silagequalität eine statistisch abgesicherte positive Wirkung durch ein signifikantes Ergebnis gegenüber der unbehandelten Kontrolle erzielen, jedoch waren tendenzielle Verbesserungen, aber auch Verschlechterungen erkennbar.

Auffallend war, dass in der Absenkung und Stabilisierung des pH-Wertes die eingesetzten biologischen Impfkulturen (Bio Bac; EM-A (1); EM-A (2); Lactobacillus buchneri; Lagrosil 10 liquid; Microsil Extra plus) eine merklich schnellere Absäuerung und tiefere pH-Stabilisierung erreichten, wie die Kontrolle. In der Interpretation des Gärsäuren-musters muss zwischen zwei Gruppen bei den Impfkulturen differenziert werden. Die erste Gruppe mit den Vari-

anten Bio Bac, Lactobacillus buchneri, Lagrosil 10 liquid und Microsil Extra plus bildete rund 80 g Milchsäure in der TM (~ 25 g mehr wie die Kontrolle) und unterschied sich gegenüber der unbehandelten Silage hauptsächlich in den wichtigen Parametern Buttersäure bzw. Clostridiensporen (Kontrolle - 7,4 g bzw. etwa 28.000 Sporen/g; Lactobacillus buchneri - 3,4 g bzw. etwa 2.400 Sporen/g; Lagrosil 10 liquid - 5,8 g bzw. 2.700 Sporen/g; Microsil Extra plus - 7,1 g bzw. 14.000 Sporen/g; Bio Bac - 8,6 g bzw. 51.000 Sporen/g). Die zweite Gruppe mit EM-A (1) und EM-A (2) blieb in der fertigen Silage buttersäurefrei und sehr niedrig in der Clostridiensporenanzahl (36 bis 1.500 Sporen/g FM), jedoch konnte das nur mit einer sehr verlustreichen, heterofermentativ essigsäurebetonten Gärung erreicht werden.

In der Futterqualität konnten die vier Produkte der Gruppe 1 die Energiedichte im Vergleich zur Kontrolle leicht verbessern (Kontrolle - 5,76 MJ; Lactobacillus buchneri - 6,01 MJ; Microsil Extra plus - 5,94 MJ; Bio Bac - 5,86 MJ; Lagrosil 10 liquid - 5,85 MJ) während die Gruppe 2-Produkte EM-A (1) mit 5,62 MJ und EM-A (2) mit 5,53 an Energie gegenüber der Kontrolle verloren. In der Silagequalität (ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Gärfutterbewertung) schaffte nur das Produkt Lactobacillus buchneri eine positive Wirkung durch die bessere Bewertung um eine Güteklasse, negativ fiel EM-A (2) in der ÖAG-Sinnenprüfung auf, weil hier die Silagequalität um eine Güteklasse schlechter lag. Eine Gesamtbewertung der Silagen über die Futterwertzahl brachte für die Produkte Lactobacillus buchneri, Microsil Extra plus und Bio Bac eine bessere Beurteilung um eine Qualitätskategorie im Vergleich zur Kontrolle, EM-A (2) war hier wiederum um eine Kategorie schlechter bewertet.

In der Prüfung der aeroben Stabilität, nach einer Woche Überlagerung, trat das Produkt Lactobacillus buchneri bei der Bewertung der Silagequalität positiv mit 14 ÖAG-Punkten in Erscheinung, die mikrobiologische Stabilität war bei allen Impfkulturenvarianten sehr gut.

Einfluss von chemischen Präparaten (Säuren, Salze, Kombinationsprodukte, Sonstige Wirkstoffe) auf die Silagebereitung im Silierversuch S-53:

Kein chemisch wirkendes Produkt konnte in wichtigen Eigenschaften der Gärung, Futter- und Silagequalität eine statistisch abgesicherte, positive Wirkung durch ein signifikantes Ergebnis gegenüber der unbehandelten Kontrolle erzielen, tendenzielle Verbesserungen bzw. Verschlechterungen wurden allerdings festgestellt.

Im pH-Wert verliefen die Varianten Lagrosil pH liquid und Soft-Acid S fast gleich wie die Kontrolle, während Biosil liquid und Zeo-Lift eine verzögerte pH-Absenkung und pH-Stabilisierung aufwiesen. Generell wurde durch die chemisch wirkenden Zusätze weniger an organischen Säuren produziert, am Parameter Buttersäuregehalt gemessen konnten drei Produkte eine Reduktion erreichen (Kontrolle – 7,4 g; Biosil liquid – 2,4 g; Lagrosil 10 liquid – 4,3 g; Soft-Acid S – 4,8 g) das Präparat Zeo-Lift war mit 8,9 g Buttersäure in der TM etwas schlechter wie die Kontrolle. Die Futterenergie als wesentlicher Wert der Futterqualität wurde durch Zugabe von Biosil liquid (NEL – 5,97 MJ/kg TM) im Vergleich zur Kontrolle (NEL – 5,76 MJ/kg TM) positiv beeinflusst, die übrigen Varianten unterschieden sich nur minimal zur unbehandelten Silage. In der Silagequalität konnte mit dem Produkt Biosil liquid eine Verbesserung um eine Güteklasse in der Bewertung nach ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Gärfutterbewertung gegenüber der Kontrolle erreicht werden, Soft-Acid S war in der DLG-Bewertung ebenfalls eine Güteklasse besser. Die Futterwertzahl ergab für drei chemisch wirksame Produkte eine Verbesserung der Qualität um eine Kategorie (Kontrolle – 64 Punkte; Biosil liquid – 85,4 Punkte; Soft-Acid S – 76,2 Punkte; Zeo-Lift – 75,2 Punkte). Die Betrachtung der mikrobiologischen Situation zeigte, dass Biosil liquid die Clostridienvermehrung mit \emptyset etwa 152 Sporen/g FM am besten hemmte, die Säureprodukte Lagrosil pH liquid (7.800 Sporen/g FM) und Soft-Acid S (12.000 Sporen/g FM) brachten noch eine positive Wirkung, Zeo-Lift fiel mit insgesamt etwa 59.000 Sporen/g FM negativ durch eine geringfügige Überschreitung des Orientierungswertes auf. In der aeroben Stabilität waren die geprüften Produkte dieser Wirkungsgruppen in mikrobiologischer Hinsicht in Ordnung, die Vari-

ante Lagrosil pH liquid hatte gegenüber der Kontrolle etwas höhere Silagequalitätseinbußen zu verzeichnen.

Einfluss von ganzen Gerstenkörnern auf Silagequalität und Fütterungseignung im Silierversuch S–53:

Die Zugabe von 85 kg Gerstenkörner je Tonne Siliergut ergab eine hoch signifikante Auswirkung auf den Trockenmassegehalt, weil dieser um 52,5 g auf insgesamt 328,1 g/kg FM angehoben wurde. Die Vergärung wurde leicht positiv beeinflusst, das zeigte der etwas günstigere pH-Verlauf und der geringere Eiweißabbau. Die Gerstenbeimengung verursachte eine hoch signifikante Verringerung des Rohfasergehaltes (auf 240,9 g/kg TM), die übrigen Rohnährstoffe unterschieden sich nur geringfügig von der Kontrolle. Die Verdaulichkeit der organischen Masse stieg in der Variante „Gerste Ganzkorn“ um 5,7 % auf 73,6 % und die Futterenergie (NEL) erhöhte sich hoch signifikant um 0,60 MJ auf 6,36 MJ/kg TM. Die Silagequalität (ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Gärfutterbewertung) unterschied sich nur minimal von der Kontrolle, die aerobe Stabilität der fertigen Silage war sehr gut. Die geringe Anwelkung im Silierversuch S–53 war für das Quellungsverhalten der Gerstenkörner optimal, weil in der fertigen Silage eine Quetschung der ganzen Körner zwischen den Fingern sehr leicht möglich war, sodass aus fachlicher Sicht eine gute Fütterungseignung der Silage gewährleistet war. Die Futteraufnahme, -akzeptanz und -verwertung wurden am Tier nicht überprüft.

Fazit für die Praxis

Im Mai 2004 war die Konservierung von hochwertiger Silage aufgrund der kühlen und feuchten Wettersituation im 1. Aufwuchs eine besondere Herausforderung für unsere Bauern. Das optimale Dauerwiesenfutter mit einer Energiedichte von 6,77 MJ NEL/kg Trockenmasse konnte im Silierversuch S–53 der HBLFA Raumberg-Gumpenstein selbst unter bester Einhaltung der Silierregeln nur in einer mittelmäßigen bis guten Qualität konserviert werden (Energiedichte der unbehandelten Silage – 5,76 MJ/kg TM).

Die eingesetzten Siliermittel aus den unterschiedlichsten Wirkungsgruppen zeig-

ten nur teilweise eine günstige Beeinflussung bzw. positive Lenkung der Milchsäuregärung, die letztendlich in einer höheren Qualität und Energiedichte der Silage gegenüber der unbehandelten Kontrolle resultieren sollte.

Unter den Bedingungen des Silierversuches S–53 sind die Produkte Lactobacillus buchneri (heterofermentativer Milchsäurebakterienstamm) und Biosil liquid (Chemische Salze) zu erwähnen, denn sie waren in der Lage, die Energiedichte (NEL) um mehr als 0,2 MJ/kg Trockenmasse anzuheben und die Silagequalität um eine Güteklasse zu verbessern.

5. Literatur

- ADLER, A., 2002: Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. Bericht 8. Alpenländisches Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein, 17-25.
- AUERBACH, H., 2004: Mittel zur Erhöhung der aeroben Stabilität von Silagen und zur Stabilisierung von Anschnittflächen und TMR. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/1fl/Fachinformation/Tierproduktion/futtertag/download/Vortrag_Auerbach.pdf.
- BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 31.
- BUCHGRABER K., E. M. PÖTSCH, R. RESCH und A. PÖLLINGER, 2003: „Erfolgreich silieren – Spitzenqualitäten bei Grassilagen“. Der fortschrittliche Landwirt 3.
- BUCHGRABER, K., R. RESCH und A. ADLER, 1996: „Einfluss von Silierzusätzen bei der Silierung von Grünfutter als Nass- und Anwelksilage“. Veröffentlichungen Heft 27, BAL Gumpenstein.
- BUCHGRABER, K., R. RESCH, L. GRUBER und G. WIEDNER, 1998: Futterwerttabelle für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderbeilage „Der fortschrittliche Landwirt“ 2.
- DIERSCHKE, H. und B. BRIEMLE, 2002: Kulturgrasland, Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. ISBN 3-8001-3816-6.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) 1997: DLG-Futterwerttabellen-Wiederkäuer. 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag.
- GROSS, F. und K. RIEBE, 1974: „Gärfutter“. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, ISBN 3-8001-4321-6.
- HAAS, W., 1972: Über Arbeiten der Abteilung für landwirtschaftliche Chemie. Sonderdruck aus „Land- und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich“ 5, 201-207.
- JONSSON, A., 1990: Enumeration and confirmation of clostridium tyrobutyricum in silages using neutral red, D-cycloserine and lactatdehydrogenase activity. J. Dairy Sci. 73, 719-725.

Tabelle 32: Darstellung der Wirkungseffekte der Silierhilfsmittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante im Silierversuch S-53 / 2004 auf Grund statistischer Prüfkriterien

Variante	Vergärung				Silagequalität		Futterqualität			Mikrobiologie			Summe		Saldo
	pH	Butter- säure	Eiweiß- abbau	TM- Verluste	Sinnen- prüfung	Weiß- bach Honig	Verdau- lich- keit	NEL	Futter- wert- zahl	Hefen	Schimmel- pilze	aerobe Stabilität	+	-	
LB buchneri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microsil Extra plus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lagrosil 10 liquid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lagrosil pH liquid	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
EM-A (1)	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
EM-A (2)	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
Biosil liquid	0	0	0	++	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Bio Bac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zeo-Lift	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soft-Acid S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gerste Ganzkorn	0	0	+	-	0	0	0	++	0	0	0	0	3	1	2

0 = kein Unterschied; ++ = hoch signifikant positiv; + = signifikant positiv; — = hochsignifikant negativ; - = signifikant negativ

Tabelle 33: Darstellung der Wirkungseffekte der Silierhilfsmittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante im Silierversuch S-53 / 2004 auf Grund tendenzieller Prüfkriterien

Variante	Vergärung				Silagequalität		Futterqualität			Mikrobiologie			Summe		Saldo
	pH	Butter- säure	Eiweiß- abbau	TM- Verluste	Sinnen- prüfung	Weiß- bach Honig	Verdau- wert zahl	Verdau- lich- keit	NEL	Hefen	Schimmel- pilze	aerobe Stabilität	+	-	
LB buchneri	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	0	0	8	0	8
Microsil Extra plus	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	2	0	2
Lagrosil 10 liquid	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	1	0
Lagrosil pH liquid	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
EM-A (1)	0	++	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
EM-A (2)	0	++	0	0	-	0	-	0	0	0	0	0	2	2	0
Biosil liquid	0	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	0	7	0	7
Bio Bac	+	-	0	0	0	0	+	0	0	0	-	0	2	2	0
Zeo-Lift	0	-	0	0	0	0	+	0	0	0	-	0	1	2	-1
Soft-Acid S	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0	2	0	2
Gerste Ganzkorn	0	0	+	0	0	0	+	++	++	0	0	0	6	0	6

Wirkung: 0 = kein Unterschied; ++ = sehr positiv; + = positiv; — = sehr negativ; - = negativ

KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG und A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland 2, 38-40.

LEW, H. und A. ADLER, 1996: Mikrobielle Qualität von Grund- und Kraftfutter. Bericht über die 23. Tierzuchttagung „Futterbewertung und Futterqualität, Stoffwechsel und Gesundheit, Milchviehfütterung sowie alternative Formen der Rindermast“, BAL Gumpenstein, 29-38.

ÖNORM EN ISO 11 290-1, 1996: Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln. Horizontales Verfahren für den Nachweis und die Zählung von *Listeria monocytogenes*. Teil 1: Nachweisverfahren. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

PAHLOW, G., 1996: „Bedeutung und Möglichkeiten der Beeinflussung der Säuerungsgeschwindigkeit in Grassilagen“. Vortrag anlässlich des DLG-Ausschusses für Futtermittelkonservierung an der LUVA Aulendorf.

PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 1997: „Einsatz unterschiedlicher Silierzusätze bei Grassilage unter ungünstigen Witterungsbedingungen“. 1. Mitteilung: Beeinflussung der Gär- und Futterqualität durch die Anwendung von Silierzusätzen. Das wirtschaftseig. Futter 43, 21-48.

PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 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, 53-63.

RESCH, R., 2005: „Gezielter Einsatz von Silierhilfsmitteln sichert Silagequalität“. Der Fortschrittliche Landwirt 9,13-16.

RICHTER, W., A. BARANDOWSKI und M. ZEHNER, 2005: „Einfluss der Effektiven Mikroorganismen auf Gärprozess und aerobe Stabilität von Silagen“. LfL Bayern. ITE, 17. Mai 2005.

ROUEL, M. und U. WYSS, 1994: Aerobe Stabilität von Maissilagen. Agrarforschung 1, 393-396.

SCHMIDT, H.L., E. BUCHER und G. SPICHER, 1981: Keimgehaltsbestimmung von Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen in Futtermitteln - Nährböden und Methodik. Landwirtschaftl. Forsch. 34, 242-250.

TILLEY J.M.A. and R.A. TERRY, 1963: „A two stage technique for the in vitro digestion of foragecrops.“ J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 - 111.

VDLUFA, 2004: VDLUFA-Methode 28.1.2: Be-

stimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze. Methodenbuch III. VDLUFA-Verlag, Bonn.

WEISE, G., 1989: Aerobic stability of silages and factors influencing it. Proceedings of the International Symposium on production, evaluation and feeding of silage. Rostock, 123-130.

WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN und K. BERG, 1977: „Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit“. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage.

WEISSBACH, F. und H. HONIG, 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.

WEISSBACH, F., 2002: „Grundlagen und Praxis der Produktion guter Grassilagen“. Bericht 8. Alpenländisches Expertenforum zum Generalthema „Zeitgemäße Futtermittelkonservierung“, BAL Gumpenstein, 9. - 10. April 2002, 1-5.

WIKSELAAR, P.G. und S.J.W.H. OUDE ELFERINK, 2002: „Anwendung Effektiver Mikroorganismen (EM®) als Siliermittel“. ID-Lely-

stad (Institut Tiergesundheit Lelystad, Landwirtschaftliche Universität Wageningen). Wissenschaftlicher Bericht Nr. 2165, 1-8.

ZIMMER, E., 1966: Die Neufassung des Gärfutterschlüssels nach Flieg. Das Wirtschaftseigene Futter 12, (3), 299-302.

ZIMMER, E. 1993: „Gärbiologie bei Gras- und Maissilagen“. Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“, BAL Gumpenstein, 13-20.

6. Anhang

Parameter			Abkürzungen und Einheiten
Frischmasse	(FM)	-	g/kg
Trockenmasse	(TM)	-	g/kg FM oder %
Rohprotein	(RP)	-	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
Hefepilze		-	KBE/g Silage-FM
Schimmelpilze		-	KBE/g Silage-FM

ÖAG - Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau,
HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning,
<http://www.oeag-gruenland.at>

DLG - Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft e.H., Eschborner
Landstraße 122, D-60489 Frankfurt am Main,
<http://www.DLG-Frankfurt.de>

Zusammensetzung der ÖAG-Mischung „Dauerwiese B“ – für mittlere Lagen

Dauerwiese für mittelintensive Bewirtschaftung (bis zu drei Nutzungen je Jahr)

Arten	Sorten	Gewichtsanteil in kg
Weißklee	Klondike	2,0
Hornklee	Oberhaunstätter	1,5
Englisches Raygras	Tivoli	2,5
Glatthafer	Arone	4,0
Knaulgras	Baraula	1,5
Knaulgras	Tandem	1,5
Timothe	Kampe II	2,0
Wiesenschwingel	Cosmolit	3,0
Goldhafer	Triset 51	1,0
Rotschwingel	Gondolin	1,5
Wiesenrispe	Balin	3,0
Wiesenrispe	Oxford	3,0
Summe		26,5

BEWERTUNG DER SILAGE MIT HILFE DER ÖAG–SINNENPRÜFUNG (1999), MODIFIZIERT NACH DLG-SCHLÜSSEL (1973)

1. Geruch	Punkte
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 Stängel erhalten	4
b. Gefüge der Blätter angegriffen	2
c. Gefüge der Blätter und Stängel stark angegriffen, schmierig, schleimig oder leichte Schimmel- bildung, oder leichte Verschmutzung	1
d. Blätter und Stängel 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

DLG - SCHLÜSSEL ZUR BEURTEILUNG DER GÄRQUALITÄT VON GRÜNFUTTERSILAGEN AUF 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

... 20 pH von ... bis	> 20 ... 30	TM-Gehalt in % > 30 ... 45	> 45	Punktzahl
... 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.	Note	Gärqualität 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:

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

