



VERÖFFENTLICHUNGEN

KARL BUCHGRABER
REINHARD RESCH
ANDREAS ADLER

EINFLUSS DES NUTZUNGS-
ZEITPUNKTES BEI DER
SILIERUNG VON GRÜNLANDFUTTER

EINFLUSS VON SILIERZUSÄTZEN
BEI DER SILIERUNG VON
GRÜNFUTTER ALS NASS-
UND ANWELKSILAGE

BUNDESANSTALT FÜR
ALPENLÄNDISCHE LANDWIRTSCHAFT
G U M P E N S T E I N

HEFT 27

**Einfluß des Nutzungszeitpunktes bei der
Silierung von Grünlandfutter**

und

**Einfluß von Silierzusätzen bei der Silierung
von Grünfutter als Naß- und Anwelksilage**

Dr. Karl BUCHGRABER und Ing. Reinhard RESCH

BAL Gumpenstein, Abteilung Grünlandwirtschaft

und

Dr. Andreas ADLER

Bundesamt für Agrarbiologie, Abteilung Bakteriologie/Mykologie

IMPRESSUM

Herausgeber:	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien
Direktor:	HR Dipl.-Ing. Dr. Kurt CHYTIL
für den Inhalt verantwortlich:	Dr. Karl BUCHGRABER Ing. Reinhard RESCH Dr. Andreas ADLER
Redaktion:	BUCHGRABER Karl MAYERL Rudolf RESCH Reinhard SCHAUMBERGER Andreas SCHMIEDHOFER Dorothea
Druck, Verlag und © :	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, 1996
ISSN:	1026-6275

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	V
VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	1
1. Versuchsplan Silierversuch S-36	1
1.1 Zusammensetzung der Silierzusatzmittel	1
1.2 Aufwandmengen bei den Silierzusatzmitteln je Tonne Frischmasse	1
2. Versuchssilo	1
3. Ausgangsmaterial	1
3.1 Pflanzenbestand	1
3.2 Futterernte und Futterbehandlung	2
4. Beschickung der Versuchssilos	2
4.1 Verteilung der Zusätze	2
4.2 Verdichtung	2
4.3 Siloabschluß	2
5. Messungen und Beobachtungen vor, während und nach der Gärphase	3
5.1 Temperatur	3
5.2 pH-Wert	3
5.3 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen	3
6. Beprobung vor, während und nach der Gärphase	3
6.1 Feldproben	3
6.2 Proben während der Gärphase	4
6.3 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung	4
6.4 Proben vom Haltbarkeitstest	4
7. Chemische Untersuchungen	4
8. Mikrobiologische Untersuchungen	4
9. Ausgangsbedingungen für die Vergärung	5
9.1 Nährstoffgehalt und Futterqualität	5
9.2 Parameter zur Einschätzung der Silierfähigkeit	5
9.3 Mikrobiologie	7
ERGEBNISSE UND DISKUSSION	9
EINFLUSS DES NUTZUNGSZEITPUNKTES BEI DER SILIERUNG VON GRÜNFUTTER	9
1. Nährstoffgehalt und Futterqualität	9
2. Gärung	9
2.1 Temperatur	9
2.2 pH - Wert	9
2.3 Gärsäurenmuster	11
2.4 Eiweißabbau	11
2.5 Mikrobiologie	11
2.6 Silagequalität	13

3. Verluste durch die Gärung	13
3.1 Trockenmasseverluste	13
3.2 Verluste an verdaulicher OM	14
3.3 Energieverluste	14
3.4 Zuckerverluste	14
4. Haltbarkeitstest	14
4.1 Temperatur	14
4.2 Mikrobiologie	14
4.3 Silagequalität.....	15
5. Zusammenfassung	15
EINFLUSS VON SILIERZUSÄTZEN BEI DER SILIERUNG VON GRÜNFUTTER ALS NASS- UND ANWELKSILAGE	17
1. Nährstoffgehalt und Futterqualität	17
2. Gärung	17
2.1 Temperaturverlauf.....	17
2.2 pH - Wert.....	18
2.3 Gärsäurenmuster	18
2.4 Eiweißabbau	20
2.5 Mikrobiologie	21
2.6 Silagequalität.....	21
3. Verluste durch die Gärung	22
3.1 Trockenmasseverluste	22
3.2 Verluste an verdaulicher OM	22
3.3 Energieverluste	23
3.4 Zuckerverluste	23
4. Haltbarkeitstest	25
4.1 Temperatur	25
4.2 Mikrobiologie	25
4.3 Silagequalität.....	25
5. Bewertung der Silierzusatzmittel	25
5.1 SE 3001	25
5.2 Ameisensäure	26
5.3 ZK 109-075	27
5.4 ZK 109-086	28
5.5 Sil Add flüssig	29
5.6 Sil Add streufähig	30
6. Zusammenfassung	31
ALLGEMEINE ZUSAMMENFASSUNG	33
ANHANG	35
Impressum	II

EINLEITUNG

Die gute, fachgerechte Konservierung von wirtschaftseigenem Grundfutter ist für den österreichischen Grünlandbauern eine Notwendigkeit, um in der Rinderfütterung eine optimale Futterration anbieten zu können. In der Silagebereitung ist deshalb die Einhaltung der Silierregeln für die Erzeugung von Qualitätssilagen besonders wichtig, denn der Großteil der Grassilageproduzenten in Österreich verzichtet auf den Einsatz von Silierzusatzmitteln. Die Ergebnisse der Gumpensteiner Silierversuche zeigen seit Jahren, wie entscheidend bei der Silierung von Grünfutter die Anwelkung und der richtige Schnittzeitpunkt sind, dennoch wird in der Praxis häufig zu spät genutztes Grünfutter zu Silage bereitet.

Die Abteilung Grünlandwirtschaft der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein machte im Juli 1995 einen Silierversuch, wo die Silierung von rechtzeitig und überständig genutztem Grünfutter in unterschiedlichen Trockenmassegehalten genau überprüft wurde. Bei der Silierung des rechtzeitig genutzten Grünfutters wurde gleichzeitig die Frage geprüft, wie ein präventiver Siliermitteleinsatz (sechs verschiedene Präparate) die Gärung bzw. die Silage- und Futterqualität bei optimalen Witterungs- und Silierbedingungen beeinflussen kann.

Die mikrobiologischen Untersuchungen wurden am Bundesamt für Agrarbiologie in Linz, Abteilung Bakteriologie / Mykologie, dankenswert durchgeführt.

Dr. Gunther Uray und seinem Team der Chemischen Abteilung der BAL Gumpenstein gilt für die Durchführung der Analysen (Gärsäuren, Weender-Analyse, Zucker, etc.) ein besonderer Dank.

VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Beim Silierversuch S-36 an der BAL Gumpenstein wurden folgende Fragen gestellt:

Versuchsfrage 1:

Welchen Einfluß hat der Nutzungszeitpunkt bei optimalen Silierbedingungen und unterschiedlicher Trockenmasse auf die Vergärung von Grünfütter.

Versuchsfrage 2:

Welche Wirkung hat der Einsatz von Silierhilfsstoffen bei optimalen Silierbedingungen und unterschiedlicher Trockenmasse auf die Vergärung, Silage- und Futterqualität.

1. VERSUCHSPLAN SILIERVERSUCH S-36

Tabelle 1:

Versuchsplan für Teilversuch I und II

Nutzungszeitpunkt	
Qualitätsreife (2. Aufwuchs) (rechtzeitige Ernte)	überständig (1. Aufwuchs) (zu späte Ernte für Silagebereitung)
Naßsilage - 19,9 % TM	Naßsilage - 27,2 % TM
Anwelksilage - 39,7 % TM	Anwelksilage - 34,9 % TM
Gärheu - 50,9 % TM	Gärheu - 51,0 % TM

Jede Variante wurde mit zwei Wiederholungen ohne Silierzusätze angelegt.

Anwelkgrad des Grünfutters	
Qualitätsreife (2. Aufwuchs) Naßsilage (19,9 % TM)	Qualitätsreife (2. Aufwuchs) Anwelksilage (39,7 % TM)
Silierzusatzvarianten	
1 - SE 3001	1 - SE 3001
2 - Ameisensäure	2 - Ameisensäure
3 - ZK 109-075	3 - ZK 109-075
4 - ZK 109-086	4 - ZK 109-086
5 - Sil Add flüssig	5 - Sil Add flüssig
6 - Sil Add streufähig	6 - Sil Add streufähig

Jede Variante wurde mit zwei Wiederholungen angelegt. Als unbehandelte Kontrollvarianten wurde aus dem Teilversuch I aus der rechtzeitigen Ernte die Naß- und Anwelksilagevariante herangezogen. Beide Versuche wurden vom 24. Juli 1995 bis 13. November 1996 durchgeführt, dies sind 113 Tage.

1.1 Zusammensetzung der Silierzusatzmittel (siehe Tabelle 2)

1.2 Aufwandmengen bei den Silierzusatzmitteln je Tonne Frischmasse (siehe Tabelle 3)

Tabelle 2:

Zusammensetzung der Zusatzpräparate

Zusatzvariante	Inhalt nach Firmenangaben
SE 3001	Enterococcus faecium, Lactobacillus rhamnosus
Ameisensäure	Ameisensäure 85 %ig
ZK 109-075	Cellulose-Derivat
ZK 109-086	Aminosäure-Polymer
Sil Add flüssig	Streptococcus faecium, Pediococcus acidilactici, Lactobacillus plantarum, Enzyme, Lysozym als Clostridienhemmer
Sil Add streufähig	wie Sil Add flüssig + Dextrose als Trägerstoff

Tabelle 3:

Siliermittelmengen je Tonne Grünfütter

Silierzusatz	Naßsilage mit 19,9 % TM	Anwelksilage mit 39,7 % TM
SE 3001	3,3 g + 2000 ml H ₂ O	3,3g + 2000 ml H ₂ O
Ameisensäure	3500 ml	3500 ml
ZK 109-075	1500 g	1500 g
ZK 109-086	1500 g	1500 g
Sil Add flüssig	2000 ml	2000 ml
Sil Add streufähig	3000 g	3000 g

2. VERSUCHSSILO

Die Versuchssilos mit einem Fassungsvermögen von 250 l bzw. ¼ m³ bestehen aus PVC und sind mit einer isolierenden Glasfaserschicht ummantelt. An insgesamt 18 verschraubbaren Fisteln können permanente oder zeitlich abgestufte Messungen und Beprobungen am einsilierten Material erfolgen. Die Verdichtung des eingefüllten Materials erfolgt über 25 kg schwere Gewichte, welche den Druck auf die Oberfläche mittels Hebel übertragen (siehe *Abbildung 1*).

3. AUSGANGSMATERIAL

3.1 Pflanzenbestand

Tabelle 4:

Artengruppenaufnahme

Pflanzenbestand	Rechtzeitige Ernte Ähren/Rispenschieben bis Beginn Blüte	Zu späte Ernte Überständig
Gräser	53,6 Gew.% *	74,6 Gew.%
Leguminosen	4,3 Gew.%	9,6 Gew.%
Kräuter	42,1 Gew.%	15,8 Gew.%
Summe	100,0 Gew.%	100,0 Gew.%

*Gew.% = Gewichtsprozentschätzung

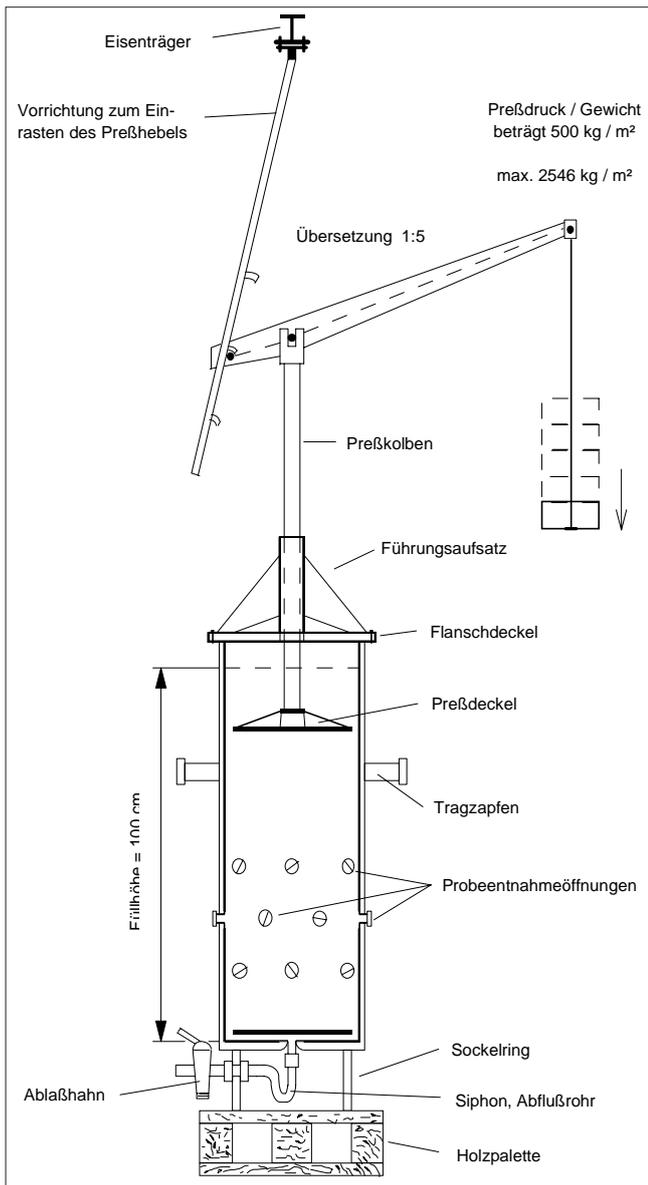


Abbildung 1:
Versuchssilo

Die Pflanzenbestände, wie sie in *Tabelle 4* für beide Nutzungsvarianten dargestellt sind, wiesen ein gutes Grasgerüst mit einem relativ geringen Leguminosenanteil auf. Der rechtzeitig genutzte Bestand befand sich auf dem Talboden und stand im 2. Aufwuchs. Das überständige Futter stammte von einer Gumpensteiner Fläche (Seehöhe 700 m) und befand sich im 1. Aufwuchs.

3.2 Futterernte und Futterbehandlung

Alle Arbeitsschritte wurden am 24. Juli 1995 bei schönem, trockenem Wetter durchgeführt (Tageshöchsttemperatur 25,1°C, um 15.15 h; 0,0 mm Niederschläge; die relative Luftfeuchtigkeit nahm am Vormittag von 90 % auf 55 % ab und blieb nachmittags auf ca. 50 %; Windgeschwindigkeit Ø 2,5 m/sec.). (Siehe *Tabelle 5*).

Der bei der Einfuhr verwendete Ernteladewagen war mit 24 Messern bestückt, wodurch eine theoretische Futterlänge von Ø 5 cm erreicht werden konnte. Das überständige Futter erreichte bereits nach 85 Minuten einen Trockenmassegehalt von 29,2 %, dies weist auf die Austrocknung der Gräser am Bestand hin.

4. BESCHICKUNG DER VERSUCHSSILOS

Nach der Einfuhr mit dem Ernteladewagen erfolgte sofort die Befüllung der Silos. Die Füllmenge an Grünfütter richtete sich ausschließlich nach dem Anwelkgrad (siehe *Tabelle 6*).

Die gesamte Grünfüttermenge je Silo wurde auf 20 Teilgaben aufgeteilt, wodurch sich eine gute Vergleichbarkeit mit der Befüllung von Hochsilos in der Praxis zum einen ergibt und zum anderen sind die Silierzusätze bei so vielen Teilgaben optimal verteilbar.

4.1 Verteilung der Zusätze

Zu jeder Futterteilgabe wurde die genau ausgewogene Dosierung jedes Silierzusatzes oberflächlich gestreut oder gespritzt, wenn es sich um ein flüssiges Präparat handelte.

(Aufwandmengen der Silierzusätze siehe *Tabelle 3*)

4.2 Verdichtung

Jede Futtergabe mußte auf ein bestimmtes Niveau verdichtet werden, um bei 20 Futterschichten eine Futterhöhe von 100 cm zu erreichen, d.h. jede Futterpartie wird nach Zugabe des Silierzusatzes mittels Holzstößel auf 5 cm Schichtstärke verdichtet. Das Futter des 2. Aufwuchses konnte ohne Probleme mit der veranschlagten Menge beschickt werden, jedoch war das beim Grünfütter des überständigen 1. Aufwuchses nicht möglich. Hier genügten anstatt der 20 Teilgaben bei der 1. TM-Stufe (29,2 % TM) 13 Teilgaben, bei der 2. TM-Stufe (36,0 % TM) 14 Teilgaben und bei der 3. TM-Stufe (49,9 % TM) 12 Teilgaben, um die 100 cm Futterhöhe zu erreichen. Nach dem Ende der Befüllung wurde das Siliergut über die Verdichtungsanlage mit einem permanentem Druck von 546 kg/m² während der gesamten Lagerungszeit belastet.

4.3 Siloabschluß

Hierzu wurde nach Befüllungsende die Oberfläche des Siliergutes mit einer PVC-Folie abgedeckt und mit einem Eisenpreßdeckel beschwert. Für den hermetischen Verschluss sorgte ein verschraubbarer Flanschdeckel (siehe *Abbildung 1*). Der Preßkolben, welcher genau auf den Eisenpreßdeckel wirkt, wurde leicht eingeölt und in den Flanschdeckel, welcher einen Bund mit Dichtring enthält, eingesetzt. Auf dem Flanschdeckel wurde ein

Tabelle 5:
Arbeitsschritte im Silierversuch S-36

Anwelkstufen in % TM		überständig (zu späte Ernte)			
ohne Anwelkung	29,2 %	Mahd 07.50	Kreiseln 08.30	Schwaden 08.50	Einfuhr 09.15
Anwelksilage	36,0 %	Mahd 07.50	Kreiseln 08.30	Schwaden 08.50 11.30	Einfuhr 13.00
Gärheu	49,9 %	Mahd 07.50	Kreiseln 08.30 14.30	Schwaden 08.50 11.30 15.00	Einfuhr 15.10
Anwelkstufen in % TM		rechtzeitige Ernte (Ähren-/Rispschieben bis Beginn Blüte)			
Naßsilage	21,3 %	Mahd 08.30	Kreiseln 09.00	Schwaden 11.30	Einfuhr 13.15
Anwelksilage	40,8 %	Mahd 08.30	Kreiseln 09.00 13.30	Schwaden 11.30 15.30	Einfuhr 15.40
Gärheu	53,0 %	Mahd 08.30	Kreiseln 09.00 13.30 15.15	Schwaden 11.30 15.30	Einfuhr 17.35
		mit Scheiben- mäherwerk	mit Kreisler	mit Schwadkreisel	mit Erntelade- wagen

Tabelle 6:
Füllgewichte der unterschiedlichen Futterpartien in der Frisch- und Trockenmasse / m³

Anwelkgrad	Futter im Rispschieben		Futter überständig	
	FM in kg/m ³	TM in kg/m ³	FM in kg/m ³	TM in kg/m ³
Naßsilage	480	95,5	312	84,9
Anwelksilage	380	141,4	266	92,8
Gärheu	320	162,9	192	97,9

Führungsaufsatz zur Stabilisierung des Preßkolbens geschraubt, sodaß kein Verrutschen des Preßkolbens passieren konnte. Der Preßhebel wurde so, wie es aus der *Abbildung 1* ersichtlich ist, montiert und mit einem Gewicht von 25 kg beschwert.

5. MESSUNGEN UND BEOBACHTUNGEN VOR, WÄHREND UND NACH DER GÄRPHASE

5.1 Temperatur

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

5.2 pH-Wert

Vor dem Beginn der Messungen mußte die Meßkette mittels Standardbufferlösungen geeicht werden, um even-

tuelle Fehler auszuschalten, sodann wurden mit einem Probenbohrer 2 bis 3 g Material durch die aufgeschraubte Silofistel entnommen und anschließend mit aqua destillata versetzt. Die Messung des pH-Wertes erfolgte mit einer Meßkette für halb feste Medien. Die Meßintervalle waren zu Beginn der Gärphase kürzer und verlängerten sich mit zunehmender Stabilisierung des pH-Wertes gegen Ende des Silierversuches.

5.3 Bonitierungen bzw. sensorische Bewertungen

Pflanzenbestand - Bonitierung anhand der Gewichtsprozent schätzung der Gräser-, Leguminosen- und Kräuterteile auf die Gesamtsumme von 100 %.

Silagequalität - mit der DLG - Sinnenprüfung (siehe Anhang), welche von 2 Personen unabhängig voneinander gemacht wurde. Das Hauptaugenmerk bei dieser Qualitätsbeurteilung wird auf Geruch, Farbe und Gefüge gelegt. Geprüft wird die fertig vergorene Silage unmittelbar nach der Entleerung und die überlagerte Silage eine Woche nach der Entleerung beim sogenannten Haltbarkeitstest.

6. BEPROBUNG VOR, WÄHREND UND NACH DER GÄRPHASE

6.1 Feldproben

Vom stehenden Pflanzenbestand am Feld wurde die Ausgangssituation der Inhaltsstoffe und der Mikrobiolo-

logie bestimmt. Das Grünfutter wurde hierzu mit der Grasschere (auf 5 bis 7 cm Futterhöhe) zufällig verteilt auf der ganzen Fläche abgeschnitten. Nach der Mahd wurde unmittelbar nach dem Mähwerk die Probe vom Mähswad an mehreren Stellen zufällig verteilt genommen. Vom Schwad erfolgte die Probenahme, nachdem mit dem Schwadkreisel das vorbehandelte Futter geschwadet wurde, an mehreren Entnahmestellen. Nach der Einfuhr wurde das geschnittene Futter vom Ernteladewagen abgeladen und an mehreren Stellen zufällig verteilt beprobt.

6.2 Proben während der Gärphase

6.2.1 pH - Wert Messungen - siehe unter 5.2

6.2.2 Sickersaftproben

Der auftretende Sickersaft bei den Naßsilagevarianten wurde gesammelt, mengenmäßig erfaßt und anschließend im Labor der Abteilung Chemie an der BAL Gumpenstein untersucht.

6.3 Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung

Nach Wegnahme der schimmeligen Ränder oder Nester an der Oberfläche (= Abraum) wurde mit einem Nirostapprobenbohrer (\varnothing 50 mm) von der Oberfläche bis zum Siloboden ein Bohrkern gestochen. Dieser Vorgang wurde 3- bis 4mal wiederholt, um die notwendige Probenmenge zu erhalten. Bevor die Probe auf die einzelnen Gefäße aufgeteilt wurde, erfolgte eine ordentliche händische Durchmischung, um eine repräsentative Probe zu garantieren.

6.4 Proben vom Haltbarkeitstest

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

7. CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN

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

Analysenmethoden:

- Trockenmasse (TM) - Brabender Trockenmasse-Schnellbestimmung
- Rohprotein (RP) - Kjeldahl
- Rohfaser (RFa) - Rohfasermethode

- Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) - NESSLER Methode
- Zucker - VDLUFA modifiziert nach Dr. Haas
- Milch-, Essig- und Buttersäure - Gaschromatographie
- TM- und OM-Verdaulichkeit - in vitro nach Tilley & Terry
- NEL - Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (6. Auflage 1991)

8. MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die Feld-, Schwad- und Einfuhrproben wurden unmittelbar nach der Beprobung in flachen offenen Kartonschachteln im Kühlschrank bei ca. 5 °C gelagert und gemeinsam noch am gleichen Tag zur unverzüglichen Untersuchung nach Linz gebracht. Die Proben der fertigen Silage, sowie die Proben vom Haltbarkeitstest wurden in verschraubbare Plastikdosen gepreßt und luftdicht verschlossen per Expreßpost nach Linz versandt, wo die Muster bis zur Durchführung der mikrobiologischen Untersuchung bei ca. 5 °C gelagert wurden.

Grundsätzlich wurden Standardmethoden für die mikrobiologischen Untersuchungen (ALVA 1983) angewendet, 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 gepufferter Pepton - NaCl - Lösung im Stomacher suspendiert, mit der gleichen Lösung wurde die Verdünnungsreihe hergestellt. Die zum Erfassen der unterschiedlichen Keimgruppen verwendeten Nährmedien, sowie die entsprechenden Kulturbedingungen sind in *Tabelle 7* zusammengefaßt.

Die untere Erfassungsgrenze lag für die Keimzahl der aeroben Bakterien bei 10^5 KBE/g FM, für Milchsäurebakterien, Clostridien, Schimmelpilze und Hefen unter 10^2 KBE/g FM. Auf IAG-Bakterienagar wurde eine Gesamtkeimzahl der unter aeroben Bedingungen kolonienbildenden Bakterien ohne Berücksichtigung fakultativ auftretender MS-Bakterien im Oberflächenverfahren ermittelt. MS-Bakterien wurden als Gruppe der verschiedenen homo- und heterofermentativen Stäbchen und Kokken erfaßt. Die Pilzkeimzahlen wurden auf IAG-Pilzagar im Oberflächenverfahren ermittelt. Die Zählung der Clostridiensporen wurde nach der in *Tabelle 7* kurz beschriebenen Untersuchungsmethodik durchgeführt, die Beimpfung der Platten im Ausstrichverfahren ermöglicht die Absicherung der Ergebnisse im Katalasetest. Zur Kontrolle des hygienischen Status kam bei

Tabelle 7:

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

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

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

9. AUSGANGSBEDINGUNGEN FÜR DIE VERGÄRUNG VON RECHTZEITIG BZW. ZU SPÄT GENUTZTEM GRÜNFUTTER

9.1 Nährstoffgehalt und Futterqualität (siehe Tabelle 8)

9.2 Parameter zur Einschätzung der Silierfähigkeit (siehe Tabelle 9)

Die ungünstige Silierfähigkeit des rechtzeitig gemähten Futters wurde durch den hohen Rohprotein- und den niedrigen Zuckergehalt bestimmt. Ein hoher Eiweißanteil bedingt eine hohe Pufferkapazität, d.h. es müssen mehr Gärsäuren gebildet werden, um den pH-Wert auf

Tabelle 8:

Inhaltsstoffe und Futterqualität

Anwelkggrad	RP in g/kg TM	RFa in g/kg TM	RA in g/kg TM	Zucker in g/kg TM	DMD in %	OMD in %	NEL in MJ/kg TM
Futter im Ähren/Rispenschieben bis Beginn Blüte (rechtzeitige Ernte)							
213,2	166,7	265,2	94,1	97,1	63,4	68,4	6,07
408,1	142,2	296,4	74,7	76,9	59,5	63,5	5,56
530,1	167,9	282,0	79,4	84,0	61,5	64,8	5,71
Futter nach der Blüte/überständig (zu späte Ernte)							
292,2	83,2	337,9	68,1	92,1	55,5	58,7	4,86
359,6	81,0	356,6	65,2	99,8	50,2	53,0	4,24
499,2	85,1	340,8	87,0	84,9	50,2	53,7	4,18

Einheiten und Abkürzungen siehe Anhang.

Tabelle 9:

Parameter zur Einschätzung der Silierfähigkeit

Parameter	Rechtzeitig geerntetes Futter			Überständiges Futter		
	21,3 % TM	40,8 % TM	53,0 % TM	29,2 % TM	36,0 % TM	49,9 % TM
Raumgewicht in kg FM/m ³	480	380	320	312	266	192
Verhältnis RP/Zucker	1 : 0,58	1 : 0,54	1 : 0,50	1 : 1,11	1 : 1,23	1 : 1,00
Silierfähigkeit	schwer	schwer	schwer	schwer	schwer	schwer

Tabelle 10:

Quantitative Entwicklung des Keimbesatzes vom Feldbestand bis zur Silobefüllung

	Feldbestand	Nach der Mahd	Schwad	Einfuhr
Aerobe Bakterien				
Mio KBE/g Futter				
Ähren-/Rispen-schieben	25,7 (6,3 - 140)	44,0 (10 - 210)	1 [*] 131 (69 - 290) 2 [*] 60 (12 - 110) 3 [*] 77 (48 - 220)	1 [*] 123 (96 - 160) 2 [*] 120 (41 - 260) 3 [*] 144 (92 - 320)
überständig	147,0 (90 - 230)	157,0 (14 - 350)	1 115 (61 - 280) 2 134 (100 - 180) 3 250 (140 - 400)	1 228 (120 - 340) 2 200 (100 - 320) 3 198 (90 - 370)
Milchsäurebakterien				
Tsd KBE/g Futter				
Ähren-/Rispen-schieben	9,9 (0,2 - 30)	8,9 (4 - 25)	1 36 (10 - 70) 2 14,5 (4 - 50) 3 11,3 (2,3 - 18)	1 131 (64 - 200) 2 24 (8 - 60) 3 15,5 (3,5 - 25)
überständig	10,9 (0,7 - 60)	29,0 (8 - 140)	1 23 (4,2 - 51) 2 20 (3,5 - 77) 3 62 (14 - 150)	1 123 (59,2 - 420) 2 77 (20 - 130) 3 42 (8 - 48)
Clostridien Hdt KBE/g Futter				
Ähren-/Rispen-schieben	< 0,2	0,35	1 0,2 2 0,4 3 0,4	1 0,5 2 0,7 3 0,4
überständig	< 0,2	< 0,2	1 <0,2 2 <0,2 3 <0,2	1 0,4 2 0,2 3 0,2
Hefepilze in Tsd KBE/g Futter				
Ähren-/Rispen-schieben	0,5	6,0	1 2,0 2 3,0 3 5,0	1 0,5 2 2,5 3 0,5
überständig	0,5	2,5	1 5,0 2 < 0,05 3 0,5	1 3,5 2 < 0,05 3 5,0
Schimmelpilze				
in Tsd KBE/g Futter				
Ähren-/Rispen-schieben	51,0 (12 - 110)	69,5 (7,6 - 320)	1 136 (12 - 190) 2 155 (100 - 220) 3 140 (120 - 170)	1 142 (120 - 160) 2 250 (200 - 370) 3 280 (160 - 380)
überständig	230 (140 - 280)	255 (200 - 360)	1 920 (860 - 960) 2 798 (220 - 970) 3 660 (400 - 1400)	1 948 (240 - 1040) 2 1235 (400 - 1400) 3 995 (500 - 1400)

* 1 = 1. Anwelkstufe; 2 = 2. Anwelkstufe; 3 = 3. Anwelkstufe



ein bestimmtes Maß abzusenken. Wenn mehr Säuren erforderlich sind, wird der Zuckergehalt stärker beansprucht, denn dieser dient den Mikroben in erster Linie als Energielieferant für die Entwicklung. Die schlechtesten Ausgangsbedingungen hatte eindeutig die Naßsilage, weil hier am meisten Säure produziert werden muß und sich der niedrige Zuckergehalt negativer auswirken kann.

Bei den überständigen Varianten ist zwar das Verhältnis Rohprotein : Zucker günstiger, jedoch kommt hier die überaus schlechte Verdichtungsmöglichkeit, also ein hoher Luftanteil im Silo, negativ zum Tragen.

9.3 Mikrobiologie

Der Mikrobenbesatz ließ zunächst eine deutliche Abhängigkeit vom Alter des jeweiligen Pflanzenbestandes erkennen (siehe *Tabelle 10*): Das in einem morphologisch und physiologisch relativ jungem Entwicklungszustand geerntete Futter wies noch einen geringen Grad der Bakterienkontamination und Verpilzung auf, die Keimzahlen der überständigen Variante lagen bereits deutlich höher. In diesen Ergebnissen spiegelt sich unter anderem die Schwächung der Pflanzen mit dem Alter, aber auch der erhöhte Infektionsdruck seitens der Biosphäre mit fortschreitender Vegetationszeit wider.

Mit der Mahd begann ein Wettlauf zwischen der Abtrocknung des Erntegutes und einem mikrobiell bedingtem Futterverderb. Im gegenständlichen Versuch trocknete das Mähgut dank der hervorragenden Wetterverhältnisse innerhalb von 7 Stunden (überständiges Futter) bzw. 9 Stunden (rechtzeitige Ernte) auf eine Trockenmasse von 50 % auf dem Feld ab. Dieser kurze Zeitraum

erscheint nicht ausreichend, die festgestellte Verpilzung zu erklären. Die Zunahme der Pilzkeimzahlen dürfte eher von mechanisch zerteiltem Mycel, sowie von Sporen und Konidien hervorgerufen worden sein, die bei den Arbeitsvorgängen aus aufgeschlagenen Fruchtkörpern freigesetzt worden sind. Die Keimzahlen aerober Bakterien schienen während der Feldlagerzeit zu stagnieren, wenn in Betracht gezogen wird, daß sich zugleich die Trockenmasse des Grünfutters etwa verdreifachte. Der Keimzahlverlauf der MS-Bakterien deutete allerdings an, daß die bei Schnitt und Bearbeitung aus den Pflanzenzellen austretenden Zellsäfte imstande sind, diese Keimgruppe zunächst zu mobilisieren und eventuell einen dynamischen Vermehrungsprozeß zu initiieren. Allein die rasche Abtrocknung des Futters in den Mittagsstunden dürfte einer weiteren Aktivität der MS-Bakterien entgegengestanden sein. Bei einem vergleichbaren im Jahr 1994 durchgeführten Versuch, der unter wesentlich ungünstigeren Witterungsbedingungen ablief und in dessen Verlauf zwischen Mahd und Einsilierung drei Tage verstrichen, vervielfachte sich die Zahl der MS-Bakterien dagegen um den Faktor 250. So starke Fluktuationen in der Populationsdichte epiphytischer Mikroorganismen lassen sich nur schwer allein durch überproportionale Vermehrungs- und Absterberaten erklären. Möglicherweise beruhen diese dynamischen Abläufe auch darauf, daß die Bakterienzellen in oder aus Ruhestadien übertreten. Die Ergebnisse zeigen auch, daß Clostridien nicht zur Epiphytenflora der frischen Grünlandpflanzen zählen. Da sie im Boden jedoch in hohen Zahlen überall verbreitet sind, gelangten sie durch Verschmutzung bei den verschiedenen Arbeitsvorgängen in das Futter.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

EINFLUSS DES NUTZUNGSZEITPUNKTES BEI DER SILIERUNG VON GRÜNLANDFUTTER

1. NÄHRSTOFFGEHALT UND FUTTERQUALITÄT DER STABILEN SILAGE

Die Erfahrungswerte aus der Futteruntersuchung werden bei diesem Material sehr gut bestätigt und zwar in der Form, daß jüngeres Futter einen höheren Rohprotein- und einen akzeptablen Rohfasergehalt aufweist. Der Rohaschegehalt ist bei nasser Silierung höher als wenn vorgewelkt wird. Das überständige Silofutter weist hingegen niedrige Rohprotein- und hohe Rohfaserwerte bei Rohaschewerten unter 100 g/kg TM auf (siehe *Abbildung 2*).

Die Verdaulichkeit der organischen Masse lag bei rechtzeitigiger Nutzung von 62 % bis 68 %, wogegen die überständigen Varianten unter 55 % waren. Die Nettoenergie-Laktation (NEL) war bei qualitätsreifem Silofutter, je nach Anwelkgrad, zwischen 4,9 und 5,8 MJ/kg TM und das zu spät genutzte Futter kam auf eine NEL von 4,1 bis 4,3 MJ. Die 4,9 MJ/kg TM bei der Naßsilage

des rechtzeitig geernteten Futters spiegeln die Silierverluste bei diesem Anwelkgrad wider (siehe *Abbildung 3*).

2. GÄRUNG BEI RECHTZEITIG BZW. ZU SPÄT GENUTZTEM GRÜNLANDFUTTER

2.1 Temperaturverlauf (siehe *Abbildung 4*)

Die Temperaturdifferenzen in der Anfangsphase der Gärung sind in der unterschiedlichen Temperatur des angelieferten Futters zu sehen. Im weiteren Verlauf glichen sich die Silagetemperaturen aller Varianten an die Raumtemperatur an und es waren keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Nutzungsvarianten und den Anwelkstufen zu erkennen.

2.2 pH - Wert (siehe *Abbildung 5*)

Naßsilage: Sowohl bei rechtzeitigiger als auch bei zu später Nutzung konnte der pH-Wert für diesen Futterzu-

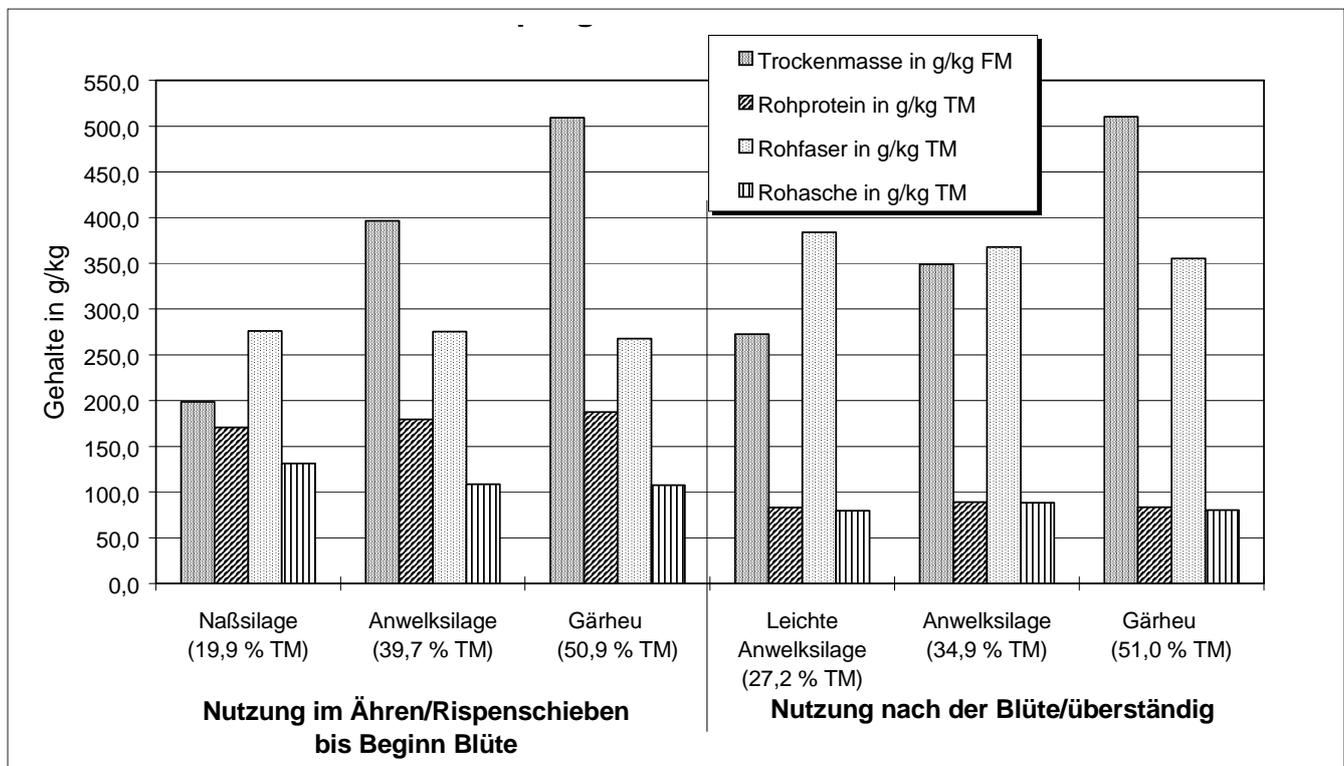


Abbildung 2:

Silagetrockenmasse und Nährstoffgehalt bei rechtzeitig bzw. zu spät genutztem Grünlandfutter

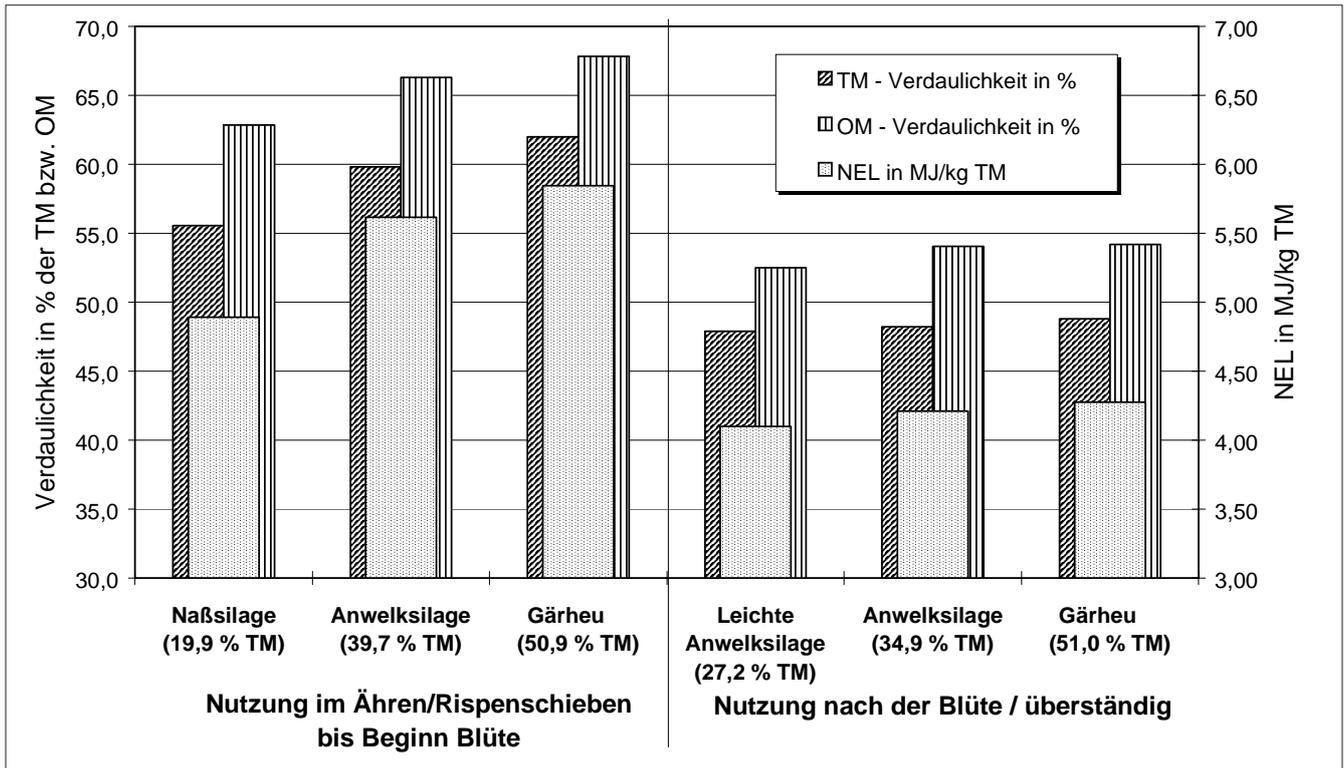


Abbildung 3: Auswirkung der rechtzeitigen bzw. zu späten Ernte auf die Futterqualität der stabilen Silage

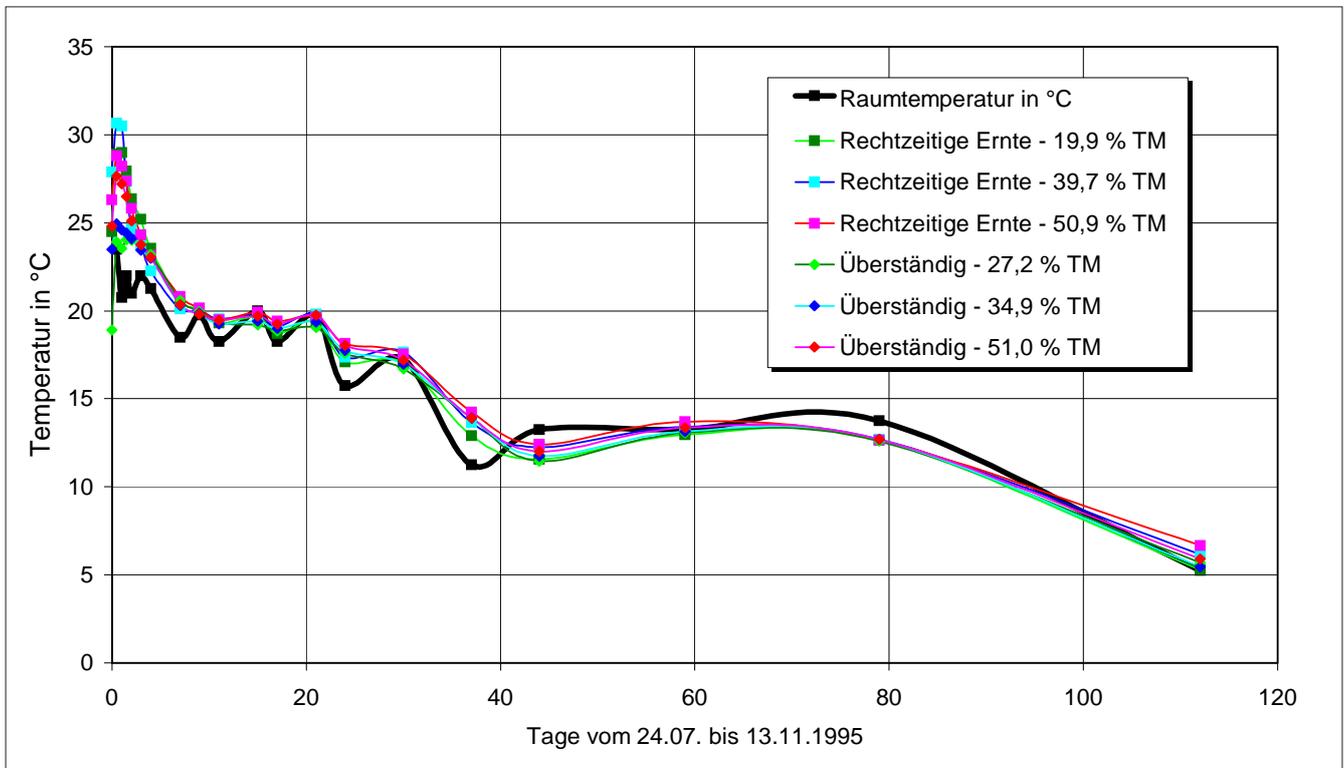


Abbildung 4: Verlauf der Temperatur während der Gärung



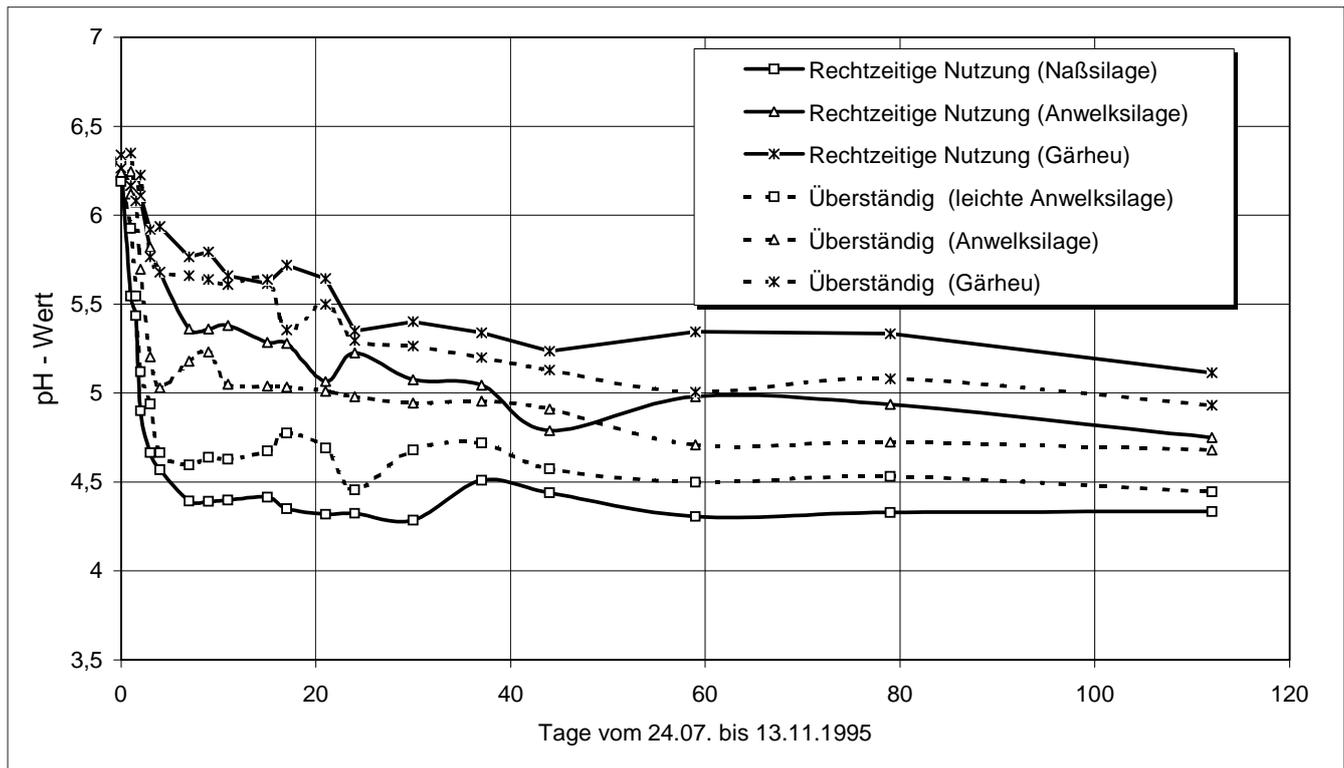


Abbildung 5:
pH-Wert-Verlauf bei der Gärung von rechtzeitig und überständig genutztem Grünfutter

stand nicht genügend abgesenkt werden, um einer Fehlgärung vorzubeugen.

Die Differenzen zwischen den Nutzungsvarianten ergaben sich aufgrund des Anwelkgrades und des Ausgangsbestandes.

Anwelksilage: Die Absenkung des pH-Wertes erfolgte allgemein zu langsam, doch wurde letztlich ein zufriedenstellendes Niveau von pH 4,7 erreicht.

Gärheu: Der pH-Wert sank hier wie bei den Anwelksilagen langsam ab und stabilisierte sich auf einem Niveau von ca. pH 5,0. Dieser Level ist für Silagen mit einer Trockenmasse von mehr als 50 % typisch und ausreichend, da in diesem Bereich hauptsächlich der osmotische Druck für die Stabilität des konservierten Materials verantwortlich ist.

2.3 Gärsäurenmuster (siehe Abbildung 6)

Die rechtzeitig geerntete Naßsilage zeigte eine beachtliche Fehlgärung auf. Vor allem der Buttersäuregehalt von 32,2 g/kg TM zeigte das Problem in diesem Anwelkbereich deutlich auf. Die rechtzeitig geerntete Anwelksilage und das Gärheu hatten ein normales Gärsäurenmuster mit akzeptablen Buttersäurewerten. Das überständig geerntete Futter wies in den drei Trockenmassenstufen Fehl-

gärungen auf, da der Buttersäureanteil zu hoch war. Die Essigsäureproduktion war in allen qualitätsreifen Trockenmassenstufen wesentlich höher als beim überständigen Futter. Auffallend ist auch der relativ hohe Milchsäuregehalt bei den Silagen mit überständigem Futter.

2.4 Eiweißabbau (siehe Abbildung 7)

Der Abbau von Eiweiß läßt sich durch den Anteil von NH_4 -Stickstoff zum gesamten Stickstoff ersehen. Wird die Marke von 10 % NH_4 -N überschritten, wie das bei der rechtzeitig genutzten Naßsilage der Fall war, so entspricht das einem erhöhten Eiweißabbau und gibt einen deutlichen Hinweis auf eine Fehlgärung. Die Anwelksilagen und auch die überständige Naßsilage lagen um die 10 % Marke, die stark angewelkten Gärheuvarianten waren mit Werten zwischen 6,5 % und 7,0 % im sehr guten Bereich.

2.5 Mikrobiologie

Die Reduktion des Besatzes mit Hefe- und Schimmelpilzkeimen im Verlauf der Silierung bis zur Siloöffnung zeigt (siehe Tabelle 11), daß selbst in den überständigen Varianten der für die Vermehrung von Pilzen notwendige Sauerstoff rasch genug verbraucht wurde und die Säuerung mit der notwendigen Geschwindigkeit eintrat

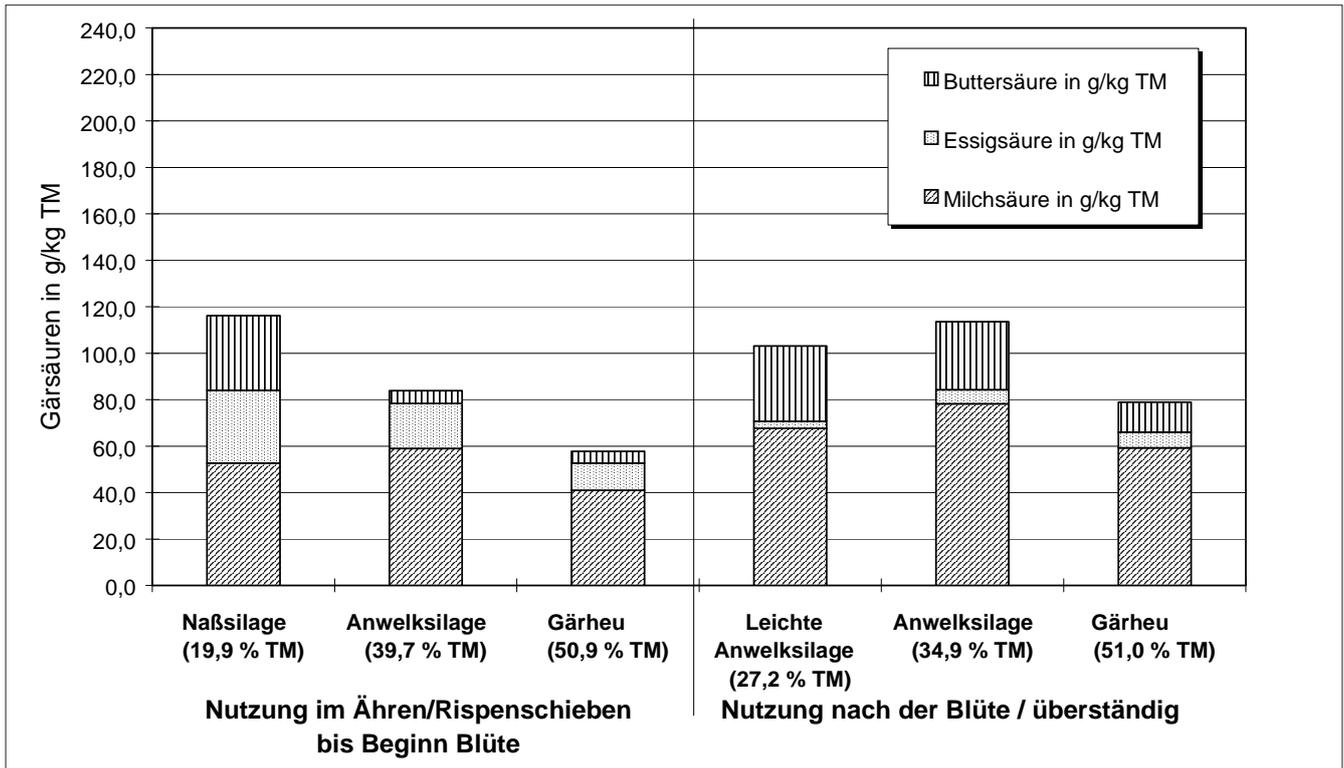


Abbildung 6: Gärsäuremuster bei rechtzeitig bzw. zu spät genutztem Grünlandfutter

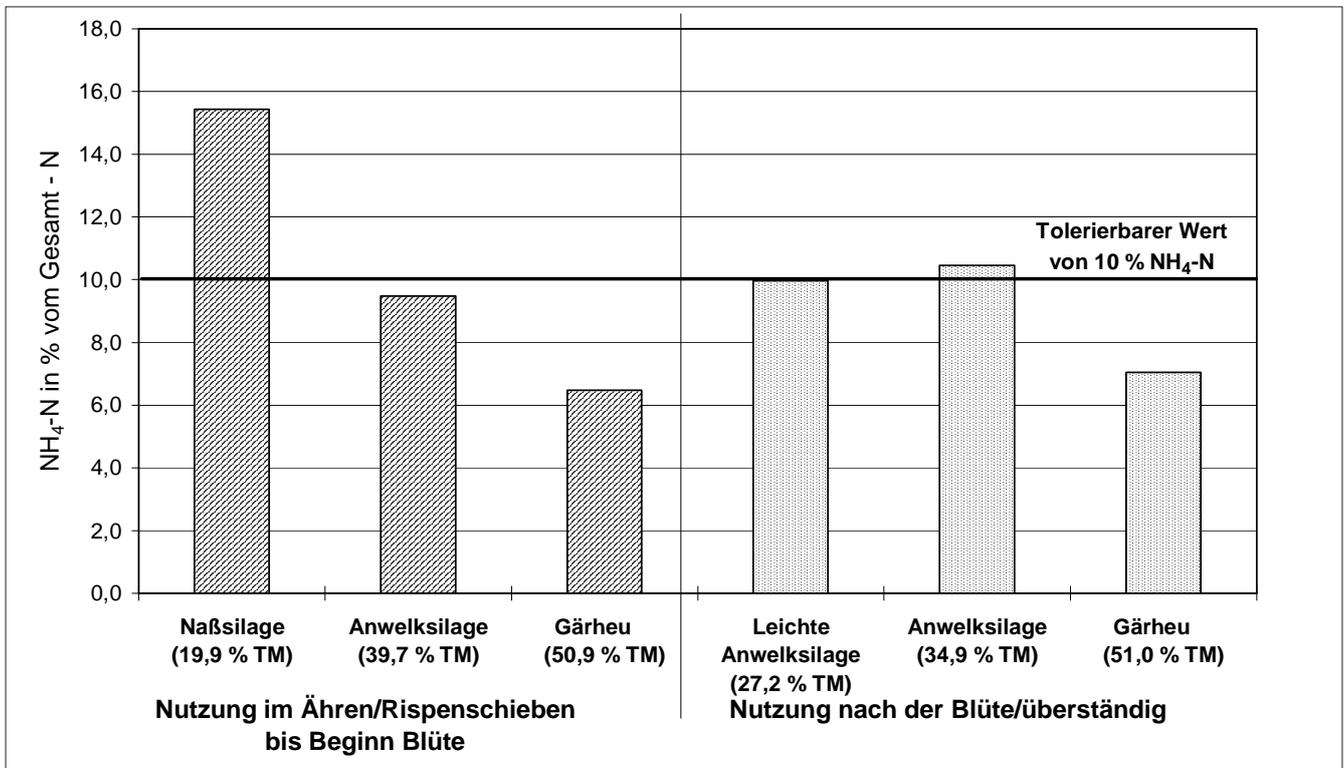


Abbildung 7: Ammonium - N in % vom Gesamt - N bei der stabilen Silage als Richtwert für den Eiweißabbau



Tabelle 11:
Mikrobiologischer Zustand der stabilen Silage

Anwelkgrad in % TM		Aerobe Bakterien Mio KBE/g FM	Milchsäurebakterien Tsd KBE/g FM	Clostridien Hdt KBE/g FM	Hefen Tsd KBE/g FM	Schimmelpilze Tsd KBE/g FM
Ährenschieben bis Beginn Blüte	19,9 %	0,3 (0,1 - 2)	215 (80 - 400)	2,9	1,0 (0,1 - 5)	1,0 (0,5 - 1,8)
	37,2 %	0,5 (0,4 - 20)	60 (40 - 130)	1,3	84 (78 - 90)	20 (11 - 28)
	50,9 %	0,5 (0,1 - 3)	72 (56 - 160)	0,7	97 (10 - 400)	0,6 (0,2 - 1)
überständig	27,2 %	0,2 (0,1 - 3)	31 (10 - 90)	1,6	< 0,05	0,9 (0,4 - 2)
	34,9 %	3,2 (0,1 - 13,4)	33 (10 - 44)	5,6	0,25 (0,4 - 1,6)	0,7 (0,7 - 2)
	51,0 %	2,4 (1,6 - 10)	50 (16 - 70)	0,7	6,2 (0,3 - 18)	1,9 (0,8 - 4)

- ein Hinweis auf eine äußerst sorgfältig durchgeführte, gründliche Verdichtung des Siliergutes. Im Material der rechtzeitig geernteten Prüfglieder war allerdings eine den Erwartungen widersprechende deutliche Verhefung bzw. in der angewelkten Variante zusätzlich auch eine erhebliche Verschimmelung der Silage feststellbar.

Von den Bakterien verblieben nur mehr wenige säuretolerante fakultativ anaerobe Keime und Sporenbildner lebensfähig, nur die Zahl der MS-Bakterien erreichte auch zum Zeitpunkt der Siloöffnung noch hohe Werte. Der Gehalt der untersuchten Silagen an Clostridien sporen ist als gering einzustufen, trotzdem ist in allen Proben - auf Frischmasse bezogen - ein enger Zusammenhang von Clostridien sporen- und Buttersäuregehalt festzustellen. Die Ergebnisse (Tabelle 11) zeigen auch, daß die Clostridien feuchtes Milieu bevorzugten. Bei Anwelksilagen (rechtzeitige Ernte) und Gärheu (rechtzeitige Ernte und überständig) wurde mit zunehmendem Trockenmassegehalt die Vermehrung der auf Grünfutter ohnehin vorwiegend im Sporenstadium vorliegenden Clostridien aufgrund des höheren osmotischen Drucks gehemmt und somit eine Buttersäuregärung weitgehend verhindert.

2.6 Silagequalität

Tabelle 12:

Silagequalität der stabilen Silage

Anwelkgrad in % TM	DLG-Sinnenprüfung		DLG-Schlüssel (Weißbach/Honig)		
	Punkte ¹⁾	Note ²⁾	Punkte ³⁾	Note ⁴⁾	
Ährenschieben bis Beginn Blüte	19,9 %	2,3	4	20	5
	37,2 %	17,0	1	65	3
	50,9 %	14,3	2	50	4
überständig	27,2 %	15,3	1	48	4
	34,9 %	16,8	1	40	4
	51,0 %	16,5	1	45	4

¹⁾ und ²⁾: Siehe Anhang, Punkt 2

³⁾ und ⁴⁾: Siehe Anhang, Punkt 3

2.6.1 Beurteilung der stabilen Silage mit der DLG - Sinnenprüfung (1973)

Die Feststellung, daß die rechtzeitig geerntete Naßsilage eine Fehlgärung aufwies, wurde durch die sensorische Beurteilung von Geruch, Farbe und Gefüge bestätigt, indem die erreichten 2,3 Punkte die Silage als verdorben klassifizierten. Alle anderen Varianten schnitten mit guter bis mäßiger Silagequalität ab.

2.6.2 Bestimmung mit dem DLG - Schlüssel nach Weißbach und Honig, 1992

Die überständigen Varianten erreichten jeweils die Qualitätsstufe 4, also schlechte Silagequalität, während die qualitätsreife Anwelksilage mit der Note 3 und Gärheu mit der Note 3,5 etwas besser waren. Die schlechteste Bewertung mit Note 5 bekam die rechtzeitig geerntete Naßsilage.

Betrachtet man die erreichten Silagequalitäten aufgrund der optimalen Ausgangsbedingungen (sehr gute Witterungsverhältnisse und technisch bestens durchgeführte Konservierung), so erkennt man, wie schwierig die Silierung sowohl von Grünfutter im jungen Zustand mit wenig Zucker als auch von altem, überständigen Futter ist.

3. GÄRUNGSVERLUSTE (siehe Abbildung 8)

3.1 Trockenmasseverluste durch die Gärung

Der Trockenmasseverlust ist die Differenz der anfänglich einsilierten Grünfutter -TM abzüglich der vergorenen Silage -TM. Dieser Verlust setzt sich aus der Bildung von CO₂, den flüchtigen Gärsäuren und NH₄-N im Gärprozeß und dem Anfall von Sickersaft bei der Naßsilage zusammen. Bei den Naßsilagen war nur bei der rechtzeitig genutzten Variante ein Sickersaftanfall zu verzeichnen, da hier die Trockenmasse mit 19,9 % sehr niedrig war, wogegen die überständige leichte Anwelksilage mit 27,2 % TM keinen Sickersaftanfall hatte. Der

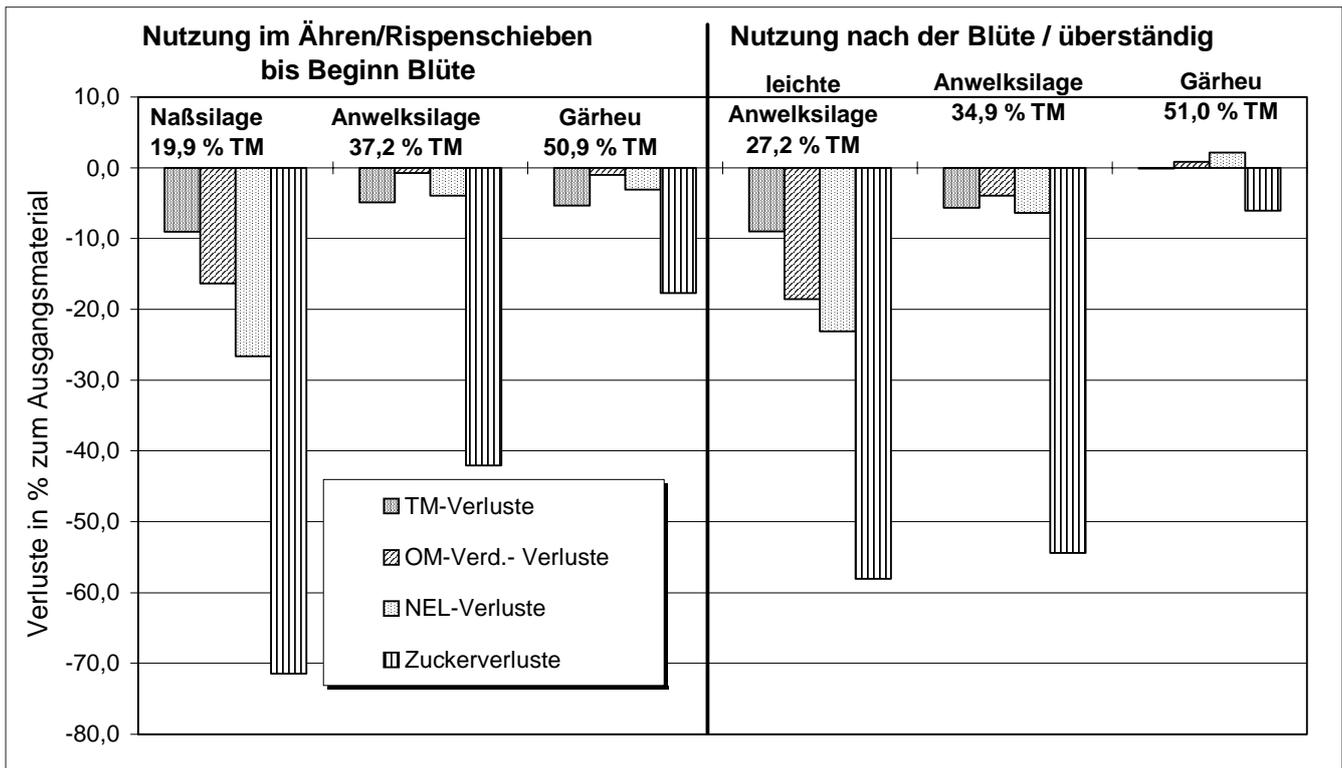


Abbildung 8:

Darstellung der Verluste durch die Gärung bei rechtzeitig bzw. zu spät genutztem Grünlandfutter

Verlust an Trockenmasse bei den Naßsilagen betrug 9 %, die Anwelksilagen verloren 4,9 % (rechtzeitige Ernte) bzw. 5,7 % (überständig), während Gärheu 5,4 % TM (rechtzeitige Ernte) verlor, blieb die überständige Gärheuvariante verlustfrei.

3.2 Verlust an verdaulicher organischer Masse

Die Naßsilagen hatten die größten Einbußen mit 16,4 % (rechtzeitige Ernte) und 18,6 % (überständig). Durch die Anwelkung gingen die Verluste deutlich zurück und konnten bei den Varianten mit rechtzeitiger Ernte unter 1 %, bei der überständigen Anwelksilage bei 3,9 % gehalten werden. Das überständige Gärheu hatte einen theoretischen Saldo von + 0,8 % an verdaulicher OM in der stabilen Silage.

3.3 Energieverluste

Der Verlust an MJ NEL durch die Silierung war bei den Naßsilagen mit 26,7 % (rechtzeitige Ernte) und 23,2 % (überständig) am größten. Angewelktes Futter hatte wesentlich geringere Energieverluste zu verzeichnen - rechtzeitig gemäht 4,0 % bzw. 3,1 % bei Gärheu und überständig gemäht 6,4 % bzw. + 2,2 % bei Gärheu.

3.4 Zuckerverluste

Für die Absenkung des pH-Wertes im nassen Bereich mußten am meisten Gärsäuren produziert werden und

deswegen wurde bei diesen Silagen der größte Zuckerverbrauch mit 71 % (rechtzeitige Ernte) und 68 % (überständig) festgestellt. Die überständige Anwelksilage verbrauchte immerhin noch 64 % Zucker, während die rechtzeitig gemähte mit 42 % Verlusten günstiger abschnitt. Gärheu hatte die geringste Zuckerumwandlung durch die Vergärung mit 18 % (rechtzeitige Ernte) und 6 % (überständig).

4. HALTBARKEITSTEST

Diese Prüfung soll nachweisen, ob die Silage eine Labilität in bezug auf Nacherwärmung aufweist.

4.1 Temperatur

Keine Variante zeigte im Verlauf von einer Woche einen Temperaturanstieg, welcher Hinweise auf Nacherwärmung gegeben hätte. Die Raumtemperatur betrug während der Lagerungszeit zwischen 3,5°C und 5,5°C.

4.2 Mikrobiologie

Das Ausmaß der zum Teil bereits in den stabilen Silagen festgestellten Verpilzung nahm im Verlauf der aeroben Überlagerung deutlich zu, dabei stiegen die Keimgehalte der rechtzeitig geernteten Varianten um das 10- bis 100 fache gegenüber den Ausgangswerten an. Silagen aus dem überständigen Material erwiesen sich hinsicht-

lich ihrer Verpilzung als stabiler, wie bei der rechtzeitig geernteten Variante neigte jedoch ebenfalls die Anwelksilage am stärksten zur Verschimmelung. Die Zahl der Clostridiensporen blieb von der aeroben Überlagerung unbeeinträchtigt.

Tabelle 13:

Mikrobiologischer Zustand der überlagerten Silagen

Anwelckgrad in % TM	Hefen	Schimmelpilze	Clostridien
	Tsd KBE/g FM	Tsd KBE/g FM	Hdt KBE/g FM
Ährenschieben 19,9 %	7,5	15	3,0
bis Beginn Blüte 37,2 %	7.800	1.460	0,8
50,9 %	121	18	1,0
überständig 27,2 %	0,2	2,8	1,4
34,9 %	0,1	255	3,8
51,0 %	4,6	1,1	1,2

4.3 Silagequalität

Tabelle 14:

Silagequalität der überlagerten Silagen

Anwelckgrad in % TM	DLG-Punkte		DLG-Note	
	Entleerung	H-Test	Entleerung	H-Test
Ährenschieben 19,9 %	2,3	1,5	4	4
bis Beginn Blüte 37,2 %	17,0	12,3	1	2
50,9 %	14,3	19,3	2	1
überständig 27,2 %	15,3	9,5	1	3
34,9 %	16,8	11,5	1	2
51,0 %	16,5	12,0	1	2

Bewertungsschlüssel siehe Anhang

Nach der DLG - Sinnenprüfung ergaben sich bei überständigem Silagefutter nach einer Woche aerober Überlagerung in allen TM - Stufen deutliche Qualitätseinbußen. Die rechtzeitig genutzte Naßsilage blieb gleich verdorben wie bei der Entleerung, die Anwelksilage verschlechterte sich von 17 auf 12,3 Punkte und die Gärheuvariante verbesserte die Punkteanzahl von 14,3 auf 19,3 Punkte. Die Qualitätsbestimmung nach dem DLG - Schlüssel nach Weißbach und Honig (1992) wurde nicht durchgeführt.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Silierung von rechtzeitig und überständig geerntetem Futter konnte durch eine Reihe von

Messungen, Analysen und Prüfungen vom Feldbestand bis zur stabilen Silage von mehreren Seiten betrachtet und dargestellt werden.

Folgende Hauptaussagen konnten herausgearbeitet werden:

- Eine optimale Witterung und das Einhalten der Silierregeln sind noch keine 100 %ige Garantie für die Produktion von Qualitätssilagen, wenn das Ausgangs-

material für die Silagebereitung eine ungünstige Zusammensetzung aufweist (das Verhältnis von Rohprotein : Zucker war bei der rechtzeitigen Ernte mit 1 : 0,54 sehr ungünstig).

- Die Silierung von nassem Grünfutter war sowohl bei jungem als auch bei überständigem Futter mit massiven Verlusten und Fehlgärungen verbunden. Die Buttersäureproduktion konnte bei überständigem Futter gar nicht und bei Futter im Rispenschieben bis Beginn Blüte nur durch die Vorwelkung auf einem akzeptablen Maß gehalten werden (< 6 g/kg TM). Bei rechtzeitig geerntetem Futter wurde etwas weniger Milchaber dafür mehr Essigsäure als bei überständigem Futter gebildet.
- Die Verdichtung ist bei einer Schnittlänge des Futters von 5 cm nur beim Futter zur Qualitätsreife ausreichend, bei altem, überständigen Futter ist die Füllmenge um 30 bis 40 % geringer und darum ist der hohe Restluftanteil im Silo eine große Gefahr für Fehlgärungen im niedrigen TM-Bereich und für die Pilzentwicklung im hohen TM-Bereich.
- Der Futterwert von qualitätsreifem Futter ist nur dann in Ordnung, wenn vorgewelkt wird, da ansonsten die Gefahr der Verschmutzung (hoher Rohaschegehalt) und damit die Verminderung der Verdaulichkeit (66,3% auf 62,9 %) und Futterenergie (5,62 MJ auf 4,89 MJ) gegeben ist. Das überständige Futter weist eine Futterqualität wie Getreidestroh auf - Verdaulichkeit der OM von 52 - 54 % und NEL von 4,10 - 4,25 MJ/kg TM, womit eine Fütterung von Milchvieh mit höheren Leistungen gänzlich unwirtschaftlich wäre.
- Eine betriebswirtschaftliche Studie wurde bei diesem Silierversuch zwar nicht durchgeführt, doch zeigt die gleiche Belastung an Maschinenkosten bei größerem Siloraumbedarf durch die Silierung von überständigem Grünfutter, welche höheren Kosten auf jeden Kubikmeter bzw. jede Energieeinheit der Silage (MJ) zu erwarten wären.
- Der Vergleich zwischen rechtzeitig und überständig geerntetem Grünfutter zeigte eindeutig, welche Größenordnungsmäßige Belastung durch zu späte Ernte und zu geringen Trockenmassegehalt auftritt, sodaß für den wirtschaftlich denkenden Landwirt nur die Silierung von bestem, qualitätsreifen Grünfutter mit einer Vorwelkung auf 35 bis 40 % TM in Frage kommt (Qualitätsreife = Ähren-/Rispenschieben). Bei optimalen Bedingungen und besten Siliervoraussetzungen kann der Trockenmassegehalt bei der Silierung gegen 50 % erhöht werden.





EINFLUSS VON SILIERZUSÄTZEN BEI DER SILIERUNG VON GRÜNFUTTER ALS NASS- UND ANWELKSILAGE

1. NÄHRSTOFFGEHALT UND FUTTERQUALITÄT

Tabelle 15:

Inhaltsstoffe und Futterqualität der stabilen Silage

Naßsilagen	TM g/kg FM	RP g/kg TM	RFa g/kg TM	RA g/kg TM	Zucker g/kg TM	OMD % der OM	NEL MJ/kg TM
Unbehandelt	198,6	170,5	275,9	124,1	30,1	62,8	4,89
SE 3001	209,2	179,6	251,4	144,5	31,7	67,0	5,27
Ameisensäure	203,6	173,8	260,6	145,6	32,6	67,1	5,28
ZK 109-075	205,5	172,2	257,8	129,9	27,7	66,0	5,27
ZK 109-086	202,0	174,4	256,0	130,0	30,5	64,0	5,00
Sil Add flüssig	197,7	170,6	250,6	147,8	33,6	66,4	5,10
Sil Add streufähig	196,0	176,6	261,5	144,3	29,0	67,4	5,31
Anwelksilagen	TM g/kg FM	RP g/kg TM	RFa g/kg TM	RA g/kg TM	Zucker g/kg TM	OMD % der OM	NEL MJ/kg TM
Unbehandelt	396,6	179,6	275,3	106,1	46,6	66,3	5,62
SE 3001	388,8	184,4	267,0	112,5	49,4	68,2	5,82
Ameisensäure	396,0	179,5	274,6	98,3	73,0	66,7	5,77
ZK 109-075	409,7	180,0	265,9	118,3	38,8	65,9	5,41
ZK 109-086	413,9	182,8	253,2	120,2	49,0	67,2	5,59
Sil Add flüssig	402,2	187,2	265,1	115,1	45,3	67,7	5,72
Sil Add streufähig	386,4	189,4	253,0	123,6	53,3	68,0	5,68

Die Nährstoffgehalte und die Futterqualität zum Zeitpunkt der Einsilierung (Befüllung) zeigten sich über alle Varianten im gleichen Bereich (vergleiche *Tabelle 8*). Die Naßsilage lag bei 20 % TM und die Anwelksilage bei rund 40 % TM. Der Rohproteingehalt war mit ca. 170 bis 180 g/kg TM relativ hoch und der Zuckergehalt mit 30 bis 40 g/kg TM gering. Obwohl sauber geerntet wurde, lag der Rohaschegehalt bei der Naßsilage bei 130 bis 140 g/kg TM und bei der Anwelksilage bei 100 bis 120 g/kg TM. Die Rohfasergehalte lagen zwischen 250 und 270 g/kg TM, das entspricht einem Entwicklungsstadium der Gräser am Ende des Rispschiebens bzw. zu Beginn der Blüte. Die Verdaulichkeit der organischen Masse und die Energiegehalte werden vor allem bei der Naßsilage durch den höheren Rohaschegehalt vermindert.

2. GÄRUNG

2.1 Temperaturverlauf

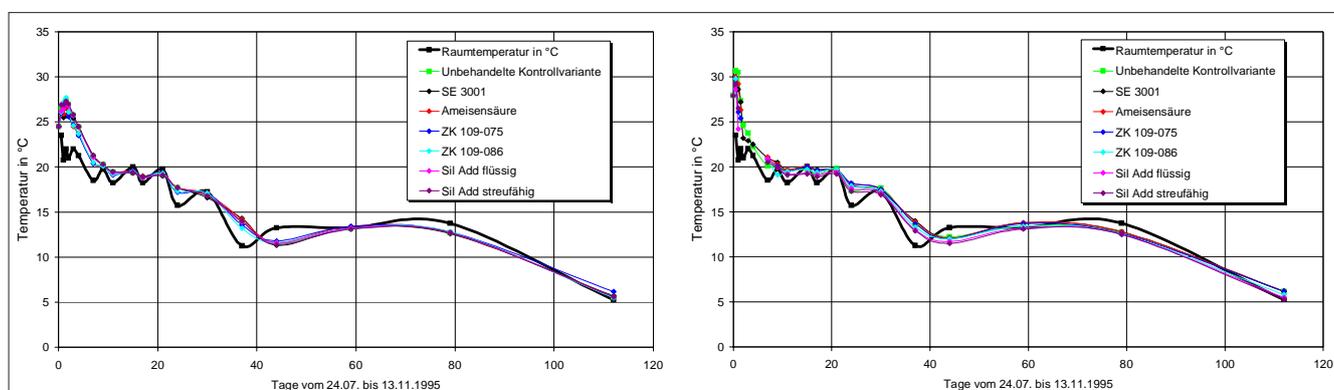


Abbildung 9:

Verlauf der Temperatur während der Vergärung von Grünlandfutter mit 19,9 % TM

Verlauf der Temperatur während der Vergärung von Grünlandfutter mit 39,7 % TM

Die Silagetemperatur sämtlicher Varianten glich sich nach kurzer Zeit an das Niveau der Raumtemperatur an und verlief bis zum Lagerungsende mit dieser. Es wurden keine gesicherten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt.

2.2 pH - Wert

2.2.1 Naßsilage

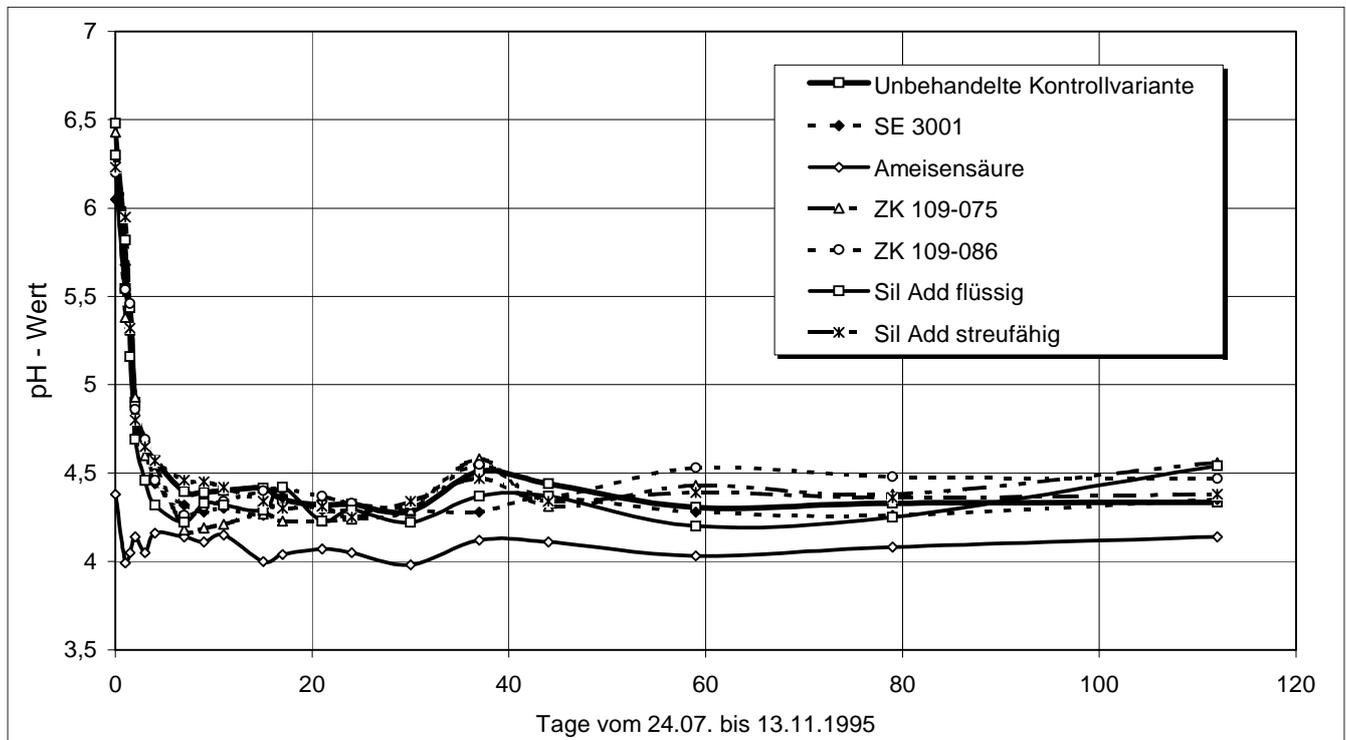


Abbildung 10:

pH-Wert-Verlauf bei der Silierung von Grünlandfutter in Form von Naßsilage (19,9 % TM)

Die Absenkung des pH-Wertes innerhalb von 2 bis 5 Tagen ging sehr schnell auf ein Niveau von pH 4,3 bis 4,4. Ameisensäure senkte den pH-Wert sofort auf pH 4,4 und stabilisierte den pH - Verlauf auf einem Level von 4,0 bis 4,1, also deutlich tiefer wie die übrigen Varianten. Alle anderen Silierzusätze konnten den pH-Wert-Verlauf nicht günstiger beeinflussen als er bei der unbehandelten Kontrollvariante auftrat.

2.2.2 Anwelksilage (siehe Abbildung 11)

Bei der Absenkung des pH-Wertes konnte hier eine deutliche Verzögerung gegenüber der Naßsilage beobachtet werden. Das Stabilitätsniveau pendelte sich bei pH 4,7 ein. Alle Silierzusätze konnten die Absenkung etwas beschleunigen und den pH-Wert auf einem tieferen Level stabilisieren wie die unbehandelte Kontrollvariante.

2.3 Gärsäurenmuster

2.3.1 Naßsilage (siehe Abbildung 12)

Alle Varianten mit Silierzusätzen konnten die Butter-

säuregärung im Vergleich zur Variante ohne Behandlung reduzieren, wobei der günstigste Einfluß durch ZK 109-075 und Ameisensäure festgestellt wurde. Außergewöhnlich hohe Milchsäuregehalte wiesen die Varianten SE 3001 und ZK 109-075 auf (über 140 g/kg TM), sehr hohe Essigsäurewerte waren bei ZK 109-075 und Sil Add flüssig zu sehen (60 g/kg TM).

2.3.2 Anwelksilage (siehe Abbildung 13)

Der Buttersäuregehalt war allgemein unter 6 g/kg TM, die unbehandelte Kontrollvariante wies den höchsten Wert auf (5,6 g/kg TM). Die Varianten ZK 109-086, Sil Add flüssig sowie Sil Add streufähig wiesen keine Buttersäuregärung auf.

Der Milchsäuregehalt war mit ca. 60 g/kg TM mit Ausnahme der Variante ZK 109-075 (23 g/kg TM) bei allen Varianten etwa gleich. Die Ameisensäure konnte die Essigsäuregärung vermindern, (8,8 g/kg TM), die Variante ZK 109-075 zeigte mit 30 g/kg TM die meiste Essigsäure.

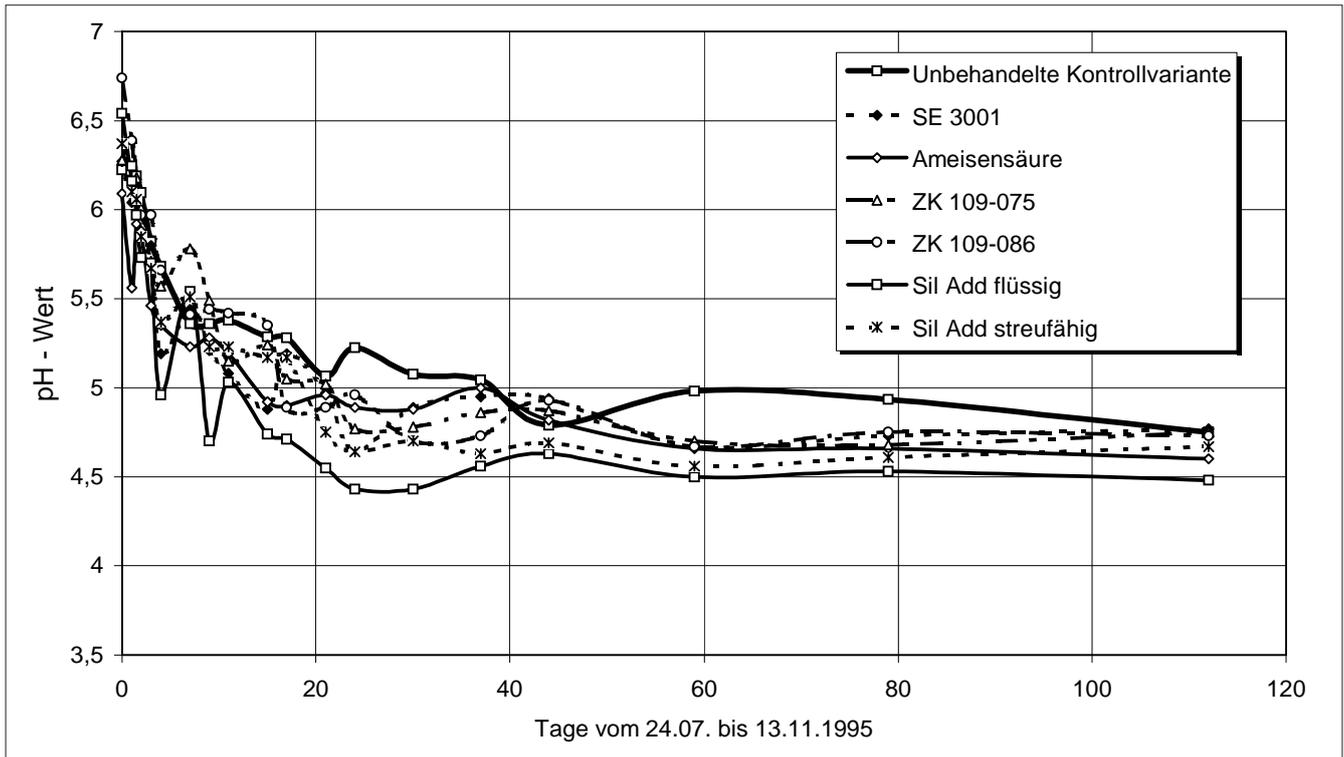


Abbildung 11:
pH-Wert-Verlauf bei der Silierung von Grünlandfutter in Form der Anwelksilage (39,7 % TM)

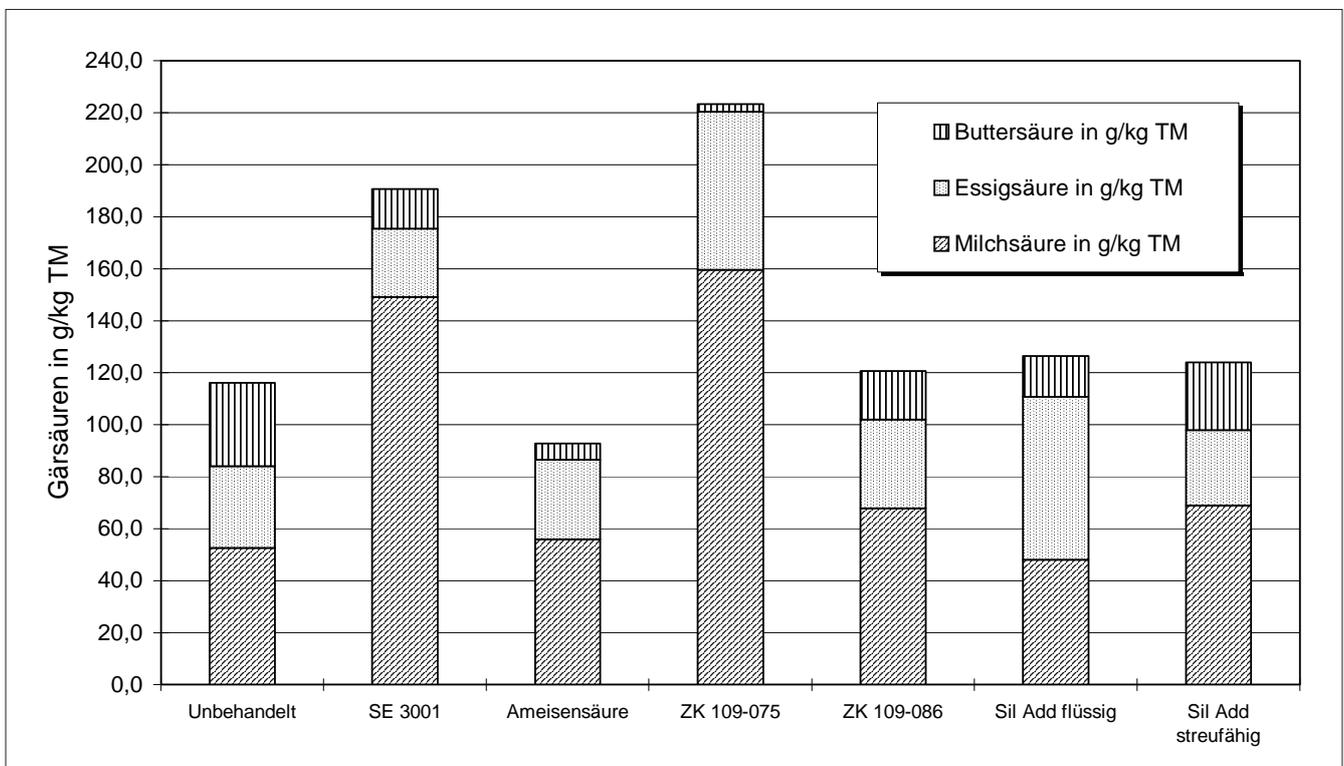


Abbildung 12:
Gärsäurenmuster bei Naßsilage (19,9 % TM) und verschiedenen Silierzusätzen

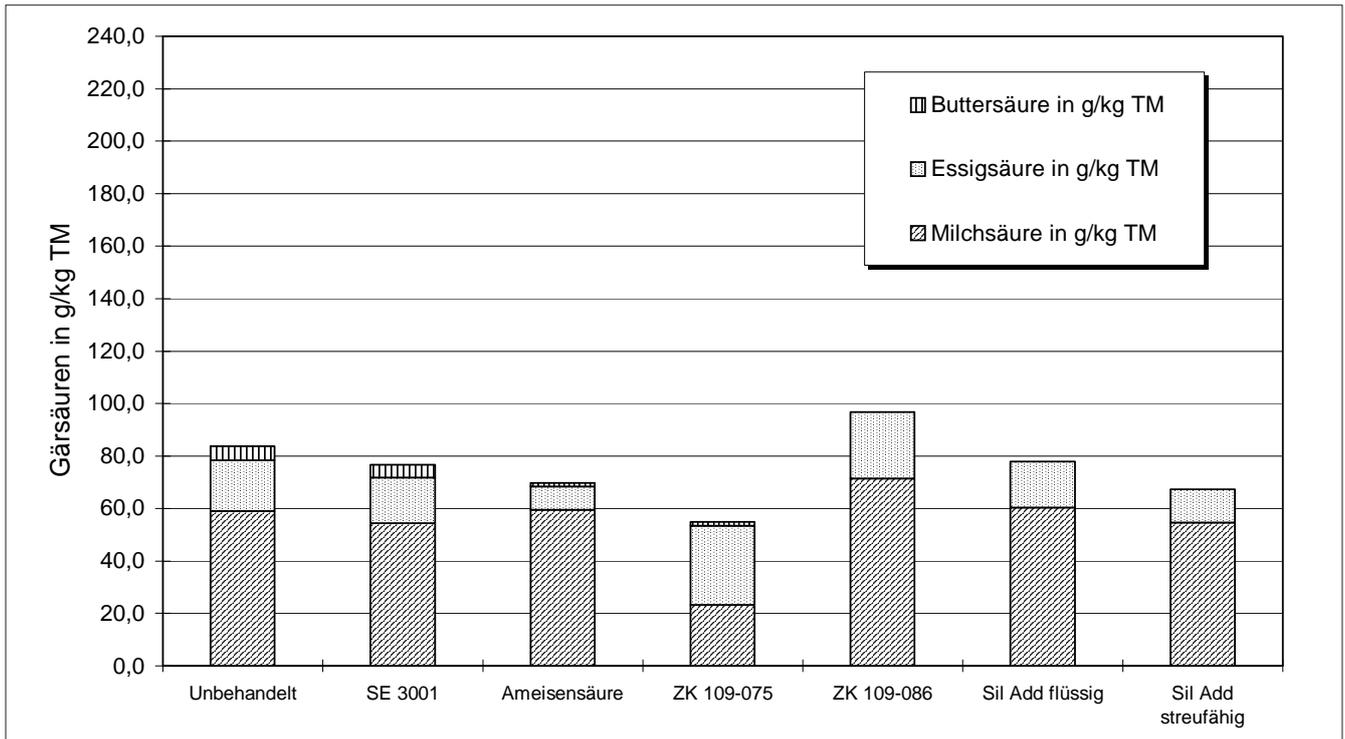


Abbildung 13:
Gär säurenmuster bei Anwelksilage (39,7 % TM) und verschiedenen Silierzusätzen

2.4 Eiweißabbau

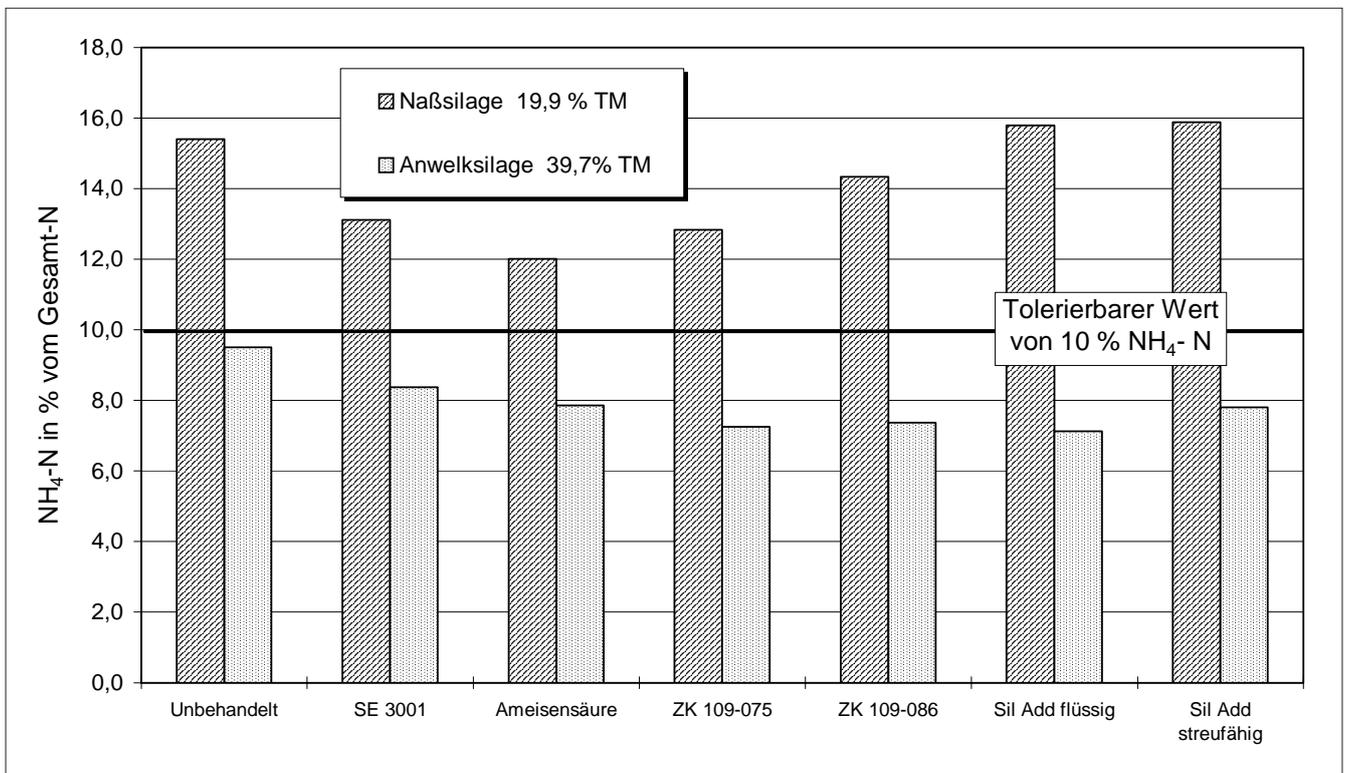


Abbildung 14:
Ammonium - N in % vom Gesamt - N bei der stabilen Silage als Richtwert für den Eiweißabbau

2.4.1 Naßsilage

Sämtliche Varianten konnten den Grenzwert von 10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ Anteil am Gesamtstickstoff nicht unterschreiten, jedoch wurde der Eiweißabbau durch Zugabe von Ameisensäure am meisten und durch SE 3001 bzw. ZK 109-075 leicht reduziert. Die übrigen Zusatzmittel zeigten keine Verbesserung gegenüber der Variante ohne Behandlung.

2.4.2 Anwelksilage

Der Grenzwert von 10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ wurde von keiner Variante überschritten, es konnte jedoch von allen Silierzusätzen eine leichte Reduktion im Eiweißabbau im Vergleich zur unbehandelten Variante beobachtet werden.

2.5 Mikrobiologie

2.5.1 Naßsilage (siehe Tabelle 16)

Bei den Naßsilagen wurden zwischen den Keimgehalten der einzelnen Varianten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt, auch Prüfglieder mit einem Zusatz von Bakterienpräparaten (SE 3001, Sil Add flüssig, Sil Add streufähig) wiesen zum Zeitpunkt der Siloöffnung, verglichen mit der unbehandelten Kontrollvariante, keine höheren Gehalte an MS-Bakterien auf.

Tabelle 16:

Mikrobiologischer Zustand der stabilen Naßsilage

Varianten	Aerobe Bakterien Mio KBE/g FM	Milchsäurebakterien Tsd KBE/g FM	Clostridien Hdt KBE/g FM	Hefen Tsd KBE/g FM	Schimmelpilze Tsd KBE/g FM
Unbehandelt	0,3 (0,1 - 2)	215 (80 - 400)	2,9	1,0 (0,1 - 5)	1,0 (0,5 - 1,8)
SE 3001	0,7 (0,2 - 1,2)	179 (100 - 300)	1,5	0,2	<0,05
Ameisensäure	0,3 (0,2 - 0,4)	200 (40 - 330)	1,0	<0,05	<0,05
ZK 109-075	0,2	202 (120 - 320)	2,0	<0,05	0,2
ZK 109-086	0,3 (0,1 - 2)	244 (140 - 350)	1,0	<0,05	0,2
Sil Add flüssig	0,3	205 (80 - 350)	1,5	<0,05	0,4
Sil Add streufähig	0,6 (0,3 - 1)	168 (60 - 310)	1,0	0,05	0,4 (0,1 - 0,7)

Tabelle 17:

Mikrobiologischer Zustand der stabilen Anwelksilage

Varianten	Aerobe Bakterien Mio KBE/g FM	Milchsäurebakterien Tsd KBE/g FM	Clostridien Hdt KBE/g FM	Hefen Tsd KBE/g FM	Schimmelpilze Tsd KBE/g FM
Unbehandelt	0,5 (0,4 - 20)	60 (40 - 130)	1,3	84 (78 - 90)	20 (11 - 28)
SE 3001	1,4 (1 - 10)	88 (59 - 210)	2,0	47 (5,2 - 400)	1,9
Ameisensäure	1,1 (0,6 - 10)	40 (28 - 160)	1,0	20 (8 - 40)	0,6 (0,2 - 0,7)
ZK 109-075	0,8 (0,7 - 3)	78 (51 - 170)	3,0	80	22 (19 - 25)
ZK 109-086	1,0 (0,6 - 10)	137 (46 - 400)	1,0	180 (160 - 200)	0,4
Sil Add flüssig	0,7 (0,4 - 2)	72 (53 - 160)	5,5	220 (200 - 240)	2,0 (1,4 - 2,8)
Sil Add streufähig	0,7 (0,4 - 10)	61 (30 - 100)	0,5	380 (280 - 480)	0,3

2.5.2 Anwelksilage (siehe Tabelle 17)

Die Variante mit ZK 109-086 wies im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle etwas höhere Gehalte an MS-Bakterien auf (137 Mio. gegenüber 60 Mio. KBE/g Silage). Hefekeimzahlen von mehr als 100.000 KBE/g Silage - erfahrungsgemäß ein Indikator für die Nacherwärmung - wurden von den Varianten ZK 109-086, Sil Add flüssig und Sil Add streufähig erheblich überschritten. Eine Behandlung des Siliergutes mit Ameisensäure hielt dagegen das Ausmaß der Verpilzung gering. Der stärkste Besatz an Schimmelpilzen wurde neben der unbehandelten Kontrolle in Variante ZK 109-075 festgestellt und übertraf die Keimgehalte der anderen Varianten beträchtlich.

2.6 Silagequalität (siehe Tabelle 18)

2.6.1 Naßsilage

Bei der DLG - Sinnenprüfung verbesserten die Zusatzmittelvarianten die Silagequalität um 2 Qualitätsstufen, die Variante SE 3001 sogar um 3 Stufen.

Die DLG - Silagebewertung nach Weißbach und Honig (1992) zeigte, daß Ameisensäure eine gute (2), SE 3001 und ZK 109-075 eine mittlere (3), ZK 109-086 eine schlechte (4), Sil Add flüssig und Sil Add streufähig eine sehr schlechte (5) und die unbehandelte Variante ebenfalls eine sehr schlechte (5) Silagequalität aufwies.

Tabelle 18:
Silagequalität der stabilen Silage

Varianten	DLG-Sinnenprüfung		DLG-Bewertung n. Weißbach und Honig	
	Naßsilage	Anwelks.	Naßsilage	Anwelks.
Unbehandelt	2,3	17,0	20	65
SE 3001	18,5	12,5	55	75
Ameisensäure	15,0	16,5	75	75
ZK 109-075	13,0	15,0	70	80
ZK 109-086	10,0	12,0	40	85
Sil Add flüssig	10,0	16,5	15	95
Sil Add streufähig	12,0	18,5	10	80

Bewertungsschlüssel siehe Anhang

2.6.2 Anwelksilage

Die Silagequalitäten nach der DLG - Sinnenprüfung lagen alle im guten bis sehr guten Bereich, weshalb hier keine Verbesserungen oder Verschlechterungen durch den Einsatz von Silierhilfsmitteln ersichtlich waren.

Die Bewertung nach Weißbach und Honig (1992) ergab für die unbehandelte Kontrollvariante eine mittlere (3), für Sil Add flüssig eine sehr gute (1) und für die übrigen Varianten eine gute (2) Silagequalität, also eine Verbesserung durch die Zusätze.

3. VERLUSTE DURCH DIE GÄRUNG

3.1 Trockenmasseverluste (siehe Abbildung 15)

3.1.1 Naßsilage

Alle Varianten mit Ausnahme von Sil Add streufähig hatten einen Sickersaftanfall zu verzeichnen. Der Verlust an Trockenmasse über den Sickersaft betrug gemessen an der einsilierten TM, bei der unbehandelten Variante 0,1 %, bei den übrigen Varianten zwischen 0,3 % und 1,1 %. Die gesamten TM-Verluste konnten durch Zusatz von SE 3001 bzw. Ameisensäure reduziert werden, ZK 109-075 und ZK 109-086 waren gleich hoch, Sil Add flüssig und Sil Add streufähig hatten TM-Verluste von über 10 % der ursprünglichen TM und somit größere Verluste als die unbehandelte Kontrollvariante.

3.1.2 Anwelksilage

Die TM-Verluste konnten allgemein im Vergleich zur Naßsilage aufgrund der Anwelkung reduziert werden, außerdem war hier kein Sickersaftanfall zu verzeichnen. Die Verluste an TM konnten durch ZK 109-075 und ZK 109-086 deutlich, mit Ameisensäure und Sil Add flüssig leicht vermindert werden. SE 3001 bzw. Sil Add streufähig brachten keine Verbesserungen.

3.2 Verluste an verdaulicher OM (siehe Abbildung 16)

3.2.1 Naßsilage

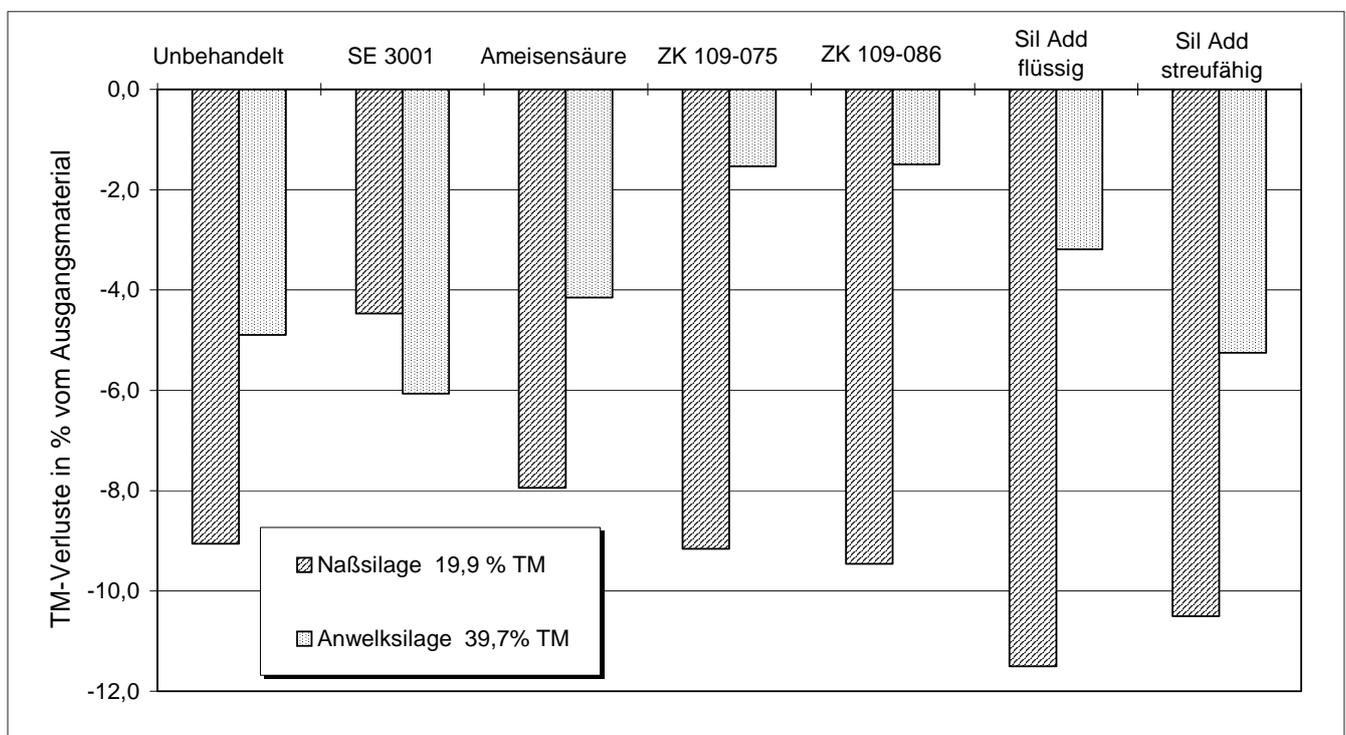


Abbildung 15:

TM-Verluste durch die Gärung bei zwei TM-Stufen und verschiedenen Silierzusätzen



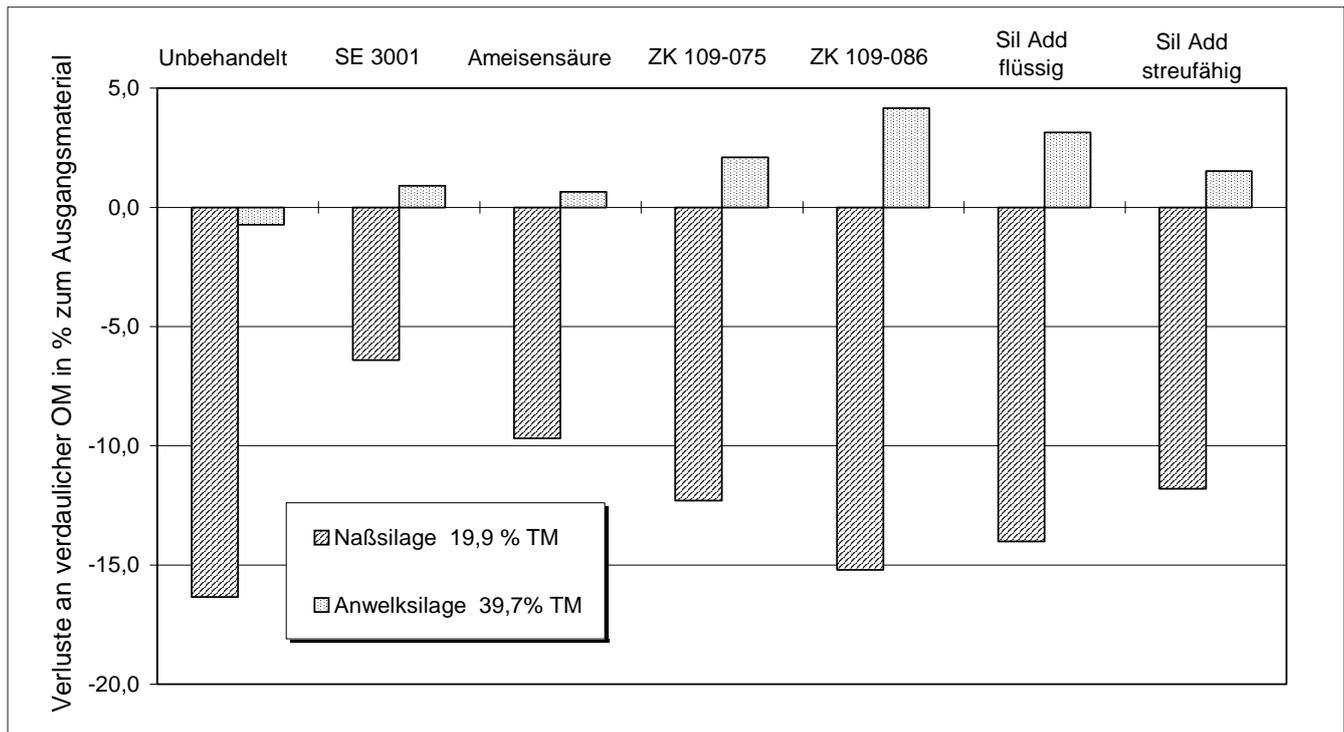


Abbildung 16:

Verluste an verdaulicher organischer Masse durch die Gärung bei zwei TM-Stufen und verschiedenen Silierzusätzen

Die größte Verlustreduktion erbrachten SE 3001 (-6,4 %) und Ameisensäure (-9,7%) gegenüber 16,4 % Verlust an verdaulicher OM bei der unbehandelten Variante. Die Einbußen der übrigen Varianten machten 11,8 % bis 15,2 % aus und verbesserten somit die Situation zugunsten der Silierzusätze.

3.2.2 Anwelksilage

Mit einem Verlust von 0,7 % an verdaulicher OM war die Variante ohne Behandlung die einzige Variante der Anwelksilagen, die keinen Zuwachs zu verzeichnen hatte. Die meisten Zuwächse wurden mit dem Zusatz von ZK 109-086 (+4,2 %) erreicht. Die anderen Varianten lagen zwischen +0,7 % und +3,2 % der ursprünglichen verdaulichen OM.

3.3 Energieverluste (siehe Abbildung 17)

3.2.1 Naßsilage

Die Silierung ohne Zusatzmittel hatte mit 26,7 % die höchsten Verluste an MJ, dicht gefolgt von ZK 109-086 und Sil Add flüssig (beide > 25%). Die geringsten Energieverluste hatte die Variante SE 3001 (17,0 %), während die übrigen Varianten zwischen 19,9 % und 21,7 % lagen.

3.2.2 Anwelksilage

Im Vergleich zur Naßsilage fielen die NEL-Verluste bei der Anwelksilage gering aus. Der größte Verlust an Energie wurde bei der Variante ZK 109-075 gemessen (4,2 %). Die Silierzusatzvarianten hatten Energieeinbußen von 0,4 % bis 3,2 %, die unbehandelte Kontrollvariante von 3,9 %.

3.4 Zuckerverluste (siehe Abbildung 18)

3.4.1 Naßsilage

Sämtliche Varianten hatten einen Zuckerverbrauch bzw. -verlust um 70 %, also keine nennenswerten Unterschiede zwischen den einzelnen Prüfgliedern (vergleiche Abbildung 18)

3.4.2 Anwelksilage

Die Anwelkung senkte den Zuckerverbrauch für die Gärung auf Ø 40 %. Mit einem minimalen Verlust von nur 9 % schnitt die Ameisensäurevariante eindeutig am besten ab. ZK 109-075 hatte mit einer Zuckerreduzierung von über 50 % die größte Einbuße, alle anderen Varianten lagen zwischen 33 % und 42 %.

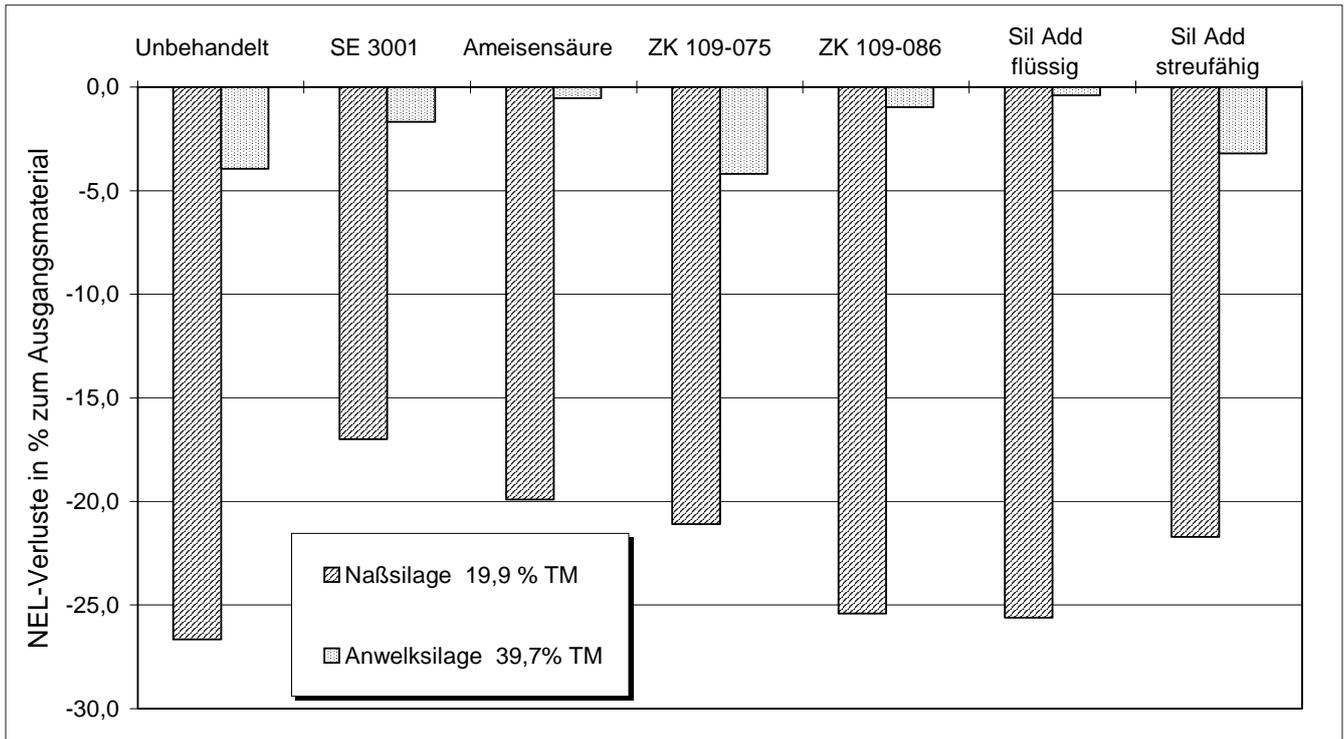


Abbildung 17:
Energieverluste durch die Gärung bei zwei TM-Stufen und verschiedenen Silierzusätzen

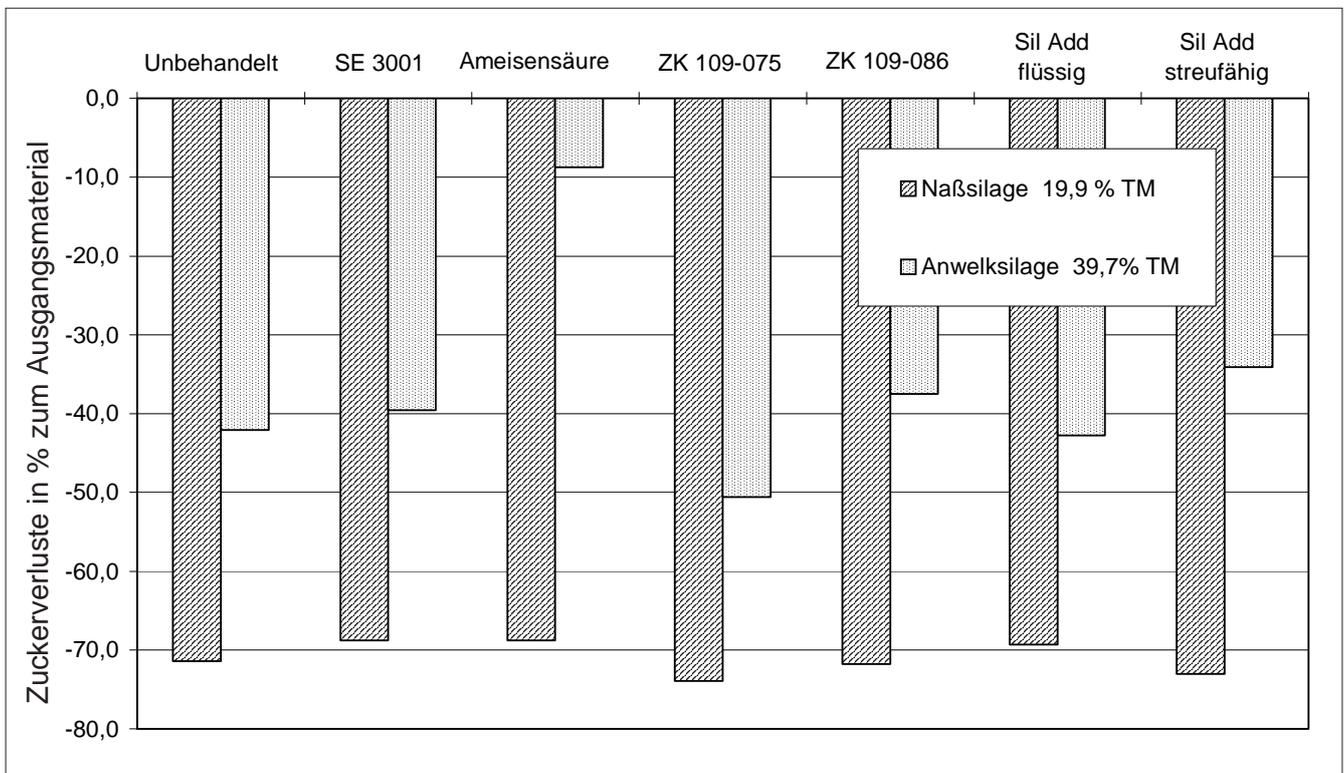


Abbildung 18:
Zuckerverluste durch die Gärung bei zwei TM-Stufen und verschiedenen Silierzusätzen



4. HALTBARKEITSTEST

4.1 Temperatur

In den zwei Trockenmassenstufen konnte bei keiner Variante nach einer Woche Überlagerung unter Luftstreß eine Erhöhung der Temperatur im Vergleich zur stabilen Silage bei der Entleerung festgestellt werden.

4.2 Mikrobiologie

Bei den Naßsilagen führte die aerobe Überlagerung nur zu einem geringgradigen Anstieg der Pilzkeimzahlen, in keiner Variante zeichnete sich die Gefahr einer Nacherwärmung ab (siehe *Tabelle 19*).

Die Anwelksilagen verheften fast durchwegs massiv. Außer nach der Behandlung mit Ameisensäure waren in allen Prüfgliedern Millionenzahlen an Hefekeimen nachzuweisen, was bei drei Varianten (ZK 109-086, Sil Add flüssig, Sil Add streufähig) ja bereits aufgrund ihres mikrobiellen Zustandes zum Zeitpunkt der Siloöffnung (siehe *Tabelle 17*) zu vermuten war. Alle Anwelksilagen mit Ausnahme der Ameisensäure-Variante waren somit als hochgradig labil bezüglich einer Nacherwärmung zu beurteilen.

4.3 Silagequalität (siehe *Tabelle 20*)

Beim Haltbarkeitstestabschluß wurde auf die chemische Untersuchung der Gärsäuren verzichtet, deshalb konnte die Qualitätsbewertung nach Weißbach und Honig (1992) nicht gemacht werden. Die Naßsilagen wiesen nach der DLG - Sinnenprüfung nach einer Woche Überlagerung im Durchschnitt größere Qualitätseinbußen auf als sie bei den Anwelksilagen auftraten. Die Qualität konnte nur von den Varianten SE 3001 und ZK 109-086 bei den Anwelksilagen gehalten werden, alle anderen Varianten verloren eine bis zwei Qualitätsstufen.

Tabelle 20:

Silagequalität der überlagerten Silagen

Varianten	Naßsilage		Anwelksilage	
	Entleerung	H-Test	Entleerung	H-Test
Unbehandelt	2,3	1,5	17,0	12,3
SE 3001	18,5	7,5	12,5	12,0
Ameisensäure	15,0	9,5	16,5	14,0
ZK 109-075	13,0	9,0	15,0	9,0
ZK 109-086	10,0	3,0	12,0	11,0
Sil Add flüssig	10,0	1,5	16,5	12,0
Sil Add streufähig	12,0	6,0	18,5	14,0

Bewertungsschlüssel siehe Anhang

5. BEWERTUNG DER SILIERZUSATZMITTEL

5.1 SE 3001 (siehe *Abbildung 19*)

Zusammensetzung: *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus rhamnosus*

Wirkung bei Naßsilage:

Obwohl im pH-Wert-Verlauf fast kein Unterschied zur unbehandelten Variante ersichtlich ist, konnte SE 3001 die Gärung wesentlich günstiger beeinflussen. Vor allem der sehr hohe Gehalt an Milchsäure (149,2 g/kg TM) und der kleinere Buttersäureanteil zeugen neben dem etwas geringeren Eiweißabbau von einem guten Gärverlauf. Die positive Vergärung zeigt sich auch am TM-Verlust (- 4,5 %), welcher gegenüber der unbehandelten Variante um mehr als die Hälfte reduziert werden konnte. Der Verbrauch an Zucker für die Gärung war gleich wie bei der Kontrollvariante, doch konnte der Verlust an verdaulicher OM und an Energie wesentlich geringer gehalten werden. Die Silagequalität war gut bis sehr gut im Gegensatz zur unbehandelten Kontrollvariante, welche durch Fehlgärungen verdarb. Die Lagerung unter Luftstreß zeigte bei SE 3001 behandelte Silage eine starke Hefenvermehrung und somit eine Labilität in bezug auf Nacherwärmung.

Tabelle 19:

Mikrobiologischer Zustand der überlagerten Silagen

Varianten	Hefepilze Tsd KBE/g FM		Schimmelpilze Tsd KBE/g FM		Clostridien Hdt KBE/g FM	
	Naßsilage	Anwelksilage	Naßsilage	Anwelksilage	Naßsilage	Anwelksilage
Unbehandelt	7,5	7.800	1,5	1.460	3,0	0,8
SE 3001	2,0	2.100	0,4	10,0	1,5	4,5
Ameisensäure	<0,1	180	0,1	0,5	2,0	1,5
ZK 109-075	1,0	2.700	4,0	7,0	1,0	2,5
ZK 109-086	<0,1	1.900	<0,1	12,5	1,0	1,5
Sil Add flüssig	0,7	2.800	<0,1	5,0	2,5	2,5
Sil Add streufähig	2,6	6.200	2,2	13,0	2,5	0,5

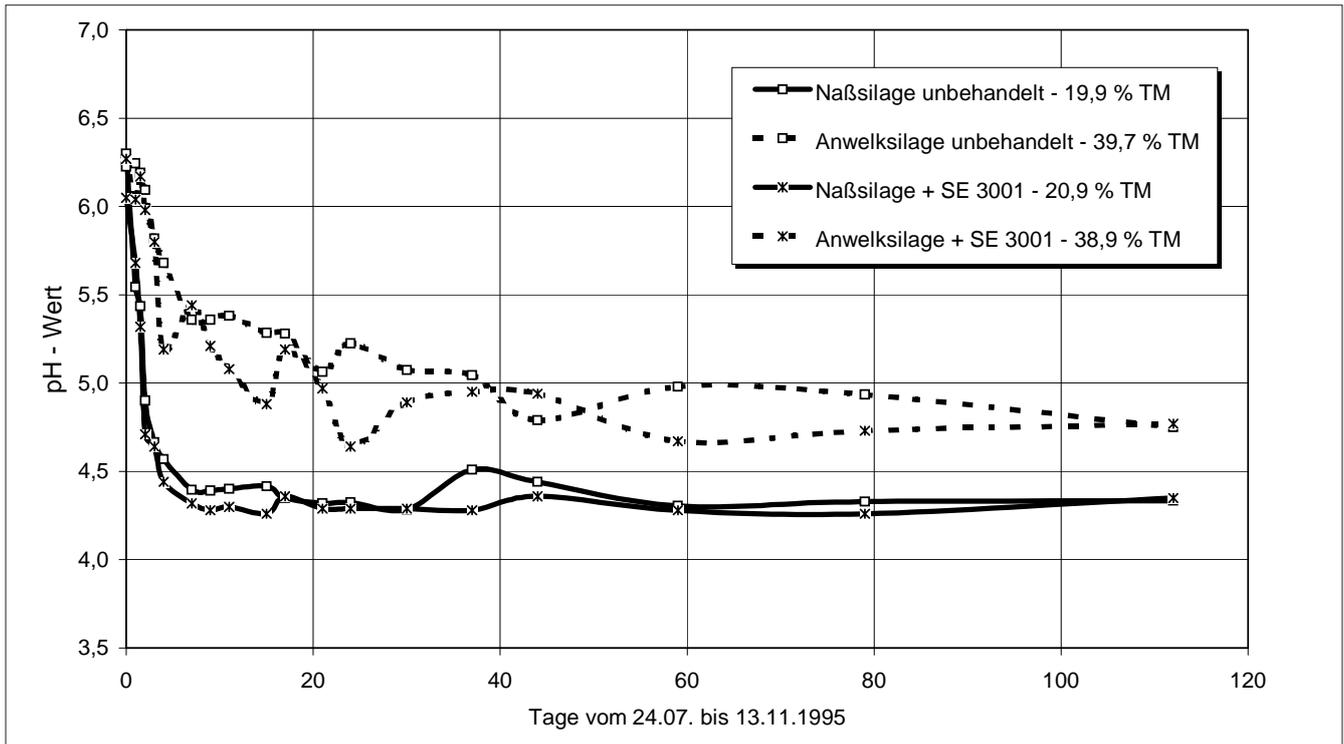


Abbildung 19:

pH-Wert-Verlauf der Variante SE 3001 im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante

Wirkung bei Anwelksilage:

Der Verlauf des pH-Wertes konnte etwas schneller abgesenkt und auf einem tieferen Niveau stabilisiert werden wie bei der Variante ohne Behandlung. Im Gärsmurmuster waren die Unterschiede minimal; 54 g/kg TM Milchsäure bzw. 60 g/kg TM bei der Kontrollvariante. Der Buttersäuregehalt und der Eiweißabbau konnten leicht reduziert werden, wogegen sich dieser Vorteil durch die etwa 1% höheren TM-Verluste wieder aufhob. Die Verluste an verdaulicher OM, Energie und Zucker waren im Vergleich zur Kontrollvariante nur geringfügig unterschiedlich, ebenso verhielt es sich mit der Silagequalität. Im großen und ganzen ist die Variante SE 3001 in der gesamten Charakteristik gleich wie die unbehandelte Kontrollvariante, d.h. es ergaben sich durch den Silierzusatz SE 3001 bei der Anwelksilage keine großen Verbesserungen.

5.2 Ameisensäure (siehe Abbildung 20)

Zusammensetzung: Technische Ameisensäure 85 %ig

Wirkung bei Naßsilage:

Der beste Effekt war die sofortige Absenkung des pH-Wertes auf pH 4,4 und die Stabilisierung auf ein Niveau von 4,0 bis 4,1. Das Gärsmurmuster unterscheidet sich nur bei der Buttersäure, die durch Ameisensäurezusatz

wesentlich minimiert werden konnte (von 32,5 g auf 6,4 g/kg TM). Der Abbau von Eiweiß wurde ebenfalls sehr gut minimiert (von 15,5 % auf 12,0 % $\text{NH}_4\text{-N}$). Die günstigere Gärung konnte auch die Verluste an Trockenmasse, verdaulicher OM und NEL verringern. Der Verbrauch an Zucker blieb mit 70 % gleich hoch wie bei der unbehandelten Kontrollvariante. Betrachtet man die Silagequalität, so ergibt sich für die Ameisensäurevariante eine gute, für die unbehandelte Variante eine schlechte bis sehr schlechte Güte. Im Haltbarkeitstest konnte zwar ein Qualitätsverlust festgestellt werden (15 auf 9,5 Punkte), jedoch war die Silage nach einer Woche Überlagerung stabil. Abgesehen von der nachteiligen Applikation der Ameisensäure (ätzende Wirkung) hat dieses Versuchsprojekt gezeigt, daß Grünfütter mit schwieriger Silierfähigkeit durch Ameisensäure auch im niedrigen Trockenmassebereich gut zu konservieren ist.

Wirkung bei Anwelksilage:

Der pH-Wert wurde schneller und etwas tiefer abgesenkt als bei der unbehandelten Variante. Eine Verbesserung der Vergärung ist aus der Reduktion der Butter- und Essigsäure, sowie des Eiweißabbaues zu erkennen. In der Futterqualität lassen sich nur leichte positive Effekte durch den Ameisensäurezusatz erkennen - OM-Verdaulichkeit von 66,7 % bzw. 65,0 % und NEL von 5,77 MJ bzw. 5,62 MJ. Die Verluste von Trockenmasse, verdaulicher OM und NEL verringern.

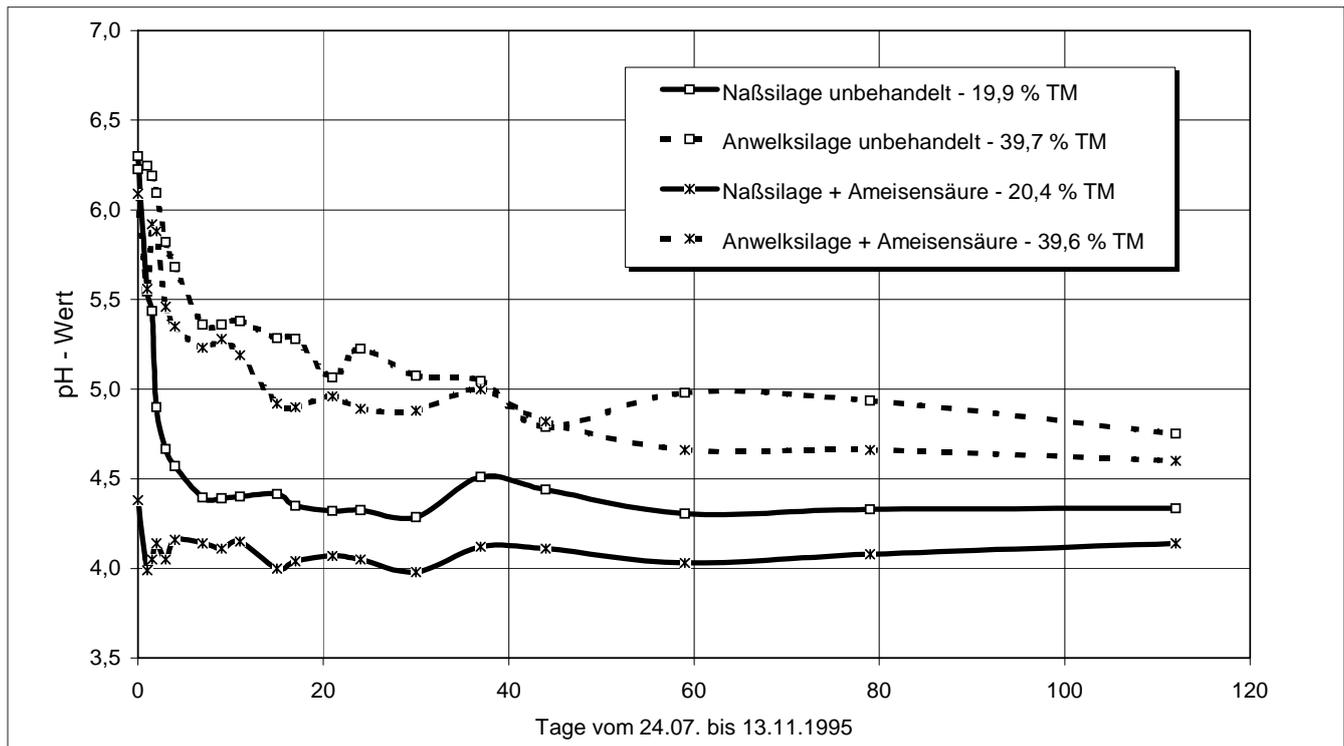


Abbildung 20:

pH-Wert-Verlauf der Variante Ameisensäure im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante

licher OM und NEL waren geringfügig unterschiedlich, der Verbrauch an Zucker jedoch wesentlich niedriger (9 %) als bei der unbehandelten Kontrollvariante (42 %). Bei der Qualität der stabilen Silage war der Unterschied minimal, ebenso ging die Silagequalität durch aerobe Überlagerung gleichförmig zurück wie bei der Variante ohne Behandlung. Die niedrige Keimzahl an Hefen nach dem Haltbarkeitstest zeugt von guter aerober Stabilität, im Gegensatz zur Kontrolle, wo eine deutliche Labilität festgestellt wurde.

5.3 ZK 109-075 (siehe Abbildung 21)

Zusammensetzung: Cellulose - Derivat

Wirkung bei Naßsilage:

Im Verlauf des pH-Wertes konnte keine Verbesserung registriert werden, doch im Gär säurenmuster erwies sich ZK 109-075 durch die Produktion des geringsten Buttersäure- (2,9 g/kg TM) und höchsten Milchsäuregehaltes (159,6 g/kg TM) aller Naßsilagevarianten als höchst effektive Möglichkeit, die Gärung zu beeinflussen. Da der Essigsäureanteil auch einer der höchsten war, lag der Gesamtsäureanteil mit mehr als 200 g/kg TM außergewöhnlich hoch. Der $\text{NH}_4\text{-N}$ Anteil am Gesamtstickstoff konnte durch ZK 109-075 von 15,4 % auf 12,8 % reduziert werden. Die Verdaulichkeit der OM war mit 66,0 % gegenüber 62,9 % und die NEL mit 5,27 MJ zu

4,89 MJ deutlich besser als die Futterqualität der unbehandelten Kontrollvariante. Die Trockenmasse- und Zuckerverluste sind durch den Einsatz von ZK 109-075 nicht zurückgegangen, wogegen die Verluste an verdaulicher OM (12,3 % mit bzw. 16,4 % ohne ZK 109-075) und an MJ NEL (21,1 % mit bzw. 26,7 % ohne ZK 109-075) dezimiert werden konnten. Die Silagequalität lag im Mittelbereich aber trotzdem wesentlich besser als bei der Kontrollvariante. Im Haltbarkeitstest fiel die Qualität von 13 auf 9 DLG - Sinnenprüfungspunkte ab, der große Keimzahlanstieg bei den Hefen zeigte eine gewisse Labilität in der Nacherwärmung.

Wirkung bei Anwelksilage:

Der pH-Wert wurde schneller und etwas tiefer abgesenkt als bei der unbehandelten Variante. Die Produktion von Milchsäure war im Vergleich zur Naßsilage nicht die höchste sondern die niedrigste. Positiv war die Reduktion der Buttersäuregärung, doch ein hoher Essigsäureanteil in der Gesamtsäure (größer als der Milchsäureanteil) wirkte sich schlecht auf das Gesamtbild des Gär säurenmusters aus. Im Eiweißabbau zeigte ZK 109-075 eine leichte Verbesserung, die Futterqualität blieb auf dem gleichen Niveau wie bei der unbehandelten Variante. Die Trockenmasseverluste gingen von 4,9 % auf 1,5 % und die Verluste an verdaulicher OM von 0,7 % auf einen Bilanzgewinn von 2,1 % zurück. Die NEL-Verluste

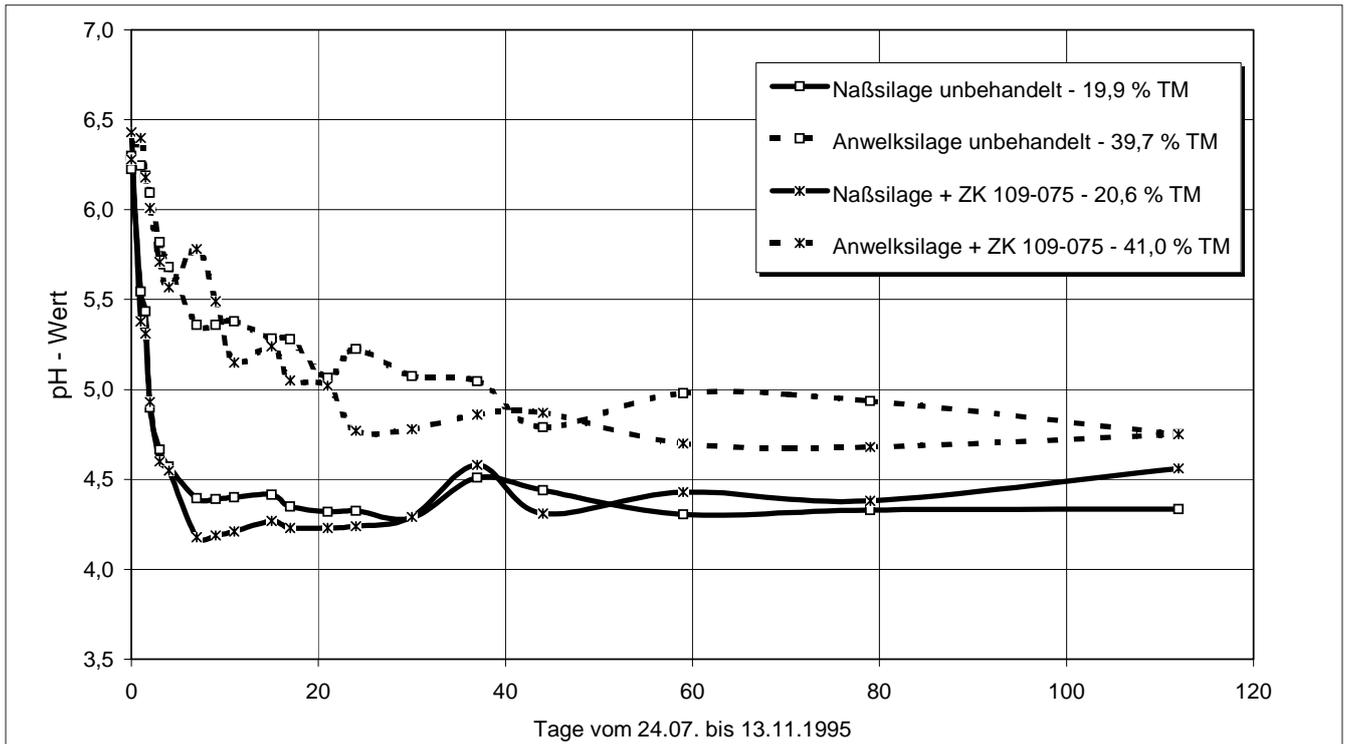


Abbildung 21:

pH-Wert-Verlauf der Variante ZK 109-075 im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante

konnten nicht reduziert werden und der Zuckerverbrauch war bei ZK 109-075 (50 %) sogar höher als bei der Variante ohne Behandlung (42 %). Die stabile Silage war in der Silagequalität gleich gut wie die Kontrolle, jedoch büßte die Variante ZK 109-086 beim Haltbarkeitstest mehr an Qualität ein als die Variante ohne Behandlung.

In Summe gesehen brachte der Einsatz von ZK 109-075 bei angewelktem Grünfutter nicht den erforderlichen Erfolg, um eine Empfehlung des Produktes für Anwelkfutter auszusprechen.

5.4 ZK 109-086 (siehe Abbildung 22)

Zusammensetzung: Aminosäure - Polymer

Wirkung bei Naßsilage:

Die Absenkung des pH-Wertes ging zwar rasch, doch stabilisierte sich die Silage auf einem höheren Level als die unbehandelte Kontrollvariante. Im Gär säurenmuster fiel auf, daß durch ZK 109-086 weniger Buttersäure, jedoch mehr Milch- und Essigsäure produziert wurde, was insgesamt positiv zu bewerten ist. Eine minimale Verbesserung wurde beim Eiweißabbau und in der Futterqualität erzielt. Die Verluste an Trockenmasse, verdaulicher OM, sowie MJ NEL und Zucker waren beinahe gleich wie bei der Variante ohne Behandlung. In der

Einschätzung der Silagequalität lag die Variante mit ZK 109-086 um 2 Stufen günstiger als die Kontrollvariante. Der Verlust an Silagequalität in der Überlagerungsphase andererseits war so groß, daß die Silage nach einer Woche Luftstreß als verdorben bezeichnet werden mußte, also gleich schlecht wie die unbehandelte Variante war. ZK 109-086 konnte die Gärung günstiger steuern als die Variante ohne Behandlung, sodaß die fertige Silage bei gleichem Gärungsverlust bessere Silagequalität hatte. Die hohe Labilität von Silage mit ZK 109-086 bei Luftzutritt nach der Siloöffnung stellte im Versuch eine immense Gefährdung der Konserve dar und ist negativ zu bewerten.

Wirkung bei Anwelksilage:

Hier konnte der pH-Wert schneller abgesenkt und auf einem tieferen Niveau stabilisiert werden als bei der unbehandelten Kontrollvariante. Der Zusatz von ZK 109-086 verhinderte die Buttersäuregärung zur Gänze und erhöhte die Milch- und Essigsäurebildung im Vergleich zur Variante ohne Zusatzbehandlung. Dieser positive Effekt hatte auch eine günstige Auswirkung auf den Eiweißabbau, der mit 7,4 % im Vergleich zur unbehandelten Variante (9,5 % $\text{NH}_4\text{-N}$) niedrig war. In der Futterqualität waren die Unterschiede der beiden Prüfglieder unbedeutend. Die Gärungsverluste konnten bei der Trockenmasse von 4,9 % auf 1,5 %, bei der verdaulichen

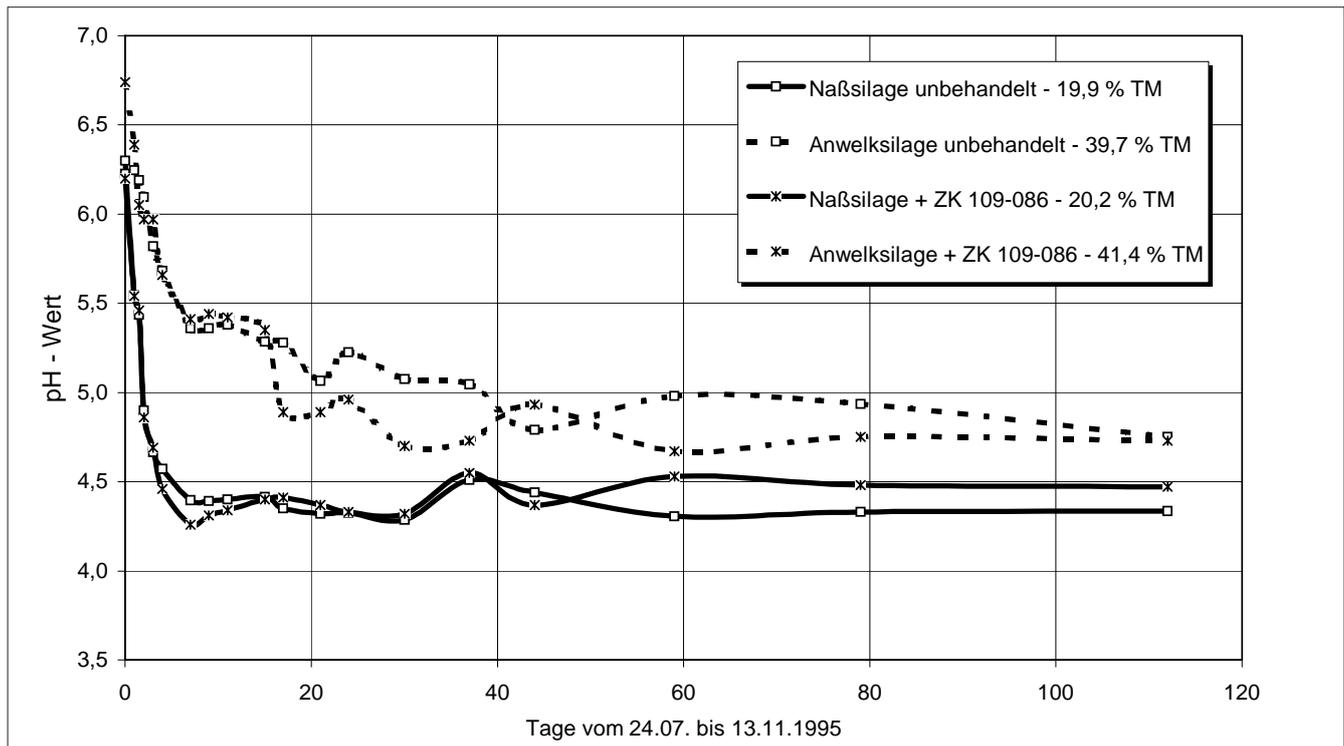


Abbildung 22:

pH-Wert-Verlauf der Variante ZK 109-086 im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante

lichen OM von -0,5 % auf + 4,0 %, bei der NEL von 3,9 % auf 1,0 % und bei Zucker von 41 % auf 37 % reduziert werden. Die Silagequalitätsbewertung war bei der DLG-Sinnenprüfung etwas schlechter als bei der neuen Qualitätsbeurteilung nach Weißbach und Honig; im Vergleich zur unbehandelten Variante ist die Qualität gleich gut einzustufen. Während des Haltbarkeitstests kam es zu einer starken Hefenvermehrung, die aber die aerobe Stabilität nicht negativ beeinflusste. ZK 109-086 konnte durch Förderung der Milchsäuregärung und Verhinderung der Buttersäureproduktion die Gärung optimieren und somit die Verluste auf ein Mindestmaß reduzieren.

5.5 Sil Add flüssig (siehe Abbildung 23)

Zusammensetzung: Streptococcus faecium, Pediococcus Acidilactici, Lactobacillus plantarum, Enzyme, Lysozym als Clostridienhemmer

Wirkung bei Naßsilage:

Sil Add flüssig konnte den pH-Wert anfänglich sehr gut absenken und auch stabilisieren, aber in der Endphase der Lagerung zeigte die Silage eine Instabilität, indem der pH-Wert anstieg. Das Gär säurenmuster wies einen geringeren Butter- und Milchsäuregehalt als die unbehandelte Variante auf, doch war die Essigsäureproduktion mit 62,7 g/kg TM mehr als doppelt so hoch wie die der

Kontrollvariante. Mit 15,8 % $\text{NH}_4\text{-N}$ Anteil am Gesamtstickstoff war der Eiweißabbau höher als bei der unbehandelten Variante mit 15,4 % $\text{NH}_4\text{-N}$. Die Futterqualität brachte für die Variante mit Sil Add flüssig gegenüber der Variante ohne Behandlung eine leichte Verbesserung. Ein Mehrverlust an Trockenmasse (11,5 % mit bzw. 9,1 % ohne Sil Add flüssig) war ungünstig, während bei der verdaulichen OM, der NEL und bei Zucker geringfügig niedrigere Verluste als bei der unbehandelten Variante auftraten. Die Silagequalitätsbewertung fiel bei der DLG-Sinnenprüfung mittelmäßig und bei der neuen DLG-Bewertung sehr schlecht aus, sodaß die Qualität etwas besser einzustufen ist wie die der Kontrollvariante. Die aerobe Überlagerungswoche verdarb die fertige Silage auf das gleiche Qualitätsniveau wie das bei der Variante ohne Behandlung. Die Instabilität der Silage während und nach der Gärphase, begleitet von höheren TM-Verlusten, zeigte, daß Sil Add flüssig nicht in der Lage war, die Schwierigkeiten im nassen TM-Bereich zu meistern und die Silagequalität zu sichern.

Wirkung bei Anwelksilage:

Der pH-Wert wurde hier um ein deutliches Maß schneller und tiefer abgesenkt als bei der unbehandelten Variante. In der Zusammensetzung des Gär säurenmusters unterscheidet sich Sil Add flüssig nur durch den fehlenden Buttersäureanteil gegenüber der Kontrollvariante.

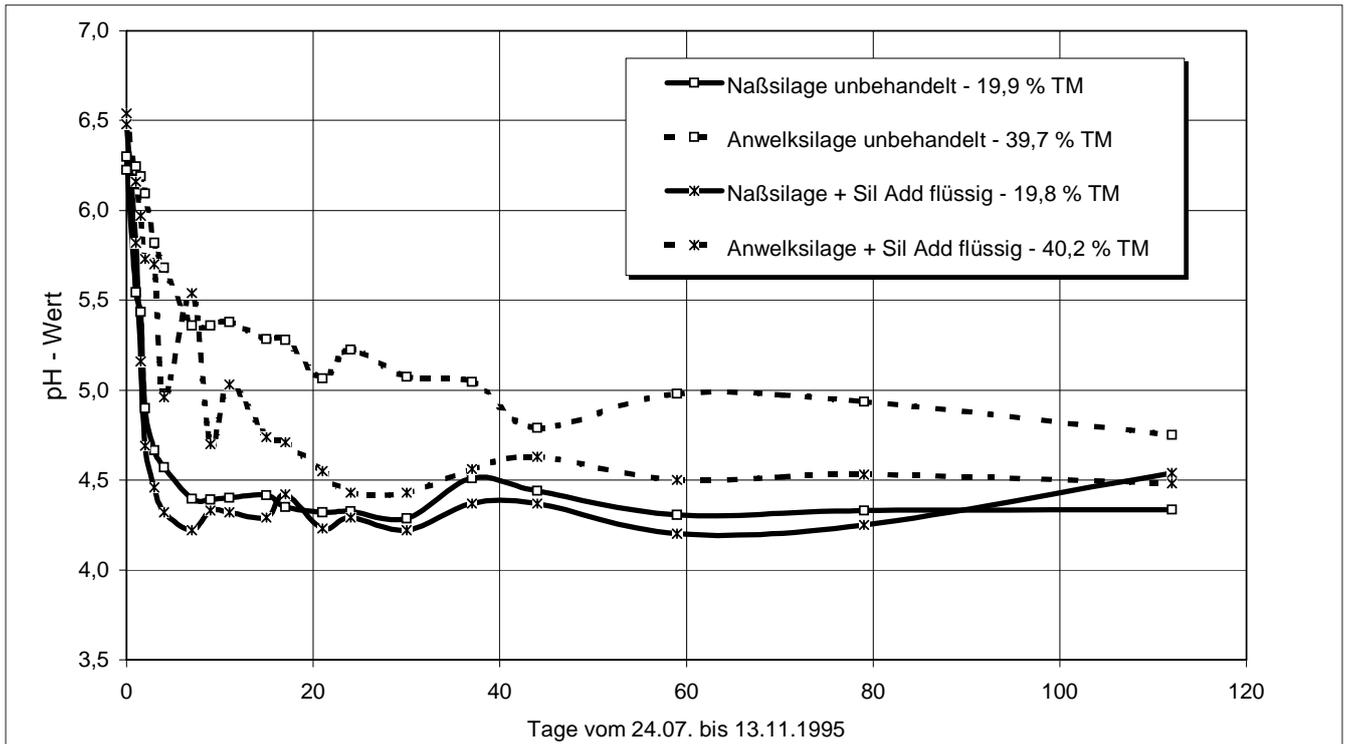


Abbildung 23:

pH-Wert-Verlauf der Variante Sil Add flüssig im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante

Im Eiweißabbau brachte Sil Add flüssig die deutlichste Reduktion bei den Anwelksilagen (7,1 % mit bzw. 9,5 % $\text{NH}_4\text{-N}$ ohne Sil Add flüssig). Die Verdaulichkeit der OM und die NEL waren im Vergleich zur unbehandelten Variante etwas höher. Die Verluste an TM konnten von 4,9 % auf 3,2 %, an verdaulicher OM von -0,7 % auf +3,2 %, an NEL von 3,9 % auf 0,4 % reduziert werden, der Verbrauch an Zucker war gleich hoch wie bei der unbehandelten Kontrollvariante. Die Qualität der fertigen Silage war um eine Spur besser als bei der Variante ohne Sil Add flüssig. Nach einer Woche aerober Überlagerung verschlechterte sich die Silagequalität im gleichen Maß wie bei der unbehandelten Variante. Insgesamt konnte der Zusatz von Sil Add flüssig bei angewelktem Grünfutter die Gärung positiv beeinflussen und die Gärungsverluste reduzieren.

5.6 Sil Add streufähig (siehe Abbildung 24)

Zusammensetzung: Streptococcus faecium, Pediococcus Acidilactici, Lactobacillus plantarum, Enzyme, Lysozym als Clostridienhemmer, Dextrose als Trägerstoff

Wirkung bei Naßsilage:

Der Verlauf des pH-Wertes war beinahe völlig identisch wie der der unbehandelten Variante. Im Gär säurenmuster zeigte Sil Add streufähig einen höheren Milchsäuregehalt und leicht reduzierten Butter- und Essigsäurean-

teil, also eine günstigere Zusammensetzung als die Kontrollvariante. Der Eiweißabbau war bei Sil Add streufähig höher (15,9 % $\text{NH}_4\text{-N}$) als bei der unbehandelten Variante (15,5 % $\text{NH}_4\text{-N}$). In der Verdaulichkeit der OM (67,4 % mit bzw. 62,9 % ohne Sil Add streufähig) und der NEL (5,31 MJ mit bzw. 4,89 MJ ohne Sil Add streufähig) war die Variante ohne Zusatzmittel schlechter. Der Verlust an Trockenmasse war höher, der Zuckerverbrauch gleich groß und die Einbuße an verdaulicher OM und NEL geringer als bei der unbehandelten Variante. Bei der Silagequalität zeigten sich zwischen der DLG-Sinnenprüfung (Note 3) und der Bewertung nach Weißbrot und Honig (Note 5) große Unterschiede, die insgesamt gesehen eine etwas bessere Qualität durch die Zugabe von Sil Add streufähig ergaben. Im Haltbarkeits-test verschlechterte sich die Qualität von 12 auf 6 DLG-Sinnenprüfungspunkte, was einer gerade noch mäßigen Silagegüte entspricht. Die Vorzüge des besseren Gär säurenmusters, sowie die Steigerung der Futter- und Silagequalität wurden von höherem TM-Verlust und Eiweißabbau beschattet; gesamt gesehen war der Zusatz von Sil Add streufähig dennoch leicht vorteilhaft gegenüber der unbehandelten Silage.

Wirkung bei Anwelksilage:

Der pH-Wert wurde schneller und merklich tiefer abgesenkt als der pH-Wert der unbehandelten Kontrollvari-

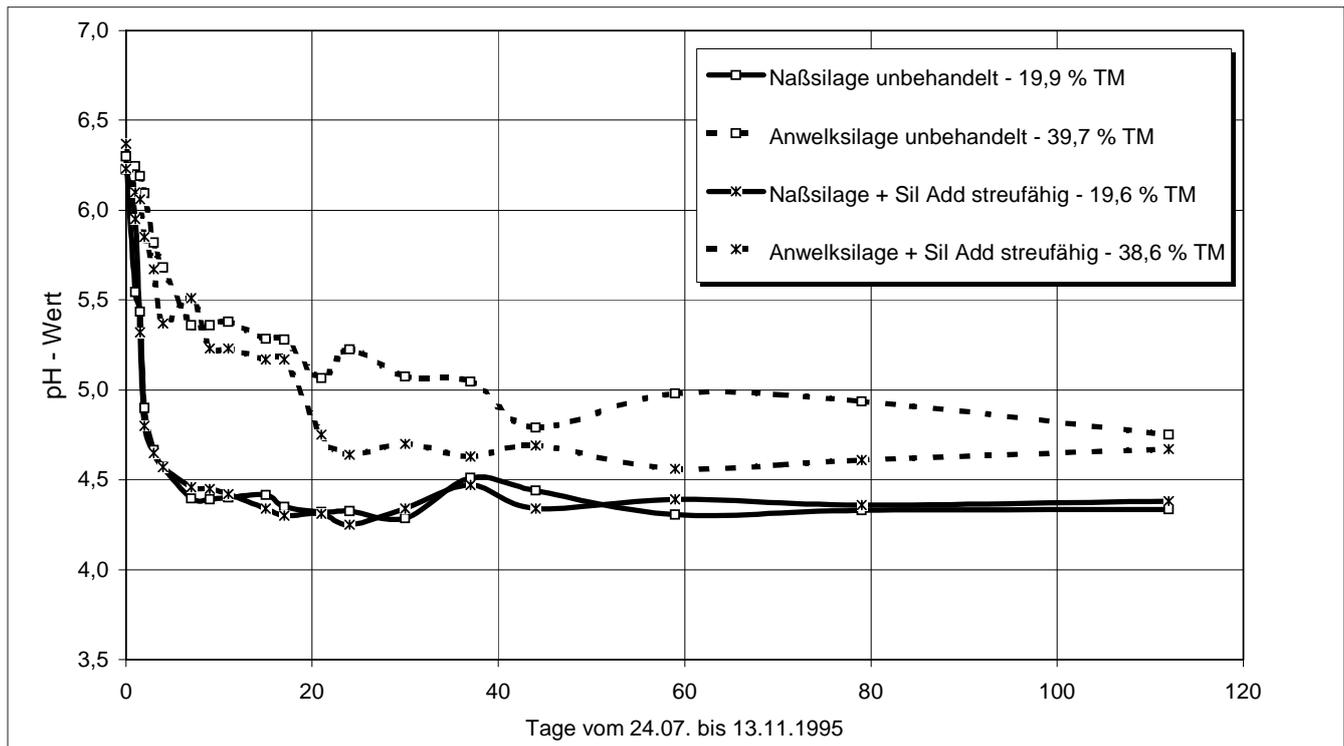


Abbildung 24:

pH-Wert-Verlauf der Variante Sil Add streufähig im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante

ante. Positiv war die totale Unterbindung der Buttersäuregärung und die Reduktion der Essigsäurebildung bei gleich hohem Milchsäureniveau im Vergleich zur unbehandelten Variante. Aufgrund des niedrigeren $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes war ein geringerer Eiweißabbau als bei der unbehandelten Silage festzustellen. In der Futterqualität waren die Varianten Sil Add streufähig und unbehandelt gleich. Der TM-Verlust lag mit 5,3 % höher als bei der unbehandelten Variante mit 4,9 %. Die Verluste an verdaulicher OM, NEL und Zucker waren etwas niedriger im Vergleich zur Kontrollvariante. Die Silagequalität lag etwas besser wie die der unbehandelten Silage. Im Test der aeroben Stabilität nahm die Silagequalität von 18,5 auf 14 DLG - Sinnenprüfungspunkte ab, jedoch war die Güte noch höher wie die der unbehandelten Variante. Der Zusatz von Sil Add streufähig begünstigte die Gärung, indem keine Buttersäure gebildet, der Eiweißabbau reduziert und die Silagequalität verbessert wurde.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Ergebnissen des Teilversuches II sollte herausgefunden werden, wie sinnvoll der Einsatz von Silierzusatzmitteln mit unterschiedlicher Zusammensetzung und Wirkungsweise bei Grünlandfutter ist.

Konservierungswirkung der Silierzusatzmittel bei nassem Grünfutter (21,3 % TM)

- Die wünschenswerte schnelle Absenkung des pH-Wertes war ohne Zusatzmittel gleich gut wie beim Einsatz von Silierhilfsstoffen, ebenso der pH-Verlauf während der gesamten Lagerungsphase. Die einzige Ausnahme war die Ameisensäure, welche mit sofortiger Wirkung den pH-Wert von 6,3 auf 4,4 absenkte und in weiterer Folge ein wesentlich tieferes Stabilitätsniveau hielt.
- Die Gärung konnte bei diesem Ausgangsfutter (hoher Eiweißgehalt und geringer Zuckergehalt) durch Silierzusätze allgemein verbessert werden, da in jedem Fall die Buttersäuregärung reduziert wurde. Außergewöhnlich viel Milchsäure (>140 g/kg TM) produzierten die Silagen mit dem Zusatz SE 3001 und ZK 109-075 während durch ZK 109-075 und Sil Add flüssig sehr hohe Essigsäuregehalte (> 60 g/kg TM) erreicht wurden.
- Beim Abbau von Eiweiß war der Zusatz von Ameisensäure die beste Lösung, die Zusätze SE 3001, ZK 109-075 und ZK 109-086 brachten leichte Verbesserungen gegenüber der unbehandelten Silage. Die Varianten mit Sil Add flüssig und Sil Add streufähig wiesen einen höheren Eiweißabbau auf als die Silage ohne Zusatz.
- Die hohen TM-Verluste von 9,1 % der unbehandelten Silage wurden durch den Einsatz von SE 3001 halbiert

und durch Ameisensäurezusatz leicht reduziert. Die Zusätze ZK 109-075 und ZK 109-086 brachten keine Verbesserung, während mit Sil Add flüssig und Sil Add streufähig merklich höhere TM-Verluste festzustellen waren. Der Verlust an verdaulicher OM und an Energie (MJ NEL) konnte durch SE 3001 und Ameisensäure am meisten eingebremst werden, alle übrigen Mittel reduzierten diese Verluste leicht gegenüber der unbehandelten Variante. Der Zuckerverbrauch lag bei allen Varianten bei 70 % von der Ausgangszucker- menge.

- In der DLG - Sinnenprüfung schnitten sämtliche Zusatzmittel besser ab (10 Punkte aufwärts) als die Variante ohne Behandlung (2,3 Punkte). Der DLG - Schlüssel nach Weißbach und Honig ergab, daß die Zusätze Sil Add flüssig und Sil Add streufähig schlechtere, alle anderen Siliermittel bessere Silagequalitäten hervorbrachten als die Variante ohne Zusatz.
- Aufgrund der schlechten Silagequalität erreichte die Variante ohne Zusatz auch nur eine mäßige Futterqualität, d.h. die Verdaulichkeit der OM und die Nettoenergie-Laktation lagen bei allen Zusatzmittelvarianten höher.
- Die aerobe Stabilität der vergorenen Silagen war allgemein gut, da kein massiver Anstieg der Temperatur (Nacherwärmung) und der Hefepilzkeimzahl zu verzeichnen war. Der Absturz der Silagequalität nach einer Woche Überlagerung in Richtung Verderb war bei allen Varianten groß, die Silagen mit Ameisensäure und ZK 109-075 konnten hier die Qualität noch verhältnismäßig gut halten (9,5 bzw 9 DLG-Sinnenpunkte).

Konservierungswirkung der Silierzusätze bei ange- welktem Grünfutter (40,8 % TM):

- Der Siliermitteleinsatz konnte allgemein den pH-Wert schneller und weiter betrachtet auch tiefer absenken; die Zusätze Sil Add flüssig und Sil Add streufähig hatten hier den tiefsten pH-Level mit 4,5 bis 4,6.
- Die Produktion der gesamten organischen Säuren blieb in allen Varianten unter 100 g/kg TM, die Buttersäuregärung konnte durch alle Silierzusätze, gleich wie in der Naßsilage, reduziert werden. Die Zusätze ZK 109-086, Sil Add flüssig und Sil Add streufähig unterbanden die Buttersäurebildung zur Gänze. Das Gärsäuren- muster der Variante ZK 109-075 tanzte aus der Reihe, weil hier sehr wenig Milchsäure und hohe Essigsäure im Vergleich zu den übrigen Varianten gebildet wurde.

- Der Eiweißabbau blieb überall unter 10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ vom Gesamtstickstoff, was für einen günstigen Gärverlauf spricht. Es konnten durch sämtliche Silierzusätze leichte Reduktionen im Eiweißabbau erzielt werden.
- Die Verluste an Trockenmasse beliefen sich bei der unbehandelten Variante auf 4,9 %. Die Silagevarianten mit SE 3001 und Sil Add streufähig hatten höhere Verluste, der Zusatz von Ameisensäure und Sil Add flüssig brachte leichte, der von ZK 109-075 und ZK 109-086 größere Minimierungen der TM-Verluste. In der Menge an verdaulicher OM stellte sich bei allen Varianten mit Silierzusätzen ein Bilanzgewinn ein (unbehandelte Variante -0,7 %), d.h. es wurde mehr an verdaulicher OM ausgelagert als ursprünglich in den Silo kam; durch ZK 109-086, Sil Add flüssig und ZK 109-075 konnten die größten Gewinne erzielt werden (> +2 %). In der Energiebilanz schnitten die Varianten mit Sil Add flüssig, Ameisensäure und ZK 109-086 am günstigsten im Vergleich zur unbehandelten Silage ab. Der Zuckerverbrauch war allgemein um die 40 % von der Ausgangsmenge; Ameisensäure brauchte mit nur 9 % am wenigsten, ZK 109-075 mit 50 % am meisten Zucker.
- Die Silagequalität wurde in der DLG-Sinnenprüfung nur durch Sil Add streufähig verbessert (SE 3001 und ZK 109-086 deutlich schlechter als die unbehandelte Variante), während bei der Bewertung durch den DLG-Schlüssel nach Weißbach und Honig die Variante ohne Behandlung mit 65 Punkten am schlechtesten abschnitt.
- In der Verdaulichkeit der OM und der Futterenergie (NEL) war nur die Variante ZK 109-075 schlechter (65,9 % bzw. 5,41 MJ) als die unbehandelte Silage (66,3 % bzw. 5,62 MJ).
- Die Haltbarkeit bzw. aerobe Stabilität der Silagen zeigte, daß nur die Variante Ameisensäure nach einer Woche Überlagerung eine gute Stabilität aufwies, da hier die Vermehrung der Hefen am besten unterbunden wurde und die Qualität fast erhalten werden konnte. Die übrigen Varianten hatten einen massiven Anstieg der Hefenkeimzahl zu verzeichnen, was unweigerlich auf eine erhöhte Labilität der Silage hinweist; die unbehandelte Variante hatte die größte Labilität.

Die Übertragung dieser Wirkungseffekte der einzelnen Siliermittel auf allgemeine Verhältnisse bei Naß- und Anwelksilagen ist nicht zulässig, wenn die Nährstoffzusammensetzung des Grünfutters und die Silierbedingungen nicht ähnliche wie die im Silierver- such S-36 sind.

ALLGEMEINE ZUSAMMENFASSUNG

Optimale Witterungsbedingungen am Erntetag, sowie eine wohlorganisierte und technisch einwandfreie, praxisgerechte Versuchsdurchführung waren die Voraussetzung dafür, daß der Siliererfolg ausschließlich von der Silierbarkeit des Ausgangsmaterials bzw. von der Beeinflussung der Gärung über einen Silierzusatz abhing. Die Silierfähigkeit des rechtzeitig geernteten Grünfutters (Rispschieben bis Beginn Blüte) wurde durch den hohen Eiweiß- und den niedrigen Zuckergehalt erschwert (Verhältnis RP:Zucker Ø 1:0,54), die Silier-eignung des überständigen Futters durch die stark verringerte Verdichtungsmöglichkeit (30 - 40 % weniger Menge FM / m³) stark vermindert. Die Gliederung in drei Trockenmassenstufen ermöglichte uns, die Gärungsbedingungen von Naß- und Anwelksilagen bzw. Gärheu bei unterschiedlichem Nutzungszeitpunkt von Grünfutter zu beobachten. Der Einsatz verschiedener Silierzusatzmittel bei rechtzeitig geernteter Naß- und Anwelksilage sollte klären, ob beigesetzte Präparate bei optimalen Silierbedingungen die Gärung verbessern können und somit günstigere Silage- und Futterqualitäten möglich sind.

Es zeigte sich, daß Naßsilagen, egal ob rechtzeitig oder überständig geerntet, zu Fehlgärungen neigen (hohe Buttersäuregehalte und Eiweißabbau). Der Bedarf einer großen Menge von Gärsäuren im nassen Bereich (bis 25 % TM), um den pH-Wert auf das Stabilitätsniveau abzusenken, verursachte hohe Verluste an Trockenmasse (Ø 9 %), Futterqualität (Ø über 15 %) und Zucker (72 % rechtzeitige Ernte, 58 % überständiges Futter). Die

vergorene Silage hatte mäßige bis schlechte Silagequalität aufgrund der aufgetretenen Fehlgärungen. Durch Anwelkung des Grünfutters veränderte sich die Charakteristik der Gärung total, es wurden wesentlich weniger Gärsäuren gebildet (je höher der Trockenmassegehalt ansteigt, desto mehr unterstützt der osmotische Druck das Futter zu stabilisieren). Bei der Nutzung des Futters im Ährenschieben bis Beginn Blüte konnte die Buttersäuregärung mit Erhöhung der Trockenmasse unter Kontrolle gebracht werden (< 6 g/kg TM), weniger gut gelang dies bei überständigem Futter. Die Verluste an Trockenmasse und Futterqualität, sowie der Eiweißabbau sanken durch die Anwelkung auf ein Minimum ab. Die allgemeine Verbesserung der Gärung bei qualitätsreifem Anwelkfutter führte letztendlich zu einer guten Silage- und Futterqualität. Die Futterqualität bei überständigem Futter war mit Getreidestroh gut vergleichbar (Verdaulichkeit der OM von 52 bis 54 % und NEL von 4,10 bis 4,25 MJ /kg TM) und die Silagequalität war aufgrund der ungünstigen Buttersäuregärung als schlecht einzustufen. In der Haltbarkeit der Silagen konnte nach einer Woche Überlagerung eine gute Stabilität bei den Naßsilagen und eine erhöhte Labilität bei den Anwelksilagen in bezug auf starke Hefenvermehrung festgestellt werden, eine Nacherwärmung gab es trotz deutlichem Qualitätsverlust nicht.

Die Silierzusätze konnten in diesem Silierversuch einige Pluspunkte sammeln, da die Buttersäuregärung sowohl im nassen als auch im vorgewelkten Bereich verringert wurde. Im Eiweißabbau waren die Verbesserungen bei

Tabelle 21:

Wirkungseffekte der Silierhilfsmittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante in der stabilen Silage

Naßsilage	pH-Wert	Buttersäure	NH ₄ -N	Gärungsverluste				Silagequalität		Futterqualität		Mikrobiologie				Summe	
				TM	DOM	NEL	Zucker	Sinnenprüfung	Weißbach Honig	DOM	NEL	Hefen	Schimmelpilze	MS-bakterien	Clostridien	+	-
SE 3001	0	+	+	++	++	++	0	++	+	++	++	0	0	0	+	16	0
Ameisensäure	++	++	++	+	++	+	0	++	++	++	++	0	0	0	+	19	0
ZK 109-075	0	++	+	0	+	+	0	++	++	++	++	0	0	0	0	13	0
ZK 109-086	0	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	3	0
Sil Add flüssig	0	+	-	--	0	0	0	+	-	++	+	0	0	0	+	6	4
Sil Add streufähig	0	+	-	--	+	+	0	++	-	++	++	0	0	0	+	10	4
Anwelksilage																	
SE 3001	+	0	0	+	0	+	0	--	0	+	+	+	++	0	-	8	3
Ameisensäure	+	+	+	0	0	++	++	0	0	0	+	++	++	0	0	12	0
ZK 109-075	+	+	+	++	+	-	-	-	+	0	-	0	0	0	--	7	6
ZK 109-086	+	++	+	++	++	+	0	--	+	0	0	--	++	+	0	13	4
Sil Add flüssig	++	++	+	+	+	++	0	0	++	+	0	--	++	0	--	14	4
Sil Add streufähig	++	++	+	-	+	0	0	+	+	+	0	--	++	0	+	12	3

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

Tabelle 22:

Wirkungseffekte der Silierhilfsmittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante in der überlagerten Silage

Naßsilage	Nacherwärmung	Silagequalität DLG-Sinnenprüfung	Mikrobiologie			Summe	
			Hefen	Schimmelpilze	Clostridien	+	-
SE 3001	0	+	+	+	+	4	0
Ameisensäure	0	++	+	+	0	4	0
ZK 109-075	0	++	+	-	+	4	1
ZK 109-086	0	0	+	+	+	3	0
Sil Add flüssig	0	0	+	+	0	2	0
Sil Add streufähig	0	+	+	0	0	2	0
Anwelksilage							
SE 3001	0	0	+	++	-	3	1
Ameisensäure	0	+	++	++	0	5	0
ZK 109-075	0	-	+	++	-	3	2
ZK 109-086	0	0	+	++	0	3	0
Sil Add flüssig	0	0	+	++	-	3	1
Sil Add streufähig	0	+	+	++	0	4	0

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

Naßsilagen teilweise festzustellen und bei Anwelksilage war eine leichte allgemeine Reduzierung durch den Einsatz von Silierhilfsstoffen ersichtlich. Die TM-Verluste konnte nur die Ameisensäure in beiden Anwelkstufen verringern, andere Mittel brachten nur in einer oder in gar keiner TM-Stufe Verbesserungen.

Die Tabellen 21 und 22 ermöglichen eine Übersicht der positiven und negativen Effekte der geprüften Siliermittel im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante.

Die Summe der positiven und negativen Wirkungen jedes Silierzusatzes ergibt ein gesamtes Bild für die jeweilige TM-Stufe in diesem Silierversuch.

Die Übertragung dieser Wirkungseffekte der einzelnen Siliermittel auf allgemeine Verhältnisse bei Naß- und Anwelksilagen ist nicht zulässig, wenn die Nährstoffzusammensetzung des Grünfutters und die Silierbedingungen nicht ähnliche wie die im Silierversuch S-36 sind.

ANHANG

1. PARAMETER - ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN

Frischmasse (FM)	
Trockenmasse (TM)	- g/kg FM oder %
Rohprotein (RP)	- g/kg TM
Rohfaser (Rfa)	- g/kg TM
Rohasche (RA)	- g/kg TM
Organische Masse (OM)	- in g/kg TM
Zucker	- g/kg TM
Verdaulichkeit der TM (DMD)	- % der TM
Verdaulichkeit der OM (OMD)	- % der OM
Netto-Energie-Laktation (NEL)	- MJ /kg TM
Raumgewicht	- in kg FM /m ³ bzw. kg TM /m ³
KBE	- Kolonienbildende Einheiten
MS-Bakterien	- Milchsäurebakterien
Aerobe Bakterien	- Millionen KBE/g Grünfutter-FM bzw. Silage-FM
Milchsäurebakterien	- Tausend KBE/g Grünfutter-FM, Millionen KBE/g Silage-FM
Clostridien	- Hundert KBE/g Grünfutter-FM bzw. Silage-FM
Hefepilze	- Tausend KBE/g Grünfutter-FM bzw. Silage-FM
Schimmelpilze	- Tausend KBE/g Grünfutter-FM bzw. Silage-FM

2. BEWERTUNG DER SILAGE MIT HILFE DER SINNENPRÜFUNG 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 oder schwacher, jedoch angenehmer Röstgeruch bei Anwelksilagen	10
c. mäßiger Buttersäuregeruch, oder deutlicher, häufig stechender Röstgeruch oder muffig	4
d. starker Buttersäuregeruch oder Ammoniakgeruch, oder fader, nur sehr schwacher Säuregeruch	2
e. Fäkalgeruch, faulig, oder starker Schimmelgeruch, oder Rottegeruch, kompostähnlich	0
2. Gefüge	
a. Gefüge der Blätter und Stengel erhalten	4
b. Gefüge der Blätter angegriffen	2
c. Gefüge der Blätter und Stengel stark angegriffen, schmierig, schleimig oder leichte Schimmelbildung, oder leichte Verschmutzung	1
d. Blätter und Stengel verrottet, oder starke Verschmutzung	0
3. Farbe	
a. dem Ausgangsmaterial entsprechende Gärfutterfarbe bei Gärfutter aus angewelktem Gras, Klee gras, usw., auch leichte Bräunung	2
b. Farbe wenig verändert, leicht gelb bis bräunlich	1
c. Farbe stark verändert, giftig grün, oder hellgelb entfärbt, oder starke Schimmelbildung	0

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

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

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

1. Beurteilung des Buttersäuregehaltes*

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

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

2. Beurteilung des Ammoniakgehaltes*

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

* Ammoniak-N in % des Gesamt-N

3. Beurteilung des pH-Wertes

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

4. Beurteilung des Essigsäuregehaltes*

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

* Essigsäuregehalt hier = Essigsäure plus Propionsäure

5. Bewertung

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

6. Bewertungskorrektur

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

Rohproteins am Gesamtrohprotein zu bestimmen (Silagen mit > 35 % gelten als geschädigt).

Folgende Korrekturen sind vorzunehmen:

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



Veröffentlichung der BAL Gumpenstein "Einfluß des Nutzungszeitpunktes bei der Silierung von Grünlandfutter"
und "Einfluß von Silierzusätzen bei der Silierung von Grünfutter als Naß- und Anwelksilage", Heft 27, 1996



Veröffentlichung der BAL Gumpenstein "Einfluß des Nutzungszeitpunktes bei der Silierung von Grünlandfutter"
und "Einfluß von Silierzusätzen bei der Silierung von Grünfutter als Naß- und Anwelksilage", Heft 27, 1996