

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft
und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Forschungsthema:

**Erzeugung hochwertiger Silagen unter den Bedingungen Mecklenburg-Vorpommerns mit
den Schwerpunkten Ballensilage und aerobe Stabilität**

Fo-Nummer: 33/03/02/04

Verantwortlicher

Themenbearbeiter: Dr. Heidi Jänicke,
Dipl. agr. Ing. Andreas Titze

Mitarbeiter:

Dipl. Ing. (FH) Jana Flor
Techn. Angest. Elke Kobus
Dipl. agr. Ing. Marion Jakobs
Techn. Angest. Ernestine Honig

Forschungspartner:

Gut Dummerstorf GmbH
Agrargenossenschaft Bartelshagen I e.G.
Zuckerfabrik Güstrow der Nordzucker AG
Referat Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue des Landesamtes für
Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg
Qualitätslabor der LFA

Gutachter:

Prof. Dr. agr. habil F. Weißbach, Elmenhorst
Prof. Dr. Dr. h. c. W. Opitz von Boberfeld
Justus-Liebig-Universität Gießen

März 2005

.....

Themenbearbeiter

.....

Wiss. Direktor

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite	
1	Problemstellung	3
2	Material und Methoden	3
3	Ergebnisse und Diskussion	5
3.1	Ballensilage	5
3.1.1	Literaturauswertung	5
3.1.2	Praxiserhebungen und –versuche	8
3.2	Einflussnahme auf die aerobe Stabilität von Silagen	10
3.2.1	Maissilage	10
3.2.2	Feuchtmaisschrotsilage	14
3.2.3	Anwelksilage	18
3.2.4	Pressschnittsilage	19
3.2.5	Lösungsansätze für das Problem „aerobe Instabilität nach Siloöffnung“ von Silagen aus verschiedenen Ausgangsmaterialien	23
4	Ökonomische Aspekte	26
5	Empfehlungen für die Praxis	27
5.1	Ballensilage	27
5.2	Verbesserung der aeroben Stabilität	28
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	30
7	Literaturverzeichnis	32
8	Anhang	36

1 PROBLEMSTELLUNG

Die Erzeugung hochwertiger Silagen ist eine entscheidende Grundlage für die Wiederkäuerfütterung und damit gleichzeitig Voraussetzung für eine effiziente tierische Produktion. Die kostengünstige Herstellung hoher Futterqualitäten ist unter den heutigen Bedingungen zwingender denn je. Das schließt möglichst geringe Verluste auf dem Weg des Futters von der Erntefläche bis hin auf die Futterkrippe ein.

Probleme in verschiedensten Betrieben und Beobachtungen in der Praxis führten zur Formulierung des Themas mit den Schwerpunkten aerobe Stabilität und Ballensilage. Insbesondere bei sehr guten energiereichen Silagen – nicht selten im Hochleistungsbereich der Milchproduktion – wird immer wieder von Fällen der Nacherwärmung nach Siloöffnung berichtet (bis hin zum Verderb ganzer Partien). Mit der Entnahme ist eine Lufteinwirkung auf die Silage im Silo verbunden, die nach Möglichkeit auf ein Minimum zu beschränken, naturgemäß jedoch nicht gänzlich zu vermeiden ist. Vor allem Hefen werden durch den Luftzutritt aktiv und verursachen schon bei Vorhandensein geringer Sauerstoffmengen unerwünschte Umsetzungsprozesse, die zur deutlichen Minderung der Futterqualität führen und mit einer Erwärmung der Silage einhergehen. Anzumerken ist, dass es sich um Nacherwärmung handelt und die Bezeichnung „Nachgärung“ nicht richtig ist, da Gärung grundsätzlich unter Luftabschluss ohne Sauerstoff stattfindet. Das Kriterium Stabilität der Silage nach Sauerstoffzutritt durch Siloöffnung und Entnahme ist von hoher Bedeutung, denn nur bei Erhalt der Futterqualität bis zur Futteraufnahme durch das Tier ist die Aufgabe der Silageherstellung tatsächlich erfüllt. Darum sollte für verschiedene Siliergüter in praxisnahen Versuchen mit eigenen Untersuchungen ein Beitrag zu dieser Thematik geleistet werden. Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, unter Einbeziehung der Mitteilungen anderer Versuchsansteller aktuelle Hinweise zur Silageerzeugung unter besonderer Berücksichtigung der aeroben Stabilität zu geben.

Eine gute Futterqualität ist nicht nur für eine erfolgreiche ökologische Milchproduktion Voraussetzung, sondern auch für die ökologische Mutterkuh- und Schafhaltung. Die Silageherstellung hat sich ebenso in den letztgenannten Betriebszweigen als Standardverfahren etabliert. Leider verschaffen sich nur wenige Betriebe einen Überblick über die Qualität ihrer Silagen, indem sie deren Futterwert in einem Labor bestimmen lassen. Insbesondere zur Gärqualität von Silagen aus dem ökologischen Landbau liegen nur sehr wenige Ergebnisse aus Mecklenburg-Vorpommern vor. Die Untersuchungen sollen auch dazu dienen, einen möglichst repräsentativen Überblick über die Silagequalität in den Betrieben des Landes zu erhalten. Dabei bildet das Verfahren der Ballensilage-Herstellung einen Schwerpunkt. Seit mehreren Jahren ist eine stetige Zunahme der Ballenlinie festzustellen, auch wenn dieses Verfahren nicht immer die kostengünstigste Variante darstellt. Deshalb soll auf der Basis von vorhandenem Wissen sowie neuer Erkenntnisse eine Aktualisierung und Konkretisierung der Empfehlungen zur Silageerzeugung erfolgen.

2 MATERIAL UND METHODEN

Während der Bearbeitung wurde aus zwei bis dahin separaten Forschungsthemen (1. Ballensilage, 2. Aerobe Stabilität) die Zusammenlegung zu dem nun im folgenden Bericht behandelten Thema durchgeführt. Daraus erklärt sich der Aufbau für die Bearbeitung insgesamt.

Ballensilage

Literaturrecherche zum aktuellen Stand der Ballensilageherstellung

Es wurde eine Literaturrecherche zur Ballensilageherstellung mit folgenden Schwerpunkten durchgeführt:

- Verbreitung des Verfahrens Ballensilageherstellung
- Bedeutung von Rohfaser- und Trockenmassegehalt im Erntegut
- Zeitpunkt sowie Art und Weise des Verpackens der gepressten Ballen
- Auswirkungen der Verwendung verschiedener Arten von Wickelfolien
- Probleme beim Transport und der Lagerung der Ballen
- ökonomische Aspekte der Ballensilageherstellung.

Energetischer Futterwert sowie Gärqualität von Grassilagen aus ökologisch wirtschaftenden Betrieben Mecklenburg-Vorpommerns

Im Jahr 2000 wurde systematisch damit begonnen, Proben von Gras-Anwelksilagen auf Praxisbetrieben zu ziehen. Bei den untersuchten Proben handelt es sich überwiegend um Ballensilage-Herkünfte. Insgesamt beteiligten sich 33 Betriebe an den Untersuchungen, davon zwei mit ökologischer Milchproduktion. Regelmäßige Grundfutteranalysen, z. B. durch die LUFA Rostock, fanden bisher nicht statt. Vereinzelt in den Betrieben vorliegende Analysenergebnisse sind in die dargestellte Statistik einbezogen worden, wenn die Herkunft des Futters bekannt war. Im Qualitätslabor der LFA wurde der Futterwert (TS-Gehalt, Rohfaser, Rohprotein, Rohasche, Zucker, Energie) sowie in der LUFA Rostock der LMS die Gärqualität und der Mineralstoffgehalt analysiert. Als Vergleichsmaßstab dienten beim Futterwert die Zielwerte der LFA M-V für Mutterkühe und Mutterschafe und bei der Gärqualität der DLG-Schlüssel.

Qualität der Rundballensilage eines ökologisch und konventionell bewirtschafteten Grünlandstandortes

Am Standort Volkenshagen ist in den Jahren 1994 bis 2000 ein Beweidungsversuch mit Schafen durchgeführt worden. Auf Grund unterschiedlicher Bewirtschaftungsvorgaben (Besatzdichte, Düngerart), die sich aus den Auflagen für eine ökologische Grünlandbewirtschaftung ergaben, sind auf jeweils einem Hektar bei ursprünglich gleichen Ausgangsbedingungen sehr unterschiedliche Pflanzengesellschaften entstanden. Die jeweils ersten Aufwüchse dieser Pflanzengesellschaften sind in Form von Rundballen einsiliert worden. Zusätzlich wurden Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln durchgeführt, um vermutete Unterschiede hinsichtlich des Futterwertes besser dokumentieren zu können.

Einsatz von Milchsäurebakterien bei der Ballensilageherstellung

Über einen Zeitraum von zwei Jahren wurde in einem Praxisbetrieb (Volkenshagen) bei der Rundballensilage-Herstellung ein kurz zuvor auf den Markt gebrachtes Silierhilfsmittel (DLG-geprüft, ANONYMUS 2000a) auf der Basis von heterofermentativen Milchsäurebakterien eingesetzt. Derartige Bakterienstämme bilden während des Silierprozesses überwiegend Essigsäure und können so zur besseren aeroben Stabilität der Silage nach Öffnung der Ballen beitragen. Untersuchungsschwerpunkte waren die Gärqualität und die Temperaturentwicklung in den ersten vier Tagen nach dem Öffnen der Ballen.

Aerobe Stabilität

Material:

In den Jahren 2000 bis 2003 wurden Silierversuche unter Einbeziehung des Kriteriums aerobe Stabilität durchgeführt. Bei der Vielfalt der Maßnahmen und Möglichkeiten bzw. der Einflussfaktoren konnte nur eine Auswahl für die direkten eigenen Untersuchungen getroffen werden. Dabei wurde versucht, der häufigen Nachfrage zu den angesprochenen Problemkreisen zu entsprechen. Der Versuchsaufbau und Angaben zur Versuchsdurchführung sind jeweils im Ergebnisteil dargestellt, um Dopplungen zu vermeiden und eine bessere Lesbarkeit zu erreichen. Weiterhin wurden für die Auswertung aktuelle und bewährte Empfehlungen zur Silierung und relevante Ergebnisse aus der Literatur aufgenommen.

Methoden:

Die Probenaufbereitung erfolgte unmittelbar nach der Probenahme im IfT Dummerstorf, einschließlich der Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes (doppelt je Probe, nach VDLUFA-Vorschrift). Für die Bestimmung der Gärparameter wurde zunächst jeweils ein Teil der Proben eingefroren. Die chemischen Analysen wurden nach von der VDLUFA anerkannten Methoden im Qualitätslabor der LFA und ein Teil der Gärparameterbestimmung (Pressschnitzelsilagen) in der LUFA Rostock durchgeführt. Die Korrektur der Trockensubstanzgehalte und dementsprechend der Nährstoffgehalte erfolgte nach WEIßBACH und KUHLA (1995). Die Berechnung der Energiegehalte erfolgte nach den Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (AfB, 1998).

Für den Test auf aerobe Stabilität - durchgeführt nach den Richtlinien der DLG-Siliermittelprüfung, jedoch ohne Luftstress während der Silierung - wurden die ausgelagerten Silagen umgehend gekühlt und auf direktem Weg in das Testlabor der brandenburgischen Landesanstalt in Paulinenaue gebracht, dort sofort eingewogen und in die Testanlage gegeben. Darin lagerten die Proben aerob bei konstant 20 °C, wobei über mindestens 7 Tage die Temperaturentwicklung verfolgt wurde. Als aerob stabil gilt, wenn eine Temperaturerhöhung gegenüber der Umgebungstemperatur von weniger als 3 °C ermittelt wurde. Die Ermittlung der Trockenmasseverluste erfolgte durch Wägung.

Die Verrechnung der Daten kann wegen der geringen Wiederholungszahl und der Anlageform der Versuche überwiegend nicht nach den im Versuchswesen üblichen mathematisch-statistischen Verfahren vorgenommen werden und beschränkt sich mehrfach auf einfache Mittelwertbildungen. Für den Ringversuch wurden die Verrechnungsergebnisse des gesamten Versuchs übernommen (KALZENDORF 2002).

3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 Ballensilage

3.1.1 Literatúrauswertung

Das Verfahren der Ballensilageherstellung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dafür sprechen der relativ geringe Investitionsbedarf sowie die hohe Flexibilität des Verfahrens sowohl in Bezug auf die Möglichkeit der Konservierung verschiedener Bestände als auch bezüglich des variablen Einsatzes in der Wiederkäuerfütterung. Das Futter liegt in kleinen Portionen vor, die auch von kleinen Tiergruppen in überschaubarer Zeit aufgefressen werden können (OTT u. a.1995, FRICK 1999, ANONYMUS 2000b, CIELEJEWSKI 2003). Als Beispiel darf hier die gleichzeitige Fütterung verschiedener Leistungsgruppen in einem Milchviehbetrieb angeführt werden. Müssen Fahrtilos ge-

öffnet werden, führt dies meist zu geringen Vorschüben bei der Entnahme sowie den damit verbundenen Problemen, wie Erwärmung oder Schimmelbefall der Anschnittfläche. Silageballen eignen sich außerdem auch gut für den Verkauf in andere Betriebe oder Produktionszweige, beispielsweise für die Pferdefütterung (KELLER u. a. 1997).

Für Schweden nennen LINGVALL und WEIßBACH (2001) einen Anteil der Ballensilage am gesamten Silageaufkommen von durchschnittlichen 30 %, in Jahren mit schlechten Trocknungsbedingungen für Heu bis zu 50 %. Ihrer Ansicht nach kann damit gerechnet werden, dass eine weitere Ausbreitung des Verfahrens zukünftig auch unabhängig von der Jahreswitterung zu erwarten ist. Für Deutschland werden zwar ebenfalls steigende Anteile der Ballensilage genannt, ähnliche Zahlen, wie sie für Schweden gelten, sind bislang aber nicht bekannt. Es wird geschätzt, dass ihr Anteil in Deutschland zwischen 10 und 20 % liegt, mit erheblichen regionalen Unterschieden (KELLER u. a. 1997). Wegen der größeren Strukturen sowie vielfach vorhandener Fahrsilokapazitäten kann für Mecklenburg-Vorpommern eher der untere Wert angesetzt werden. Gleichwohl gibt es nicht wenige Betriebe im Land, die aus verschiedenen Gründen gänzlich auf das Verfahren Ballensilageherstellung setzen. Hier ist nach den Erfahrungen der letzten Jahre (siehe Grundfutteruntersuchungen der LFA M-V in Öko-Futterbaubetrieben) ein nicht unerheblicher Beratungsbedarf entstanden, der mit dem vorliegenden Bericht zumindest teilweise abgedeckt werden soll. Gleichzeitig kann auf das erweiterte Angebot vieler Lohnunternehmer im Land reagiert werden, denn auch hier sind zum Teil deutliche Defizite bei der Ballensilageherstellung zu beobachten. Dazu sind in verschiedenen Ländern zum Teil sehr aufwändige Versuche durchgeführt worden, deren Ergebnisse hier kurz zusammengefasst sind.

Das Erreichen eines ausreichenden **Trockensubstanzgehaltes** des Anwelkgutes wird allgemein als wichtige Voraussetzung für den notwendigen technologischen Ablauf der Ballensilageerzeugung herausgestellt. Verschiedene Autoren bezeichnen den Bereich von 40-55 % Trockenmassegehalt (NEITZ 1993, LINGVALL und WEIßBACH 2001, UPPENKAMP 2003) als optimal, weil es dann zu den höchsten Verdichtungsleistungen der Pressen, unabhängig von ihrer Bauart, kommt. Pressdichten von bis zu 240 kg Trockenmasse je Kubikmeter Siloraum bewirken einen hohen Luftaustausch mit nachfolgend besseren Silierbedingungen. Außerdem sind dann weniger Ballen je Tonne Trockenmasse, das heißt auch weniger Arbeitsaufwand und weniger Folie für die gleiche Futtermenge nötig. Futter mit einem Trockenmassegehalt von unter 30 % ist in Ballen praktisch nicht mehr konservierbar. Derartige Ballen sacken während der Lagerung in sich zusammen, die einzelnen Folienlagen können nicht mehr aneinander haften, Luftsauerstoff tritt ein und es kommt zu einem frühzeitigen Futterverderb. Gelegentlich treten dann auch Sickersaftprobleme auf, die ebenfalls zum Lösen der miteinander verklebten Folienlagen beitragen können. Bei günstigen Trocknungsbedingungen kann der Trockensubstanzgehalt auch schnell über die genannten Optimalwerte steigen, so dass eine ausreichende Fermentation wegen Wassermangels unmöglich wird. In der Praxis des ökologischen Futterbaus ist dies wegen der niedrigeren Erträge und daraus folgenden geringen Schwaddicken häufig zu beobachten. Derartige Silagen sind dann anfälliger für Nachgärungen, wenn es zu Folienverletzungen kommt oder nach dem Öffnen nicht schnell genug verfüttert wird.

Auch der **Rohfasergehalt** spielt bei der Verdichtungsfähigkeit von Anwelkmaterial eine wesentliche Rolle. Als optimal – sowohl für Ballensilage als auch für Fahrsilos - kann ein Rohfasergehalt von 23-27 % angesehen werden (AHMELS und ISENSEE 1994, ANONYMUS 2002, UPPENKAMP 2003). Dies ist gleichzeitig auch der Bereich, der als günstig für die Ernährung der verschiedenen Kategorien von Wiederkäuern anzusehen ist.

Nach unseren Beobachtungen wird die Bedeutung des **schnellen Einwickelns** der Ballen in der Praxis häufig unterschätzt. Meist sind Press- und Wickelvorgang aus technischen sowie arbeitsorganisatorischen Gründen voneinander getrennt. Dies muss kein grundsätzlicher Nachteil sein, wenn die Arbeitsgänge schnell aufeinander folgen. Häufig aber liegen die gepressten Ballen sehr lange in der Sonne und es kommt zu kräftigen Nachtrocknungen im Randbereich (CIELEJEWSKI, 2003). Darüber hinaus ist die Zellatmung sehr aktiv, solange Luftsauerstoff zur Verfügung steht. Durch diese Atmung entstehen insbesondere im Balleninneren rasch Zuckerverluste (NYDEGGER und BRUNKEN 2002). Nicht selten kommt es auch zur Erwärmung des Balleninneren. Auch ist gelegentliche Schimmelbildung an der gesamten Außenfläche der Ballen festzustellen, die nicht nur auf Folienbeschädigungen während der Lagerung, sondern auch auf zu spätes Einwickeln zurückzuführen ist (UPPENKAMP, 2003). Deshalb wird allgemein empfohlen, dass das Einwickeln innerhalb von zwei Stunden nach dem Pressen erfolgt (ANONYMUS 1995). Dieses Problem besteht nicht mehr beim Einsatz von Press-Wickel-Kombinationen, die in jüngster Zeit auf dem Markt erschienen. Derartige Geräte sind zwar recht teuer, wodurch sich ihre Anschaffung nur für Lohnunternehmer rechnet, aber hinsichtlich Zeit- und Energieersparnis bei der Ballensilageherstellung unschlagbar (ANONYMUS 2001). Nach Möglichkeit sollte gleich am endgültigen Lagerplatz gewickelt werden, um die Folie durch einen weiteren Transport nicht zu beschädigen (HERTWIG 1999).

Die Frage nach der **Anzahl der benötigten Folienlagen** ist ein häufig erwähntes Thema bei Diskussionen mit Praktikern. Der Wunsch nach sparsamem Umgang mit der nicht billigen Stretchfolie ist durchaus verständlich, doch wird hier an der falschen Stelle gespart. Im Ergebnis umfangreicher Versuchsserien in Schweden, der Schweiz, Großbritannien und den USA hat sich zwar gezeigt, dass unter bestimmten Umständen – rohfasernarmes, junges Futter bei hoher Verdichtung, Lagerung auf der Stirnseite, kurze Lagerungsdauer – 4 Lagen ausreichend sein können, in den meisten Fällen aber mindestens 6 Folienlagen notwendig sind, um einen sicheren Luftabschluss zu gewährleisten (ANONYMUS 1995, FYCHAN 1996, KELLER u. a. 1997, KELLER u. a. 1998, NYDEGGER und BRUNKEN 2002, LINGVALL und WEIßBACH 2001). Handelt es sich um besonders rohfaserreiches und stängeliges Material, beispielsweise um Naturschutzherkünfte, können sogar 8 Lagen notwendig sein, um einen intensiven Gasaustausch mit der Umgebung dauerhaft zu unterbinden (ANONYMUS 1995).

Verschiedene Versuchsansteller gingen in den letzten Jahren in Schweden und der Schweiz der Frage nach, inwiefern die **Farbe der Stretchfolie** Auswirkungen auf die Futterqualität sowie die Lagerungsdauer hat. PAILLAT und GAILLARD (2001), NYDEGGER und BRUNKEN (2002) und LINGVALL und WEIßBACH (2001) fanden bei der Untersuchung verschiedener Folienfabrikate, dass die hohen Anforderungen bezüglich der mechanischen und physikalischen Eigenschaften im Neuzustand erfüllt wurden, mit nur geringen Unterschieden zwischen den einzelnen Folien. Alle Fabrikate besaßen eine gute bis sehr gute UV-Stabilität sowie eine gute Streckqualität. Es zeigte sich aber, dass dunkelfarbige und schwarze Folien wegen der geringeren Sonnenlichtreflexion schneller erwärmten und es in der Folge zu einem signifikant höheren Gasaustausch sowie zu einer Erwärmung des Futters unmittelbar an der Ballenoberfläche kam (LINGVALL und WEIßBACH 2001). Beide Faktoren zusammen führen zu höheren Nährstoffverlusten und zu einem höheren Risiko für die Silagequalität. Unter der weißen Folie wurden zudem erheblich weniger Schimmelpilzsporen, mehr Milchsäure, mehr Restzucker und weniger Alkohol gefunden (NYDEGGER und BRUNKEN 2002). Nicht zu unterschätzen ist allerdings, dass die zunehmende Zahl der weißen Silageballen das Landschaftsbild einer Region beeinflussen kann und dies zu Akzeptanzproblemen führt. Befragungen ergaben, dass dunkelgrüne Wickelfolie am besten akzeptiert wird. Es wird des-

halb empfohlen, an exponierten Lagen dunkelfarbige Wickelfolien oder besser noch spezielle Siloschutznetze zu verwenden, die gleichzeitig einen wirksamen Schutz gegen mechanische Beschädigungen bei längerer Lagerung bieten.

Bei der **Lagerung** – insbesondere von Rundballen – gibt es nach unseren Erfahrungen ständig wiederkehrende Probleme, die zu einer nachhaltigen Beeinträchtigung der Futterqualität führen, bei Beachtung der allgemeinen Empfehlungen aber relativ einfach behoben werden können. Die Silageballen sollten nicht auf der bloßen Erde, sondern auf einer ebenen, befestigten Fläche oder auf einer etwa 5-10 cm dicken Kiesschicht gelagert werden, um insbesondere Mäusefraß vorzubeugen (ANONYMUS 1995, LINGVALL und WEIßBACH 2001). FRICK (1999) und NYDEGGER und BRUNKEN (2002) empfehlen zudem die geschützte Lagerung unter einem Gebäudevordach, weil dies nachweislich den Alterungsprozess der Wickelfolie hinauszögert. Da dies meist nicht möglich ist, sollten die Ballen, wie schon erwähnt, mit Schutznetzen oder alter Flachsilofole abgedeckt werden. Mit Nachdruck wird von verschiedenen Autoren darauf verwiesen, die Ballen – insbesondere bei längerer Lagerung – auf der Stirnseite stehend aufrecht abzulegen, weil hier wesentlich mehr Folie zum Schutz vorhanden ist (WYSS 2000, KELLER u. a. 1997, NYDEGGER und BRUNKEN 2002, ANONYMUS 1995, LINGVALL und WEIßBACH 2001). Dann können Ballen mit einem höheren Trockenmassegehalt auch in zwei bis drei Schichten übereinander gestapelt werden. In der Praxis ist die stirnseitige Lagerung aber wenig verbreitet, da spezielle Geräte zum Drehen der Ballen in aller Regel fehlen.

3.1.2 Praxiserhebungen und -versuche

Energetischer Futterwert sowie Gärqualität von Grassilagen aus ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern

Sämtliche untersuchten Partien stammen vom Grünland ökologisch wirtschaftender Futterbaubetriebe und wurden im Jahr 2003 hergestellt. Der Grünlandanteil dieser Betriebe liegt im Durchschnitt bei über 70 Prozent. Die zusammengefassten Ergebnisse aus den Jahren 2000 bis 2002 befinden sich im Anhang (Tab. A1-A4). In den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 sind Analyseergebnisse der Rohnährstoffe sowie die mit Hilfe von Schätzgleichungen (AfB, 1998) errechneten Werte zum Energiegehalt dargestellt.

Die Silagen sind im Mittel relativ trocken. Ursächlich dafür sind zum einen die sehr guten Trocknungsbedingungen des Jahres 2003 sowie andererseits die geringeren Aufwuchsmengen des Öko-Grünlandes, deren Trockensubstanzgehalt schon nach wenigen Stunden Feldliegezeit über den empfohlenen Zielwerten liegen kann. Im Fahrсило ließe sich dieses Anwelkgut dann nur noch sehr schwer verdichten. Mit richtig eingestellten Ballenpressen wird auch bei trockenerem Siliergut die erforderliche Dichte von mindestens 200 kg Trockenmasse je Kubikmeter erreicht. Allerdings sollten auch hier 55 % Trockensubstanzgehalt nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Futterwert von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (1. Aufwuchs, Grünland, n=35, Untersuchungsjahr 2003)

	TS (%)	Rohfaser (g/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Rohasche (g/kg TM)	Zucker (g/kg TM)	Energie (MJ/kg TM)	
						NEL	ME
Mittelwert	65,1	270	141	92	82	6,1	10,2
Minimum	34,5	209	91	61	39	5,4	8,9
Maximum	82,5	327	202	246	124	6,7	11,1
Zielwert	40-55	220-250	140-180	<100	30-80	>6,0	>10,0

Tabelle 2: Futterwert von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (Folgeaufwüchse, vom Grünland, n=22, Untersuchungsjahr 2003)

	TS (%)	Rohfaser (g/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Rohasche (g/kg TM)	Zucker (g/kg TM)	Energie (MJ/kg TM)	
						NEL	ME
Mittelwert	64,5	254	146	98	83	5,8	9,8
Minimum	31,1	211	92	68	33	4,8	8,3
Maximum	82,5	306	233	163	123	6,7	11,0
Zielwert	35-45	220-250	140-180	<100	30-80	>5,8	>9,7

Zu hohe Rohfaserwerte bzw. zu niedrige Rohproteingehalte weisen nicht nur auf relativ späte Schnitzeitpunkte, sondern auch auf niedrige Leguminosenanteile in den Grünlandbeständen hin. Letzteres wird durch aktuelle Ergebnisse von Grünlandbonituren in ökologisch wirtschaftenden Futterbaubetrieben Mecklenburg-Vorpommerns bestätigt. Nur wenige der bonitierten Flächen verfügten über die angestrebten Ertragsanteile von 20 bis 30 Prozent der für das Ökogrünland so wichtigen Leguminosen.

Unter ökologischen Bedingungen erzeugte Silagen können einen hohen energetischen Futterwert aufweisen, wenn die bekannten Grundregeln der Silageherstellung beachtet werden. Allerdings ist die Standardmethode der Energiebestimmung aus den Rohnährstoffen für den Anwendungsbereich Ökogrünland mit Mängeln behaftet. Im Vergleich mit der Ermittlung der *in vitro* – Verdaulichkeit (ELOS nach FRIEDEL, Anhang Tab. A5) werden insbesondere stark divergierende ältere bzw. kräuterreiche Grasnarben energetisch überbewertet. Mit den in den Futtermittelattesten ausgewiesenen hohen Energiewerten verknüpfte Erwartungen können dann nicht erfüllt werden, weil diese Werte nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen. Im Interesse einer realistischen Rationsplanung ist es deshalb gerade für ökologische Futterbaubetriebe sinnvoll, ausgewählte Silagepartien auf ihre Verdaulichkeit untersuchen zu lassen. Die Möglichkeit dazu besteht mittlerweile in allen Untersuchungsstellen. Ausgehend von Erfahrungen bei der Verfütterung derartiger Pflanzenbestände im Versuchsstall Dummerstorf muss mit noch größeren Unterschieden bei der Verdaulichkeitsermittlung im Hammelversuch gerechnet werden.

Die Gärqualität gibt Hinweise zur Schmachthaftigkeit, wie stabil die Silage ist und ob mit Nacherwärmung zu rechnen ist. Die Untersuchungsergebnisse dazu waren ebenfalls sehr unterschiedlich (Anhang, Tab. A6 u. A7). In vielen Fällen war eine Vergärung im klassischen Sinn nicht mehr möglich, da das Ausgangsmaterial für eine ausreichende Vermehrung der natürlicherweise vorhandenen Milchsäurebakterien zu wenig Wasser enthielt. Darauf weisen die insgesamt recht niedrigen Säurewerte hin. Sie können besonders bei energie- und zuckerreichen Silagen die Ursache für die unerwünschte Nacherwärmung bei geöffnetem Silo sein. Niedrige Buttersäurewerte bzw. Buttersäurefreiheit hingegen werden angestrebt (ANONYMUS 2002). Zu hohe Buttersäuregehalte fanden sich häufiger in nassen und zugleich verschmutzten Partien. Hier wurden die meisten Fehlgärungen festgestellt. Auch bei der Silierung relativ intensiv genutzter, stallnaher Bestände ist mit erhöhten Buttersäurewerten bzw. Fehlgärungen zu rechnen. Ursächlich dafür ist meist eine hohe Clostridienbelastung des ersten Aufwuchses auf Grund stallnaher Winteraußenhaltung großer Mutterkuhbestände.

Der anzustrebende pH-Wert hängt jeweils vom Trockenzustand des Ausgangsmaterials ab. Je trockener, umso höher darf der optimale pH-Wert sein (WEIßBACH und HONIG 1997, ANONYMUS 2002). Insofern passt der gemittelte pH-Wert zum hohen Durchschnitts-Trockensubstanzgehalt.

Qualität der Rundballensilage eines ökologisch und konventionell bewirtschafteten Grünlandstandortes

Konventionelle Bewirtschaftung führte zu homogenen, kräuter- und leguminosenarmen Pflanzenbeständen. Im Resultat der ökologischen Bewirtschaftung hatten Weißklee, Hornklee, Löwenzahn und Wiesenpippau einen Ertragsanteil von zusammen 35 %. Gemessen daran ist das Analyseergebnis der Rundballensilagen (Anhang, Tab. A8) als ausgesprochen günstig zu beurteilen. Die Silageherstellung lief praktisch parallel bei jeweils einem Tag Feldliegezeit. Der höhere Zuckergehalt der Ökosilagen ist vermutlich auf die niedrigere Zuckervergärung auf Grund des hohen TS-Gehaltes zurückzuführen.

Einsatz von Milchsäurebakterien bei der Ballensilageherstellung

Mit dem Einsatz der heterofermentativen Milchsäurebakterien konnte der Essigsäuregehalt der behandelten Silagen bis in den gewünschten Bereich angehoben werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Gärqualität von Rundballensilage mit dem Zusatz von heterofermentativen Milchsäurebakterien (=MSB), kontrollierter Praxiseinsatz

Parameter	2000		2001	
	ohne MSB (n = 8)	mit MSB (n = 8)	ohne MSB (n = 6)	mit MSB (n = 6)
pH – Wert	4,9	4,7	5,0	4,9
Milchsäure (% in TM)	2,6	2,4	1,9	1,8
Essigsäure (% in TM)	0,6	2,6	0,9	2,0
Buttersäure (% in TM)	0,07	0,05	0,4	0,05
NH ₃ -N-Anteil (%)	8,5	7,4	6,7	6,8
DLG – Note	2	1	3	1

Eine Temperaturerhöhung im geöffneten Ballen war bei der Versuchsvariante bis 4 Tage nach Öffnung (Messung beendet) nicht festzustellen. Allerdings war auch bei der unbehandelten Variante nur eine geringfügige Temperaturerhöhung gemessen worden. Im Jahr 2001 verhinderte der Siliermittelzusatz die Bildung von Buttersäure, was zur hohen DLG-Benotung beitrug (ANONYMUS 2002).

Erwartungsgemäß wurden die Essigsäuregehalte durch den Einsatz der heterofermentativen MSB erhöht. Mit den hier vorliegenden Ergebnissen konnte die Einstufung des verwendeten MSB-Präparates in die DLG-Wirkungsgruppe 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität) im Wesentlichen auch unter Praxisbedingungen bestätigt werden.

3.2 Einflussnahme auf die aerobe Stabilität von Silagen

3.2.1 Maissilage

VERSUCHSFRAGE

Aus der Praxis wurde in den letzten Jahren häufiger über Probleme mit der aeroben Stabilität von Silagen berichtet. Dabei wurde insbesondere von Erwärmung und Verderb guter Maissilagen nach Siloöffnung gesprochen.

Andererseits werden Silierzusätze angeboten, die mit dem DLG-Gütezeichen für die Wirkungsrichtung 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität) versehen sind. Nach einheitlicher Vorschrift geprüft haben sie ihre Wirksamkeit hinsichtlich einer besseren Haltbarkeit der Silagen nach Siloöffnung unter Beweis gestellt. Neben den chemischen Produkten sind inzwischen auch biologische und biologisch-chemische Mittel verfügbar. Vorausgesetzt, diese neueren Silierzusätze zeigen eine gleich gu-

te Wirkung wie die bewährten chemischen Mittel, bei ebenso positiven Effekten bezüglich der Futterqualität und der Gärverluste, stünden damit kostengünstigere Alternativen zur Auswahl. Ob die Wirksamkeit der angebotenen Produkte annähernd gleich ist, kann aus den DLG-Prüfungen nicht abgeleitet werden, da hier jeweils die mit dem zu prüfenden Mittel behandelte Silage mit der unbehandelten Silage zu vergleichen ist. Das Angebot an Silierzusätzen wurde in den letzten Jahren ständig umfangreicher, sowohl in der Anzahl als auch in der Art der Produkte. Für den Anwender wird es damit laufend schwieriger, ein für seinen speziellen Einzelfall geeignetes Siliermittel auszuwählen.

Um eine bessere Grundlage für die Beratung zum Siliermitteleinsatz zu schaffen, speziell zur Verbesserung der aeroben Stabilität der Silagen, wurde von den Nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern, dem Referat Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue der brandenburgischen Landesinstitution und dem Institut für Tierproduktion Dummerstorf der Landesforschungsanstalt in Mecklenburg-Vorpommern ein Ringversuch durchgeführt. Ziel dieser Untersuchungen war es, zur Klärung folgender Fragen beizutragen:

- a) Sind die unterschiedlichen Produktgruppen von annähernd vergleichbarer Wirksamkeit?
- b) Welchen Einfluß haben die Produkte auf Parameter der Gärqualität und Gärverluste?
- c) Gibt es bei Gras- und Maissilagen unterschiedliche Wirkungen der Silierzusätze?

VERSUCHSAUFBAU UND -ABLAUF

Nach einem einheitlichen Versuchskonzept wurde in jeweils drei der sechs beteiligten Versuchseinrichtungen Maissilage und in drei anderen Anweilensilage mit ausgewählten Silierzusätzen behandelt. Die in den Versuch einbezogenen Produktgruppen sind aus Tabelle 4 zu ersehen. Die Versuche wurden in Gefäßen angelegt, je Variante mit drei Wiederholungen. Grundsätzlich erfolgte die Versuchsdurchführung nach den DLG-Richtlinien zur Siliermittelprüfung (ANONYMUS 2000a). Basis für die Auswahl der Produkte war die DLG-Anerkennung für die Wirkungsrichtung 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität).

Tabelle 4: Versuchsaufbau, Ringversuch – Siliermitteleinsatz zur Verbesserung der aeroben Stabilität

Faktor		Stufe	a*
Produktgruppe	-	Unbehandelt (Kontrolle)	
	chemisch	Säuren und Kombination mit Additiven	3
		Siliersalze	1
	biologisch	Milchsäurebakterien, heterofermentative	1
		Milchsäurebakterien, homo- u. heterofermentative	2
	biologisch-chemisch	Milchsäurebakterien, homofermentativ u. Salz	1
Futterzusatzstoff	Harnstoff	1	
Futterart		Gras	
		Mais	

a*= Anzahl der Produkte, so dass je nach Produktgruppe und Stufe bei 3 Wiederholungen in drei Einzelversuchen Mittelwerte aus n=9, n=18 bzw. n=27 berechnet wurden

Erweitert wurde die Anzahl der Varianten beim Mais durch den Harnstoff. Obwohl er primär als Futterzusatzstoff gilt, wird dem Harnstoff auch eine positive Wirkung auf die aerobe Stabilität zu-

geschrieben. Neben der klassischen NPN-Ergänzung in Futtermitteln könnte dieser Effekt für den Harnstoff eine Aufwertung bedeuten.

Die Koordination zu diesem Ringversuch und seine Auswertung wurden in der Landwirtschaftskammer Weser-Ems durch Frau Dr. Christine Kalzendorf vorgenommen. Die in diesem Beitrag dargestellten Ergebnisse sind dem dazu von ihr erstellten Versuchsbericht entnommen, ergänzt um Resultate aus dem Einzelversuch im IfT Dummerstorf, für den das Ausgangsmaterial in Tabelle A9 im Anhang beschrieben ist. Um einen Vergleich zu den Grassilagen zu ermöglichen, werden diese Ergebnisse an dieser Stelle eingebracht.

ERGEBNISSE

Gärqualität und Gärverluste

Grassilagen:

Alle Silagen waren buttersäurefrei. Die Silierzusätze hatten gegenüber der unbehandelten Variante keinen signifikanten Einfluss auf die Gärverluste (Tab. 5) und auf den pH-Wert (Anhang, Tab. A10). Eine durchweg signifikante Beeinflussung war für die Essigsäure gegeben: bei den chemischen und biochemischen Produktgruppen wurde der Essigsäuregehalt verringert, bei Zusatz von Produkten mit heterofermentativen Milchsäurebakterien erhöht. Der Milchsäuregehalt wurde durch den Zusatz chemischer Produkte und bei Einsatz von heterofermentativen (allein) Milchsäurebakterien signifikant verringert. Der Propionsäuregehalt war nur durch die säurehaltigen Zusätze signifikant beeinflusst und lag höher als in der Kontrolle, sicher bedingt durch die direkte Zufuhr von Propionsäure über die Siliermittel (Tab. A10).

Maissilagen:

Auch der leicht silierbare Mais brachte insgesamt gute Gärqualitäten, schon in der unbehandelten Variante, und alle Maissilagen waren buttersäurefrei. Die Unterschiede im Gär säuremuster waren insgesamt überwiegend gering. Statistisch gesicherte Unterschiede traten teilweise an anderer Stelle auf als bei den Grassilagen und waren nicht in allen Fällen gleichgerichtet (Anhang, Tab. A11). Signifikant höhere Gärverluste sowie höhere pH-Werte gegenüber der unbehandelten Kontrolle waren beim Zusatz der heterofermentativen Milchsäurebakterien und bei der Harnstoffvariante zu verzeichnen (Tab. 5). Wie schon bei den Grassilagen war der Essigsäuregehalt signifikant verringert bei Zusatz der chemischen Produktgruppen und signifikant erhöht bei Zugabe heterofermentativer Milchsäurebakterien, durch die wiederum wie beim Gras geringere Milchsäuregehalte (zum Teil signifikant) bewirkt wurden.

Tabelle 5: Gärverluste in % der Trockenmasse nach 90 Tagen Lagerung, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 u. 27), KALZENDORF (2002)

Variante	Grassilagen	Maissilagen
Unbehandelt	6,6	4,2
Säuren + Additive	6,4	4,0
Siliersalz	6,5	3,8
MSB, heterof.	7,6	5,5 sig.
MSB, homof. + heterof.	6,7	5,3 sig.
MSB, homof. + Salz	5,7	4,0
Harnstoff	-	5,4 sig.

MSB=Milchsäurebakterien; sig.=signifikant gegenüber der unbehandelten Kontrolle;

Damit bestätigen die Ergebnisse bekannte Wirkungseigenschaften sowohl für die chemischen Produkte als auch zu den heterofermentativen Milchsäurebakterien. Ermittelte Unterschiede in den Gärqualitäten sind häufig relativ gering und wahrscheinlich mehrfach von geringer praktischer Relevanz. Als Beispiel für die erreichten Gärqualitäten sind die Werte aus dem Dummerstorfer Versuch in Tabelle A14 aufgeführt.

Aerobe Stabilität

Ein Kriterium für die aerobe Stabilität ist der pH-Wert nach 7-tägiger aerober Lagerung im o.g. Test. Ein pH-Wert-Anstieg spricht für die bei Luftzutritt geförderten Umsetzungsprozesse, die durch die Silierzusätze möglichst gering gehalten werden sollen. Während bei der Auslagerung ein vergleichbares Niveau der pH-Werte zu beobachten war, sowohl bei Gras als auch bei Mais, waren nach dem 7-tägigen Test verschiedene pH-Wert-Anstiege zu verzeichnen (Anhang, Tab. A12 und A13). Bei den Grassilagen betraf dies am stärksten die unbehandelte Variante. Von den behandelten Silagen war bei der biologisch-chemischen Produktgruppe der höchste Anstieg gegeben, während alle übrigen Produktgruppen einen signifikant geringeren pH-Wert-Anstieg gegenüber der Kontrolle aufweisen und damit wirksamer für die aerobe Stabilität waren. Silagen werden in diesem Test als instabil bezeichnet, wenn nach ihrer Entnahme aus dem Silo bei Luftzutritt die Temperaturdifferenz zwischen Silage- und Umgebungstemperatur drei Grad übersteigt. Die recht gute aerobe Stabilität der unbehandelten Grassilage von über 5 Tagen konnte mit allen Silierzusätzen noch weiter verbessert werden (Tab. A12). Die Verbesserung der aeroben Stabilität in Tagen war bei den Maissilagen gegenüber der Kontrolle deutlich höher, wobei die chemischen Produktgruppen das höchste Niveau erreichten (Tab. A13).

Auch die im Test ermittelten Verluste an Trockenmasse waren bei Gras- und Maissilagen gegenüber der unbehandelten Kontrolle deutlich geringer, und das überwiegend signifikant (Tab. A12 und A13). Die aerobe Stabilität in Tagen differiert zwischen den behandelten Grassilagen um bis zu einem Tag, zwischen den behandelten Maissilagen um bis zu 2,6 Tage. Die Differenzen zwischen den Behandlungen waren im Test bei den Grassilagen deutlich geringer als bei den Maissilagen, womit ersichtlich wird, dass die Futterart Einfluss auf die Siliermittelwirkung hat. Dafür spricht auch die Differenz an Tagen (aerob stabil) zwischen Gras- und Maissilagen auf die Produktgruppen bezogen, die bei den chemischen Produkten nur 0,3 bis 0,4 Tage betrug, dagegen am größten bei der biologischen Behandlung mit homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien war, nämlich mit 6,7 Tagen bei Grassilagen und nahezu 4,0 Tagen bei Maissilagen, was eine Differenz von 2,7 Tagen für die Produktgruppe ergibt (Tab. 6).

Tabelle 6: Aerobe Stabilität (=ast) in Tagen (d), nach Produktgruppen und Futterart und Differenzen innerhalb und zwischen den Futterarten, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 u. 27), KALZENDORF (2002)

Produktgruppe	Grassilage	Maissilage	Differenz
	ast (d)	ast (d)	Gras-Mais
Kontrolle	5,1	3,1	2,0
Säuren + Additive	6,4	6,1	0,3
Siliersalz	7,0	6,6	0,4
MSB heterof.	6,5	5,8	0,7
MSB homof. + heterof.	6,7	4,0	2,7
MSB homof. + Salz	6,0	5,1	0,9
Harnstoff	n.u.	5,6	-
Differenz (Spannweite)	1,0	2,6	-

Im Anhang (Tab. A15) sind exemplarisch für den Ringversuch die Ergebnisse aus dem Test auf aerobe Stabilität zum Maissilierversuch in Dummerstorf aufgeführt.

Tabelle 7: Aerobe Stabilität relativ, nach Produktgruppen und Futterart, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 u. 27), KALZENDORF (2002)

Produktgruppen	Aerobe Stabilität in %	
	Grassilagen	Maissilagen
<i>Kontrolle</i>	<i>100 %</i>	<i>100 %</i>
	<i>= 5,1 Tage</i>	<i>= 3,1 Tage</i>
Säuren + Additive	125	197
Siliersalz	137	213
MSB heterof.	127	187
MSB homof. u. heterof.	131	129
MSB homof. u. Salz	118	165
Harnstoff	n.u.	181

Alle eingesetzten Produkte bewirkten eine deutliche Verbesserung der aeroben Stabilität. Bedingt durch die recht hohe Stabilität der Kontrolle bei den Grassilagen blieb der Siliermitteleffekt begrenzt (7 Tage Test) und im Vergleich dazu erscheint die Wirkung der Silierzusätze beim Mais relativ hoch. Aus der geringen Stabilität der Kontrolle und der höheren Neigung zur Erwärmung bei Maissilagen resultieren letztendlich die hohen Relativzahlen (Tab. 7).

Die Harnstoffzugabe sollte vorrangig mit Blick auf die NPN-Ergänzung in der Ration erfolgen. Effekte hinsichtlich einer Verbesserung der aeroben Stabilität können auftreten, sollten aber nicht primär gesehen werden. Im Versuch war eine vollständige Wirkungssicherheit nicht gegeben (Anhang, Tab. A16). Zusammenfassend lässt sich aus dem Ringversuch folgendes Fazit ziehen: Die im Versuch eingesetzten Siliermittel verbesserten die aerobe Stabilität der Silagen gegenüber der jeweils unbehandelten Silage. Die Ergebnisse stehen damit in Übereinstimmung mit dem DLG-Gütezeichen für die Wirkungsrichtung 2 zur Verbesserung der aeroben Stabilität. Die Wirksamkeit der Produkte war teilweise unterschiedlich und wurde auch von der Futterart beeinflusst. Neben den ermittelten Wirkungen zu Gärqualität, Gärverlusten und aerober Stabilität sind für die Auswahl auch der Preis für den Silierzusatz, der Aufwand für die Einbringung und weitere Effekte, die Einfluss auf das Gärergebnis haben, zu berücksichtigen. Bei der Auswahl der Produkte sollte den wirksamen Inhaltsstoffen mehr Beachtung geschenkt werden. Um konkretere Aussagen treffen zu können, werden weitere Untersuchungen benötigt.

3.2.2 Feuchtmaisschrotsilage

VERSUCHSFRAGE

Vom Mais können mit unterschiedlichen Ernteverfahren entweder die gesamte Pflanze oder nur bestimmte Kolbenanteile geerntet werden. Das ist ein wesentlicher Vorteil für die Futterwirtschaft. Es lassen sich damit verschiedene Futterarten, wie Maissilage, Lieschkolbenschrot (LKS), Corn-Cob-Mix (CCM) oder Körnermais herstellen. Diese unterscheiden sich insbesondere in der Energiekonzentration und können dadurch sehr effektiv sowohl in der Rinder- als auch Schweinefütterung eingesetzt werden. Eine gerade in ertragreichen Maisjahren häufig diskutierte Erntevariante ist die Feuchtmaissilierung, mit der ein hochwertiges wirtschaftseigenes Kraftfutter erzeugt werden kann. Der Feuchtmais könnte beispielsweise auch eine größere Bedeutung erlangen in Zusammenhang

mit den Preisentwicklungen für andere Futtermittel und als Möglichkeit zur Erweiterung der Fruchtfolgen auf leichteren Standorten. Da die technischen Voraussetzungen bestehen, ist darüber hinaus der Verkauf des hochwertigen Futtermittels denkbar.

Im hier dargestellten Beispiel wurde der Mais mit dem Mähdrescher bei einer durchschnittlichen Trockensubstanz von 58,6 % im Korn geerntet und ohne Zwischenlagerung in einer Hammermühle vermahlen, an der die Zugabe des Silierhilfsmittels erfolgte. Von dort gelangte er per Radlader direkt in die Schlauchpresse. Der am Mähdrescher einstellbare Spindelanteil betrug etwa 10 %, so dass es sich um Corn-Cob-Mix (=CCM) handelt, hier in einem Folienschlauch siliert. Um die Kenntnisse zum Silierverlauf und zu den Eigenschaften des erzeugten Produkts zu erweitern, kamen im parallel dazu begonnenen Silierversuch vier verschiedene Silierzusätze zum Einsatz.

Die Versuchsfrage beinhaltet die aktuelle Charakterisierung der in diesem Verfahren erzeugten Silagen und den Vergleich von unbehandelter Kontrolle und den mit Silierzusätzen behandelten Varianten, sowohl im Silierverlauf als auch bei Siloöffnung. Neben der Analyse der Nährstoffgehalte und der Gärparameter sollte der Einfluss der Behandlungen auf die aerobe Stabilität ermittelt werden.

VERSUCHSAUFBAU UND -ABLAUF

Das Ausgangsmaterial für den Silierversuch wird in Tabelle A17 an Hand seiner Inhaltsstoffe beschrieben und Tabellenwerten (DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer) für Körnermais gegenübergestellt. Naturgemäß liegt der Trockensubstanzgehalt beim Feuchtmals deutlich niedriger, die Rohnährstoffe allerdings auf vergleichbarem Niveau, bis auf den Zuckergehalt. Dieser lag über dem durchschnittlichen Gehalt von Körnermais, wobei es sich wahrscheinlich um einen Jahreseffekt (Witterungsverlauf bis zur Ernte, Bodenverhältnisse) handelt. Somit ist von der Ausgangsbasis her für die Fütterung von einem ähnlich hohen Futterwert wie bei Körnermais auszugehen. Überlegungen zu einem gewissen Austausch in der Wiederkäuerration sind also aus dieser Sicht gerechtfertigt. Aufgrund seines hohen Stärke- und Zuckergehaltes sowie der aus der Literatur bekannten geringen Pufferkapazität ist das Erntegut als leicht silierbar einzustufen. Die Versuchsvarianten sind in Tabelle 8 aufgeführt. Einer chemischen Variante mit einem flüssigen Neutralsalz (Natriumbenzoat + Natriumpropionat) stehen eine biologische Variante mit dem Zusatz von homofermentativen Milchsäurebakterien, eine Variante mit dem alleinigen Zusatz von 0,5 % Harnstoff und eine gemischte Variante (Harnstoff + Milchsäurebakterien) sowie eine unbehandelte Kontrolle gegenüber. Die Zugabe der Silierhilfsmittel erfolgte in Höhe der Empfehlung vom Hersteller. Der Versuch wurde in Gefäßen mit durchschnittlich 21 Liter Inhalt angelegt. Zu verschiedenen Zeitpunkten, wie im Ergebnisteil ausgewiesen, wurde jeweils ein Gefäß geöffnet und zwei Proben entnommen und analysiert, für die jeweils der Mittelwert ausgewiesen wurde.

Tabelle 8: Versuchsvarianten im Silierversuch mit CCM, angelegt am 19.10.00

Variante	Abkürzung
1. unbehandelt	UNBE
2. chemisches Silierhilfsmittel	CHEM
3. biologisches Silierhilfsmittel (MSB)	BIOL
4. Harnstoff (0,5%)	HAST
5. MSB + Harnstoff (0,5%)	BI+HA

ERGEBNISSE

Trockensubstanz- und Nährstoffgehalte

Der ermittelte Trockensubstanzgehalt (TS %) veränderte sich während der gesamten Lagerungsdauer von bis zu acht Monaten kaum. Die Werte variierten im Bereich von 58,5 zu Beginn bis 57,3 am Ende der Lagerung (Anhang, Tab. A18). Zwischen den fünf Varianten waren auch für den Rohfaser- und Rohaschegehalt nur sehr geringe Abweichungen zu erkennen, so dass auch diese im Versuchsmittel dargestellt wurden (Tab. A18).

Wenn auch geringe Schwankungen im Rohproteingehalt während der Lagerung auftraten, lag das Niveau bei der Auslagerung im Wesentlichen in Höhe der Ausgangswerte zu Silierbeginn. Zu unterscheiden ist aber zwischen den beiden harnstoffhaltigen Varianten und den drei Varianten ohne Harnstoffzusatz (Tab. A18). Mit dem Harnstoffzusatz von 0,5% war eine Erhöhung der Rohproteingehalte um 0,6 bis 1,5% verbunden. Auch die Stärkegehalte verändern sich während der Silierung insgesamt wenig, zeigen jedoch terminabhängig Schwankungen (Tab. A18) Naturgemäß nehmen die Zuckerwerte im Laufe der Silierung ab, wobei der stärkste Abfall in der ersten Woche bzw. in den ersten drei Monaten zu verzeichnen ist (Tab. A18).

Gärparameter

Untersucht wurden weiterhin Gärparameter, wie pH-Wert, NH₃-Gehalt, sowie die Gehalte an Milchsäure, Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure. Eine zügige Ansäuerung, bei der recht bald nach dem Einsilieren ein niedriges stabiles pH-Wert-Niveau erreicht wird, kann für alle Varianten aus der Abbildung A-1 (Anhang) ersehen werden. Die stärkste Absenkung erfolgte in den ersten zwei Wochen. PH-Wert-Schwankungen im Bereich der 2. bis 6. Woche waren bei allen Varianten zu verzeichnen und dürften für die noch nicht abgeschlossene Gärphase und für eine in diesem Zeitraum natürliche Instabilität des Produkts stehen. Die gleichmäßigste pH-Wert-Absenkung war bei der chemischen Variante zu beobachten. Für die in Abbildung A-2 im Anhang dargestellten NH₃-Gehalte sind ebenfalls kaum Unterschiede zwischen den Varianten auszumachen.

Die Milchsäuregehalte zeigen nur geringe Differenzen zwischen den Varianten. Beim Zusatz von Milchsäurebakterien (BIOL, Anhang, Abb. A-3) lag der Milchsäuregehalt in den ersten zwei Wochen über und nach der 6. Woche unter dem Versuchsmittel bzw. den anderen Varianten. Für die Essigsäuregehalte wurden bei allen Varianten nahezu gleiche Werte ermittelt (Anhang, Abb. A-4). Anders dagegen war die Propionsäure variantenabhängig verschieden enthalten (Anhang, Abb. A-5). Während bei dem chemischen Silierzusatz zu allen Probenahmeterminen der Gehalt im Bereich von 0,4 bis 0,6 g/kg TM lag, war dagegen bei den übrigen Varianten in den ersten sechs Wochen Propionsäure nicht nachzuweisen. Erst bei einer Lagerungsdauer von drei bis acht Monaten wurde sie zeitweilig im Bereich von 0,1 bis 0,3 g/kg TM gemessen. Mit 0,02 bzw. 0,05 % Propionsäure ist ein für Maisprodukte normales Niveau erreicht worden. Buttersäure trat im gesamten Versuch lediglich bei zwei einzelnen Proben auf (UNBE, BIOL), mit einer Höhe von 0,2 g/kg TM aber in recht geringfügiger Konzentration und hatte damit keine Auswirkung auf den Konservierungserfolg.

Damit kann zu den Gärparametern eingeschätzt werden, dass bei allen fünf Varianten ein günstiger Gärverlauf zu verzeichnen war und dass die ermittelten Werte für die einzelnen Parameter häufig auf ähnlichem Niveau lagen, unabhängig davon ob und welcher Silierzusatz verwendet wurde. Es lassen sich aus den Gärparametern, wie auch aus den Nährstoffgehalten, kaum markante Unterschiede zwischen den Varianten ausmachen. Damit wäre aus der Sicht des Silierverlaufes der Einsatz von Silierzusätzen nicht notwendig gewesen.

Aerobe Stabilität

Im o. g. Test beginnt die Phase der Instabilität nach Luftzutritt bei Entnahme, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Silage- und Umgebungstemperatur mehr als drei Grad beträgt. Die Mittelwerte von jeweils drei Messungen sind in den Abbildungen 1 und 2 aufgeführt.

Hinsichtlich der Qualitätserhaltung des Konservats nach Luftzutritt geben die chemische Behandlung und der Harnstoffzusatz vergleichsweise mehr Sicherheit. Sie waren sowohl bei den Varianten mit fünf als auch mit acht Monaten Lagerungsdauer während des gesamten Meßzeitraumes von sieben Tagen stabil, denn es trat keine wesentliche Temperaturerhöhung auf. Bei der Variante mit Zusatz von homofermentativen Milchsäurebakterien (BIOL) war die aerobe Stabilität auch gegenüber der unbehandelten Kontrolle geringer, was auch mit Ergebnissen anderer Versuchsansteller zu weiteren Siliergütern übereinstimmt. Der zusätzliche Harnstoff bei biologischer Behandlung (BI+HA) konnte hier diese relative Schwäche der biologischen Behandlung wahrscheinlich nicht abpuffern. Die beste aerobe Stabilität geht einher mit den geringsten Trockenmasseverlusten und umgekehrt.

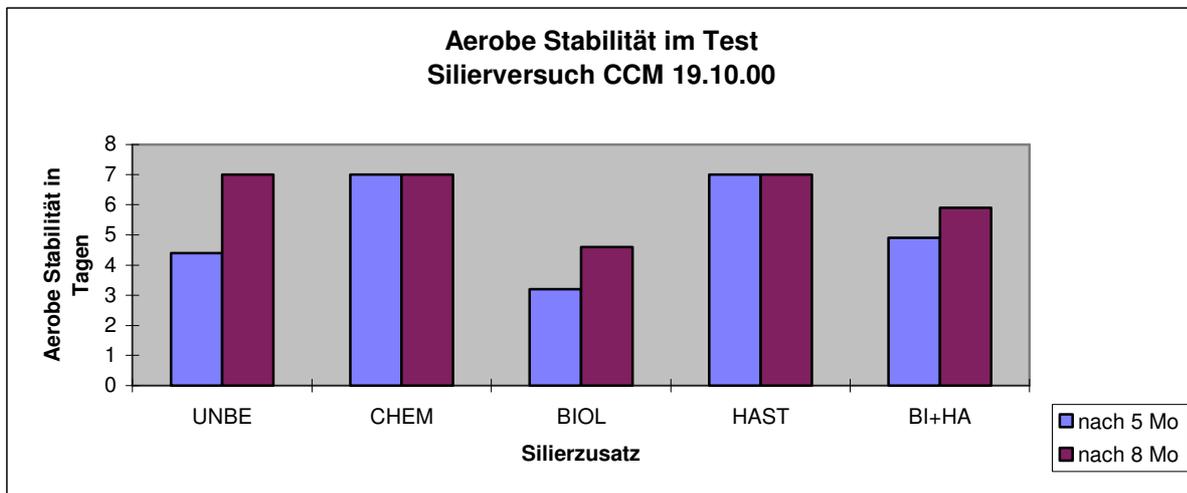


Abb. 1: Aerobe Stabilität in Tagen bei zwei verschiedenen Siloöffnungsterminen (nach fünf und acht Monaten Lagerung), ermittelt im Test auf aerobe Stabilität nach DLG-Siliermittelprüfung

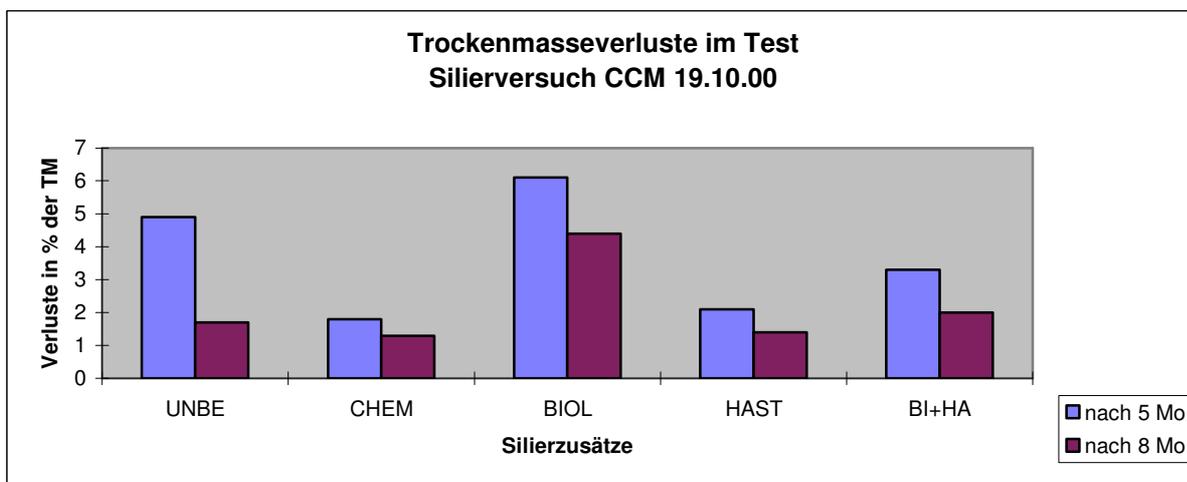


Abb. 2: Trockenmasseverluste bei zwei verschiedenen Siloöffnungsterminen (nach fünf und acht Monaten Lagerung), ermittelt im Test auf aerobe Stabilität nach DLG-Siliermittelprüfung

Obwohl in diesem Versuch mit dem Harnstoffzusatz ein ähnlich gutes Ergebnis erreicht wurde wie mit einem chemischen Silierhilfsmittel, das mit dem DLG-Gütezeichen für die Wirkungsrichtung II (Verbesserung der aeroben Stabilität) ausgewiesen wird, sollte die Harnstoffwirkung nicht überbewertet werden. In der Literatur gibt es aus verschiedenen Versuchsanstellungen heraus wiederholt den Hinweis, dass eine tatsächliche Wirkungssicherheit bei Harnstoff nicht bzw. nur in geringerem Maße als bei anderen Silierzusätzen gegeben ist.

3.2.3 Anwelksilage

VERSUCHSFRAGE

Anfragen zum Einsatz von Silierhilfsmitteln werden nahezu ganzjährig gestellt. Durch die Weiterentwicklung der Silierzusätze werden nunmehr biologische Produkte angeboten, die aus homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien bestehen. Zur Wirksamkeit dieser Mittel unter Praxisbedingungen können derzeit nur eingeschränkt Aussagen getroffen werden. Mit dem Vergleich von unbehandelter Kontrolle und der mit dem Silierzusatz behandelten Variante soll ein Beitrag zur Verbesserung der Datenbasis geleistet werden, die wiederum als Grundlage für Empfehlungen zum Siliermitteleinsatz dient. Darum stand als Versuchsfrage: Wie wirkt sich der Zusatz von Milchsäurebakterien (homo- und heterofermentativ) zum Siliergut hinsichtlich der Nährstoff- und Energiegehalte sowie der Gärparameter und der aeroben Stabilität im Vergleich zu unbehandeltem Ausgangsmaterial aus?

VERSUCHSAUFBAU UND -ABLAUF

Der direkte Vergleich von behandelter und unbehandelter Variante wurde zu neun Öffnungsterminen vorgenommen. Parallel zur Anlage des Silierversuchs in Gefäßen erfolgte die Schlauchsilierung, ebenfalls für beide Varianten, als Grundlage für einen Fütterungsversuch. Mit der Kopplung an diesen Fütterungsversuch war auch verbunden, dass eine durch Häcklerdefekt bedingte mehrstündige Ausfallzeit in Kauf zu nehmen war. Durch die sehr guten Trocknungsbedingungen wurde das Optimum für den Trockensubstanzgehalt teilweise deutlich überschritten. Das bedeutet auch, dass der Bakterienzusatz keine günstigen Wirkungsbedingungen vorfand.

ERGEBNISSE

Das Silierhilfsmittel brachte in diesem Versuch keine messbaren Vorteile hinsichtlich der Nährstoffgehalte, der Verdaulichkeit und der Gärparameter. Erreicht wurde hingegen eine schnellere Ansäuerung (mit höheren Milchsäuregehalten bei zügigerem Zuckerabbau und niedrigeren pH-Werten) gegenüber der unbehandelten Silage. Versuchsbeschreibung und Ergebnisse sind in einem separaten Versuchsbericht ausführlich dargestellt.

Obwohl gerade mit dem gewählten Präparat eine Verbesserung der aeroben Stabilität erzielt werden soll, kann dies aus dem Testergebnis nicht abgelesen werden. Da der relativ hohe Trockensubstanzgehalt von entscheidender Bedeutung ist und ursächlich eine normale Wirkung des Silierzusatzes verhindert haben kann, eignen sich die Ergebnisse nicht zur Ableitung von Empfehlungen zum Siliermitteleinsatz. Sie sollten jedoch bei weiteren Untersuchungen berücksichtigt werden, um zu relevanten Parametern möglichst sichere Aussagen zu erhalten. Anlass für Überlegungen zu weiteren Untersuchungen geben die Trockensubstanzgehalte, die unerwartet niedrigen Essigsäuregehalte (< 1% in der TM), die Nitratwerte (Tab. A19) und die Testergebnisse zur aeroben Stabilität (Tab. A20).

3.2.4 Pressschnitzelsilage

VERSUCHSFRAGE

Pressschnitzel gelten als hervorragende Rationskomponente in der Wiederkäuerfütterung. Hinweise und Fragen aus der Praxis zu Problemen mit der aeroben Stabilität der Pressschnitzelsilagen nach Siloöffnung forderten eine Auseinandersetzung mit dieser Thematik. Jährlich wiederholt wird nach dem Effekt der Melassierung von Pressschnitzeln gefragt und es werden dazu Empfehlungen erwartet. Gleichzeitig wird seitens der beiden Zuckerfabriken in M-V angestrebt, ein Futtermittel von gleich bleibend hoher Qualität für die Tierproduktion zur Verfügung zu stellen. Darum besteht großes Interesse an Optimierungen im Produktionsprozess bis hin zur Organisation der Anlieferung, um in zuverlässiger Form ein stabil hochwertiges Produkt anbieten zu können. Das entspricht dem Anliegen der Lohnunternehmen, insbesondere mit Schlauchsilierung, ihren Beitrag zur Erzeugung bester Silagen zu leisten und wird von ihnen nach Möglichkeit unterstützt. Zur Wirkung von Harnstoff als Silierzusatz liegen derzeit widersprüchliche Ergebnisse und Beobachtungen vor, so dass eindeutige Empfehlungen kaum gegeben werden können. Aus diesen Bestrebungen heraus wurde mit mehreren Untersuchungen versucht, zur Klärung folgender Fragen beizutragen:

- a) Wie wirken unterschiedlich hohe Melassegaben zu Pressschnitzeln im Vergleich zu nicht melassierten Pressschnitzeln hinsichtlich Gärqualität, Nährstoffgehalt und aerober Stabilität der Pressschnitzelsilagen?
- b) Welchen Einfluss hat der Zusatz von Harnstoff im Vergleich zu unbehandelten Pressschnitzeln auf Gärqualität, Nährstoffgehalt und aerobe Stabilität der Pressschnitzelsilagen?
- c) Lassen sich Kombinationseffekte beschreiben für die gleichzeitige Zugabe von Melasse und Harnstoff zu Pressschnitzeln?
- d) Können Aussagen zum Silierverlauf Hinweise zur Mindestsilierdauer erbringen?

VERSUCHSAUFBAU UND -ABLAUF

Die Versuche wurden als Gefäßversuch (21 Liter Inhalt je Gefäß) jeweils in der Zuckerfabrik Güstrow angelegt. Die Lagerung erfolgte in unbeheizten Räumen. In Versuch 1 und 2 wurde je Termin ein Gefäß geöffnet und je Gefäß wurden zwei Proben genommen, bis auf den 3. Tag, an dem je Gefäß eine Probe erfasst wurde. In Versuch 3 wurden je Termin drei Gefäße geöffnet und je eine Probe entnommen. Die Varianten der drei Versuche sind im Anhang (Tabelle A22) aufgeführt, wobei für den zweiten bzw. dritten Versuch eine Auswahl unter Berücksichtigung der vorhergehenden Versuche und erster Ergebnisse vorgenommen wurde.

Das Ausgangsmaterial für die Versuche wurde dem Gutstrom unmittelbar bei Eintreffen auf dem Schnitzellagerplatz entnommen (47 -54 °C) und dort sofort einsiliert (Anhang, Tab. A21, A23-A27). Es wird weiterhin innerhalb der Darstellung der Silierverläufe mit den Daten für wesentliche Parameter charakterisiert. Exemplarisch für das verwendete Siliergut sind der Tabelle A24 Hinweise auf die Siliereignung zu entnehmen, die von Bedeutung sind für die Interpretation der Ergebnisse. Mit dem Wasserzusatz in Versuch 3 wurde nur eine relativ geringe Veränderung des Trockensubstanzgehaltes erreicht (Tab. A24), ansonsten war keine Beeinflussung der untersuchten Parameter erkennbar, so dass auf eine Darstellung im Ergebnisteil überwiegend verzichtet wird.

ERGEBNISSE

Trockensubstanz- und Nährstoffgehalte

Melasse weist gegenüber Pressschnitzeln höhere Gehalte an Trockensubstanz, Zucker, Rohprotein und Rohasche auf, ist jedoch praktisch ohne Fasergehalt (Tab. A26). Darum treten bei der Melassierung folgende Veränderungen der Pressschnitzel auf:

Der Trockensubstanzgehalt nimmt mit steigender Melassemenge deutlich zu (Tab. A21, A23, A30). Das zeigte sich in allen drei Versuchen. Im Silierprozess nimmt der Trockensubstanzgehalt leicht ab, wobei sich diese Abnahme mit zunehmender Silierdauer vergrößert (Tab. A21, A30–A32). Die unbehandelten frischen Pressschnitzel wiesen prozessbedingt einen Trockensubstanzgehalt von 28 – 30 % (Versuch 1 und 2) und 26 -29 % (Versuch 3) auf.

Der Rohproteingehalt steigt ebenfalls mit zunehmender Melassegabe und bleibt während der Silierung im Wesentlichen auf dem Niveau des Ausgangsmaterials (Tab. A21, A24, A28). Das gilt analog für den Rohaschegehalt (Tab. A21, A24, A28).

Der Rohfasergehalt sinkt mit steigender Melassegabe (Tab. A21, A23). Dagegen nimmt der Zuckergehalt mit steigendem Melasseanteil deutlich zu (Tab. A21, A23). Während der Silierung erfolgt naturgemäß der Zuckerabbau, der in den ersten zwei Wochen nach dem Einsilieren am stärksten war. Bei gleicher Silierdauer war der Abbau bei den höher melassierten Stufen relativ geringer, so dass ihre Zuckergehalte länger auf höherem Niveau verblieben sind (Abb. A-6 - Abb. A-8). Bei höheren Melassegaben erstreckte sich der Zuckerverbrauch über einen längeren Zeitraum, wurde also noch fortgesetzt, wenn in den wenig und nicht melassierten Stufen der Zuckergehalt bei einer gewissen Restmenge stehen geblieben war. Bei Melassierung benötigt der Verbrauch des Gärsubstrates scheinbar einen längeren Zeitraum. Dieser Fakt ist besonders wichtig für die Mindestlagerdauer in der Praxis, da hohe Restzuckermengen für die Gefahr der Instabilität und des Verderbs nach Siloöffnung stehen.

Mit dem Harnstoffzusatz blieb der Trockensubstanzgehalt etwa auf gleichem Niveau, Rohfaser-, Rohasche- und Zuckergehalt blieben ebenfalls unbeeinflusst. Der Rohproteingehalt nahm bei dem Zusatz von 0,5 % Harnstoff im erwarteten Bereich zu (0,5 % = 5kg Harnstoff je 1 t Pressschnitzel, entsprechend 2,3 kg N/ t Pressschnitzel bzw. 14,4 g Rohprotein je kg Frischmasse Pressschnitzel, was z.B. bei 28,8 % Trockensubstanz eine Erhöhung des Rohproteingehaltes um 50 g/kg Trockenmasse Pressschnitzel bedeutet). Den Tabellen A23, A27 und A28 ist zu entnehmen, dass die angestrebte Rohproteinanreicherung gelang.

Die *Mineralstoffgehalte* wurden in ausgewählten Fällen (Versuch 1 und 2 im frischen Siliergut, Versuch 3 in Silage) untersucht, die Daten dazu sind in Abb. A-9, Tab. A27 und A29 aufgeführt. Calcium-, Phosphor- und Magnesiumgehalte blieben sowohl von der Melassierung als auch vom Harnstoffzusatz im Wesentlichen unverändert bzw. nahmen mit steigender Melassegabe leicht ab. Deutliche Erhöhungen bewirkte der Melassezusatz beim Natriumgehalt (Anstieg auf das drei- bis siebenfache bei 5 % Melasse gegenüber unmelassiert) und beim Kaliumgehalt (Anstieg auf das zwei- bis Dreieinhalbfache bei 5 % Melasse gegenüber unmelassiert). In der Höhe sind die Gehalte der einzelnen Nährstoffe durchaus vergleichbar, obwohl zu drei verschiedenen Zeitpunkten beprobt wurde.

Gärparameter

Der pH-Wert im Ausgangsmaterial wird durch die Melassierung wie auch durch den Harnstoffzusatz leicht angehoben. Seine Absenkung war in den ersten zwei bzw. vier Wochen nach dem Einsilieren am stärksten (Abb. A-10, Tab. A30-A32). Nach sechs Wochen Silierdauer waren in der Regel

pH-Werte von etwa 4 erreicht, nach drei, sieben und über elf Monaten waren sie überwiegend (Versuch 2 und 3) nochmals gesunken. Dabei lagen die höheren Melassierungsstufen länger über den anderen Varianten.

Die Ammoniakgehalte befanden sich insgesamt auf niedrigem Niveau. Im Versuch 1 waren Schwankungen im Silierverlauf zu beobachten (Abb. A-11). Der Grenzwert von 10 % NH₃-N an Gesamt-N (DLG-Schlüssel Bewertung der Gärqualität) wurde jedoch stets deutlich unterschritten. Zu verschiedenen Terminen (Versuch 2 und 3) war der Ammoniakgehalt bei Harnstoffzusatz leicht erhöht, in den übrigen Fällen auf gleicher und sogar etwas geringerer Höhe als bei den Varianten ohne Harnstoffzusatz (Tab. A30-A32).

Die Milchsäuregehalte fielen bei den melassierten Varianten in der Regel höher aus, wobei es auch Schwankungen im Silierverlauf zu beobachten gab (Abb. A-12, Tab. A30-A32). Durch den Harnstoffzusatz wurden sie in Versuch 2 verringert (Tab. A30) und in Versuch 3 erhöht (Tab. A31, A32). Die Essigsäuregehalte wurden durch die Melassierung deutlich erhöht (Abb. A-13, Tab. A30-A32). Auch der Harnstoffzusatz bewirkte teilweise Erhöhungen, aber auch Absenkungen (Tab. A30, A32). Im Silierverlauf waren Schwankungen zu verzeichnen (Abb. A-13).

Schon im Ausgangsmaterial war in allen drei Versuchen Buttersäure in geringer Menge vorhanden (Abb. A-14, Tab. A30-A32), die in den Stufen unmelassiert und 5 % Melasse im Silierverlauf abnahm, in den höher melassierten Stufen zunächst abnahm, zwischenzeitlich (nach zwei Wochen bis zu drei Monaten, Abb. A-14) auf Werte über 0,3 % in der TM (Grenzwert nach DLG-Schlüssel) anstieg. Insgesamt lagen die Buttersäuregehalte in allen drei Versuchen nach drei und mehr Monaten Lagerung im Bereich bis zu 0,1 %.

Aerobe Stabilität

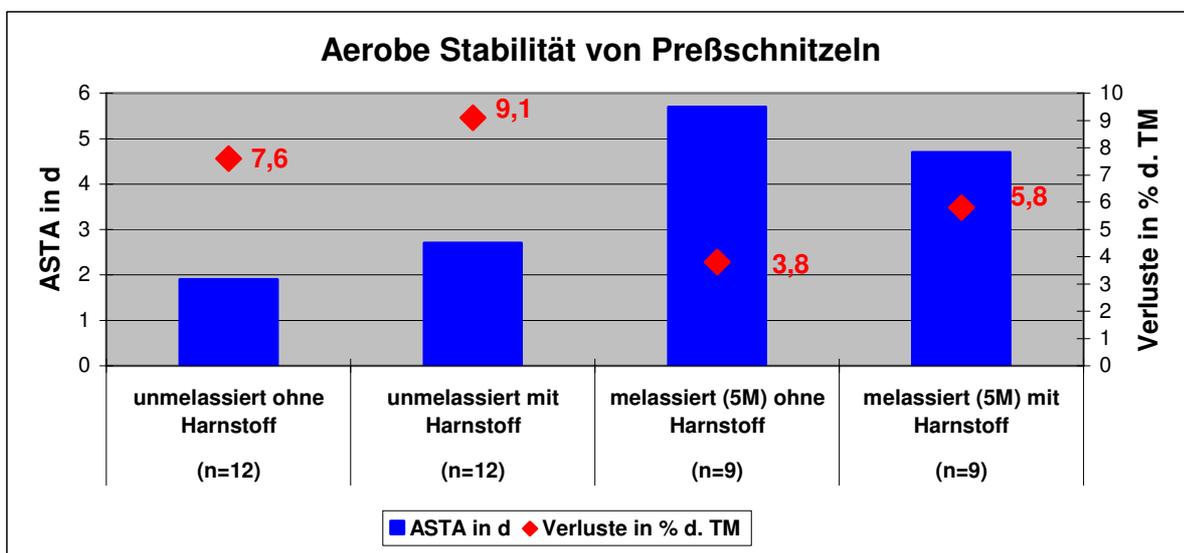


Abb. 3: Aerobe Stabilität und Verluste im Test auf aerobe Stabilität in Abhängigkeit vom Zusatz an Harnstoff (0,5%) und Melasse (5M =5 % Melasse), drei bzw. vier Termine mit je drei Wiederholungen, aus den Versuchen 1 bis 3

Die in Tabelle 9 aufgeführten Ergebnisse aus dem o. g. Test geben einen Überblick über die durchgeführten Messungen. Ein Teil dieser Werte ist in Abbildung 3 zusammengefasst.

Zu berücksichtigen ist die Bindung der Messwerte und damit der Aussagen an den Trockensubstanzgehalt, der produktionstechnisch bedingt bewusst in Kauf genommen wurde, auch um Praxis-

nähe zu wahren. Allerdings würde gerade der Melassezusatz in der Menge technisch begrenzt werden durch das Verdichtungsvermögen der Schlauchpressen.

Tabelle 9: Ergebnisse aus dem Test auf aerobe Stabilität für Pressschnitzelsilagen, Mittelwerte (n=3)

Aus Versuch Nr.	Variante	Silierdauer	TS in %	aerobe Stabilität in Tagen	Verluste in % der TM	pH-Wert nach 7d aerober Lagerung
				im Test auf aerobe Stabilität (7 Tage)		
2	unmelassiert	3,5 Monate bis März	27,15	2,4	10,3	5,5
	melassiert		31,85	2,5	6,6	6,6
2	ohne Harnstoff	6 Monate im Schlauch bis Juni	29,89	1,5	11,1	4,9
	mit Harnstoff		29,76	2,0	14,6	5,1
2	unmelassiert ohne Harnstoff	7 Monat bis Juli	28,10	1,9	5,4	5,0
	unmelassiert mit Harnstoff		28,79	3,8	4,6	7,1
	melassiert (+ 5 %) ohne Harnstoff		30,81	7,0	2,1	4,0
	melassiert (+ 5 %) mit Harnstoff		32,41	7,0	2,2	4,1
1	unmelassiert	7,5 Monate bis Juli	26,82	2,3	5,0	4,7
	5 % Melasse		28,37	7,0	1,9	3,9
	10 % Melasse		30,92	1,5	13,6	5,4
	15 % Melasse	11 Monate bis November	34,50	7,0	2,8	4,1
	20 % Melasse		36,00	7,0	1,7	4,2
	20 % Melasse		36,00	7,0	2,0	4,3
	30 % Melasse		38,00	7,0	2,9	4,3
	30 % Melasse		38,00	7,0	3,9	4,4
3	0 HAST, 0 MEL, 0 Wasser	3 Monate bis März	27,17	1,8	9,0	5,2
	0,5 % HAST, 0 MEL, 0 Wasser		26,61	2,4	10,4	5,7
	0 HAST, 5 % MEL, 0 Wasser		27,60	3,0	7,3	5,9
	0,5 % HAST, 5 % MEL, + Wasser		27,70	4,7	4,8	5,6
	0 HAST, 10 % MEL, 0 Wasser		30,47	7,0	2,3	4,1

Entnommen wurden die Proben nach verschiedener Silierdauer (3 bis 11 Monate) und bei jahreszeitlich bedingt unterschiedlichen Temperaturen (März, Juni, Juli, November). Zwei Varianten

wurden im Juni in einem Betrieb beprobt und hatten gegenüber allen anderen Proben eine deutlich längere Phase von Probenahme bis Testbeginn bei sommerlichen Temperaturen zu überstehen. Darum ist nicht auszuschließen, dass die hohen Verluste und die geringe Stabilität im Test mit dem Probenweg in Zusammenhang stehen.

Zunächst wurde mit dem Melassezusatz die aerobe Stabilität verbessert, bis hin zum maximalen Wert von 7 Tagen. Auch die geringeren Verluste im Test und die geringen pH-Wert-Veränderungen zu Testende belegen die positiven Effekte der Melassegaben. Das gilt sowohl für die 5 %ige Melasierung wie auch für die höheren Melassestufen. Nicht zu erklären ist dabei das ungünstige Abschneiden der Variante mit 10 % Melassezusatz im Versuch 1. Eine spätere Messung in dieser Stufe (Versuch 3) erbrachte wiederum die höchstmögliche Stabilität und geringe Verluste. Allerdings handelt es sich bei den höheren Stufen (>10 % Melasse) um nur einen Versuch und einen Öffnungstermin, so dass für eine gesicherte Aussage weitere Messungen erforderlich wären. Auch lag der Trockensubstanzgehalt bei diesen Varianten schon über dem praxisrelevanten Bereich.

Weiterhin wird deutlich, dass mit dem Harnstoffzusatz die Verluste (im Test) im Mittel um 1,5 bis 2 % zunahm (Abb.3), die aerobe Stabilität (im Test) gegenüber den Vergleichsvarianten sowohl verbessert als auch verschlechtert wurde.

3.2.5 Lösungsansätze für das Problem „aerobe Instabilität nach Siloöffnung“ von Silagen aus verschiedenen Ausgangsmaterialien

Aus der Literatur und Recherchen zu diesem Problemkreis ergeben sich für die praktische Landwirtschaft im Wesentlichen folgende Schwerpunkte, um diesem Problem wirksam zu begegnen:

1. Ernte bei optimaler Reife bzw. einsilieren im optimalen Trockensubstanzbereich (z.B. WYSS 2000, ANONYMUS 2002, THAYSEN 2004): Beides ist grundsätzlich Voraussetzung für das Erreichen guter Gärqualitäten und gleichermaßen wichtig für die Stabilität der Silagen nach Siloöffnung. Die empfohlenen TS-Gehalte liegen bei 28-35 % für Mais und bei 30-40 % für Gras. Für die Grassilage ist also auch in diesem Zusammenhang größtes Augenmerk auf die Begrenzung der Anwelkzeit und die entsprechende Organisation der technologischen Erntekette zu legen. Bei der Anwelksilagebereitung unbedingt unter 45 % TS zu bleiben wird insbesondere gefordert, um eine ausreichende Verdichtbarkeit des Materials zu sichern (z.B. KAISER und WEIß 2002). OPITZ von BOBERFELD (1998) bestätigt, dass der Anwelkgrad die Wirksamkeit von Milchsäurebakterienzusätzen beeinflusst (oberhalb 50 % TS nur begrenzt wirksam). Das führt gleichzeitig zu dem Hinweis, dass Fehler bei der Silagebereitung, wie z.B. ein zu starkes Anwelken nicht einfach mit dem Zusatz von Silierhilfsmitteln zu beheben oder auszugleichen sind. WEIßBACH (2003) empfiehlt für Grassilagen schwaches, kurzes Anwelken in Kombination mit gezieltem Siliermitteleinsatz, besonders zum Ausgleich von naturgemäß auftretenden TS-Schwankungen. Beim Silomais sollten die wöchentlichen Veröffentlichungen der Landesinrichtungen zum Reifeverlauf in den Regionen genutzt werden, um den günstigsten Erntetermin abzuleiten. Für Pressschnitzel werden für die Schlauchsilierung anzustrebende TS-Gehalte von bis zu maximal 26 % empfohlen und mindestens 23 % gefordert.
2. Verwendung von Silierzusätzen: Vorausgesetzt werden muss, dass alle siliertechnischen Maßnahmen sachgerecht durchgeführt werden. Silierzusätze können nicht Mängel im Siliergut oder in der Siliertechnik ausgleichen. Grundsätzliche Empfehlung ist, nur Silierhilfsmittel mit dem DLG-Gütezeichen einzusetzen, da diese unter standardisierten Bedingungen ihre Wirksamkeit bewiesen haben. Dennoch ist anzumerken, dass es im Grunde für keinen Silierzusatz die garantierte hundertprozentige Wirksamkeit gibt. Die Einsatzbedingungen sind ganz entscheidend für

den Effekt des Zusatzes. Die Wirksamkeit ist jedoch nur gegeben, wenn die Dosierempfehlungen eingehalten werden. Das betrifft sowohl die Aufwandmenge als auch die gleichmäßige Verteilung im Siliergut. Von KAISER und WEIß (2002 und 2003) wird für die Herstellung von Grassilagen der strategische Siliermitteleinsatz empfohlen, bei dem zur Risikominderung grundsätzlich der Zusatz von Silierhilfsmitteln vorzusehen ist und die Auswahl nach zweckmäßiger Wirkungsrichtung und vorliegendem TS-Gehalt erfolgen sollte.

Die Vergabe des DLG-Gütezeichens erfolgt nach Wirkungsrichtungen, wobei speziell die Verbesserung der aeroben Stabilität als Wirkungsrichtung 2 ausgewiesen ist. Die in Tabelle A33 aufgeführten Mittel sind also grundsätzlich für den Einsatz zu empfehlen. Auf Wirkungsunterschiede zwischen den Produktgruppen und bezüglich des zu silierenden Futtermittels wurde in der vorhergehenden Ergebnisdarstellung hingewiesen. Gegenwärtig stehen acht biologische Produkte zur Verfügung (heterofermentative Milchsäurebakterien: drei Mittel; Hetero- und homofermentative Milchsäurebakterien: drei Mittel; heterofermentative Milchsäurebakterien und Enzym: ein Mittel). Daneben werden fünf chemische Produkte (Salze, Säuren und Additive) und vier biochemische Kombinationsprodukte (Milchsäurebakterien, Enzym, chemischer Wirkstoff) angeboten.

3. fachgerechte Verdichtung bei der Silobefüllung: Anzustreben sind Lagerungsdichten von mindestens 200 kg/m^3 (z.B. SCHMERBAUCH 2000, ANONYMUS 2002). Um diese erreichen zu können, ist es erforderlich, den TS-Gehalt von 40 % bei Grassilage und 33 % bei Maissilage nicht wesentlich zu überschreiten, eine Häcksellänge von 2-3 cm bei Gras (unbedingt <4 cm) und von <1cm bei Mais zu erreichen sowie Walztechnik mit hohem Gewicht je Flächeneinheit einzusetzen. Eine einheitlich hohe und gute Verdichtung im Silo verlangt eine gleichmäßige Befüllung mit maximal 30 cm dicken Schichten. Entscheidend für einen guten Gärerfolg ist das luftdichte, möglichst vollständige Verschließen des Silos, um Sauerstoff vom Gärprozess fernzuhalten, nachdem er mit der Verdichtung aus dem Silostapel verdrängt wurde. Bei eigentlich geringer Verdichtungsleistung (ungenügender Dichte) kann also zunächst eine sehr gute Gärqualität erreicht werden, die dann bei Sauerstoffzutritt durch Siloöffnung und Entnahme durch aerobe Umsetzungen schnell verloren gehen kann. Zur Kontrolle werden Dichtemessungen empfohlen (z.B. ANONYMUS 2002). Besonders in Betrieben mit einem Siloblockschneider kann der entnommene Block zur Volumenberechnung ausgemessen und gewogen werden, so dass ein recht guter Anhaltspunkt für die erreichte Lagerungsdichte ermittelt wird und bei Bedarf entsprechend reagiert werden kann. Spezielle Messgeräte sind in der Entwicklung bzw. im Angebot und wären zunächst auf ihre Eignung hin zu testen. Als wichtigste Größen, die Einfluss auf die Lagerungsdichte im Silo haben, gingen aus Untersuchungen von MUCK und HOLMES (2000) hervor: die Schichtdicke bei der Einlagerung (mit deren Zunahme die Dichte sinkt), das Gewicht der verdichtenden Traktoren, die Verdichtungszeit pro Tonne Siliergut und der TS-Gehalt (mit deren Zunahme die Dichte anstieg). Für die Schlauchsilierung ermittelten MUCK und HOLMES (2003) eine relativ hohe Variation der Dichte an verschiedenen Positionen im Schlauch. Damit werden die Forderungen nach Optimierung des Verfahrens, besonders an der Funktion der Schlauchpresse untermauert.
4. luftdichtes Verschließen des Silos sofort nach Ende des Befüllens zur maximalen Unterbindung jeglichen Luftzutritts
5. ausreichende Lagerdauer bis zur Siloöffnung: Gerade bei recht guten nährstoffreichen Silagen wird immer wieder Nacherwärmung beobachtet. Eine Ursache könnte in einer unzureichenden Silierdauer liegen, so dass noch hohe Nährstoffgehalte zur Verfügung stehen und bei Sauer-

stoffzutritt in unerwünschter Richtung umgesetzt werden bzw. andererseits die Silierdauer nicht ausgereicht hat, um genügend Gärsäuren zu bilden. Genannt werden dabei häufiger Silagen mit hohem Anteil an Milchsäure und nur wenig Essigsäure oder Silagen mit hohen pH-Werten und insgesamt geringen Gärsäuremengen. In beiden Fällen könnte der Essigsäure eine zentrale Bedeutung zukommen (DANNER u. a. 2003) da sie als Hemmstoff für die Hefen gilt (MUCK 2002), deren Vorhandensein neben Sauerstoff und Nährstoffen sowie einer Mindestfeuchte Voraussetzung für die aeroben Umsetzungen ist. Von NUßBAUM wurde für Maissilage (2002) und für Feuchtmaissilage (2004) ermittelt, dass sich die aerobe Stabilität mit zunehmender Lagerdauer verbessert. In Untersuchungen von WYSS (2002a) wirkte sich der Restzucker Gehalt in Maissilagen stärker auf die aerobe Stabilität aus als ein hoher TS-Gehalt. GREEF u. a. (2005) stellten für Grassilagen keinen Zusammenhang zwischen Restzucker Gehalt und aerober Stabilität fest und halten die Neigung von Grassilagen mit hoher Konzentration an Restzucker zur aeroben Instabilität für beherrschbar durch siliertechnische Maßnahmen. Für Pressschnitzel gibt WYSS (2002b) die Empfehlung, die Silos frühestens sechs bis acht Wochen nach dem einsilieren zu öffnen. Insgesamt unbefriedigend sind der gegenwärtige Kenntnisstand sowie die Beratungspraxis zur Höhe des tolerierbaren Restzucker Gehaltes und zur Mindestlagerdauer von Silagen.

6. geeignete Entnahmetechnik: Bei der Entnahme sollte ein scharfer Schnitt erfolgen bzw. jedes Auflockern der Anschnittfläche vermieden werden. Mit dem Eindringen des Sauerstoffs in das Silo erhalten Hefen und Pilze ihre Entwicklungsmöglichkeit. Gerade einige Pilzarten (Schimmelpilze) benötigen nur relativ wenig Sauerstoff, um sich entwickeln zu können. Damit wird nochmals deutlich, wie wichtig die Lagerungsdichte im Silo, der Zeitpunkt der Abdeckung des Silos nach Öffnung und während der gesamten Entnahmezeit, die Entnahmetechnik und der Vorschub bei der Entnahme sind.
7. ausreichend großer Vorschub bei der Entnahme: Der Vorschub sollte jahreszeitabhängig geplant werden, indem mindestens 1,5 m je Woche im Winter und mindestens 2,5 m im Sommer entnommen werden (z.B. NUßBAUM 2002, ANONYMUS 2002). Eine Anpassung von Silogröße und -form an die zu versorgenden Tierbestände ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Verhinderung von Nacherwärmungen durch unerwünschte Umsetzungsprozesse (GERIGHAUSEN, 2004). Vorbeugend gegen aerobe Verluste empfehlen MCDONALD u. a. (1991) eine möglichst häufige Entnahme ohne die Lage der Schichten zu stören, so dass täglich mindestens 10 – 30 cm entnommen werden sollten (im Sommer mehr als im Winter). Sie befürworten alle siliertechnischen Maßnahmen, durch die das Sauerstoffniveau minimiert wird und das Eindringen von Luft in das Silo verhindert wird.

Für alle Versuche gilt:

1. Es fehlt derzeit an einer geeigneten und standardisierten Versuchsmethodik, die unbehandelte Kontrolle gezielt aerob instabil zu produzieren, um den tatsächlichen Wirkungsnachweis für die Behandlungen zu erbringen. Somit werden aus Versuchen überwiegend Verbesserungen in der Gärqualität und der aeroben Stabilität gegenüber der unbehandelten Variante interpretiert.
2. Neben den Gärparametern wird das Ergebnis aus dem o. g. Test für Aussagen zur aeroben Stabilität genutzt. Wie viel Tage bzw. Prozent Differenz im Test relevant sind für die praktische Silobewirtschaftung, muss offen bleiben. Die verwendeten Tests können nur dem direkten Variantenvergleich dienen. Ob beispielsweise eine im Test ermittelte aerobe Stabi-

lität von mehr als zwei oder drei Tagen Unterschied für Entnahme und Verfütterung relevant ist, kann nicht befriedigend beantwortet werden. Hier sind sicherlich jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen und die betrieblichen Verhältnisse als Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

3. Auf mikrobiologische Untersuchungen musste schon aus Kostengründen verzichtet werden. Ausnahmen sind das Ausgangsmaterial für den Maisringversuch und zu zwei Terminen CCM- Proben. Für eine umfassende Beurteilung des Gärerfolgs ist nach heutigem Kenntnisstand die Einbeziehung mikrobiologischer Parameter zwingend.

Der Zusatz von Harnstoff wurde für Mais, für CCM und für Pressschnitzel in die Untersuchungen aufgenommen, da Berichte über seine Wirkung als Silierzusatz widersprüchlich sind. Die bisherige Datengrundlage ist unter sehr verschiedenen Bedingungen erarbeitet worden, bestätigt die Widersprüchlichkeit und reicht nicht aus für ein abschließendes Urteil.

4 ÖKONOMISCHE ASPEKTE

Bei der **betriebswirtschaftlichen Bewertung** des Verfahrens Ballensilageherstellung kommen verschiedene Autoren zu insgesamt sehr unterschiedlichen Aussagen. Der direkte Kostenvergleich der verschiedenen Anwelksilageverfahren führt zwar tendenziell zu der Aussage, dass das Ballensilageverfahren insgesamt die höchsten Kosten je Hektar bzw. je Futtereinheit (Nährstoffeinheit) aufweist, einige Autoren kommen aber auch zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen. Einzelbetriebliche Bedingungen und Voraussetzungen spielen bei der monetären Bewertung des Verfahrens naturgemäß eine bedeutende Rolle. So weisen LINGVALL und WEIßBACH (2001) unter Berücksichtigung der einzelbetrieblichen Investitionskosten für das Verfahren Ballensilage 17 US Cent je kg Futtertrockenmasse aus, für das Fahrsilo dagegen 21 US Cent je kg TM. Wobei man hier davon ausgehen muss, dass dies insbesondere für Betriebe ohne vorhandene Fahrsiloplanzen bzw. für Fälle von Neuinvestitionen gilt. LEITNER (2003) vergleicht die **variablen Kosten** für die Verfahren Fahrsilo (Ladewagen) sowie Rundballen ab Schwadaufnahme bis zur Futterentnahme und kommt zu dem Ergebnis, dass das Rundballenverfahren je Hektar nahezu die doppelten Kosten verursacht: 78 € zu 146 €. Nach KELLER u. a. (1997) kann die Summe aus **variablen und fixen Kosten** des Rundballenverfahrens für kleinere Betriebe mit Eigenmechanisierung und größeren Feld-Hof-Entfernungen im Bereich aller anderen Silierverfahren liegen. Voraussetzung für eine Kostendegression ist allerdings eine Einsatzfläche von mindestens 80 Hektar je Jahr. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt STARK (2000), der für die Ballensilage Mehrkosten von 5 Eurocent je Nährstoffeinheit überwiegend auf Grund des höheren Folienbedarfs gegenüber dem Fahrsilo angibt. Je nach Einsatzbedingungen, Ballengröße und Lohnunternehmeranteil muss nach übereinstimmender Meinung mit Kosten je Ballen zwischen 10 und 16 Euro von der Schwadaufnahme bis hin zur Verfütterung gerechnet werden (PRESTELLE u.a. 1997, STARK 2000, GREIMEL 2000, LEITNER 2003, ANONYMUS 2003, ANONYMUS 2004). Allein die Folienkosten können hier mit 2 bis 4 Euro je Ballen zu Buche schlagen. Ökonomisch vorteilhaft gegenüber dem Fahrsilo kann die Ballensilage insbesondere dann sein, wenn ertragsarme Herbstaufwüchse zu verwerten sind (MÜLLER 2001). Wird ein nach Stückzahlen abrechnender Lohnunternehmer mit der Ernte beauftragt, entstehen nur geringe Kosten je Flächeneinheit.

Auswertungen zu den Kosten und Ergebnissen der Silageerzeugung sowie Kalkulationen von Verfahrensvarianten zur Silageerzeugung können den Arbeiten des Instituts für Betriebswirtschaft der

Landesforschungsanstalt entnommen werden. Sie waren nicht Gegenstand der Bearbeitung. Für Mecklenburg-Vorpommern sind zur ökonomischen Seite der Silageerzeugung auch die Veröffentlichungen der LMS gut nutzbar.

In Zusammenhang mit dem Siliermitteleinsatz steht die Kostenfrage. Die Kosten der Siliermittel sind als Orientierungswerte im Anhang in den Tabellen A33 und A34 enthalten. Es sind deutliche Unterschiede zwischen den Produkten sichtbar, wobei die chemischen Mittel mit ihrer höheren Wirkungssicherheit (auch unter schwierigen Bedingungen) zunächst die höchsten Kosten verursachen. Wichtiger als das Kostenkriterium sollten aber das Einsatzziel, die Auswahl nach konkreten Einsatzbedingungen und die Qualitätssicherung sein.

5 EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS

5.1 Ballensilage

Einsatzbereiche: Die Vorteile der Ballensilage liegen im geringen Investitionsbedarf, der flexiblen Arbeitsorganisation, der Möglichkeit des gleichzeitigen Einsatzes von qualitativ unterschiedlichen Futterpartien sowie dem flexiblen, auch überbetrieblichen Einsatz der vorhandenen Technik. Insbesondere für kleinere Flächen, Aufwüchse mit geringem Ertrag oder bei größeren Feld-Hof-Entfernungen ist das Ballensilage-Verfahren zu empfehlen. Ertragsarme Herbstaufwüchse lassen sich zudem qualitativ kaum besser und zudem kostengünstiger als in gut gewickelten Ballen konservieren. Soll überschüssiges Grundfutter verkauft werden, ist auch hier die Ballensilage im Vorteil. Nicht zuletzt ist das Verfahren für auslaufende Betriebe ohne geplante Neuinvestitionen interessant.

Anwelken: Ausreichend starkes Vorwelken bis in den Bereich von 40 bis 55 % Trockensubstanz ist notwendig, weil dann die Verdichtungsleistungen der modernen Ballenpressen am höchsten sind. Außerdem werden gegenüber niedrigeren Trockensubstanzgehalten Kosten (Folie) und Arbeit gespart.

Pressen: Es sollten Pressen mit Schneidwerk verwendet werden, weil dann meist höhere Verdichtungsgrade sowie eine schnellere Zerkleinerung der Ballen bei der Verfütterung möglich sind. Um dichte, gleichmässig geformte Rundballen herstellen zu können, sollte die Fahrgeschwindigkeit nicht über 6 km/h liegen. Langsame Fahrweise ermöglicht eine gleichmäßigere Beschickung der Presse ohne nennenswerte Leistungseinbußen. Dies wiederum führt zu gleichmässig geformten Ballen, die sich besser einwickeln lassen.

Wickeln: Zwischen Pressen und Einwickeln sollten nicht mehr als zwei Stunden liegen. Das Wickeln unter feuchten Bedingungen kann die luftdichte Versiegelung zerstören, da die Selbsthaftungsfähigkeit der Stretchfolie verringert wird. In den meisten Fällen sind 6 Folienlagen notwendig, um einen sicheren Luftabschluss zu erreichen. Nur bei jungem, rohfasernarmem Futter können 4 Lagen ausreichend sein, wenn darüber hinaus eine geschützte Lagerung bei nur kurzer Lagerdauer gewährleistet ist.

Stretchfolie: Nur DLG-geprüfte Folien mit Prüfsiegel sowie von bekannten Herstellern verwenden, dabei unbedingt auf das Herstellungsdatum achten. Folie mit einer Lagerzeit von über einem Jahr ist möglicherweise nicht mehr geeignet. Weiße Folie oder solche mit heller Farbe ist zu bevorzugen. In exponierten Lagen sollte grüne oder braune Folie verwendet werden, weil dann das Landschaftsbild weniger beeinträchtigt wird.

Lagerung: Rundballen sollten möglichst auf der Stirnseite gelagert werden, weil hier mehr Folienlagen vorhanden sind und die Ballen dann gestapelt werden können. Voraussetzung ist allerdings ein spezielles Gerät zum Drehen der Ballen. Ideal ist die Lagerung auf einer, beispielsweise mit Kies, befestigten Fläche, möglichst im Schatten. Um Verletzungen durch Vögel oder Katzen vorzubeugen, empfiehlt sich das Abdecken mit speziellen Siloschutznetzen oder alter Silofolie. Dadurch wird gleichzeitig die UV-Belastung der Stretchfolie bei längerer Lagerdauer verringert.

Kontrolle: Kontrollgänge und das Zukleben entdeckter Löcher in der Folie sollten eine Routine-massnahme sein. Durch unerkannte Verletzungen der Ballenfolie wird in der Praxis noch immer viel Geld verschenkt. Große Qualitätsunterschiede existieren zwischen der Vielzahl der auf dem Markt erhältlichen Reparaturfolien. Fabrikate mit größerer Materialstärke sind zu bevorzugen, weil sie haltbarer und anwenderfreundlicher sind.

5.2 Verbesserung der aeroben Stabilität

Grobfutterkonservate

Mit der Einhaltung empfohlener siliertechnischer Maßnahmen werden entscheidende Voraussetzungen für eine gute aerobe Stabilität erfüllt. Allgemeingültige Grundsätze, die unbedingt einzuhalten sind und Hinweise zur Silagebereitung werden im Anhang gegeben.

Feuchtmaissilierung

Die Silierung von Feuchtmals ist eine Alternative in der Verwendung von Mais aus eigenem Anbau. Die betrieblichen Bedingungen sind ausschlaggebend dafür, ob es sich um ein lohnenswertes Verfahren handelt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Einhaltung der bekannten Siliergrundsätze ein wertvolles Maisprodukt herstellbar ist.

1. Die Auswahl der Maissorte sollte entsprechend des geplanten Ernte- und Silierverfahrens erfolgen. Dabei sind die Empfehlungen von offiziellen Landeseinrichtungen zu berücksichtigen.
2. Für einen reibungslosen Ablauf von Ernte und Einsilieren ist eine gute Abstimmung in der technologischen Kette notwendig. Die Leistungsfähigkeit der verfügbaren Technik, Transportentfernungen und weitere betriebliche Bedingungen müssen durch die Organisation passfähig gemacht werden.
3. Erfolgt die Silierung im Schlauch, sind Besonderheiten zu beachten. Der Schlauch gehört auf befestigten ebenen Untergrund, so dass die Schlauchpresse ordentlich arbeiten kann. Der wahrscheinliche Vorschub bei der Entnahme kann über den Schlauchquerschnitt beeinflusst werden (mögliche Schlauchgrößen je nach Schlauchpresse). Um den Schlauch während der Lagerung gegen Vögel zu schützen, ist das Auflegen eines entsprechenden Netzes zu empfehlen, wobei z.B. durch Reifen ein notwendiger Abstand zwischen Schlauch und Netz hergestellt werden kann.
4. Für die Auswahl des Silierzusatzes sollten die von der DLG ausgewiesenen Ergebnisse der Siliermittelprüfung genutzt werden. Anzuraten ist der Einsatz von Mitteln, die mit dem DLG-Gütezeichen der Wirkungsrichtung II (Mittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität) versehen sind. Im Vordergrund sollte die Gebrauchsfähigkeit des silierten Maisprodukts stehen, einschließlich der aeroben Stabilität, erst danach ist die Kostenfrage tatsächlich sinnvoll. Eine vermeintliche Einsparung an dieser Stelle kann teuer werden.
5. Je mehr und je länger das Siliergut und die Silage ungünstigen Bedingungen ausgesetzt ist, desto sinnvoller ist zur höheren Sicherheit eine kostenaufwendigere chemische Behandlung. Erhö-

te Gefahr besteht bei sommerlichen Temperaturen und einem zu geringen Vorschub bei der Entnahme. Wenn die Verfütterung hauptsächlich in die Sommermonate fällt, ist daran schon beim Silieren zu denken.

Pressschnittsilierung

Beim Silieren von Pressschnitzeln sind einige Besonderheiten zu beachten:

- Die Zeit zwischen dem Ausstoß der Schnitzel aus dem Produktionsprozess bis zum Befüllen des Silos hat entscheidenden Einfluss auf Silierverlauf und -ergebnis. Die Pressschnitzel verlassen den Prozess mit etwa 50 °C und ihre Abkühlphase beginnt. Mit dem Absinken der Temperatur ergeben sich spezifische Verhältnisse für verschiedenste Mikroorganismenarten. Je mehr die Abkühlung voranschreitet, bevor die Schnitzel in das Silo gelangen, desto ungünstiger sind die Bedingungen für die erwünschten Arten und umso besser ist die Situation für die schädigenden Arten. Kommen die Schnitzel kaum abgekühlt sofort ins Silo, sind die für einen guten Gärverlauf benötigten Mikroorganismenarten in der Lage, ihren normalerweise vorhandenen Vorsprung gegenüber den Unerwünschten so auszubauen, dass ein guter Gärverlauf einsetzt. Mit der Zwischenlagerung sind auch hohe Verluste an Zucker verbunden. Nach 48 Stunden sind gegenüber frischen Pressschnitzeln (100 %) nur noch 51 bis 31 % des Zuckers vorhanden (WYSS u. FIVIAN 1999, KÄMPFE u. RIEDEL 2001), genannt werden sogar noch höhere Zuckerverluste. Mit sinkenden Zuckergehalten und gleich bleibenden Proteingehalten verschlechtert sich die Gäreignung. Die von Natur aus als leicht vergärbare Pressschnitzel können somit in relativ kurzer Zeit zu schwer vergärbarem Siliergut werden bzw. der Gärerfolg wird in Frage gestellt, weil einfach nicht mehr ausreichend Gärsubstrat zur Verfügung steht. Nach heutigem Erkenntnisstand ist also alles darauf auszurichten, die Zeiten für Zwischenlagerung und Transport zu minimieren. Somit besteht eine dringende Notwendigkeit zur Abstimmung zwischen Landwirt, Zuckerfabrik, Transportunternehmen und gegebenenfalls Lohnunternehmen für das Einsilieren. Diese Zusammenarbeit entscheidet wesentlich über die potentielle Silagequalität.
- Die Temperatur kann auch während der Lagerung entscheidend für die Qualität sein, wenn nämlich der Silostapel nicht gleichmäßig abkühlt und vor allem im Innern noch über längere Zeit hohe Temperaturen herrschen. Das dann zu beobachtende „Zerfließen“ steht für Strukturverlust und Verderb. Darum wird eine Begrenzung z.B. in der Höhe des Silostapels empfohlen. Vor allem aber sollte eine Siloöffnung unterbleiben, wenn das Silo noch nicht ausgekühlt ist. In Abhängigkeit von der Außentemperatur kann das unterschiedlich lang dauern.
- Die erforderliche Mikroorganismenaktivität ist abhängig vom ausreichenden Vorhandensein von Gärsubstrat, vom pH-Wert-Niveau, das wiederum auch von den Puffereigenschaften des Silierguts abhängt und nicht zuletzt von den Feuchteverhältnissen, also von dem Trockensubstanzgehalt des Ausgangsmaterials. Damit ist die Gäreignung zunächst vor allem in der Zuckerfabrik zu beeinflussen. Das Siliergut wird in gleichmäßig guter Qualität benötigt, mit möglichst konstanten Trockensubstanzgehalten und Inhaltsstoffen, besonders Zucker.

Hinweise zur Silierung von Pressschnitzeln

- möglichst kurze Zeiten zwischen Ausstoß in der Zuckerfabrik und Einsilieren, sonst drohen für den Silierprozess entscheidende Zuckerverluste und eine zu starke Vermehrung unerwünschter Mikroorganismen
- jede Art der Zwischenlagerung nur auf sauberen Oberflächen, Schmutzeintrag minimieren

- zügiges Einsilieren der angelieferten noch warmen Pressschnitzel mit gleichmäßig hoher Verdichtung, für Schlauchsilierung darum Trockensubstanz nicht über 26 %, günstig sind gleich bleibende Trockensubstanzgehalte im Bereich von 22-25 %
- Um gute Abkühlung zu unterstützen, Höhe des Silostocks auf etwa 1,8 m begrenzen, bei Schlauchsilierung eventuell kleinere Schlauchdurchmesser wählen (auch mit Blick auf den täglichen Bedarf und notwendigen Vorschub)
- Abdecken bzw. luftdichtes Verschließen unmittelbar nach Beendigung von Befüllen und Verdichten, bei Schlauchsilierung unbedingt Ventilhandhabung nach Herstellerangaben
- Regelmäßige Kontrolle des Silos auf Unversehrtheit bzw. unverzügliche Reparatur bei Beschädigungen
- bis zur Siloöffnung mindestens sechswöchige Lagerungszeit bzw. ein vollständiges Auskühlen des Silostocks abwarten (bei Zweifeln eventuell Mietthermometer benutzen und möglichst in Kernnähe messen, nach Entfernen des Thermometers Einstichstelle sofort wieder luftdicht verschließen)
- Bei Entnahme glatte Anschnittflächen und ausreichenden Vorschub von täglich mindestens 30-50 cm sichern, Anpressen (Beschweren) der Silofolie unmittelbar hinter dem Anschnitt, um möglichst wenig Luft in den Silostapel eindringen zu lassen (z.B. bei Schlauchsilos zu bedenken: Ablage und Öffnung des Schlauchs mit der Hauptwindrichtung).

6 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ballensilage

Unter Beachtung der allgemeinen Erkenntnisse zur Ballensilageherstellung ist es möglich, eine mit allen anderen Silierverfahren vergleichbare Qualität der Konservate herzustellen.

Die in der Praxis auftretenden Mängel der Silagequalität in Rund- und Quaderballen können nicht dem Verfahren an sich angelastet werden. Als wichtigere Einflussfaktoren sind hier überständiges Futter, ungenügendes Anwelken, Futterschmutzung, geringe Pressdichten, eine schlechte Ballenlagerung sowie Folienbeschädigungen zu nennen.

In vielen ökologisch wirtschaftenden Futterbaubetrieben Mecklenburg-Vorpommerns ist die Grundfutterqualität von den Zielvorgaben noch weit entfernt. Qualitätsverbesserungen sind nicht nur notwendig, sondern sie müssen angesichts der sich ändernden Rahmenbedingungen schnell erreicht werden. Betriebszweigauswertungen (ANONYMUS 1999), nicht nur aus Mecklenburg-Vorpommern, zeigen: Wer in der Lage ist, kontinuierlich Grundfutter mit guter Standardqualität zu produzieren, arbeitet meist wirtschaftlicher und macht sich unabhängiger von außerbetrieblichen Entwicklungen.

Dazu ist es notwendig, vor Ort in den Landwirtschaftsbetrieben den Erfahrungsaustausch unter den Landwirten anzuregen und vorhandenes Wissen zur Gärfutterbereitung besser zu vermitteln. Als gut geeignet haben sich regional begrenzte Seminare erwiesen, in denen das Bewusstsein für qualitativ hochwertige Silagen an Hand von Praxisbeispielen geschärft wird.

Aerobe Stabilität

In Silierversuchen mit verschiedenem Ausgangsmaterial und bei unterschiedlichen Bedingungen wurde die Beeinflussung von Nährstoffgehalten, Gärparametern und aerober Stabilität untersucht. Einflussfaktoren auf die Stabilität der Silagen nach Siloöffnung wurden diskutiert und Empfehlungen abgeleitet.

Bei den Folgerungen mit Blick auf die praktische Landwirtschaft ist als erstes zu nennen: vorhandene Erkenntnisse zur Silierung und grundsätzliche Empfehlungen zu Standardmaßnahmen werden in der breiten Praxis nach wie vor nicht konsequent oder nur mangelhaft umgesetzt. Andererseits werden über Jahre hinweg Qualitätssilagen hergestellt, wenn im Betrieb diesem Arbeitsabschnitt die entsprechende Priorität eingeräumt wird. Erfolgreiche Silageerzeugung beginnt spätestens mit der Arbeit am Ausgangsmaterial für die Silierung z.B. an den Pflanzenbeständen auf dem Grünland oder der Einhaltung optimaler Reifetermine bei Mais. Der Einsatz von Silierhilfsmitteln wurde als ein Schwerpunkt zur Verbesserung der aeroben Stabilität heraus gestellt. Dabei muss vorausgesetzt werden, dass die Silierzusätze ihre Wirkung nur entfalten können, wenn sie sachgerecht verwendet werden. Sie sind kein Ausgleich für Mängel in Ausgangsmaterial oder Siliertechnik.

Insgesamt sollte den Futtermittelnverlusten auf dem Weg vom Schlag bis auf die Futterkrippe mehr Aufmerksamkeit zu Teil werden bzw. die Ursachen für ihr Auftreten sollten einzelbetrieblich analysiert werden. Hier ist eine erhebliche Reserve für die Wirtschaftlichkeit im Bereich Futter und Fütterung zu vermuten.

Schlussfolgernd für die weitere Forschung ist anzumerken, dass besonders für die Herstellung von Ballensilage, aber auch zu siliertechnischen Maßnahmen eine Vielzahl von Untersuchungen vorliegt, die bei Bedarf in hohem Umfang nutzbar sind. Grundsätzlich sollten aber Neuentwicklungen aus der Landtechnik sowie im Bereich der Silierzusätze verfolgt und gegebenenfalls auf ihre Relevanz hin für die Bedingungen in Mecklenburg-Vorpommern, untersucht werden können.

Von großem Vorteil ist die Durchführung von Ringversuchen und Kooperation mit anderen Forschungseinrichtungen. Auf recht einfache Art und Weise lässt sich so die Sicherheit der Aussagen deutlich erhöhen.

Methodisches Arbeiten wäre notwendig zur tatsächlichen Nachweisführung der Wirkung von Silierzusätzen. Für eine Konkretisierung der Empfehlungen zur Silierung würde nicht selten eine genauere Beschreibung der Silierbedingungen erforderlich sein, die versuchsseitig zu überprüfen wäre. Weiter verfolgt werden sollte die Abhängigkeit der Wirkung einzelner Silierzusätze von der Art und Herkunft des Ausgangsmaterials.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- AHMELS, H.-P. u. E. ISENSEE (1994): Zur Verdichtung von Anwelkgras in Fahrsilos.- Landtechnik 49, 146-147.
- ANONYMUS (1995): Das Handbuch für die Ballensilageherstellung. Trioplast AB, 52 S.
- ANONYMUS (1997): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7.Aufl. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- ANONYMUS (1999): Agrarprofi M-V Tierproduktion. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.
- ANONYMUS (2000a): DLG-Richtlinien für die Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichen-Fähigkeit. DLG. Frankfurt am Main.
- ANONYMUS (2000b): Grosses Angebot bei Wickelgeräten.- dlz 6/2000, 65-68.
- ANONYMUS (2001): Pressen & Wickeln in einem Streich.- www.dlg-test.de, 1/2001.
- ANONYMUS (2002): Futterkonservierung – Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien.- Arbeitsgemeinschaft der nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern, 6. Ausgabe, 204 S.
- ANONYMUS (2003): Compass der Agroserviceführer. Landesfachverband Agroservice Mecklenburg-Vorpommern e.V., 42 S.
- ANONYMUS (2004): Optimieren Sie Ihre Ballensilage.- DOW Leitfaden zur Optimierung der Ballensilage.- Joy Patchett, Porter Novelli, Bd Louis Mattewielaan 272, B-1080 Brüssel.
- CIELEJEWSKI, H. (2003): Wickelballensilage.-
www.landwirtschaftskammer.com/fachangebot/technik/haltungsverfahren/wickelballensilage.htm.
- DANNER, H., HOLZER, M., MAYRHUBER, E. u. R. BRAUN (2003): Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. - Applied and environmental microbiology, Vol. 69, No.1, 562-567.
- FRICK, R. (1999): Die ausgereifte Technik der Ballensilage.- Schweizer Landtechnik 4/99, 4-5.
- FRIEDEL, K. (1990): Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulase-Methode. – Wiss. Zeitschrift Universität Rostock, Naturwiss. Reihe 39, 78-86.
- FYCHAN, R. (1996): Effect of varying film wrap width and layering on effluent production from baled silage. - Proc. 11th Intern. Silage Conf., Aberystwyth, Sept. 8th -11th, 1996, 88-89.
- GERIGHAUSEN, G. (2004): Silos nach Größe und Bauweise optimieren. dlz-test.de 2/2004, S. 20.
- GREEF, J.M., PAHLOW, G., SIRIWAN, D. u. D. MARTENS (2005): Silierung energiereicher Gräser für die nachhaltige Produktion in der Wiederkäuerernährung. In: Mitteilungen der Landwirtschaftskammer 578/2005 – Aktuelles aus Grünland und Futterbau, Herausgeber: Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, S.72-73.
- GREIMEL, M. (2000): Grundfutterqualität und Wirtschaftlichkeit.- Tagungsband 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung Gumpenstein, 123-127.
- HERTWIG, F. (1999): Verschiedene Verfahren der Anwelksilagebereitung.- Milchpraxis 37, 50-53.
- KAISER, E. u. K. WEIß (2002): Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Silierung – Was folgt daraus für die Praxis? Milchpraxis Heft 2, 94-97.

KAISER, E. u. K. WEIß (2003): Modell zur Einschätzung der Vergärbarkeit von Grünfutter. – in: Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau, Band 5, S. 189-192.

KALZENDORF, C. (2002): Wirkungen von Siliermitteln der Wirkungsrichtung 2 auf die aerobe Stabilität von Gras- und Maissilagen – Gemeinschaftsversuch der nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern, der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern und dem Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft Brandenburg. Versuchsbericht, August 2002, Oldenburg.

KÄMPFE, K. u. S. RIEDEL (2001): Pressschnitzel frisch verfüttern oder silieren. - Bauernzeitung (41), 41-42.

KELLER, T., THAYSEN, M., H. JEROCH u. J. Kamphues (1997): Bereitung von Pressensilagen – Verfahrenstechnik, Silagequalität und ökonomische Bewertung.- Übersichten zur Tierernährung 25, 155-188.

KELLER, T., NONN, H. u. H. JEROCH (1998): The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale lucerne silage. - Archives of Animal Nutrition 55, 66-75.

LEITNER, H. (2003): Silierverfahren im Vergleich.- Vortrag Silierfachabend, Lind.

LINGVALL, P. u. F. WEIßBACH (2001): Ballensilage in Schweden – Technologie, Silierung, Verwertung.- Praxisinformation Grünland und Futterwirtschaft Heft 30, Landwirtschaftskammer Hannover.

McDONALD, P., HENDERSON, A.R. u. S.J.E. HERON (1991): The biochemistry of silage. 2nd Ed. Publ. Chalcombe, Marlow, Bucks.

MUCK, R. E. u. B. J. HOLMES (2000): Factors affecting bunker silo densities. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 16(6), 613-619.

MUCK, R. E. (2002): Effects of corn silage inoculants on aerobic stability. ASAE Annual International Meeting/ CIGR XV th World Congress, Chicago, Illinois 28.-31. Juli 2002.

MUCK, R. E. u. B. J. HOLMES (2003): Density and losses in pressed bag silos. Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing, Louisville, Kentucky, 9. Februar 2003, ASAE Publication Number 701P1103e.

MÜLLER, J. (2001): So verwerten Sie Spätaufwüchse optimal. - top agrar 7, 68-71.

NEITZ, B. (1993): Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Luzernesilierung in folienumwickelten Rundgroßballen unter Einbeziehung der Applikation biologischer Zusätze.- Diss., Univ. Halle/S.

NUßBAUM, H. (2002): Keine heiße Ware in den Trog – Nachgärungen wirkungsvoll in den Griff bekommen. dlz, Heft 7, 68-72.

NUßBAUM, H. (2004): Einfluss von Aufbereitungsform und Lagerungsdauer auf Futterwert, Gärqualität und Silagestabilität von Feuchtmals bei der Konservierung in Wickelballen. – in: Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau, Band 6, S. 11-14.

NYDEGGER, F. u. H. BRUNKEN (2002): Eignung von Wickelfolien für die Ballensilage. - FAT-Bericht 615, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen.

OPITZ von BOBERFELD, W. (1998): Lactobakterien-Zusätze in der Grassilagebereitung unter dem Aspekt von Interaktionen. – Vortrag, 42. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 27.-29.08.1998 in Gießen, Tagungsband, S. 7-14.

- OTT, A., AMMAN, H., HILTY, R. u. E. NÄF (1995): Großballenhof. Großballentechnik im Vergleich mit Flachsilos und Heubelüftung. Forschungsanstalt Agrarwirtschaft Landtechnik, Bericht Nr. 463.
- PAILLAT, J.-M. u. F. GAILLARD (2001): Air-tightness of Wrapped Bales and Resistance of Polythene Stretch Film under Tropical and Temperature Conditions.- J. agric. Engng. Res. 79(1), 15-22.
- PRESTELE, H., OBERMAYER, G., ZELTSPERGER, G. u. H. GALLER (1997): Grassilage in Rundballen und im Traunsteiner Silo. - Schule und Beratung, Heft 09-10, 10-12.
- SCHMERBAUCH, K.-J. (2000): Gärqualität und Schimmelpilzwachstum in Silagen in Abhängigkeit von Lagerungsdichte und äußeren Luftabschluß. Diss., Humboldt-Universität zu Berlin.
- STARK, G. (2000): Das Märchen vom billigen Grundfutter.- dlz agrarmagazin, Sonderheft 12, Grünlandpraxis für Könner.
- THAYSEN, J. (2004): Wann, wie und welches Siliermittel zu Gras einsetzen? Landpost v. 15.Mai 2004, 22-25.
- UPPENKAMP, N. (2003): Schimmelbildung bei der Ballensilage – Ursachen und Gegenmaßnahmen. - www.unterland.at.
- WEIßBACH, F. u. H. HONIG (1997): DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung.- DLG, Frankfurt/Main.
- WEIßBACH, F. u. S. KUHLA, (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers. Tierernährung, (23), S. 189-214.
- WEIßBACH, F. (2003): Problemfall Nr. 1: Fehlgärungen. dlz, Heft 4, 130-135.
- WYSS, U. U. R. FIVIAN (1999): Qualität von Pressschnittsilagen und Einsilierzeitpunkt. Agrarforschung 6 (10), 261-264.
- WYSS, U. (2000): Grassilagen: TS-Gehalt beeinflusst Gärung und aerobe Stabilität.- Agrarforschung 7(4), 170-175.
- WYSS, U. (2002a): Einfluss verschiedener Maissorten auf aerobe Stabilität. Agrarforschung 9 (9), 380-385.
- WYSS, U. (2002b): Pressschnittsilage und Silagequalität. Agrarforschung 9 (11-12), 512-517.

Abkürzungsverzeichnis

ASTA	aerobe Stabilität
ADF	acid detergent fibre
BS	Buttersäure
d	Tag
ES	Essigsäure
heterof.	heterofermentativ
homof.	homofermentativ
Max.	Maximum
ME	metabolisierbare (umsetzbare) Energie
Min.	Minimum
MJ	Megajoule
Mo	Monate
MS	Milchsäure
MSB	Milchsäurebakterien
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NDF	neutral detergent fibre
n.n.	nicht nachweisbar
n.u.	nicht untersucht
NEL	Netto-Energie-Laktation
nRP	nutzbares Rohprotein
PS	Propionsäure
RNB	Ruminale Stickstoffbilanz
RP	Rohprotein
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz (in %)
Wo	Wochen

8 ANHANG

Tabelle A1: Futterwert von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (1. Aufwuchs, Grünland, n=76, Untersuchungsjahre 2000-2002)

	TS (%)	Rohfaser (g/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Rohasche (g/kg TM)	Zucker (g/kg TM)	Energie (MJ/kg TM)	
						NEL	ME
Mittelwert	51,0	283	127	90	77	6,0	10,1
Minimum	28,6	197	79	39	8	4,9	8,3
Maximum	78,2	382	203	276	165	6,8	11,2
Zielwert	40-55	220-250	140-180	<100	30-80	>6,0	>10,0

Tabelle A2: Futterwert von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (Folgaufwüchse, Grünland, n=22, Untersuchungsjahre 2000-2002)

	TS (%)	Rohfaser (g/kg TM)	Rohprotein (g/kg TM)	Rohasche (g/kg TM)	Zucker (g/kg TM)	Energie (MJ/kg TM)	
						NEL	ME
Mittelwert	55,9	288	131	95	63	5,6	9,4
Minimum	32,1	222	101	64	23	4,6	8,0
Maximum	79,7	446	165	200	123	5,9	10,0
Zielwert	35-45	220-250	140-180	<100	30-80	>5,8	>9,7

Tabelle A3: Gärqualität von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (1. Aufwuchs, Grünland, n=59, Untersuchungsjahre 2000-2002)

	pH-Wert	Milchsäure (% in TM)	Essigsäure (% in TM)	Buttersäure (% in TM)	NH ₃ -N Anteil (%)	DLG Note
Mittelwert	4,9	2,2	1,1	0,14	4,5	1,6
Minimum	4,2	0,15	0,13	0,01	0,6	4,0
Maximum	6,1	8,0	4,3	1,5	7,9	1,0
Zielwert	4,0-4,7	>3	2,0-3,5	0	< 10	1,0

Tabelle A4: Gärqualität von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (Folgaufwüchse, Grünland, n=14, Untersuchungsjahre 2000-2002)

	pH-Wert	Milchsäure (% in TM)	Essigsäure (% in TM)	Buttersäure (% in TM)	NH ₃ -N Anteil (%)	DLG Note
Mittelwert	5,4	1,2	0,4	0,04	3,6	2,4
Minimum	4,5	0,1	0,15	0	0,4	3,0
Maximum	6,0	3,5	1,2	0,10	7,6	1,0
Zielwert	4,0-4,7	>3	2,0-3,5	0	< 10	1,0

Tabelle A5: Energetische Bewertung mit verschiedenen Methoden

Aufwüchse	Schätzgleichungen (Basis Rohnährstoffe)	ELOS (nach FRIEDEL 1990)
1. Aufwuchs, n=36	6,16 MJ NEL/kg TM 10,30 MJ ME/kg TM	5,73 MJ NEL/kg TM 9,69 MJ ME/kg TM
Folgeaufwüchse, n=25	5,78 MJ NEL/kg TM 9,75 MJ ME/kg TM	5,37 MJ NEL/kg TM 9,15 MJ ME/kg TM

Tabelle A6: Gärqualität von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (1. Aufwuchs, Grünland, n=21, Untersuchungsjahr 2003)

	pH-Wert	Milchsäure (% in TM)	Essigsäure (% in TM)	Buttersäure (% in TM)	NH ₃ -N Anteil (%)	DLG Note
Mittelwert	5,4	0,8	1,1	0,15	3,6	2,3
Minimum	4,9	0,04	0,5	0,05	0,3	3,0
Maximum	6,0	2,5	2,4	0,33	7,3	1,0
Zielwert	4,0-4,7	>3	2,0-3,5	0	< 10	1,0

Tabelle A7: Gärqualität von Ballensilagen aus Ökobetrieben Mecklenburg-Vorpommerns (Folgeaufwüchse vom Grünland, n=12, Untersuchungsjahr 2003)

	pH-Wert	Milchsäure (% in TM)	Essigsäure (% in TM)	Buttersäure (% in TM)	NH ₃ -N Anteil (%)	DLG Note
Mittelwert	5,2	1,0	0,9	0,5	4,6	2,2
Minimum	4,7	0,1	0,3	0,05	0,7	3,0
Maximum	5,7	4,0	2,4	1,8	15,4	1,0
Zielwert	4,0-4,7	>3	2,0-3,5	0	< 10	1,0

Tabelle A8: Futterwert der Rundballensilage (Intensitätsversuch Volkenshagen 1999 und 2000, jeweils erster Aufwuchs)

Parameter	1999		2000	
	konventionell (n = 4)	ökologisch (n = 3)	konventionell (n = 4)	ökologisch (n = 3)
TS (%)	37,4	48,9	42,5	56,7
Rohfaser (% in TM)	25,2	22,4	23,8	23,4
Rohasche (% in TM)	8,3	8,1	10,6	8,2
Rohprotein (% in TM)	18,1	16,3	14,1	14,1
Zucker (% in TM)	4,5	9,4	2,6	7,4
Energie (in MJ NEL/kg TM)	6,4	6,6	6,2	6,3

Tabelle A9: Ausgangsmaterial Maissilierversuch Dummerstorf innerhalb des Ringversuchs, Mittelwerte (n=10)

TS	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Zucker	Stärke	Energie
%	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	% i.d.TM	% i.d.TM	MJ NEL/kg TM
36,84	85	168	33	3,4	37,9	6,9

**Tabelle A10: Gärparameter der Grassilagen, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 und 27),
Quelle: KALZENDORF, 2002**

Varianten	Gärparameter							
	pH-Wert am		MS	ES	PS	Alko- hol	NH ₃ -N an ges.N	Gärverlust in % der TM*
	3. Tag	90. Tag	g/kg TM				%	
unbehandelt	5,37	4,46	71,3	16,0	0,2	4,2	8,9	6,6
Säuren u. Additive	5,38	4,63	55,1 sig.	11,5 sig.	4,8 sig.	3,3	9,1	6,4
Salz	5,35	4,68	60,0 sig.	12,1 sig.	0,4	2,1 sig.	8,3	6,5
MSB heterof.	5,30	4,67	46,7 sig.	28,6 sig.	0,2	3,3	7,8	7,6
MSB homo- u. heterof.	5,20	4,39	65,2	21,5 sig.	0,2	2,7 sig.	7,3	6,7
MSB u. Salz	4,82 sig.	4,21	79,9	7,6 sig.	0,2	2,5	6,2	5,7

* nach 90 Tagen anaerober Lagerung; sig. = signifikant gegenüber unbehandelter Kontrolle

**Tabelle A11: Gärparameter der Maissilagen, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 und 27),
Quelle: KALZENDORF, 2002**

Varianten	Gärparameter							
	pH-Wert am		MS	ES	PS	Alko- hol	NH ₃ -N an ges.N	Gärverlust in % der TM*
	3. Tag	90. Tag	g/kg TM				%	
unbehandelt	4,09	3,88	60,8	14,3	0,2	9,0	12,0	4,2
Säuren u. Additive	4,31 sig.	3,84	64,1	10,3 sig.	7,4 sig.	11,1	12,5	4,0
Salz	4,68 sig.	4,07	67,2	12,0 sig.	0,3	7,4	11,7	3,8
MSB heterof.	4,13	4,16 sig.	47,5	34,3 sig.	2,6 sig.	10,0	12,0	5,5 sig.
MSB homo- u. heterof.	4,15	4,12 sig.	42,7 sig.	26,8 sig.	3,1 sig.	7,9	12,2	5,3 sig.
MSB u. Salz	4,14	3,85	76,9	15,4	0,3	9,1	11,8	4,0
Harnstoff	4,62 sig.	4,05 sig.	65,8	15,9	0,5	7,0	(29,2)** sig.	5,4 sig.

* nach 90 Tagen anaerober Lagerung; **durch Harnstoff selbst verursacht; sig. = signifikant gegenüber unbehandelter Kontrolle

Tabelle A12: Einfluss der Produktgruppen auf Kenngrößen der aeroben Stabilität von Graspilagen im Test nach DLG-Silierungsmittelprüfung, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 und 27), Quelle: KALZENDORF, 2002

Produktgruppen	pH-Wert		aerobe Stabilität im Test	
	bei Auslagerung	nach 7 d im Test	Tage	TM-verluste in %
Kontrolle	4,46	7,33	5,11	4,32
Säuren + Additive	4,63	5,24 sig.	6,44 sig.	1,93 sig.
Siliersalz	4,68	4,71 sig.	7,00 sig.	1,13 sig.
MSB heterof.	4,67	5,12 sig.	6,51 sig.	1,54 sig.
MSB homof. u. heterof.	4,39	4,47 sig.	6,72 sig.	1,69 sig.
MSB homof. u. Salz	4,21	6,29	6,04	2,43

Tabelle A13: Einfluss von Produktgruppen auf Kenngrößen der aeroben Stabilität von Maispflügen im Test nach DLG-Silierungsmittelprüfung, Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 und 27), Quelle: KALZENDORF, 2002

Produktgruppen	pH-Wert		aerobe Stabilität im Test	
	bei Auslagerung	nach 7 d im Test	Tage	TM-verluste in %
Kontrolle	3,88	5,97	3,08	5,43
Säuren + Additive	3,84	3,97 sig.	6,11 sig.	1,79 sig.
Siliersalz	4,07	4,27 sig.	6,60 sig.	1,47 sig.
MSB heterof.	4,16 sig.	5,29	5,81 sig.	3,66
MSB homof. u. heterof.	4,12 sig.	5,74	3,98	4,14
MSB homof. u. Salz	3,85	4,57	5,06 sig.	3,02 sig.
Harnstoff	4,05 sig.	5,23	5,64 sig.	2,30 sig.

Tabelle A14: Gärqualitäten im Maissilierungsversuch Dummerstorf innerhalb des Ringversuchs, Mittelwerte je Variante (3 Wiederholungen)

Variante	TS	pH-Wert	NH ₃ -N an ges.N	MS	ES	PS	BS
	%		%	g/kg TM			
unbehandelt	37,68	3,9	4,9	40,6	13,4	0,1	n.n.
Säuren +Additive Produkt 1	38,55	3,9	4,2	34,5	8,5	8,7	n.n.
Säuren +Additive Produkt 2	35,81	3,8	8,1	37,1	8,5	3,3	n.n.
Säuren +Additive Produkt 3	32,65	3,8	5,6	56,9	11,5	7,2	n.n.
Siliersalz	37,32	4,6	5,5	30,1	11,4	0,3	n.n.
MSB, heterofermentativ	36,50	4,1	3,5	53,8	12,2	0,1	0,1
MSB, homof. + heterof. Produkt 1	33,26	4,0	4,6	54,7	13,1	0,1	n.n.
MSB, homof. + heterof. Produkt 2	38,22	4,0	3,9	50,3	12,1	n.n.	n.n.
MSB, homof. + Salz	37,09	4,0	3,4	53,3	11,6	n.n.	n.n.
Harnstoff	37,86	4,0	7,8	48,8	16,5	n.n.	n.n.

Tabelle A15: Aerobe Stabilität im Test nach DLG-Silierungsmittelprüfung, Maissilierungsversuch Dummerstorf innerhalb des Ringversuchs, Mittelwerte je Variante (3 Wiederholungen)

Variante	pH-Wert nach 7 d Test	aerobe Stabilität in Tagen im Test	Verluste im Test in % der TM
unbehandelt	6,0	5,2	4,8
Säuren +Additive Produkt 1	4,2	5,7	4,3
Säuren +Additive Produkt 2	3,9	7,0	3,4
Säuren +Additive Produkt 3	4,1	6,1	3,7
Siliersalz	5,1	5,8	4,4
MSB, heterofermentativ	5,0	7,0	6,2
MSB, homof. + heterof. Produkt 1	5,6	2,1	8,6
MSB, homof. + heterof. Produkt 2	5,2	7,0	4,9
MSB, homof. + Salz	3,9	7,0	3,4
Harnstoff	4,8	7,0	3,9

Tabelle A16: Wirkungssicherheit der Produktgruppen im Versuch auf Basis der im Test ermittelten aeroben Stabilität in Tagen (wirkungssicher = 7 Tage aerob stabil im Test), Ringversuch, Mittelwerte (n=9 bzw. 18 u. 27), KALZENDORF (2002)

Produktgruppen	Wirkungssicherheit in %	
	Grassilagen	Maissilagen
Säuren + Additive	74	63
Siliersalz	100	78
MSB heterof.	89	67
MSB homof. u. heterof.	95	33
MSB homof. u. Salz	56	44
Harnstoff	n.u.	67

Tabelle A17: Ausgangsmaterial für den Silierungsversuch mit CCM, angelegt am 19.10.00 in Dummerstorf

Parameter	Einheit	Feuchtmais/ CCM frisch gemahlen	Körnermais DLG-Tabelle	CCM, frisch DLG-Tabelle
Trockenmasse	g/kg	586	880	600
Rohasche	g/kg TM	15	17	20
Rohprotein	g/kg TM	83	106	104
Rohfaser	g/kg TM	31	26	53
Rohfett	g/kg TM	41	45	43
Zucker	g/kg TM	36	19	15
Stärke	g/kg TM	653	694	626
Energiegehalt	MJ NEL/ kg TM	(8,4) nach DLG-Tabelle	8,4	8,2

Tab. A18: Nährstoffgehalte im Versuchsmittel zu verschiedenen Siloöffnungsterminen, Siliversuch CCM, Dummerstorf 19.10.00

Termine	TS %	Rohfaser Rohasche		Zucker	Stärke	Rohprotein*	
		(g/kgTM)				+ HAST	o HAST
				(% i.d. TM)		(g/kgTM)	
frisch	58,56	31,0	14,8	3,56	65,3	88,8	78,8
2.Tag	57,82	27,2	15,1	2,37	66,3	91,8	85,5
4.Tag	57,74	27,0	15,9	1,69	64,8	95,0	81,2
6.Tag	57,43	27,1	15,0	1,58	65,8	95,0	80,2
2Wo	57,74	26,5	14,9	1,19	65,3	91,3	83,8
3Wo	57,32	25,9	15,2	0,96	64,8	89,5	80,5
4Wo	57,36	28,4	14,8	0,93	67,8	96,8	85,2
6Wo	57,12	28,4	15,1	1,17	65,7	88,8	80,0
12Wo	56,89	26,3	14,8	0,75	67,3	94,0	83,3
5Mo	57,30	27,0	15,6	0,98	68,1	93,5	82,0
8 Mo	57,25	26,1	15,0	0,84	66,2	88,5	79,0

* im Mittel der Varianten mit (= + HAST) und ohne Harnstoffzusatz (= o HAST)

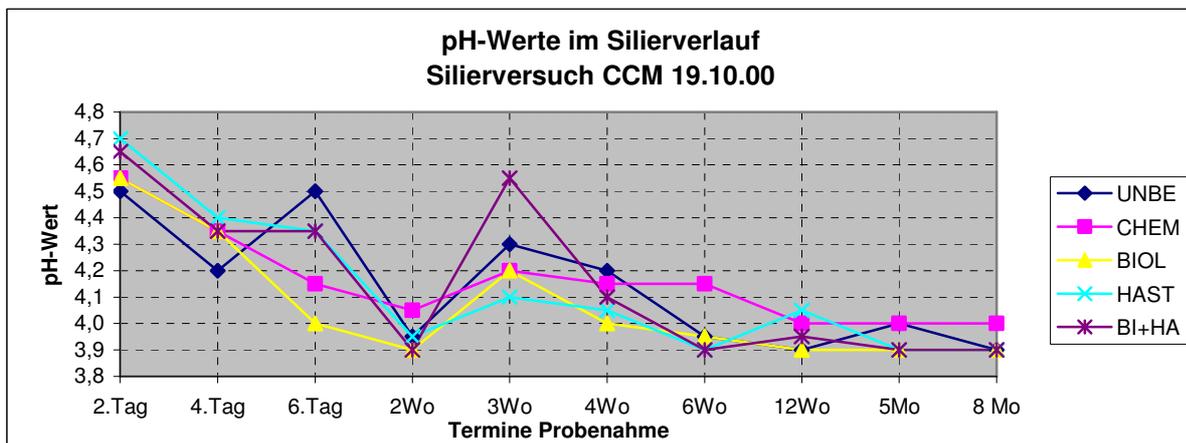


Abb. A-1: Entwicklung der pH-Werte in Abhängigkeit von der Silierdauer im Vergleich der Behandlungen

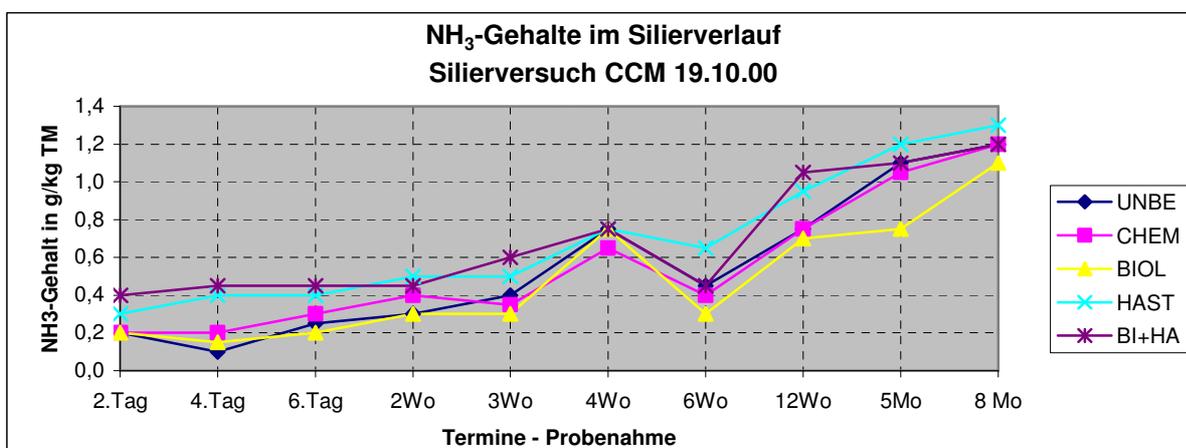


Abb. A-2: NH₃-Gehalt in Abhängigkeit von der Silierdauer und dem Silierzusatz

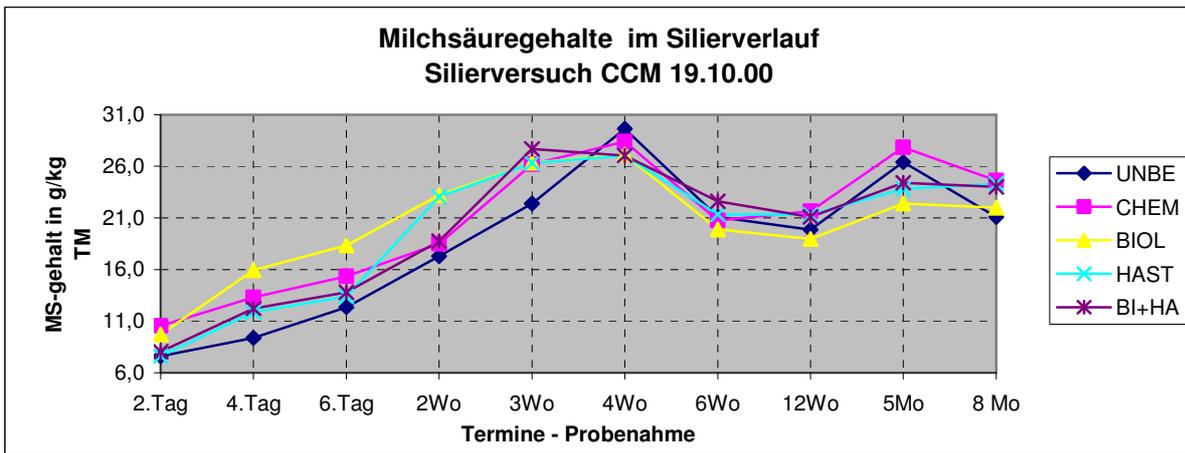


Abb. A-3: Milchsäuregehalt in Abhängigkeit von der Silierdauer und dem Silierzusatz

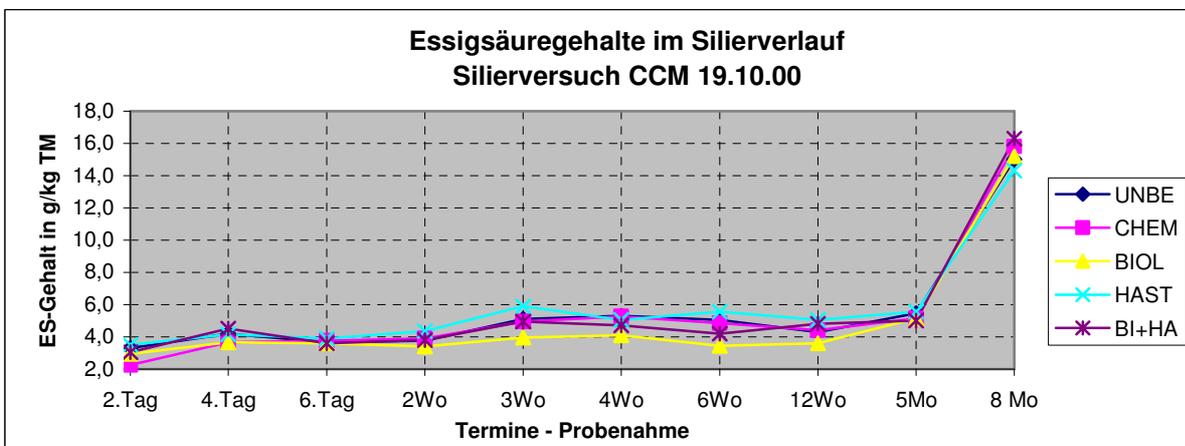


Abb. A-4: Essigsäuregehalt in Abhängigkeit von der Silierdauer und dem Silierzusatz

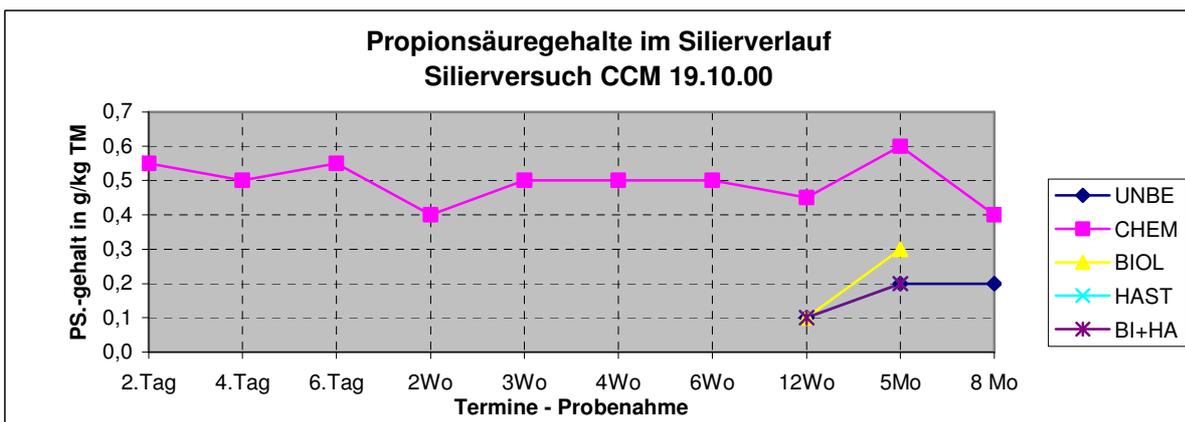


Abb. A-5: Propionsäuregehalt in Abhängigkeit von der Silierdauer und dem Silierzusatz

Tabelle A19: Nitratgehalte zu verschiedenen Öffnungsterminen, Anwelksilage vom Grünland 1. Schnitt 2001, Vergleich von unbehandelter (=U) mit behandelter Variante (Silierzusatz aus homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien =S)

Variante	Termin	NO ₃	Variante	Termin	NO ₃
		mg/kg TM			mg/kg TM
U/S	Welkgut	1774	U-1	41 Wo	808
			U-2	41 Wo	738
U-1	4 Wo	684	U-3	41 Wo	881
U-2	4 Wo	596	S-1	41 Wo	1431
S-1	4 Wo	1468	S-2	41 Wo	1781
S-2	4 Wo	1521	S-3	41 Wo	1864
<i>Diff. U-S</i>	<i>4 Wo</i>	<i>- 855</i>	<i>Diff. U-S</i>	<i>41 Wo</i>	<i>- 883</i>

Diff.U-S = Differenz der Mittelwerte von U und S

Tabelle A20: Ergebnis aus dem Test auf aerobe Stabilität nach DLG-Silermittelprüfung, Anwelksilage vom Grünland 1. Schnitt 2001, Vergleich von unbehandelter mit behandelter Variante (Silierzusatz aus homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien)

Testparameter/Termin	unbehandelt		mit Silierzusatz	
	MW (n=3)	STABW	MW (n=3)	STABW
Öffnung nach 35 Wochen	MW (n=3)	STABW	MW (n=3)	STABW
Aerobe Stabilität in Tagen	4,5	0,06	4,4	0,17
Verluste in % der TM	3,2	0,20	2,7	0
Öffnung nach 41 Wochen	MW (n=3)	STABW	MW (n=3)	STABW
Aerobe Stabilität in Tagen	7,0	0	7,0	0
Verluste in % der TM	2,9	0,21	2,7	0,3

Aerob stabil = Temperaturerhöhung gegenüber der Umgebungstemperatur < 3°C

MW=Mittelwert; STABW= Standardabweichung;

Tabelle A21: Trockensubstanz- und Nährstoffgehalte in frischen Pressschnitzeln und deren Silage nach dreimonatiger Silierdauer bei differenziertem Melassezusatz (=Mel), Versuch 1

Parameter	Termin	unbehandelt	5 % Mel	10 % Mel	20 % Mel	30 % Mel
TS (%)	frisch	29,56	31,63	33,87	38,67	41,41
	3 Monate	27,97	29,98	32,33	37,38	39,14
Rohprotein (g/kg TM)	frisch	80	86	91	101	103
	3 Monate	80	87	90	98	106
Rohasche (g/kg TM)	frisch	53	60	64	77	85
	3 Monate	57	63	72	83	90
Zucker (g/kg TM)	frisch	102	162	212	270	292
	3 Monate	20	27	52	154	201
Rohfaser (g/kg TM)	frisch	172	158	138	114	103
	3 Monate	178	161	148	122	107
NDF (g/kg TM)	frisch	431	351	310	260	237
ADF (g/kg TM)	frisch	222	194	171	174	130

Tabelle A22: Varianten der Pressschnitzelsiliversionen mit Untersuchungen zur aeroben Stabilität der Silagen

Pressschnitzelsiliversionen			
Versuch 1: Zusatz von Melasse zu frischen Pressschnitzeln			
Melassierungsstufen:			
1.	unmelassiert		
2.	5 % Melassezusatz (=5m)		
3.	10 % Melassezusatz (=10m)		
4.	20 % Melassezusatz (=20m)		
5.	30 % Melassezusatz (=30m)		
nur für letzten Öffnungstermin: 15 % Melassezusatz (=15m)			
Termine (einsilieren und Siloöffnung):			
1.	frisch, Ausgangsmaterial	5.	2 Wochen
2.	2. Tag	6.	4 Wochen
3.	3. Tag	7.	6 Wochen
4.	6. Tag	8.	3 Monate
9.	7,5 bzw. 11 Monate (zwei Zeitpunkte, damit Test auf aerobe Stabilität durchführbar)		
Versuch 2: Harnstoff- und Melassezusatz zu frischen Pressschnitzeln			
Varianten:			
1.	unmelassiert ohne Harnstoff		
2.	unmelassiert mit Harnstoff		
3.	melassiert ohne Harnstoff		
4.	melassiert mit Harnstoff		
Termine (einsilieren und Siloöffnung):			
1.	frisch, Ausgangsmaterial	5.	2 Wochen, Variante 1-4
2.	2.Tag, 2.und 4.Variante	6.	4 Wochen, 2.und 4. Variante
3.	3.Tag, 2.und 4.Variante	7.	6 Wochen, Variante 1-4
4.	7.Tag, 2.und 4.Variante	8.	3,5 Monate, 2.und 4.Variante
9.	7 Monate, Variante 1-4		
Versuch 3: Harnstoff(=HAST), Melasse(=MEL) und Wasserzusatz(=H2O) zu frischen Pressschnitzeln			
Varianten:			
1.	0HAST+0MEL+0H2O		
2.	0,5HAST+0MEL+0H2O		
3.	0HAST+5MEL+0H2O		
4.	0,5HAST+5MEL+H2O		
5.	0HAST+10MEL+0H2O		
6.	0,5HAST+10MEL+0H2O		
7.	0HAST+0MEL+H2O		
8.	0,5HAST+0MEL+H2O		
9.	0,5HAST+5MEL+0H2O		
Termine (einsilieren und Siloöffnung):			
1.	frisch, Ausgangsmaterial	3.	3 Monate (Variante 1-6)
2.	6 Wochen (Variante 1-9)	4.	11,5 Monate (Variante 1- 4)

Tabelle A23: Trockensubstanz- und Nährstoffgehalte im Ausgangsmaterial, Melasse- und Harnstoffzusatz, Mittelwerte (n=6), Pressschnitzel, Versuch 2

Varianten bzw.	TS	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Zucker
Differenzen	%	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	% i.d. TM
unmelassiert (1+2)	29,85	109	174	68	9,0
melassiert (3+4)	34,06	107	148	73	16,7
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>4,21</i>	<i>-2</i>	<i>-26</i>	<i>5</i>	<i>7,7</i>
ohne Harnstoff (1+3)	31,32	84	162	72	12,9
mit Harnstoff (2+4)	32,59	132	160	69	12,8
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>1,27</i>	<i>48</i>	<i>-2</i>	<i>-3</i>	<i>-0,1</i>

Tabelle A24: Ausgangsmaterial für Versuch 3 (Pressschnitzel)

lfd. Nr.	Zusatz von			TS	Rohprotein	Zucker	Zu : RP	Var.
	Harnstoff	Wasser	Melasse	%	g/kg TM	g/kg TM		Nr.
1	0	nein	0	28,87	85	52,0	0,6	1
2	0	ja	0	28,18	94	65,9	0,7	7
3	0	nein	5 %	29,77	94	123,1	1,3	3
4	0	nein	10 %	32,54	92	183,1	2,0	5
5	0,5 %	nein	0	26,50	137	67,4	0,5	2
6	0,5 %	ja	0	25,58	149	72,2	0,5	8
7	0,5 %	nein	5 %	30,06	149	124,1	0,8	9
8	0,5 %	ja	5 %	29,30	146	109,9	0,8	4
9	0,5 %	nein	10 %	32,22	139	207,6	1,5	6

Tabelle A25: Nährstoffgehalte in Pressschnitzeln, Ausgangsmaterial Versuch 3

Variante	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Zucker	ADF	NDF
	g/kg TM	g/kg TM	g/kg TM	% i.d. TM	g/kg TM	g/kg TM
1	85	188	74	5,2	238	509
2	137	178	77	6,7	225	467
3	94	166	83	12,3	208	391
4	146	165	80	11,0	205	401
5	92	147	94	18,3	181	352
6	139	146	72	20,8	179	333
7	94	193	66	6,6	235	483
8	149	182	67	7,2	224	461
9	149	165	79	12,4	204	401

Tabelle A26: Mittlere Trockensubstanz- und Nährstoffgehalte von Melasse und Pressschnitzeln (Versuchsmaterial und DLG-Futterwerttabellen 1997)

Futtermittel	TS	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Zucker
	%	g/kg TM			
Pressschnitzel	25,0	90	175	68	90
Melasse	77,0	136	0	105	629

Tabelle A27: Mineralstoffgehalte im frischen Ausgangsmaterial (in % der Trockenmasse) und Differenzen durch Melasse- und Harnstoffzusatz bedingt, Pressschnitzel, Versuch 2

Variante	RP	Mg	K	P	Ca	Na
	% i. d. TM					
1 unmelassiert	8,75	0,18	0,28	0,10	1,03	0,04
2 unmelassiert +HA	14,38	0,19	0,29	0,11	1,06	0,03
	14,38	0,19	0,3	0,09	1,14	0,03
3 melassiert	9,38	0,15	0,92	0,08	1,02	0,24
	8,75	0,16	0,92	0,09	0,98	0,24
4 melassiert +HA	13,13	0,16	1,02	0,09	0,95	0,26
	13,13	0,15	1,06	0,07	0,98	0,28
(1+2) unmelassiert (n=3)	12,50	0,19	0,29	0,10	1,08	0,03
(3+4) melassiert (n=4)	11,09	0,16	0,98	0,08	0,98	0,26
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>-1,41</i>	<i>-0,03</i>	<i>0,69</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,09</i>	<i>0,22</i>
(1+3) ohne Harnstoff (n=3)	8,96	0,16	0,71	0,09	1,01	0,17
(2+4) mit Harnstoff (n=4)	13,75	0,17	0,67	0,09	1,03	0,15
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>4,79</i>	<i>0,01</i>	<i>-0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>-0,02</i>

Tabelle A28: Nährstoffgehalte von Pressschnitzelsilagen nach 11,5 Monaten Silierdauer, Versuch 3

Variante	Rohprotein	Rohfaser	Rohasche	Zucker
	g/kg TM			% i. d. TM
1 unmelassiert, ohne Harnstoff	110	193	73	1,3
2 unmelassiert, 0,5 % Harnstoff	161	190	70	1,0
3 melassiert (5 %), ohne Harnstoff	108	184	77	1,6
4 melassiert (5 %), mit Harnstoff *	155	183	74	1,1

* und mit Wasserzusatz

Tabelle A29: Mineralstoffgehalte von Pressschnitzelsilagen nach 11,5 Monaten Silierdauer, Versuch 3

Variante	Mg	K	P	Ca	Na	Nitrat
	% i. d. TM					ppm i. d. TM
1 unmelassiert, ohne Harnstoff	0,22	0,49	0,24	0,84	0,04	630
2 unmelassiert, 0,5 % Harnstoff	0,19	0,43	0,09	0,81	0,04	176
3 melassiert (5 %), ohne Harnstoff	0,17	0,98	0,10	0,80	0,11	208
4 melassiert (5 %), mit Harnstoff *	0,18	1,12	0,09	0,80	0,10	197

* mit Wasserzusatz

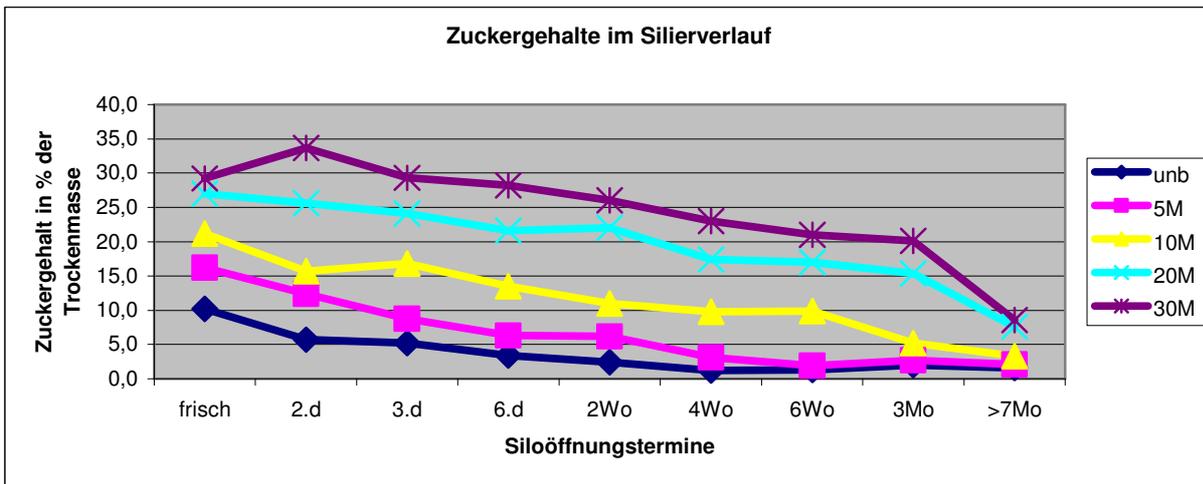


Abb. A-6: Zuckergehalte der unterschiedlichen Melassierungsstufen in Abhängigkeit von der Silierdauer, Pressschnitzel, Versuch 1

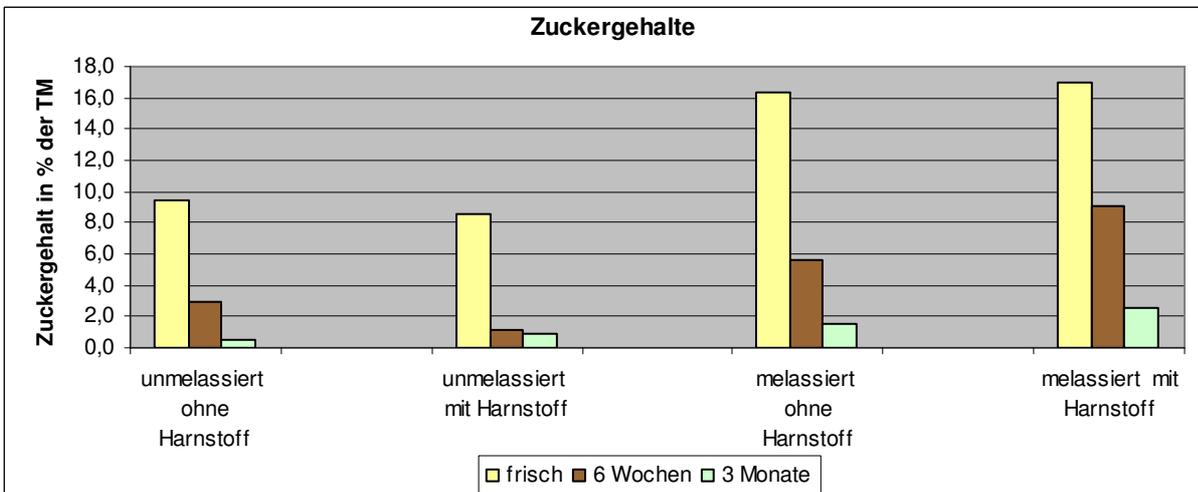


Abb. A-7: Zuckergehalt in Abhängigkeit von der Silierdauer sowie Melasse- und Harnstoffzusatz, Pressschnitzel, Versuch 2

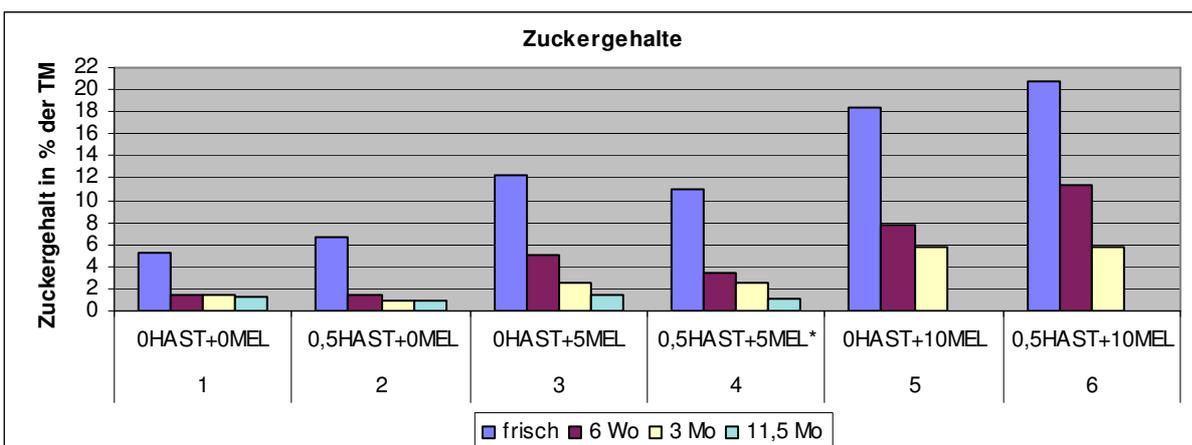


Abb. A-8: Zuckergehalte in Abhängigkeit von der Silierdauer (6 Wochen, 3 und 11,5 Monate) bei unterschiedlichen Melassierungsstufen, *=Variante 4 mit Wasserzusatz, Pressschnitzel, Versuch 3

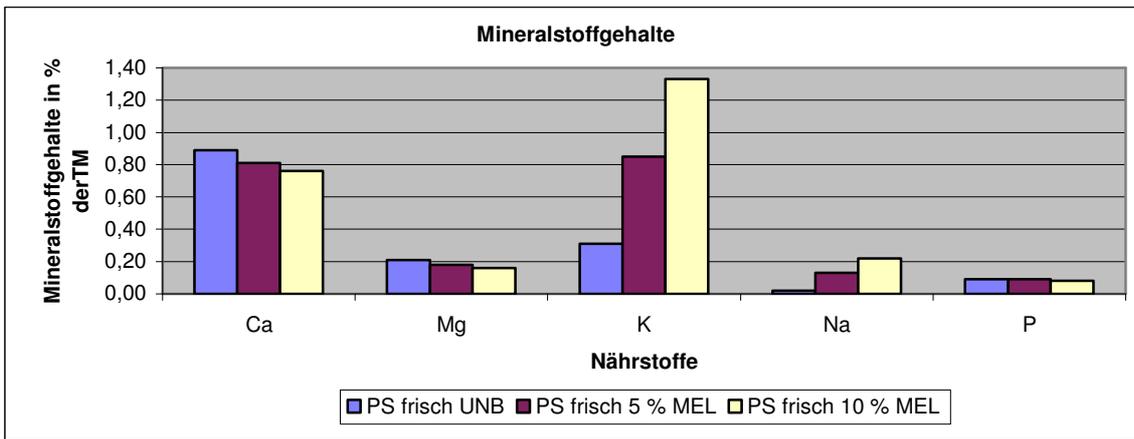


Abb. A-9: Mineralstoffgehalte in frischen Pressschnitzeln in Abhängigkeit von den Melassierungsstufen (unbehandelt, 5 und 10 % Melassezusatz), Ausgangsmaterial für Versuch 1

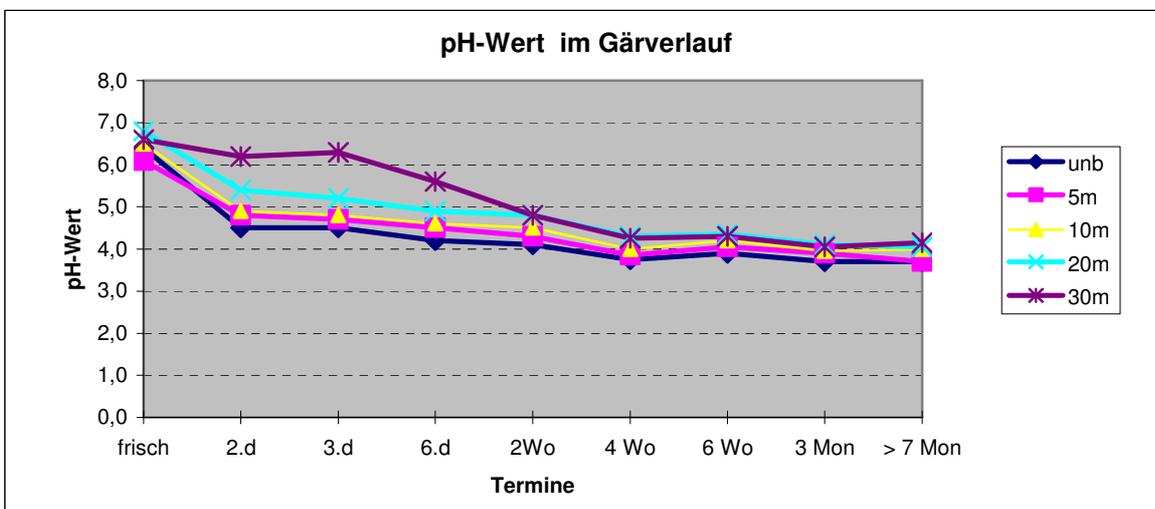


Abb. A-10: pH-Werte in Abhängigkeit von der Silierdauer im Vergleich der Melassierungsstufen, Pressschnitzel, Versuch 1

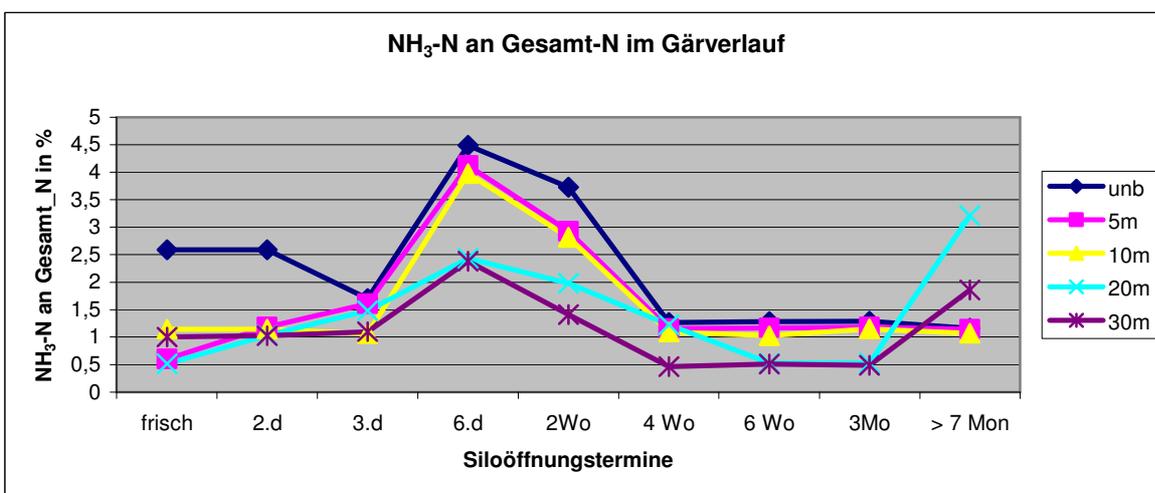


Abb. A-11: NH₃-N am Gesamt-N in Abhängigkeit von der Silierdauer im Vergleich der Melassierungsstufen, Pressschnitzel, Versuch 1

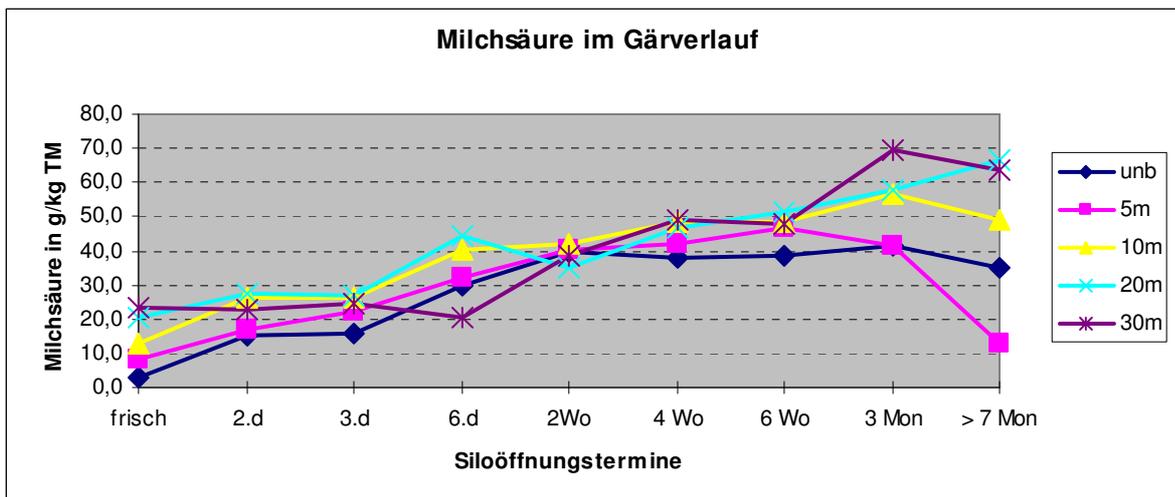


Abb. A-12: Milchsäuregehalte in Abhängigkeit von der Silierdauer im Vergleich der Melassierungsstufen, Pressschnitzel, Versuch 1

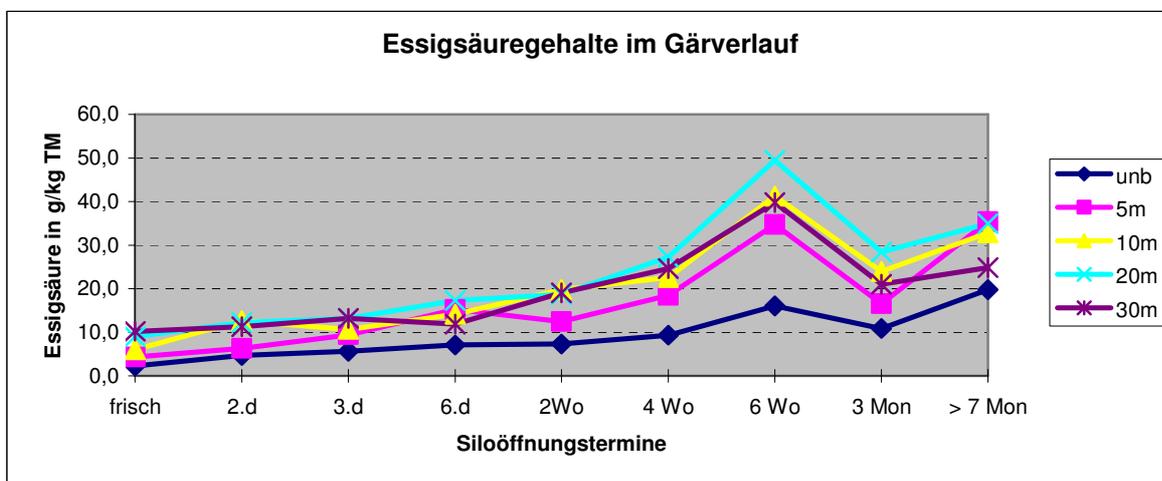


Abb. A-13: Essigsäuregehalte in Abhängigkeit von der Silierdauer im Vergleich der Melassierungsstufen, Pressschnitzel, Versuch 1

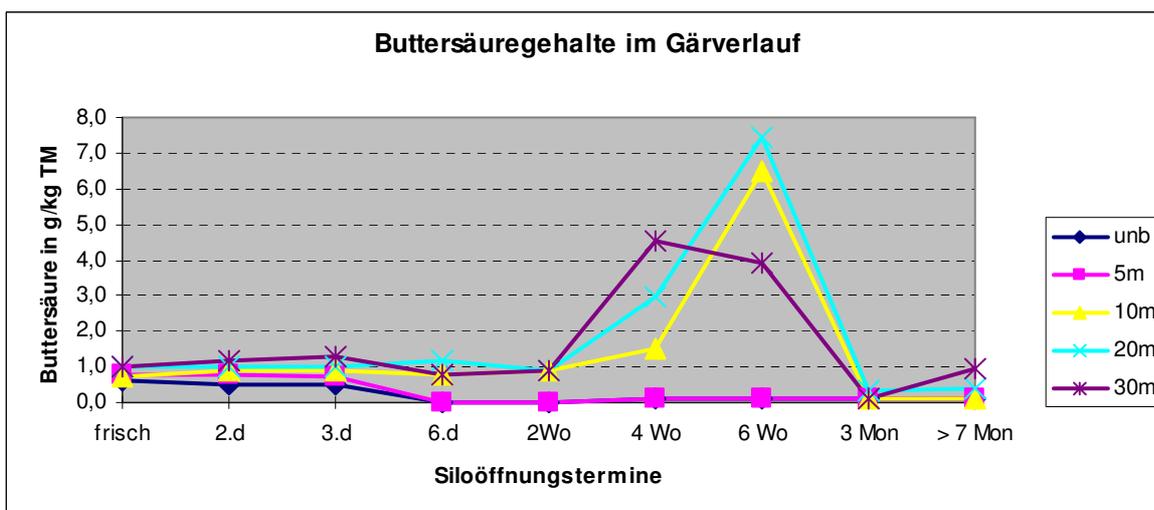


Abb. A-14: Buttersäuregehalte in Abhängigkeit von der Silierdauer im Vergleich der Melassierungsstufen, Pressschnitzel, Versuch 1

Tabelle A30: Gärparameter, Melasse- und Harnstoffzusatz, Gehalte im frischen Siliergut und nach unterschiedlicher Silierdauer und Differenzen durch Melasse- bzw. Harnstoffzusatz, Pressschnitzel, Versuch 2

Varianten/ Mittelwerte/ Differenzen	Gärparameter						
	TS %	pH	NH ₃ -N an ges.N	MS	ES	PS	BS
			%				
Ausgangsmaterial							
unmelassiert (1+2)	29,9	5,8	1,3	4,2	3,4	n.n.	0,7
melassiert (3+4)	34,1	6,2	0,8	12,0	4,8	n.n.	0,9
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>4,2</i>	<i>0,4</i>	<i>-0,5</i>	<i>7,8</i>	<i>1,5</i>	<i>n.n.</i>	<i>0,3</i>
ohne Harnstoff (1+3)	31,3	5,8	1,4	8,7	4,7	n.n.	0,8
mit Harnstoff (2+4)	32,6	6,2	0,9	7,5	3,5	n.n.	0,9
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>1,3</i>	<i>0,4</i>	<i>-0,5</i>	<i>-1,2</i>	<i>-1,2</i>	<i>n.n.</i>	<i>0,1</i>
Siloöffnung nach 6 Wochen							
unmelassiert (1+2)	27,4	3,9	2,1	31,2	6,1	0,2	0,3
melassiert (3+4)	30,7	4,2	2,3	19,4	12,9	0,3	0,7
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>3,4</i>	<i>0,3</i>	<i>0,2</i>	<i>-11,8</i>	<i>6,7</i>	<i>0,1</i>	<i>0,5</i>
ohne Harnstoff (1+3)	28,9	4,0	2,2	31,4	8,7	0,2	0,5
mit Harnstoff (2+4)	29,2	4,0	2,3	19,2	10,3	0,2	0,5
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>0,3</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>-12,2</i>	<i>1,5</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>
Siloöffnung nach 7 Monaten							
unmelassiert (1+2)	26,7	3,8	0,9	36,6	25,7	2,3	1,0
melassiert (3+4)	29,5	3,8	0,9	52,4	35,4	1,7	0,2
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>2,8</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>15,8</i>	<i>9,7</i>	<i>-0,6</i>	<i>-0,8</i>
ohne Harnstoff (1+3)	27,4	3,8	1,1	47,2	28,0	2,2	1,0
mit Harnstoff (2+4)	28,8	3,8	0,7	41,8	33,1	1,8	0,2
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>1,4</i>	<i>0,0</i>	<i>-0,4</i>	<i>-5,4</i>	<i>5,1</i>	<i>-0,5</i>	<i>-0,8</i>

Tabelle A31: Gärparameter nach unterschiedlicher Silierdauer (6 Wochen, 3 und > 11 Monate) und Differenzen durch Melasse- und Harnstoffzusatz, Versuch 3

Pressschnitzel - Varianten /Mittelwerte/ Differenzen	TS	pH	NH ₃ -N an ges.N	MS	ES	PS	BS
	%		%	g/kg TM			
Siloöffnung nach 6 Wochen							
1a ohne Harnstoff, unmelassiert	27,17	4,03	3,2	21,70	6,40	0,13	0,30
2a mit Harnstoff, unmelassiert	26,61	4,13	2,9	25,47	7,80	0,10	0,20
3a ohne Harnstoff, 5 % Melasse	27,60	4,37	3,0	30,13	10,83	0,23	0,67
4a mit Harnstoff, 5 % Melasse + Wasser	27,70	4,23	2,6	35,13	15,33	0,40	0,60
unmelassiert (1+2)	26,89	4,08	3,1	23,58	7,10	0,12	0,25
melassiert (3+4)	27,65	4,30	2,8	32,63	13,08	0,32	0,63
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>0,76</i>	<i>0,22</i>	<i>-0,3</i>	<i>9,05</i>	<i>5,98</i>	<i>0,20</i>	<i>0,38</i>
ohne Harnstoff (1+3)	27,39	4,20	3,1	25,92	8,62	0,18	0,48
mit Harnstoff (2+4)	27,16	4,18	2,8	30,30	11,57	0,25	0,40
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>-0,23</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,3</i>	<i>4,38</i>	<i>2,95</i>	<i>0,07</i>	<i>-0,08</i>
Siloöffnung nach 3 Monaten							
1b ohne Harnstoff, unmelassiert	26,93	3,77	2,5	40,10	12,60	0,60	0,23
2b mit Harnstoff, unmelassiert	24,94	3,75	1,5	42,25	12,05	0,30	0,30
3b ohne Harnstoff, 5 % Melasse	28,05	3,83	3,2	48,77	16,93	0,37	0,33
4b mit Harnstoff, 5 % Melasse + Wasser	27,09	3,87	2,5	50,80	19,57	0,40	0,20
unmelassiert (1+2)	25,94	3,76	2,0	41,18	12,33	0,45	0,27
melassiert (3+4)	27,57	3,85	2,9	49,78	18,25	0,38	0,27
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>1,63</i>	<i>0,09</i>	<i>0,9</i>	<i>8,61</i>	<i>5,93</i>	<i>-0,07</i>	<i>0,00</i>
ohne Harnstoff (1+3)	27,49	3,80	2,9	44,43	14,77	0,48	0,28
mit Harnstoff (2+4)	26,02	3,81	2,0	46,53	15,81	0,35	0,25
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>-1,47</i>	<i>0,01</i>	<i>-0,9</i>	<i>2,09</i>	<i>1,04</i>	<i>-0,13</i>	<i>-0,03</i>
Siloöffnung nach 11,5 Monaten							
1c ohne Harnstoff, unmelassiert	25,91	3,63	1,6	39,00	30,43	3,10	0,20
2c mit Harnstoff, unmelassiert	22,39	3,73	5,0	38,83	44,70	2,67	0,90
3c ohne Harnstoff, 5 % Melasse	26,56	3,80	2,7	41,17	41,47	2,47	0,23
4c mit Harnstoff, 5 % Melasse + Wasser	25,28	3,80	2,3	43,77	50,97	2,77	0,33
unmelassiert (1+2)	24,15	3,68	3,3	38,92	37,57	2,88	0,55
melassiert (3+4)	25,92	3,80	2,5	42,47	46,22	2,62	0,28
<i>Diff. durch Melassierung</i>	<i>1,77</i>	<i>0,12</i>	<i>-0,8</i>	<i>3,55</i>	<i>8,65</i>	<i>-0,27</i>	<i>-0,27</i>
ohne Harnstoff (1+3)	26,24	3,72	2,2	40,08	35,95	2,78	0,22
mit Harnstoff (2+4)	23,84	3,77	3,7	41,30	47,83	2,72	0,62
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>-2,40</i>	<i>0,05</i>	<i>1,5</i>	<i>1,22</i>	<i>11,88</i>	<i>-0,07</i>	<i>0,40</i>

Tabelle A32: Gärparameter nach unterschiedlicher Silierdauer (6 Wochen und 3 Monate) und Differenzen durch Melasse- und Harnstoffzusatz, Versuch 3

Pressschnitzel - Varianten/ Mittelwerte/ Differenzen	TS	pH	NH ₃ -N an ges.N	MS	ES	PS	BS
	%		%	g/kg TM			
Siloöffnung nach 6 Wochen							
1a ohne Harnstoff, unmelassiert	27,17	4,03	3,2	21,70	6,40	0,13	0,30
2a mit Harnstoff, unmelassiert	26,61	4,13	2,9	25,47	7,80	0,10	0,20
3a ohne Harnstoff, 5 % Melasse	27,60	4,37	3,0	30,13	10,83	0,23	0,67
4a mit Harnstoff, 5 % Melasse + Wasser	27,70	4,23	2,6	35,13	15,33	0,40	0,60
5a ohne Harnstoff, 10 % Melasse	30,47	4,47	3,7	32,73	15,33	0,37	0,80
6a mit Harnstoff, 10 % Melasse	30,05	4,33	2,8	37,43	13,33	0,40	1,17
unmelassiert (1+2)	26,89	4,08	3,1	23,58	7,10	0,12	0,25
melassiert 5 % (3+4)	27,65	4,30	2,8	32,63	13,08	0,32	0,63
melassiert 10 % (5+6)	30,26	4,40	3,2	35,08	14,33	0,38	0,98
<i>Diff. durch Melassierung 5%</i>	<i>0,76</i>	<i>0,22</i>	<i>-0,3</i>	<i>9,05</i>	<i>5,98</i>	<i>0,20</i>	<i>0,38</i>
<i>Diff. durch Melassierung 10%</i>	<i>3,37</i>	<i>0,32</i>	<i>0,2</i>	<i>11,50</i>	<i>7,23</i>	<i>0,27</i>	<i>0,73</i>
<i>Diff. Melassierung 10% zu 5%</i>	<i>2,61</i>	<i>0,10</i>	<i>0,4</i>	<i>2,45</i>	<i>1,25</i>	<i>0,07</i>	<i>0,35</i>
ohne Harnstoff (1+3+5)	28,41	4,29	3,3	28,19	10,86	0,24	0,59
mit Harnstoff (2+4+6)	28,12	4,23	2,8	32,68	12,16	0,30	0,66
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>-0,29</i>	<i>-0,06</i>	<i>-0,5</i>	<i>4,49</i>	<i>1,30</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>
Siloöffnung nach 3 Monaten							
1b ohne Harnstoff, unmelassiert	26,93	3,77	2,5	40,10	12,60	0,60	0,23
2b mit Harnstoff, unmelassiert	24,94	3,75	1,5	42,25	12,05	0,30	0,30
3b ohne Harnstoff, 5 % Melasse	28,05	3,83	3,2	48,77	16,93	0,37	0,33
4b mit Harnstoff, 5 % Melasse + Wasser	27,09	3,87	2,5	50,80	19,57	0,40	0,20
5b ohne Harnstoff, 10 % Melasse	29,74	3,93	4,6	57,00	29,03	0,63	0,47
6b mit Harnstoff, 10 % Melasse	29,47	4,00	1,2	80,90	20,75	0,60	0,75
unmelassiert (1+2)	25,94	3,76	2,0	41,18	12,33	0,45	0,27
melassiert 5 % (3+4)	27,57	3,85	2,9	49,78	18,25	0,38	0,27
melassiert 10 % (5+6)	29,60	3,97	2,9	68,95	24,89	0,62	0,61
<i>Diff. durch Melassierung 5%</i>	<i>1,63</i>	<i>0,09</i>	<i>0,9</i>	<i>8,61</i>	<i>5,93</i>	<i>-0,07</i>	<i>0,00</i>
<i>Diff. durch Melassierung 10%</i>	<i>3,67</i>	<i>0,21</i>	<i>0,9</i>	<i>27,78</i>	<i>12,57</i>	<i>0,17</i>	<i>0,34</i>
<i>Diff. Melassierung 10% zu 5%</i>	<i>2,03</i>	<i>0,12</i>	<i>0,1</i>	<i>19,17</i>	<i>6,64</i>	<i>0,23</i>	<i>0,34</i>
ohne Harnstoff (1+3+5)	28,24	3,84	3,4	48,62	19,52	0,53	0,34
mit Harnstoff (2+4+6)	27,17	3,87	1,7	57,98	17,46	0,43	0,42
<i>Diff. durch Harnstoff</i>	<i>-1,08</i>	<i>0,03</i>	<i>-1,7</i>	<i>9,36</i>	<i>-2,07</i>	<i>-0,10</i>	<i>0,07</i>

Tabelle A33: Silierhilfsmittel mit dem DLG-Gütezeichen für die Wirkungsrichtung 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität), nach Veröffentlichungen der DLG und der LWK Schleswig-Holstein, Stand 1.01.05

Nr.	Produktname	€ je t FM ²⁾	A ¹⁾	Wirksame Inhaltsstoffe
1	Bergo Lactosil ME 100	1,40	F	MSB, heterof.
2	Bergo Silostabil	5,47	F	Siliersalz
2	Biocool Premix	1,84	F	MSB, heterof. + Enzym
4	Blattisil 2 in 1	2,55	F	MSB + Enzym + Chem.
5	Bonsilage plus	1,75/1,98	F/G	MSB, homof. + heterof.
6	Bonsilage Mais	1,20/1,20	F/G	MSB, homof. + heterof.
7	Bonsilage CCM	1,20	F	MSB, homof. + heterof.
8	Feedtech Silage F22	3,05	F	MSB + Enzym + Chem.
9	Kofa® Grain -pH 5	7,50	F	Säure + Salz
10	Kofasil® Life „M“	1,40	F	MSB, heterof.
10	Lactisil 200 NB	-	F	MSB + Enzym + Chem.
11	Luprosil	7,75	F	Propionsäure
12	Lupro Mix NC	5,83	F	Salz
13	Mais Kofasil (Liquid)	3,48/5,48	P/F	Siliersalz
14	Sila-Bac® Stabilizer	2,00/2,00	F/G	MSB, heterof.
15	Silostar Mais	2,75	F	MSB + Enzym + Chem. .

1) A = Ausbringungsform, F= Flüssig, G= Granulat, P= Pulver; – = keine Angabe erhalten;

2) Orientierungswerte € je t Siliergut (FM = Frischmasse) bei vom Hersteller angegebenen Dosierungen, Keimdichten und Mittelkosten, Mengenrabatte und Frühbezugsbedingungen sind möglich

Empfehlungen für die Praxis:

Silierzusätze – Entscheidungshilfe zur Auswahl

Das Angebot an Silierzusätzen wurde in den letzten Jahren ständig umfangreicher, sowohl in der Anzahl als auch in der Art der Produkte. Um aus der Fülle dieses Angebots besser auswählen zu können, sollen dazu im Folgenden einige orientierende Hinweise gegeben werden.

Silierzusätze können nur zur vollen Wirkung gelangen, wenn alle siliertechnischen Grundsätze eingehalten wurden. Sie sind kein Ausgleich für Mängel in der Siliertechnik. Bevorzugt sollten **Produkte mit dem DLG-Gütezeichen** eingesetzt werden. Für sie wurde im Rahmen der DLG-Siliermittelprüfung eine Zuordnung zu Wirkungsrichtungen und Anwendungsbereichen vorgenommen. Diese kann genutzt werden für die Festlegung des Ziels der Siliermittelanwendung und damit schon eine Vorentscheidung bringen. In der umseitigen Tabelle sind die derzeit mit dem DLG-Gütezeichen anerkannten Produkte aufgeführt. **Ziel des Einsatzes** dürften vor allem Wirkungsrichtung 1 (Mittel zur Verbesserung des Gärverlaufs; buttersäurefreie Silagen, gute Gärqualitäten, geringe Gärverluste) und Wirkungsrichtung 2 (Mittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität) sein. Ergänzend dazu kann auf die Wirkungsrichtung 4 (Mittel zur Verbesserung von Futterwert und Leistung; Verbesserung von Futteraufnahme, Verdaulichkeit, Milch- bzw. Mastleistung) Wert gelegt werden, sowie auf die Wirkungsrichtung 5 (Zusätzliche Wirkungen, wie Verhinderung der Vermehrung von Clostridien im Futter).

In der Wirkungsrichtung 1 wird differenziert nach Anwendungsbereichen, die der Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials entsprechen. Die weitere Auswahl setzt also eine Einschätzung der Siliereignung im konkreten Fall voraus. An dieser Stelle kann der pflanzenartabhängige Vergärbarkeitskoeffizient ($VK=TS\%+8xZ/PK$) genutzt werden, der Trockensubstanzgehalt sollte beachtet werden:

Anwendungsbereich	A schwer	B mittelschwer	C leicht
	silierbares Futter		
VK	<35	35-45	>45
TS%	<30	<35	>35-50
Merkmal	Mangel an Gärsubstrat und/oder TS%	ausreichend Gärsubstrat	

Herstellerangaben zu den Produkten sollten beachtet werden. Silierzusätze sind in Höhe der geprüften Dosierung einzusetzen und mit geeigneten Dosiergeräten homogen im Siliergut zu verteilen.

Tabelle A34: Siliermittel mit DLG-Gütezeichen (66 Mittel von 22 Gütezeichenhernern)

Stand: 1.01.05

Prüfrichtlinien der DLG					Wirkungsrichtungen							
					Gruppe 1			Gruppe 2	Gruppe 4			Gruppe 5
					Mittel zur Verbesserung des Gärverlaufes			Mittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität	Mittel zur Verbesserung von Futterwert und Leistung			Zusätzliche Wirkung
Nr.	Produktname	€ t FM ⁵⁾	A ¹⁾	Wirksame Inhaltsstoffe	Anwendungsbereich (AWB)			Anwelkgut über 35 % TM Silomais oder GPS	Verbesserung der			Verhinderung der Vermehrung von Clostridien im Futter
					A schwer	B mittelschwer	C leicht		Futteraufnahme	Verdaulichkeit	Leistung beim Rind	
1	Anta-Sil LA Konzentrat	-/-	F	MS-Bakt. + Enz.		x	x					
2	Bergo Lactosil ME 100	1,40	F	MS-Bakt.				x				
3	Bergo Lactosil S 30 ²⁾	1,53	F	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Mast	
4	Bergo Plantolac	1,79	G	MS-Bakt.		x	x					
5	Bergo Silostabil	5,47	F	Salz 3)				x				
6	Biocool Premix	1,84	F	MS-Bakt. + Enz.				x				
7	Biomax (Dry)	-/-	F/G	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
8	Biomax SI (Dry)	1,33/1,48	F/G	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch	
9	Bio-Sil	0,79	F	MS-Bakt.		x	x			x	x Milch	
10	Blattisil 2 in 1	2,55	F	MS-Bakt. + Enz.+Chem.		x	x	x				
11	Blattisil Combi	4,00/3,18	F/G	Salze 3)	x	x			x (nur F)			x (nur F)
12	Blattisil Lacto-Bac	1,70/1,80	F/G	MS-Bakt.		x			x	x	x Milch	
13	Bonsilage	1,65/1,80-	F/G	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Mast	
14	Bonsilage plus	1,75/1,98	F/G	MS-Bakt.			x	x		x		
15	Bonsilage CCM	1,20	F	MS-Bakt.				x				
16	Bonsilage Mais	1,20/1,20	F/G	MS-Bakt.				x				
17	Calgonit Si 1.000.000	-	F	MS-Bakt.		x	x					
18	Calgonit Si G	1,24	G	MS-Bakt.		x	x				x Mast	
19	Calgonit Si Plus	1,04	F	MS-Bakt.		x	x					
20	Claas Actisil	1,79/1,79	F/G	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
21	Ecosyl 66 (Dry)	1,79/1,79	F/G	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
22	Equiplant Plus	2,30	F	MS-Bakt. + Enz.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
23	Feedtech Silage F22	3,05	F	MS-Bakt. + Enz.+Chem.		x	x	x				
24	Feedtech Silage F18	2,44	F	MS-Bakt. + Enz.		x	x			x		
25	Feedtech F10	1,70	F	MS-Bakt.		x			x	x	x Milch	
26	JBS Ferm	0,65	F	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch	
27	Josilac	1,57/1,89	F/G	MS-Bakt. + Enz.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
28	Kofa® Grain -pH 5	7,50	F	Säure + Salz				x				
29	Kofasil Lac	1,83/1,85	F/G	MS-Bakt.		x	x			x (nur F)		
30	Kofasil Life ²⁾	1,22	F	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Mast	
31	Kofasil Liquid	3,38	F	Salz 3)	x	x			x			x
32	Kofasil Plus	3,07	P	Salz 3)	x				x			x
33	Kofasil® Life „M“	1,22	F	MS-Bakt.				x				
34	Lactisil 200 NB	-	F	MS-Bakt. + Enz.+Chem.		x	x	x				
35	Lagrosil MS 10 liquid	-	F	MS-Bakt.		x			x		x x Milch	
36	Lagrosil MH 500 Gran.	-	G	MS-Bakt.		x			x		x x Milch	
37	Luprosil	7,75	F	Propionsäure				x				
38	Lupro Mix NC	5,83	F	Salz				x				
39	Mais Kofasil (Liquid)	3,48/5,48	P/F	Salz 3)				x				
40	Milki Ferm Liquid	2,40	F	MS-Bakt. + Enz.		x						
41	Profisil	0,88	F	MS-Bakt. + Enz.		x	x					
42	Sano-Labacsil	1,79/-	F/G	MS-Bakt.		x			x	x	x Milch	
43	Sila-Bac	1,90	G	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
44	Sila-Bac Appli Pro ^{TM 6)}	1,90	F	MS-Bakt.		x	x		x	x	x Milch/Mast	
45	Sila-Bac® Stabilizer	2,00/2,00	F/G	MS-Bakt.				x				
46	Sil Add Konzentrat	0,84	F	MS-Bakt. + Enz.			x			x		
47	Siloferm	1,33/1,79	F/G	MS-Bakt.		x			x	x	x Milch	
48	Siloferm Plus ⁴⁾	1,64/-	F/G ⁴⁾	MS-Bakt. + Enz.		x	x			x	x Milch	
49	Silo Guard II ⁴⁾	-	P	Enzyme		x	x					
50	Silostar Mais	2,75	F	MS-Bakt. + Enz.+Chem.				x				

1) A = Ausbringungsform, F = Flüssig, G = Granulat, P = Pulver 2) = Eigenanzucht 3) = Siliersalz 4) = zur Zeit kein Vertrieb in Deutschland - = keine Angabe erhalten

5) € je t Siliergut (FM = Frischmasse) bei vom Hersteller angegebenen Dosierungen, Keimdichten und Mittelkosten, Mengenrabatte und Frühbezugsbedingungen sind möglich 6) = Produkt inkl. spezielles Flüssigdosiersystem (nach Veröffentlichungen der DLG und der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein)

Empfehlungen für die Praxis:

Anforderungen an Grobfutterkonservate

Die Anforderungen an die Grobfutterkonservate ergeben sich aus der bedarfs- und leistungsorientierten Fütterung. Wichtige Orientierungswerte zur qualitativen Beurteilung sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Kriterien für die Futterqualität von Silagen und anzustrebende Werte:

Kenngroßen/Parameter	Einheit	Grassilagen	Maissilagen
Energiegehalt			
Umsetzbare Energie	MJ ME/kg TM	>10,6 bzw. >10,0 ¹⁾	>10,8
Netto-Energie-Laktation	MJ NEL/kg TM	> 6,4 bzw. > 6,0	> 6,5
Trockensubstanzgehalt	%	30 - 40	28 – 35 ²⁾
Proteingehalt			
Rohprotein	% in der TM	14 - 18	< 9
nutzbares Rp am Darm	nXP in g/kg TM	> 135	> 130
Ruminale N-Bilanz	RNB in g/kg TM	< 6	-7 bis -9
Strukturwirksamkeit			
Rohfaser	% in der TM	22 – 25	17 – 20
NDF	% in der TM	40 - 48	35 - 40
Häcksellänge	cm	< 4	< 1
Strukturwert (DeBrabander)	je kg TM	2,6 – 3,0	1,5 – 1,7
Kohlenhydratgehalt			
Stärke	% in der TM		> 30
Futtermverschmutzung			
Rohasche	% in der TM	< 10	< 4,5
Gärqualität ³⁾			
pH-Wert ⁴⁾		4,5 – 4,7	4,4 – 4,6
NH ₃ -N an Gesamt-N	% in der TM	< 10	< 10
Buttersäure	% in der TM	< 0,3	< 0,3
Essig- u. Propionsäure	% in der TM	2,0 – 3,5	2,0 – 3,5

¹⁾ 1. Schnitt bzw. Folgeschnitte

²⁾ in Abhängigkeit vom Kornanteil

³⁾ nach DLG-Schlüssel

⁴⁾ in Abhängigkeit vom T-gehalt in %

Weitere Qualitätseigenschaften sind

- die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen;
- die hygienische Beschaffenheit (Verschmutzung, Clostridien, Schimmelpilze, Hefen);
- die sensorische Qualität (Farbe, Geruch, Gefüge);
- die Stabilität (in der Lagerphase, nach Siloöffnung, bis auf die Krippe);

Voraussetzungen für die Erfüllung der Anforderungen:

Hochwertiges Ausgangsmaterial mit guter Vergärbarkeit z.B. über:

- Schaffung und Erhaltung futterwirtschaftlich wertvoller Pflanzenbestände auf dem Grünland über Düngung, Nutzung, Pflege, Nach- und Neuansaat
- Einhaltung optimaler Nutzungstermine mit Hilfe der wöchentlichen Probeergebnisse und Prognosen zum Reifeverlauf und/oder eigener Beprobungen u.a.

Mikrobielle Aktivität unterstützen und steuern z.B. mit Silierzusätzen

Förderung einer hohen Aktivität der Milchsäurebakterien zur Forcierung der Milchsäurebildung über:

- Ausreichend Gärsubstrat, d.h. mindestens 3% Zucker in der Frischmasse;
- anaerobe Bedingungen, d.h. eine zügige, möglichst vollständige und nachhaltige Unterbindung der Luftzufuhr;
- osmotische Verhältnisse, d.h. Einhaltung der optimalen Trockensubstanzbereiche;

Silertechnische Grundsätze unbedingt einhalten z.B.:

- Baulich (Silobefestigung, Silogröße angepasst an den Futterbedarf – der Vorschub sollte mindestens im Winter 1,5 m pro Woche und im Sommer 2,5 m pro

Woche betragen)

- Organisatorisch (Ausnutzung der Witterung, Abstimmung der technologischen Kette zur Erreichung der optimalen Trockensubstanzgehalte, Abdecken unmittelbar nach Beendigung von Befüllen und Verdichten)
- Ernteablauf z.B.:
 - Schnitthöhe: bei Mais nicht unter 20 cm, bei Gras 5-7 cm;
 - Vermeidung von Futtermittelverschmutzung (Sand <3 % i. d. T): Schnitthöhe einhalten, Grünlandpflege, Maschineneinstellung;
 - Zerkleinerung: Häcksellänge bei Gras 2 bis 4 cm, bei Mais 4 bis 8 mm und Nachzerkleinerung der Körner anstreben;
 - Silobefüllung: in Schichten von < 30 cm (Mais) und < 40 cm (Gras);
 - Verdichten: die Leistung beim Verdichten sollte die Erntemenge je Zeiteinheit bestimmen, anzustreben sind 230 – 270 kg T/m³ bei Mais mit 28 -33 %T und 240 kg T/m³ bei Gras mit 40 % T;
 - Abdecken: vorzugsweise mit DLG-geprüfter Folie luftdicht abschließen und beschweren um Folienbewegungen zu verhindern;

Verlustminimierung im gesamten Verfahren ist auch ein ökonomisches Muss!

Empfehlungen für die Praxis:

Erzeugung hochwertiger Anwelksilagen – Einflussfaktoren und Maßnahmen

Die Silagequalität steht und fällt mit dem Ausgangsmaterial. Die fertige Silage kann nicht besser sein als das eingelagerte Siliergut. Von der Erntefläche bis in das Silo hinein unterliegt das Siliergut verschiedensten Einflüssen, die soweit möglich gezielt gesteuert und genutzt werden sollten. **Anforderungen an Grobfutterkonservate** müssen erfüllt werden, um eine bedarfs- und leistungsgerechte Fütterung zu ermöglichen.

Die **erste Voraussetzung** für die Erzeugung von Qualitätssilagen sind **Pflanzenbestände**, die aus futterwirtschaftlich wertvollen Arten (mindestens zu zwei Drittel Futtergräser) zusammengesetzt sind. Diese müssen angesät und mit angepasster Düngung, Nutzung und Pflege im Bestand gehalten werden. Nach- und Neuansäen auf dem Grünland sind also eine Grundlage für die Silagequalität. Die Pflegemaßnahmen, wie Schleppen, Walzen und Unkrautregulierung müssen zum Standard gehören, um die Bildung dichter hochwertiger Grasnarben zu fördern. Wird ein Herbizideinsatz notwendig, sollte sich eine Nachsaat anschließen, um die Lücken in der Narbe zu schließen.

Mit der Bewirtschaftung kann auf die Nährstoffzusammensetzung des Futters Einfluss genommen werden. Weidelgrasreiche Bestände erbringen höhere Zuckergehalte, wodurch bei gleichem Gehalt an puffernden Substanzen die Gärfähigkeit verbessert wird. Hohe Eiweißgehalte wirken puffernd. Darum sollte N-Überdüngung ebenso wie eine Verkrautung der Bestände vermieden und der Leguminosenanteil berücksichtigt werden. Auch eine zu frühe Mahd (< 21 % i.d.T Rohfaser) bedeutet zu hohe Proteinwerte (> 18 % i.d.T Rohprotein), die das Verhältnis von Zucker und Pufferkapazität verschlechtern und die Siliereignung verringern. Um den Rohaschegehalt in gewünschten Grenzen (< 9 % i.d.T) und die Anzahl unerwünschter Keime möglichst gering zu halten, sollte ebenfalls alles für die Schaffung dichter Grasnarben getan werden. Das bedeutet, Narbenverletzungen durch Maschineneinsatz unbedingt zu vermeiden, Gülleausbringung auf Grünland nicht bzw. mit geeigneter Verteiltechnik nur in begrenztem Umfang vorzunehmen und Bodenunebenheiten durch Pflege zu vermindern.

Der **optimale Schnitzeitpunkt** für beste Energiegehalte in der Silage liegt im Bereich von 21-24 % i.d.T Rohfaser. Das bedeutet eine Mahd im Entwicklungsstadium Mitte Schossen bis Beginn Ähren-/Rispschieben. Zu Ende des Blütenstandsschiebens sind Rohfasergehalte von etwa 28 % i.d.T erreicht. Da im ersten Aufwuchs eine tägliche Zunahme des Rohfasergehaltes um 0,3 bis 0,5 % i.d.T normal ist, wird die günstigste Zeitspanne rein rechnerisch auf 6 bis 10 Tage begrenzt sein, wobei die Mahd bei < 23 % Rohfaser in der Regel mit einem Verzicht auf Erntemenge verbunden ist. Zur aktuellen Situation können die wöchentlichen Veröffentlichungen zum Reifeverlauf beim ersten Aufwuchs eine gute Orientierung geben. Im Interesse des Narbenerhalts, der Vermeidung von Futtermittelschmutzungen und des zügigen Nachwachsens sollte die Schnitthöhe 5-7 cm betragen. Der zweite Aufwuchs hat oft, besonders bei neu angesäten Beständen, etwa 24 bis 30 Tage nach dem ersten Schnitt die Siloreife erreicht.

Der **Trockensubstanzgehalt** sollte im Bereich von 30 bis 40 % liegen, maximal bis zu 45 % betragen. Bei höheren Gehalten besteht die Gefahr, dass keine ausreichende Verdichtung erfolgt und es käme zu Schimmelbildung und Verderb der Silage. Bei Gehalten unter 30 % steigt die Verlustge-

fahr mit der Sickersaftbildung und es kommt häufiger zu Fehlgärungen. Anzustreben ist ein möglichst kurzer Welkeprozess (maximal zwei Tage) zur Verlustminimierung. Er kann beschleunigt werden durch den Einsatz von Mähauflbereitem, Breitablage und die Bearbeitung der Schwade. Dabei ist unbedingt auf richtige Maschineneinstellungen Wert zu legen, um Futtermverschmutzungen so gering wie möglich zu halten.

Die **Häcksellänge** sollte 4 cm nicht überschreiten und normal 2-3 cm betragen, um z.B. durch verstärkte Öffnung der Zellen den Gärverlauf zu fördern und die notwendige Verdichtung zu erreichen. **Silierzusätze** können den Gärverlauf und die Silagequalität verbessern, sollten aber nach Trockensubstanzgehalt und Vergärbarkeit des Futters ausgewählt werden und möglichst das DLG-Gütezeichen tragen.

Für die **Silobefüllung** werden gleichmäßige, dünne, maximal bis zu 40 cm dicke Schichten empfohlen. Einsiliert werden sollte nur in saubere säurebeständige Silos bzw. auf fester Siloplatte. Um so wenig wie möglich an unerwünschten Keimen in das Silo mit einzubringen, wäre es von Vorteil, wenn alle in die Befüllung einbezogenen Flächen einen befestigten Untergrund haben. Eventuell anfallender Sickersaft gilt als Wasserschadstoff, muss in abflusslosen Gruben gesammelt und entsprechend der geltenden rechtlichen Vorschriften schadlos beseitigt werden (vorzugsweise Ausbringung auf landwirtschaftlicher Nutzfläche).

Für eine ausreichende **Verdichtung** werden ein mindestens vier- bis fünfmaliges Überfahren des Stapels in derselben Spur bei drei Minuten Fahrzeit je Tonne Welkgut als erforderlich angesehen. Durch das Verdichten sind Lagerungsdichten von über 200 kg/m³ erreichbar. Damit soll das Porenvolumen im Stapel minimiert und das Eindringen von Luft in den Stapel unterbunden bzw. nach Siloöffnung auch der Zutritt von Sauerstoff an den Entnahmestellen gering gehalten werden. Grundsätzlich gilt das Verdichten als eine besonders wirksame Maßnahme gegen Nacherwärmungen nach Siloöffnung. Auch darum ist die Erntekette so zu organisieren, dass die Walzarbeit auf dem Silostapel die Ernteleistung bestimmt.

Bei mehrtägiger Befüllung ist Zwischenabdeckung erforderlich. Luftdichte Seitenwände bzw. eine sorgfältige Abdeckung zu den Silowänden hin müssen Schutz vor Eindringen von Wasser und Luft während der Lagerung bieten, da diese Randzonen besonders gefährdet sind.

Vorzugsweise sollten DLG-geprüfte Folien zur **Abdeckung** verwendet werden. Während der Lagerung ist eine ständige **Kontrolle** des Silos zu empfehlen, um schadhafte Stellen sofort reparieren und so das Futter vor Verderb schützen zu können.