

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie

Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein
Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft

EINFLUSS VON SILIERZUSATZMITTEL AUF DIE GÄRQUALITÄT UND FUTTERQUALITÄT VON NASS- UND ANWELKSILAGEN

Diplomarbeit
Studienrichtung Landwirtschaft

Eingereicht von

Elena Moitzi

H890/0240493

Betreuung durch

Univ. Doz. DI Dr. Karl Buchgraber

Wien, Irdning - Mai 2008

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....IV

1. Einleitung 1

1.1. Silagekonservierung 5

1.1.1. Geschichte und Entwicklung der Gärfutterbereitung 5

1.1.2. Kritische Punkte im Siliermitteleinsatz..... 8

1.1.3. Futterkonservierung allgemein in Österreich und Europa 10

1.2. Problemstellung der Diplomarbeit 12

2. Material und Methoden 13

2.1. Versuchsplan Versuch S-54 16

2.1.1. Zusammensetzung und Wirkungsweise der im Silierversuch S-54 eingesetzten Siliermittel 16

2.1.2. Aufwandmengen bei den Siliermittelzusätzen je Tonne Frischmasse..... 18

2.2. Versuchssilo 18

2.3. Ausgangsmaterial 21

2.3.1. Pflanzenbestand 21

2.3.2. Futterernte und Futterbehandlung..... 23

2.4. Beschickung der Versuchssilos und Verdichtung 23

2.4.1. Verteilung der Silierzusätze 24

2.4.2. Abschluss und Verdichtung der Silos 25

2.5. Messungen und Beobachtungen 26

2.5.1. pH-Wert - Dynamik 26

2.5.2. Bonitierung bzw. sensorische Bewertung 26

2.6. Beprobung der Futterpartien 27

2.6.1. Beprobung des Ausgangsmaterials 27

2.6.2. Beprobung der zusätzlich angelegten Proben während der Gärphase 28

2.6.3. Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung 28

2.6.4. Proben vom Haltbarkeitstest 29

2.7. Chemische Untersuchungen..... 29

2.7.1. Analysenmethoden..... 30

2.7.2. Regressionsfaktoren für die in vitro-Ermittlung von ME und NEL 30

2.8.	Mikrobiologische Untersuchungen	31
2.9.	Statistische Auswertungen	32
2.9.1.	Software	32
2.9.2.	Methodik	32
2.9.2.1.	Einfaktoriell	32
2.9.2.2.	Mehrfaktoriell	33
2.9.2.3.	Interpretation der Ergebnisse für beide Methoden	33
3.	Ergebnisse und Diskussion	35
3.1.	Theoretische Einschätzung des Siliererfolges.....	35
3.2.	Gärqualität.....	38
3.2.1.	Gärsäuremuster	38
3.2.1.1.	Buttersäure.....	39
3.2.1.2.	Essigsäure	42
3.2.1.3.	Milchsäure	44
3.2.1.4.	Gesamtsäuren.....	47
3.2.2.	pH-Wert.....	51
3.2.3.	Eiweißabbau und alkoholische Gärung.....	54
3.3.	Silagequalität.....	56
3.3.1.	Silagequalitätsbewertung mit Hilfe der ÖAG-Sinnenprüfung	56
3.3.2.	Gärqualitätsbewertung mit Hilfe des DLG-Schlüssel nach Weißbach und Honig ...	58
3.4.	Futterqualität	61
3.4.1.	Rohfaser	62
3.4.2.	Energiegehalt.....	65
3.4.3.	Rohprotein	68
3.4.4.	Verdaulichkeit der organischen Masse	69
3.4.5.	Verschmutzungsgrad.....	70
3.4.6.	Futterwertzahl.....	72
3.5.	Mikrobiologie.....	78
3.5.1.	Hefekeimzahlen	79
3.5.2.	Clostridiensporen.....	80
3.5.3.	Schimmelpilze	80
3.6.	Haltbarkeitstest.....	81
3.6.1.	Silagequalität	82

3.6.2.	Temperatur und pH-Wert	84
3.7.	Produktspezifische Bewertung der eingesetzten Siliermittel.....	85
3.7.1.	Versuchsprodukt 1	86
3.7.1.1.	Einfluss auf die Gärung und den Eiweißabbau.....	86
3.7.1.2.	Einfluss auf die Futterqualität.....	86
3.7.1.3.	Einfluss auf die Silagequalität	87
3.7.1.4.	Einfluss auf mikrobiologische Parameter.....	88
3.7.1.5.	Einfluss auf die aerobe Stabilität	88
3.7.2.	EM-Multisil	89
3.7.2.1.	Einfluss auf die Gärung und den Eiweißabbau.....	89
3.7.2.2.	Einfluss auf die Futterqualität.....	90
3.7.2.3.	Einfluss auf die Silagequalität	91
3.7.2.4.	Einfluss auf mikrobiologische Parameter.....	91
3.7.2.5.	Einfluss auf die aerobe Stabilität	92
3.7.3.	BioSil Liquid Plus.....	92
3.7.3.1.	Einfluss auf die Gärung und den Eiweißabbau.....	92
3.7.3.2.	Einfluss auf die Futterqualität.....	93
3.7.3.3.	Einfluss auf die Silagequalität	94
3.7.3.4.	Einfluss auf mikrobiologische Parameter.....	94
3.7.3.5.	Einfluss auf die aerobe Stabilität	95
3.8.	Ökonomische Betrachtung.....	95
3.9.	Ausblick für einen eventuellen Einsatz von Silierzusatzmittel.....	99
4.	Zusammenfassung.....	103
5.	Summary	108
6.	Literaturverzeichnis	110
7.	Tabellenverzeichnis	116
8.	Abbildungsverzeichnis	118
9.	Anhang	121

Abkürzungsverzeichnis

AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
ALVA	Arbeitsgemeinschaft der landwirtschaftlichen Versuchsanstalten Österreichs
BS	Buttersäure
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
d.h.	das heißt
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
dOM	Verdaulichkeit der organischen Masse
dt	Dezitonne
€	Euro
ES	Essigsäure
et al.	Et alii (und andere)
f	folgend
ff	fortfolgend
FAO	Food and Agriculture Organisation
FM	Frischmasse
FWZ	Futterwertzahl
g	Gramm
GLM	General Linear Model
h	Stunde
ha	Hektar
IFDC	International Center for Soil Fertility and Agricultural Development
inkl.	Inclusive

IPI	International Prognostic Index
KBE	Koloniebildende Einheit
kg	Kilogramm
l	Liter
LFZ	Lehr- und Forschungszentrum
LK	Landwirtschaftskammer
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
max.	maximal
ME	Umsetzbare Energie
Mio.	Million
MJ	Megajoule
ml	Milliliter
mm	Millimeter
MPN	most probable number
Mrd.	Milliarden
m/s	Meter pro Sekunde
MS	Milchsäure
MW	Mittelwert
NaCl	Natriumchlorid
NEL	Nettoenergie Laktation
NfE	stickstofffreie Extraktstoffe
NH ₄	Ammonium
NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff bezogen auf den Gesamtstickstoff
OM	organische Masse
ÖAG	Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau

P	projektive Abdeckung
PVC	Polyvinyl Chlorid
Q	Quartal
r^2	Regressionskoeffizient
RA_GKG	Rohasche Gesamtkilogramm
s.a.	sine anno (fehlendes Erscheinungsjahr)
SäurenGes.	Säuren Gesamt
SHM	Silierhilfsmittel
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
t oder to	Tonne
Temp.	Temperatur
TM	Trockenmasse
USDA	United States Department of Agriculture
usw.	und so weiter
v. Ch.	vor Christus
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
vgl.	vergleiche
Wh	Wiederholung
WHV	Wuchshöhe in Zentimeter
XA/RA	Rohasche
XF/RFA	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
zB.	Zum Beispiel
Z/PK	Zucker zu Pufferkapazität

1. Einleitung

Die Landwirtschaft musste in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Wandel durchleben. War es in früherer Zeit wichtig, seine Felder zu bestellen und sein Vieh zu betreuen, um genügend Essen für die Familie auf den Tisch zu bringen, so ging der Trend immer mehr in Richtung Technologisierung, Spezialisierung und Intensivierung. Die Landwirte erlebten einen immer höheren sozialen und ökonomischen Standard, der Welthandel mit Im- und Exporten weitete sich immer schneller aus und bald war die Landwirtschaft für die Ernährung einer immer weiter wachsenden Weltbevölkerung verantwortlich. Doch auch die Landwirtschaft wuchs gewaltig und begann mit starker Produktion von Grundnahrungsmitteln wie Milch, Fleisch und Getreide, bis sich Milch- und Butterseen immer mehr anhäuferten. Nach Einführung der Kontingentierung am Milchmarkt, erlebte die Wirtschaft über 35 Jahre einen gesättigten Markt. Durch den stetigen Anstieg der Weltbevölkerung um jährlich 80 Millionen Menschen und auch die Anhebung des Lebensstandards in den Schwellenländern China, Indien und weiteren fernöstlichen Ländern, wuchs die Nachfrage nach Qualitätslebensmitteln (Milch, Fleisch, Nudel, usw.) und Energie so stark an, dass wir in einem Zeitalter der Nachfrage angekommen sind. Derzeit ist die weltweite Nachfrage nach Milch, Fleisch und Getreide laut BUCHGRABER (2008) so kräftig gestiegen, dass auch unter Nutzung derzeit brach liegender Ressourcen dieser „Hunger“ nach Nahrungsmitteln und Energie kaum gestillt werden kann. Und auch die Aussichten auf die nächsten 20 bis 25 Jahre sind nicht rosig, da sich die Nachfrage nach diesen Ressourcen verdoppeln wird und gleichzeitig das Ackerland im Verhältnis zur wachsenden Bevölkerung immer weniger wird.

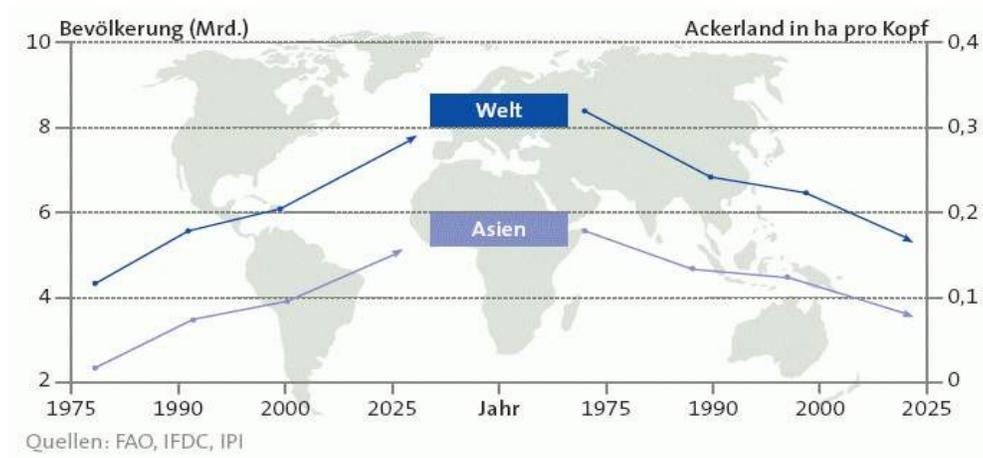


Abbildung 1: Bevölkerungswachstum und verfügbare Anbauflächen pro Kopf von 1975 bis 2025 (TENGG, 2008)

Abbildung 1 veranschaulicht den Trend der steigenden Weltbevölkerung und der Bevölkerung von Asien (in Mrd.), sowie die gleichzeitige Abnahme des Ackerlandes in ha pro Kopf bis zum Jahr 2025. Die Weltgetreideproduktion kann mit dem weltweiten Verbrauch nicht mehr mithalten. Derzeit liegt der Verbrauch an Getreide bei 2,105 Mio Tonnen, wobei die Produktion nur 2,087 Mio Tonnen beträgt. Es ist dabei anzumerken, dass auch schon in den Jahren 2000 bis 2004 der Getreideverbrauch weltweit viel höher war als die Produktion, nur galt es damals noch um einige Millionen Menschen weniger zu versorgen (vgl. Abbildung 2).

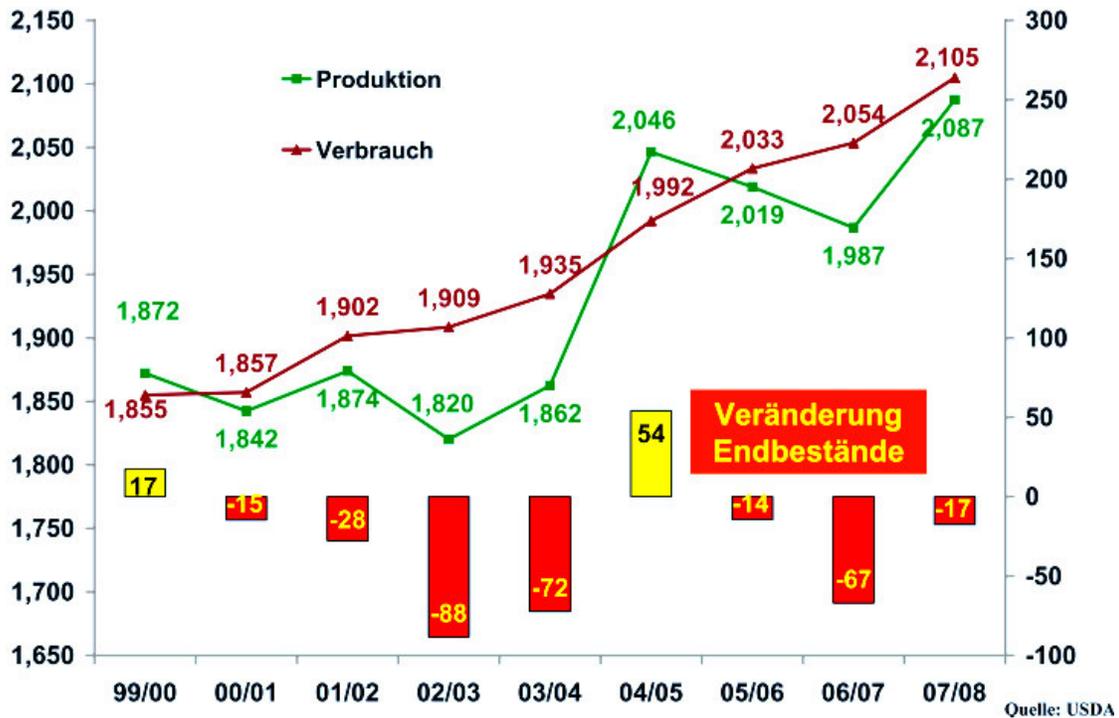


Abbildung 2: Weltgetreideproduktion und –verbrauch (in Mio. t) seit 1999 (TENGG, 2008)

Weltweit setzt man nun auf Klimaschutz, um einer nahenden Klimakatastrophe entgegenzuwirken und will als eine Strategie der Verringerung der CO₂-Emission, den Einsatz von Agrarprodukten für die nachhaltige Energieproduktion steigern. Doch auch Agrarprodukte müssen irgendwo angebaut und geerntet werden, um sie dann weiterzuverarbeiten. In dieser Strategie steckt ein starker Widerspruch. Einerseits fehlen weltweit etliche Tonnen Getreide, andererseits werden tausende von ha Regenwald abgeholzt und die wertvolle Futterflächen für den Anbau von Soja und Raps verwendet, nur damit die Weltbevölkerung klimabewusst Auto fährt.

Die hohen Ernteausfälle durch die Wetterextremen wie Trockenheit oder Überschwemmung, Sturm und Hagel verschärfen die Situation noch mehr. Gepaart mit der hohen Nachfrage und den nicht vorhandenen Flächen steigen vor allem die Getreidepreise stark an und eine Besserung ist in absehbarer Zeit nicht zu erwarten. Dafür sorgen auch die Umstände, dass mittlerweile Spekulanten mit den so wertvollen und dringend benötigten Nahrungsmittel und Rohstoffen auf dem Aktienmarkt handeln und die Preise noch weiter in die Höhe treiben. Es wird in Zukunft so aussehen, dass die Weltmächte China und Russland aufgrund ihrer noch vorhandenen Flächenressourcen und den sich wandelnden Klimabedingungen, welche es durch die steigenden Temperaturen ermöglichen, die Getreideproduktion nach Norden zu verschieben, die Oberhand in der Futter- und Lebensmittelbranche bekommen und auch behalten werden.

Die steigenden Lebensmittel- und Getreidepreise bereiten auch den österreichischen Landwirten immer mehr Kopfzerbrechen, da für sie wirtschaftliche Probleme durch den Einsatz von Kraftfutter entstehen. Die Kraftfutterpreise haben, nachdem sie auch im Jahre 2004 sehr hoch waren, in den darauf folgenden Jahren etwas abgenommen, und ziehen seit Mitte 2006 wieder kontinuierlich an. Abbildung 3 beinhaltet die Getreidepreisentwicklung (inkl. Eiweißfutterpflanzen) nur bis Jänner 2007, was einen weiteren Trend nicht sichtbar macht.

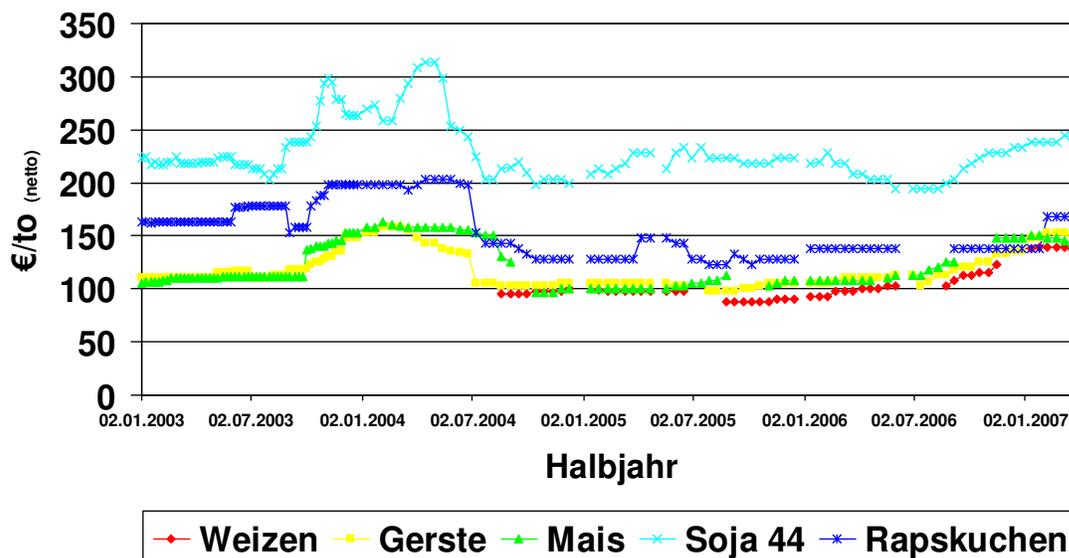


Abbildung 3: Entwicklung von Getreide- und Eiweißfutterpreisen in Österreich seit 2003 (HUNGER, 2007)

Erst im zweiten Quartal des Jahres 2007 ist ein deutlicher Anstieg vom Futtermittel Weizen am Weltgetreidemarkt ersichtlich, der ein Jahr danach drastisch in die Höhe schnellen sollte. Der derzeitige Preis liegt demnach bei 260 € / Tonne (vgl. Abbildung 4). Der Kraftfuttereinsatz würde bei Milchviehbetrieben, die ihr Getreide selbst produzieren, keine Veränderungen bewirken, doch bei Betrieben mit Kraftfutterzukauf, vermindern sich die Einkünfte um die Preissteigerung (vgl. HUNGER, 2007).



Abbildung 4: Globaler Weizenpreis in €/t berechnet für die Quartale von 2006 bis 2008 (TENGG, 2008)

Diese Preisentwicklungen bieten den Landwirten jedoch neue Chancen, ihr Betriebskonzept umzustellen. Jeder Betrieb muss sich demnach überlegen, wie der eigene Kraftfuttereinsatz optimiert werden kann, und dabei keine Leistungseinbußen in der Milch und den Milch Inhaltsstoffen entstehen. Für die Grünland- und Milchviehbauern bedeutet es jetzt, klima- und umweltgerecht zu handeln, energierelevante Fragen ernst zu nehmen und die Nährstoffe und Energie aus den Wiesen und Weiden noch effizienter zu nutzen und über das genetische Potential der Tiere einzusetzen. Das Grundfutter hat ein sehr hohes Leistungspotential und je besser die Grundfutterleistung ist, umso mehr Kraftfutter kann eingespart werden. Welches Einsparungspotential durch optimale Grundfutterqualität möglich wäre, beschreibt WURM (2007) wie folgt: „ Wenn es durch optimale Grundfutterqualität (6,0 MJNEL/kg TM) und Futtervorlage gelingt, die Aufnahme um 0,5 kg TM zu erhöhen, so ergibt sich eine Mehraufnahme von 900 MJNEL aus dem Grundfutter während einer

Laktation. Bei einem durchschnittlichen Energiegehalt von 6,9 MJNEL je kg Kraftfutter sind das 130 kg weniger Kraftfutter je Kuh.“ Berechnet man diese Aussage anhand der derzeitigen Getreidepreise (z.B 0,30 € für ein kg Gerste) wäre das eine Einsparung von 39,0 € pro Kuh. Deshalb ist es in naher Zukunft immer wichtiger, genau zu überlegen, ob sich eine hohe Milchleistung in Kombination mit Kraftfutterzukauf oder doch eine Milchproduktion auf niedrigerem Niveau und ohne zusätzlichen Aufwand lohnt. Der Landwirt sollte trotzdem seine natürlichen Ressourcen bestmöglich nutzen und sein Futter unter geringsten Verlusten konservieren.

1.1. Silagekonservierung

Die Erzeugung von Silage ist eine sehr weit verbreitete Konservierungsform. Sie verursacht in der Regel geringere Kosten und weist, durch die Möglichkeit von früherem Räumen des Futters von der Wiese, geringere Nährstoffverluste gegenüber der Heugewinnung auf. Eine relative Wetterunabhängigkeit ist bei der Silageerzeugung durch eine frühere Ernte und höhere Flächenleistung gegeben. Silagen lassen sich also arbeits- und fütterungstechnisch sehr gut umsetzen. Die Vorgänge der Gärung (siehe Anhang) können, bei richtiger und sorgfältiger Anwendung von Silierzusätzen, günstig beeinflusst werden (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 167; WILHELM und WURM, 1999, 11, 37). Die Silagebereitung bildet heutzutage einen wichtigen Ausgangspunkt für die Rinderzucht. Je höher die Grundfutterqualität ist, umso besser ist die Schmackhaftigkeit und der Nährstoff- sowie Energiegehalt im Futter. Dadurch steigt die Futterraufnahme und das genetische Potential der Tiere kann ausgeschöpft werden.

1.1.1. Geschichte und Entwicklung der Gärfutterbereitung

Die Anfänge der Silageerzeugung gehen zurück bis in die Mittelsteinzeit (siehe Abbildung 5). Annahmen zufolge wurde bereits 7000 v. Ch. Getreide in einer Art luftdichtem „Silo“ aufbewahrt. Das Wort „Silo“ leitet sich vom griechischen Wort „siros“ ab. Dieses Wort bezeichnet ursprünglich einen unterirdischen Futterspeicher. Schlüssige Beweise über den Einsatz von Silagen gibt es in der Zeit von 1000 – 1500 v. Ch. in Ägypten. Bei Ausgrabungsarbeiten in den Ruinen der Stadt Karthago fand man ebenfalls alte Silos (TRIOPLAST, 1995).



Abbildung 5: Bereitung von Futterkonserven vor 4000 Jahren in der ägyptischen Hochkultur (REES, s.a.)

Die Gärfutterbereitung in Österreich hatte ihre frühen Anfänge bereits im 19. Jahrhundert und entwickelte sich seither immer weiter. Insgesamt übertraf die Gärfutterbereitung aus Mais, Grünlandfutter usw. im Jahre 1985 die Heubereitung (2,4 gegenüber 2,1 Mio Tonnen Trockenmasse), vom Grünlandfutter wurden damals aber erst rund 30 % siliert (vgl. Abbildung 6), d.h. die Heubereitung überwog im Grünlandbereich noch stark. Seither verschob sich dieses Verhältnis sicherlich rasant in Richtung von etwa 50 : 50, wobei der Bau von Traunsteinsilos und die Ballensilageerzeugung auch sehr stark zunahm. Im Jahre 1950 waren es noch eine Million Kubikmeter Siloraum, 1990 schon 11 Millionen Kubikmeter. Der Siloraum hat sich demnach innerhalb von vier Jahrzehnten mehr als verzehnfacht (vgl. SCHECHTNER, 1993, 1f).

Abbildung 6 wurde ausgehend von den Aufzeichnungen SCHECHTNERs im Jahre 1970 weitergeführt und ab 1995 von BUCHGRABER und RESCH immer weiter ergänzt. Dabei ist sehr schön ersichtlich, wie sich in den letzten drei Jahrzehnten die Futterkonservierung in Österreich änderte. So wurden im Jahr 1970 in Österreich knapp 78 % Heu und nur 10,3 % Silage produziert. Der Silagetrend nahm seit dem Jahre 1985 stark zu und so wird heute von den 6 bis 7 Mio. t Grünlandfutter pro Jahr ein Anteil von 55,8 % siliert. Die Heuproduktion ging dadurch stark zurück. Laut RESCH (2008a) beläuft sich der weiterhin leichte Anstieg von Silageproduktion und der Rückgang der Heubereitung auf die Tatsache, dass sich reine Heubetriebe, die sich vorwiegend in Berggebieten befinden, aus wirtschaftlichen und familiären Gründen auflösen. Bei der Maissilage sieht der

Trend hingegen etwas anders aus. Bei dieser Futterart verzeichnet die Konservierung zwischen den Jahren 1970 bis 1985 einen kurzfristigen Anstieg von 12,1 % auf 23 % und fiel in den darauf folgenden Jahren wieder auf 17,3 % ab.

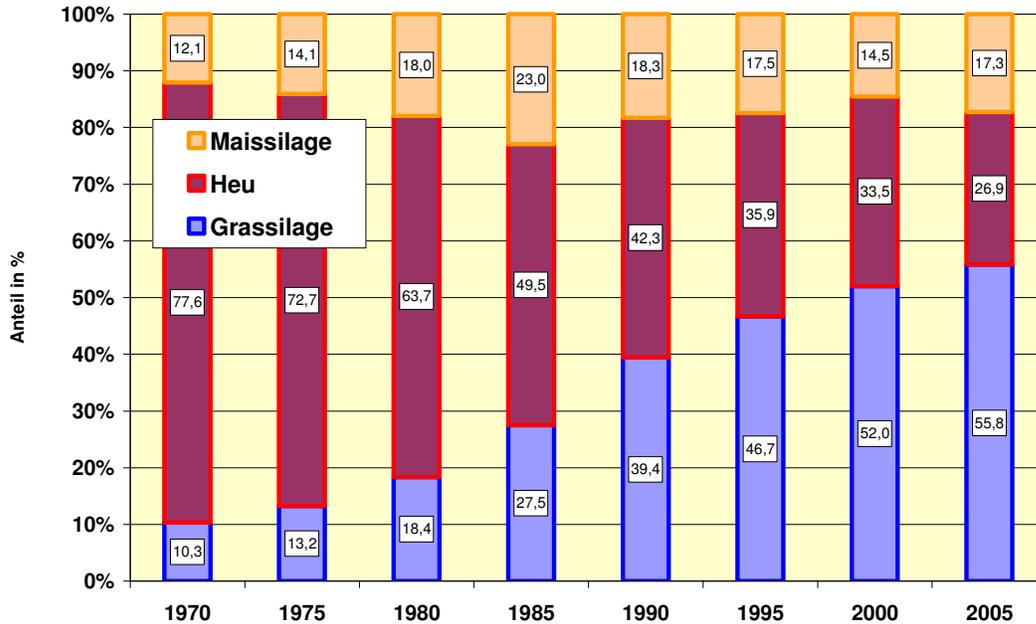


Abbildung 6: Futterkonservierung in Österreich in % des konservierten Grundfutters (begonnen von SCHECHTNER, weitergeführt von BUCHGRABER und RESCH, 2006b, 92ff)

Die großartige Entwicklung der Silageerzeugung ist einerseits auf die Förderungen der Silowirtschaft vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, sowie auf die intensive Beratungstätigkeit der Landwirtschaftskammern zurückzuführen. Andererseits wurde neben der geringeren Verluste gegenüber der Heubereitung und der größeren Witterungsunabhängigkeit erkannt, dass Grünland für die Silage wesentlich früher als für Heu geerntet werden kann und dieser Effekt ein weiteres sehr starkes Qualitätskriterium abdeckte (vgl. SCHECHTNER, 1993, 2).

Neben der starken Entwicklung der Gärfutterbereitung gab es auch bei den Behälterformen für die Silageerzeugung große technische und wirtschaftliche Entwicklungen. Diese gingen laut SCHECHTNER (1993, 2ff) von der Hochsiloperiode mit Monolith- und Hermetik-Silos über eine Übergangsphase von Hoch- und Flachsilos bis hin zu der Flachsilo- und Ballenperiode. Die Bereitung von Silage mittels Rundballen hat ab den Jahre 1988 einen sehr starken Aufwärtstrend genommen, da vom siliertechnischen Standpunkt aus betrachtet, die besten Gärvoraussetzungen durch

dichtes Pressen und luftdichten Abschluss herrschten. Doch brachten die Siloballen einen gewaltigen Berg Silofolien mit sich, die wiederum ein ernstes Entsorgungsproblem darstellten. Auch die Kosten für die Herstellung der einzelnen Ballen waren teilweise schon sehr hoch und ab dem Jahre 2008 wird für gesammelte Silofolien bereits ein Preis bezahlt. Der Flachsilo in seinen verschiedensten Ausführungen setzte sich mittlerweile in Österreich aus wirtschaftlichen, arbeits- und unfalltechnischen Gründen durch und wird auch in Zukunft für die „größeren“ Landwirte die vorherrschende Siloform sein. Die Ballensilage kann weiterhin als flexibles Verfahren für z.B. kleine Flächen sehr gut angewendet werden.

Österreich hat somit in der Silagekonservierung eine klare Linie gefunden, und die Landwirte können die noch teilweise unbefriedigenden Ergebnisse aus der Praxis nur durch bestes Wissen über den Gärablauf und die beteiligten Gärmikroorganismen sowie durch genaues Einhalten der Silierregeln wettmachen (Gärablauf und Silierregeln, siehe Anhang). Neue Herausforderungen an die Silageproduktion stellt heute auch der Klimawandel. Wegen Trockenheit entstehen im Sommer lückige Bestände, die Grünlanderneuerungen nach sich ziehen und durch starke Regenfälle und Überflutungen gelangt sehr viel Schmutz ins Futter, der wiederum zu einer vermehrten Buttersäuregärung und zum Verderb der Silage führt. Treten bei der Futterernte allerdings Situationen auf, die eine qualitativ hochwertige Silage nicht zulassen (schlechte Witterung, alter Pflanzenbestand, hohe Futterverschmutzung), oder besteht einfach der Wunsch einer besseren Nährstoffausnutzung des Futters, so können zur Optimierung der Milchsäuregärung, unter anderem durch raschere pH-Absenkung, Silierzusätze verwendet werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass ein schlechtes Ausgangsmaterial oder ein nicht Beachten der Silierregeln durch den Einsatz von Silierhilfsmitteln nicht ausgeglichen werden kann.

1.1.2. Kritische Punkte im Siliermitteleinsatz

Die derzeit unzähligen Silierhilfsmittel die am Markt angeboten werden (siehe Anhang, Tabelle Marktübersicht Siliermittel in Österreich – Stand März 2008), von verschiedensten Firmen und für verschiedenste Wirkungsbereiche, die sich noch dazu im Preis zum Teil sehr stark unterscheiden, machen es den Landwirten sehr schwer, die richtige Wahl zu treffen. Beim Einsatz von Siliermittel sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass diese einer Siliermittelprüfung unterliegen. Die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG, 2008) ist eine Gesellschaft, die den Silierzusätzen nach Ablegen einer bestimmten Prüfung das DLG-Gütezeichen verleiht. Sie kennt die Praxis und

weiß deshalb aus 50jähriger Erfahrung auch, was die Praxis fordert. Es herrscht ein permanenter und intensiver Austausch zwischen Praktikern, Top-Beratern und Wissenschaftlern. Diese erarbeiten und verbessern gemeinsam die DLG-Standards und Prüfkriterien. Das Abzeichen garantiert den Silierzusätzen eine ständige Kontrolle auf ihre Wirkungsbereiche, biologische Tauglichkeit und die Inhaltsstoffe (vgl. DLG, 2008). Im Bereich der Silierhilfsmittel wurden auch am LFZ Raumberg-Gumpenstein seit 1965 in Summe insgesamt 362 methodisch versierte Einzelprüfungen mit 56 unterschiedlichen Silierhilfsmitteln durchgeführt. Für das landwirtschaftliche Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein und die einzelnen Siliermittelhersteller ist es von beidseitigem Interesse, neue, innovative Produkte zu prüfen, damit für die österreichtypischen Dauergrünlandverhältnisse optimale und wirksame Produkte zur Verfügung stehen. Zielsetzung der Gumpensteiner Silierversuche ist es, Prüfungen unter praxisnahen Bedingungen seitens des Ausgangsmaterials, der Futterbehandlung und der Silierung durchzuführen, um das heterogene Dauerwiesenfutter mit seinen stark schwankenden Vergärbarkeiten besser kennenzulernen und die gewonnenen Erkenntnisse für die Bauern bereitzustellen (RESCH, 2002). Aufgrund der sorgfältigen Siliermittelprüfung stellen das DLG-Gütezeichen und die LFZ-Prüfung ein sicheres Zeichen für hohe Qualität dar und die Landwirte können darauf vertrauen.

Damit ein richtig ausgewähltes Siliermittel dann auch seine volle und sinngemäße Wirkung zeigen kann, müssen einerseits die Silierregeln beachtet und eingehalten werden und andererseits muss eine optimale und sorgfältige Dosierung und Verteilung auf dem Siliergut vorausgesetzt sein. In diesem Bereich bedarf es noch an weitgehender Aufklärung, da dies manche Landwirte noch per Hand machen und es nicht für nötig halten, sich ein geeignetes Dosier- und Verteilungsgerät zu besorgen.

Beim Einsatz von Silierzusätzen ist nun folgendes zu beachten, um auch einen wirtschaftlichen Erfolg erzielen zu können (vgl. PÖTSCH und RESCH, s.a.):

- beste Siliertechnik
- Auswahl der richtigen Produktgruppe für das jeweilige Problem und die gewünschte Zielrichtung
- Optimale Dosierung und genaue Verteilung des Zusatzes mittels Dosiergerät
- Mittel sollen der Siliermittelüberprüfung unterliegen (DLG oder LFZ-Prüfung)
- Einsatz sollte sich ökonomisch rechnen

In Großbritannien, Irland und Nordeuropa ist der Einsatz von Silierhilfsmitteln laut LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (1995, 35) häufiger als z. B. in Deutschland. Grund dafür sind die dort herrschenden Witterungsbedingungen, die nahezu immer nur Nasssilagen zulassen. Um hohe Verluste zu vermeiden, wird dort verstärkt mit Silierzusätzen (vorwiegend chemische Siliersäuren und Salze) gearbeitet. In Österreich werden Silierhilfsmittel fast ausschließlich in Fahrsilobetrieben eingesetzt. Die Betriebsführer sind eher der Meinung, dass die betriebswirtschaftlichen Vorteile bei sehr gut konserviertem Grundfutter sehr klein sind, sodass viele Betriebe letztendlich darauf verzichten. Der Trend geht also wieder zu einem geringeren Einsatz von Silierhilfsmitteln unter bester Konservierung, weil sich der Aufwand nicht immer rentiert (vgl. WAGNER, 2007).

1.1.3. Futterkonservierung allgemein in Österreich und Europa

Das Grünland in Österreich erstreckt sich von den Berggebieten im Westen bis hin zur pannonischen Tiefebene im Burgenland. Laut der aktuellen Agrarstrukturerhebung beträgt die gesamte Fläche der 189.591 land- und forstwirtschaftlichen Betriebe rund 7,5 Mio. ha. Davon werden rund 3,3 Mio. ha forstwirtschaftlich genutzt und 3,2 Mio. ha fallen auf die landwirtschaftliche Nutzung. Von der Landwirtschaftlichen Nutzfläche sind rund 1,8 Mio. ha Dauergrünland und rund 1,4 Mio. ha Ackerfläche (GRÜNER BERICHT, 2007, 34f). Das Dauergrünland in Österreich setzt sich aus den mehrmähdigen Wiesen, den Zweischnittwiesen in Berglagen bis hin zu intensiv genutzten Vielschnittwiesen in Gunstlagen, dem Feldfutterbau und dem extensiv genutzten Grünland zusammen. Das Feldfutter mit unterschiedlichen Klee- und Gräsermischungen hat in Österreich einen bedeutenden Anteil erreicht. Grünland und Feldfutter dienen als Futtergrundlage für die rund 2 Mio. Rinder in Österreich. Für rund 2,5 Mio. Rinder, Schafe, Ziegen und Pferde, wie auch für Wildtiere muss außerdem qualitativ hochwertiges Futter für die vegetationslose Zeit konserviert werden (GRÜNER BERICHT, 2007, 34f).

Der Ertrag aus der österreichischen Grünlandfutterproduktion (mehrmähdige Wiesen und Kulturweiden) betrug im Jahr 2006 rund 6 bis 7 Mio t TM bzw. durchschnittlich 3,3 bis 3,9 t TM/ha. 68 % der Gesamtproduktion kommt aus dem Wirtschaftsgrünland. Aus dem Feldfutterbau wurde ein Jahresbruttoertrag von rund 15 % oder durchschnittlich 8,7 t TM/ha geerntet. Das extensive Grünland mit einem Feuchtanteil von rund 40 % erbringt nur etwa 17 % der Futterernte in Österreich und die Futterqualität liegt dabei auf einem niedrigen Niveau. Probleme können bei der Produktion von Grünland vor allem bei der Werbung, Konservierung, Lagerung und Fütterung auftreten (GRÜNER BERICHT, 2007, 34f).

Laut der BAL GUMPENSTEIN (1993, 7) bewirtschaftete Europa ~ 20,7 Mio. ha Grünland. Dabei wurde mehr Futter siliert als getrocknet. Allein die Hälfte davon erntete Russland. Auch in Großbritannien, den Niederlanden, Deutschland und Frankreich kommt dem Grünland die größte Bedeutung zu. In Osteuropa, sowie in Italien dominiert hingegen weitgehend die Silomaisproduktion. Neben Österreich besteht auch in anderen Teilen Westeuropas grundsätzlich das Problem der Übermechanisierung auf den landwirtschaftlichen Betrieben. Durch Auslagerung gewisser landwirtschaftlicher Arbeiten, wie z.B. die Futterernte an den Maschinenring, kann verlässlicher und billiger bestes Grundfutter produziert werden, da dort die nötigen und schlagkräftigen Maschinen zur Verfügung stehen. Weltweit geht der Trend aber eher zu Dürrfutterherstellung und die Silage hat in Europa immer mehr Konkurrenz von anderen Futtermitteln bekommen. Vor allem die Weidehaltung hat sich in den letzten Jahren immer mehr etabliert, unter anderem auch wegen dem geringen finanziellen Aufwand. Wird die derzeitige Welternährungslage betrachtet, sollte das Grünfutter sehr sorgfältig und mit möglichst wenigen Verlusten geerntet werden. Auch das Kraftfutter hat eine große Bedeutung in der Milchproduktion, es ist aber wegen der hohen Getreidepreise ein „Luxusprodukt“, das man durch beste Silagen etwas reduzieren könnte (vgl. WYSS, 1999, 451f).

Vor 10 oder 15 Jahren hätte sich noch niemand gedacht, dass wieder ein Zeitalter des Hungers und der starken Nachfrage an Lebensmittel kommt. Nach jahrelanger Überschussproduktion muss jetzt festgestellt werden, dass durch die stark wachsende Weltbevölkerung das Ackerland immer weniger wird und die Getreideproduktion weltweit hinter dem Verbrauch zurückbleibt. Tatsachen wie Dürren, Trockenheit, Stürme und starke Regenfälle mit Überflutungen, ausgelöst durch den Klimawandel, spitzen die Lage noch kräftig zu. Es wird für umweltbewusste Treibstoffe gesorgt, um das Klima zu schützen, die aber wiederum wertvolle Futterflächen für den Anbau von Soja und Raps verbrauchen. Der Klimaschutz ist wichtiger als je zuvor, aber nicht um jeden Preis. Die stark steigenden Preise von Lebensmittel und Kraftfutter ziehen auch an der heimischen Landwirtschaft nicht nahtlos vorbei und so müssen die natürlichen Ressourcen besser genutzt werden. Die Erzeugung von qualitativ hochwertiger Silage kann den Kraftfutterverbrauch sehr gut eindämmen, doch erfordert es große Disziplin und Bewusstsein aber auch Mut der Landwirte auf diese Veränderungen zu reagieren. Die Silageerzeugung hat sich in Österreich in den letzten 35 Jahren mehr als verfünffacht, wobei sich der Flachsilo weitgehend durchgesetzt hat, die Ballensilage als flexibles System sich trotzdem stark verbreitet hat. In der Praxis besteht allerdings noch sorgfältiger Beratungsbedarf, vor allem was den Einsatz von Silierzusätzen und deren genaue Dosierung und Verteilung

sowie das genaue Einhalten der Silierregeln betrifft Nur so kann hochwertiges Futter hergestellt und die Natur nachhaltig geschützt werden.

1.2. Problemstellung der Diplomarbeit

Ende Mai 2005 wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Silierversuch mit drei Siliermittelzusätzen angelegt. Die Siliermittel stammen aus den Produktgruppen chemische Siliersäuren und Salze und biologische Silierzusätze. Der Silierversuch S-54 beschäftigte sich vordergründig mit der Frage, inwieweit eine Buttersäuregärung, verursacht durch starke Futtermverschmutzung bzw. Clostridienkontamination, durch den Einsatz von unterschiedlichen Silierhilfsmittel bei Nasssilage bzw. Anwelksilage eingedämmt werden kann.

In der vorliegenden Diplomarbeit werden folgende Fragestellungen bearbeitet:

- Wie stark lässt sich die Gärung durch den Einsatz von Siliermittelzusätzen beeinflussen, im Gegensatz zu unbehandelten Silagen?
- Wie verhält sich die Futtermverschmutzung in den beiden Anwelkstufen in Bezug auf die Gärqualität und auf die Futterqualität?
- In welchem Ausmaß verändert sich die Dynamik der Gärsäuren in den ersten 28 Tagen der Gärung?
- Rechtfertigen die Silierzusätze den ökonomischen Aufwand?

Untersucht wurden Silagen aus einem ersten Aufwuchs einer Dauerwiese. Dabei wurden Proben mit den Anwelkstufen 22 – 25 % TM und 30 – 35 % TM angelegt.

2. Material und Methoden

Die heute angebotenen Siliermittelzusätzen unterscheiden sich in ihren Zusammensetzungen und Wirkungsweisen, deshalb ist es wichtig, bereits vor Beginn der Ernte zu wissen, welcher Zusatz zur jeweiligen Futterpartie passt bzw. ob dieser Zusatz wirklich die Qualität der Silage erheblich verbessern kann, oder ob dieser Einsatz von Silierhilfsmittel eine reine Geld- und Zeitverschwendung ist. Da sich die Erntebedingungen und teilweise die Futtereigenschaften stetig ändern, gibt es für beinahe jede Situation einen passenden Zusatz. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen drei Gruppen:

- ⇒ Zuckerhaltige Zusätze
- ⇒ Chemische Zusätze
- ⇒ Biologische Zusätze

In den Gruppen selbst gibt es noch viele verschiedene Produkte, die sich in ihren Inhaltsstoffen, den Ausbringungsformen, der Dosierung usw. unterscheiden. Jeder Landwirt den für ihn am besten geeigneten Zusatz auswählen. Eine Hilfestellung gibt dabei die von RESCH (2008d) aufgestellte Übersicht von Silierhilfsmittel auf dem österreichischen Markt.

- **Zuckerhaltige Zusätze**

Zu den zuckerhaltigen Silierzusätzen zählen in erster Linie der Silierzucker, die Melasse und auch die Rübenschnitzel. Zucker und Melasse dienen den erwünschten Milchsäurebakterien als Nahrungsquelle. Sie werden für schwer silierbare, proteinreiche Futterarten mit geringem Zuckergehalt, wie z. B. die Leguminosen, empfohlen. Ungeeignet sind diese beiden Zusätze für nasses, verschmutztes oder verregnetes Futter (vgl. KASAL et al., s.a.).

Die Rübenschnitzel weisen eine etwas andere Wirkungsweise auf. Sie haben die Eigenschaft, den Gärstoff zu binden, den TM-Gehalt zu erhöhen und sind wegen des Zuckergehaltes wiederum eine geeignete Nahrungsquelle für Milchsäurebakterien. Zum Einsatz kommen die Rübenschnitzel vor allem bei Feuchtsilagen (vgl. KASAL et al., s.a.).

- **Chemische Zusätze**

Die chemischen Siliermittel lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: die organischen Siliersäuren und deren Salze sowie die so genannten Siliersalze. Ihre Wirkung beruht auf der Absenkung des pH-Wertes und Förderung der natürlichen Säuerung aber gleichzeitig werden auch Gärschädlinge gehemmt bzw. getötet (vgl. THAYSEN et al., 2002, 87)

Von den organischen Säuren finden die Ameisen- und die Propionsäure am häufigsten Verwendung, wobei beide Produkte auch in einer Mischung angeboten werden, um die positiven Effekte beider Säuren optimal nutzen zu können. Bei diesen Siliersäuren und deren Salzen wird die Silierung sowohl durch die Wasserstoffionenabgabe (H⁺) als auch durch den undissoziierten Teil der Säuren beeinflusst. Von beiden Effekten geht eine antimikrobielle Wirkung aus. Die organischen Säuren unterscheiden sich auch hinsichtlich ihrer pH-Wert Abnahme und der bakteriellen Hemmwirkung. Es gilt, dass der Einfluss auf den pH-Wert abnimmt, je mehr Kohlenstoffatome die organische Säure besitzt. Zugleich nimmt aber die antibakterielle Wirkung der höhermolekularen Säuren zu. Die Ameisensäure senkt den pH-Wert am stärksten und die Propionsäure wirkt vorrangig antimykotisch auf die Silage. Eine Hemmwirkung besteht daher insbesondere gegenüber Hefen und Schimmelpilzen, dadurch findet die Propionsäure immer dann Verwendung, wenn die aerobe Stabilität des Futters verbessert werden soll. Ein Problem bei diesen Säure stellt ihre korrosive Wirkung dar, wegen dieser der Umgang mit solchen Produkten erschwert wird. Mit den Siliersalzen wird ein direktes Ausschalten bestimmter Mikroorganismen bzw. -gruppen bewirkt. Oftmals sind es Abbauprodukte der Salze, von denen die keimreduzierende Wirkung ausgeht. So wirkt beispielsweise Nitrit selektiv gegen Clostridien und Listerien, während Milchsäurebakterien kaum beeinträchtigt werden. Je nach Wahl der Siliersalze kann entweder eine Verbesserung der Gärqualität oder der aeroben Stabilität erreicht werden. Im Gegensatz zu den Säuren geht von den Siliersalzen keine oder nur eine geringe korrosive Wirkung aus (THAYSEN et al., 2002, 87).

Wegen dieser Eigenschaften eignen sich diese Zusätze besonders für Futter mit schlechter Vergärbarkeit (Futter mit zu hohem Rohfasergehalt und einem Trockenmassegehalt ab 40 %), für sehr nasses und verregnetes Futter und wenn schon im Vorhinein eine Nacherwärmung zu befürchten ist. Bei dieser Art von Zusätzen ist eine Wartezeit von mind. 28 Tagen bis zur Verfütterung einzuhalten (vgl. KASAL et al., s.a.).

- **Biologische Siliermittel:**

Darunter werden alle Bakterien- und Enzympräparate verstanden. Sie bewirken eine stärkere und schnellere Milchsäuregärung und dadurch kommt es auch zu einer besseren Aufschließung der Nährstoffe. Zu den biologischen Siliermitteln zählen alle Präparate mit folgenden aktiven Bestandteilen:

- Homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien einzeln oder in Mischung
- Präparate aus anderen Mikroorganismen wie zum Beispiel Bacillussporen
- Enzymgemische, meist als Zusatzkomponente in homofermentativen Impfsätzen

Bei den Milchsäurebakterien wird grundsätzlich zwischen zwei Gruppen unterschieden. Zur ersten zählen die vorrangig gärungsfördernden, homofermentativen Arten der Gattungen *Pedococcus* und *Enterococcus* sowie ein Teil der Gattung *Lactobacillus* mit dem wichtigsten Vertreter *Lactobacillus plantarum*. Lösliche Pflanzenzucker wie Saccharose, Fructose und Glucose sowie Fructane werden durch sie überwiegend zu Milchsäure umgesetzt, welche die stärkste Säuerungswirkung aller Gärungsprodukte besitzt. Zur zweiten Gruppe zählen die heterofermentativen Arten, von denen die Vertreter *Lactobacillus buchneri* und *Lactobacillus brevis* in Siliermitteln vorkommen. Bei der heterofermentativen Vergärung entsteht je nach Art des Zuckers neben dem Hauptprodukt Milchsäure auch Ethanol, Mannitol (Zuckeralkohol) und Essigsäure, jeweils gepaart mit der Abgabe von Kohlendioxid. Aus diesem Grund ist ihr Beitrag zur Anfangssäuerung weniger effizient. Durch die Gärgasabgabe in Form von CO₂ entstehen unvermeidlich auch Trockenmasseverluste, die jedoch durch die energiereichen Gärungsprodukte wie zum Beispiel Ethanol teilweise kompensiert werden. Dazu besitzt die Essigsäure auch eine pilzhemmende Wirkung (THAYSEN et al., 2002, 107).

Geeignet sind diese Mittel für Futter mit mittlerer bis guter Vergärbarkeit und für Anweilsilagen. Da diese Präparate sehr anspruchsvoll sind, sollten sie nur bei bester Siliertechnik und nach bestmöglicher Einhaltung der Silierregeln angewandt werden. Absolut ungeeignet sind die biologischen Siliermittel bei Futter mit schlechter Vergärbarkeit und bei sehr nassem und verregnetem Futter. Schlechtes Ausgangsfutter und begangene Silierfehler können aber auch durch den Einsatz von Siliermitteln nicht wettgemacht werden (KASAL et al., s.a.).

2.1. **Versuchsplan Versuch S-54**

Im Jahre 2005 wurde am Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft am LFZ Raumberg-Gumpenstein eine Silierung von Grünlandfutter in zwei Anwelkstufen und vier Varianten durchgeführt.

- ohne Siliermittelzusätze (Kontrolle)
- Versuchsprodukt 1
- EM-Multisil
- BioSil Liquid Plus

2.1.1. **Zusammensetzung und Wirkungsweise der im Silierversuch S-54 eingesetzten Siliermittel**

- **Versuchsprodukt 1:**

Dieser Silierzusatz ist rein mikrobiologisch und setzt sich aus speziell ausgesuchten homofermentativen Milchsäurebakterienstämmen zusammen: *Pediococcus acidilactici* (DSM 16243), *Lactobacillus paracasei* (DSM 16245) und *Lactococcus lactis* (NCIMB 30160).

Dieser Silierzusatz bewirkt eine schnelle und stabile Absenkung des pH-Werts, hemmt dadurch das Chlostridienwachstum und nutzt nebenbei noch das gesamte Kohlenhydratspektrum aus. Die Silage entwickelt ein produkttypisches Aroma und wird von Kühen besonders gern aufgenommen. Das optimierte Zusammenspiel der drei Bakterienstämmen hemmt den vorzeitigen Eiweißabbau. So steht den Kühen mehr Protein für die Milchbildung zur Verfügung (SCHAUMANN, s.a.).

- **EM-Multisil:**

Professor Higa von der landwirtschaftlichen Fakultät der Ryukyu-Universität, Okinawa-Japan, hat in 20-jähriger Forschung eine Mischung von Mikroorganismen entwickelt, die als großartige Hilfe in vielen Bereichen unseres Lebens angeboten wird. Diese Mischung Effektiver Mikroorganismen wird als EM bezeichnet und besteht aus den verschiedenen Arten von Mikroorganismen, die in der Natur gesammelt und in spezifischer Weise gezüchtet wurden. Die wichtigsten Mikroorganismen in

EM sind Milchsäurebakterien, Hefen und Photosynthesebakterien. Selbstverständlich wurden die Effektiven Mikroorganismen nicht genetisch bearbeitet (MULTIKRAFT, s.a.).

Es gibt im Allgemeinen drei Arten von Mikroorganismen:

- abbauende, degenerative, fäulnisbildende Mikroorganismen
- neutrale, opportunistische Mikroorganismen
- abbauende/aufbauende regenerative, fermentaktive Mikroorganismen

Die Effektiven Mikroorganismen lassen sich unter dem regenerativen Typus zusammenfassen. Sie können direkt und indirekt bei allen Substanzen Fäulnis verhindern und somit Lebendiges und die Umwelt gesund erhalten. EM-Mulitsil setzt sich aus zwei Milchsäurebakterienstämmen und einer Brauhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) zusammen. Die Aufgaben dieser Stämme sind die Förderung der Fermentation und die Beschleunigung der pH-Wert Absenkung die infolge eine Verbesserung der aeroben Stabilität bewirken (MULTIKRAFT, s.a.).

- **BioSil Liquid Plus:**

Dieses Produkt gehört in die Gruppe der Siliersalze und besteht vorwiegend aus Konservierungsstoffen, die auch in der Lebensmittelindustrie verwendet werden. Speziell in BioSil Liquid Plus sind die Salze Hexamethyentetramin und Natriumnitrit enthalten (RESCH, 2005). Siliersalze bewirken eine Hemmung bzw. Abtötung von Gärschädlingen. Dadurch kann der zur Milchsäuregärung benötigte Zucker den Milchsäurebakterien offen zur Verfügung stehen. Dies führt zu stabileren Silagen, wodurch Fehlgärungen vermieden werden sollen. Solche Präparate auf Nitritbasis wirken besonders selektiv auf Kolibakterien, Mikrokokken, Clostridien und Listerien (GALLER, 2003).

In Tabelle 1 sind die im Silierversuch S-54 eingesetzten Silierhilfsmittel mit ihren Wirkungsgruppe und dem Inhalt nach Firmenangaben nochmals im Einzelnen aufgelistet.

Silierhilfsmittel	Wirkungsgruppe	Inhalt nach Firmenangaben
Versuchsprodukt 1	biologische Siliermittel	<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>Lc. lactis</i>
EM-Mulitsil	biologische Siliermittel	Zwei Milchsäurebakterienstämme, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (Brauhefe)
BioSil Liquid Plus	Siliersalze	Hexamethyentetramin, Natriumnitrit

Tabelle 1: Zusammensetzung der Siliermittelzusätze (laut Firmenangaben) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

2.1.2. Aufwandmengen bei den Siliermittelzusätzen je Tonne Frischmasse

Dosierung der Silierhilfsmittel / 1000 kg Frischmasse	
Versuchsprodukt 1	2 g + 2 l Wasser
EM-Mulitsil	2,5 l
BioSil Liquid Plus	3 l

Tabelle 2: Applikationsmenge der im Silierversuch S-54 eingesetzten Silierhilfsmittel pro 1000 kg Frischmasse (laut Firmenangaben) für beide Trockenmassestufen am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

2.2. Versuchssilo

Als Lagerbehälter für beide Teilversuche wurden standardisierte Weithalsfässer aus Kunststoff (siehe Abbildung 7) mit einem Fassungsvermögen von je 60 Liter verwendet. Der Deckel dieser Fässer ist mit einem innenliegenden Dichtungsring versehen, der mittels Metallspannring auf dem Behälterrand fixiert wird. Dadurch ergibt sich ein hermetischer Abschluss dieses Gefäßes und der Silo kann ohne Luftzufuhr bis zur Entleerung gären.



Abbildung 7: 60 Liter Weithalsfass als Versuchsgefäß im Silierversuch S-54 an der LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Zusätzlich wurden beim Teilversuch 1 (TM 22 – 25 %) vier PVC-Silos (schematische Darstellung siehe Abbildung 8) mit einem Fassungsvermögen von je 250 Liter verwendet. Dieser Silo ist auf einer Holzpalette fixiert und steht darauf mit zwei „Beinen“. Der Hohlraum zwischen Palette und Siloboden dient als Freiraum für das Abflussrohr und den Ablasshahn. Das Silo hat eine Füllhöhe von 100 cm. Die Innenschicht besteht aus säurefestem Hart-PVC. Isoliert wird dieser Behälter durch einen glasfaserartigen Überzug, der eine Isolationsfähigkeit gleich einer 40 cm starken Ziegelmauer aufweist. Im unteren Teil des Silomantels sind 18 gut isolierte Probeentnahmeöffnungen in drei Höhenkreisen angeordnet, die in diesem Fall aber nicht verwendet wurden, da die Proben während der Gärung aus kleinen ein Liter Einweckgläsern genommen wurden.

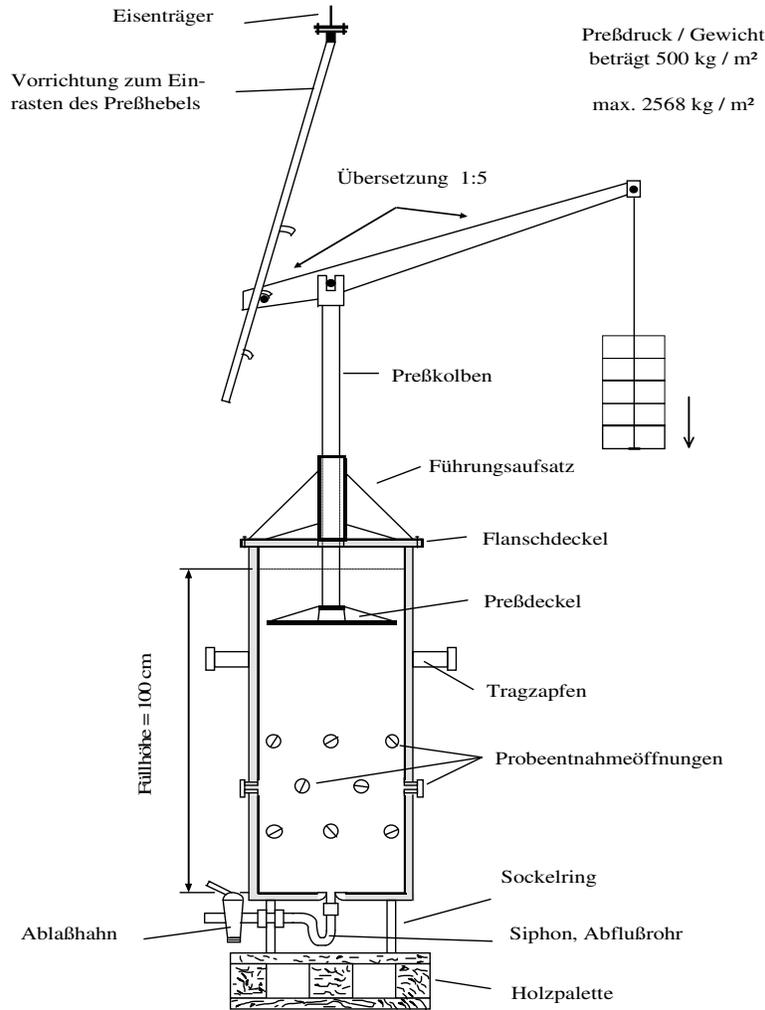


Abbildung 8: schematische Darstellung eines 250 Liter PVC-Silo als Versuchsgefäß im Silierversuch S-54 an der LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Zur Schließung dieses Gefäßes dient nicht wie üblich ein einfacher Deckel, sondern ein Flanschdeckel, der ebenso wie der Kessel selbst aus Hart-PVC besteht und durch eine Glasfaserschicht isoliert wird. An diesem Deckel befindet sich in der Mitte eine Einführung für den Presskolben. Am oberen Verschlussrand befinden sich 16 Verschraubstellen, die fest an dem Silo angebracht sind. Verdichtet wird dieser Flanschdeckel durch einen ziemlich starken Dichtungsring aus einem speziellen Kunststoff. Um den Presskolben in Führung zu halten, wird auf dem Flanschdeckel ein Führungsaufsatz angebracht, der ebenso wie der Deckel festgeschraubt wird.

Da dieses Silo durch sein großes Füllvermögen mechanisch nicht mehr sachgemäß verdichtet werden kann, übernimmt eine spezielle Pressvorrichtung diese Aufgabe. Diese Vorrichtung besteht aus einem Hebelsystem, einem Presskolben und einem Pressdeckel, der aus einem sehr schweren Metall

besteht. Durch diese Einzelteile ist es möglich einen Druck von bis zu 2568 kg / m² auf die Silo-oberfläche auszuüben. In diesem Versuch wurde ein Gewicht von 250 kg / m² gewählt.

Damit auch der anfallende Sickersaft ausweichen kann, wurde der Boden des Silos so angefertigt, dass der Saft in der Mitte zusammen laufen kann (ähnliche Bauweise einem Gully). Um den reinen Sickersaft zu gewinnen befindet sich am Boden des Silos ein Polypropylenrost, der genau dem Boden des Gefäßes angepasst ist. An der Außenseite des Bodens befindet sich ein Siphon mit einem Sickersaftabflussrohr, durch den der Sickersaft über einen PVC-Ablasshahn aufgefangen werden kann.



Abbildung 9: Ein Liter Einweckglas als Versuchsgefäß für die Probeentnahme während der Gärphase im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Um wiederholtes Öffnen der Versuchssilos zu vermeiden, wurden noch zusätzlich pro Anweckgrad und Silierhilfsmittel jeweils vier Proben in ein Liter Einweckgläser (siehe Abbildung 9) angelegt. Diese dienten zur Probenentnahme während der Gärphase.

2.3. Ausgangsmaterial

2.3.1. Pflanzenbestand

Der Gräseranteil in diesem Pflanzenbestand wies mit einem Mittel von 54,8 % einen durchschnittlichen Wert auf, wobei die Gemeine Risppe (*Poa trivialis*) den größten Teil der Gräser ausmachte.

Ebenso lagen der Kräuteranteil mit ~ 20 % und der Leguminosenanteil mit ~ 25 % im optimalen Bereich (vgl. Tabelle 3). Bei dem Versuch handelt es sich um eine Dauerwiese vom ersten Aufwuchs .

Wh	P	Gräser	Leguminosen	Kräuter	WHV
1	98	67	18	15	45
2	98	53	22	25	45
3	99	50	38	12	52
4	99	47	25	28	45
5	99	60	18	22	43
6	98	52	28	20	48
∅	98,5	54,8	24,8	20,3	46,3

Wh = Wiederholungen

P = projektive Abdeckung

WHV = Wuchshöhe
in cm

Tabelle 3: Bonitierung des Pflanzenbestandes am Versuchsfeld (Schätzung in Gewichtsprozent) für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Die Hauptbestandbildner befanden sich bei der Ernte zum Teil im Ähren-Rispenschieben aber auch schon in der Blüte (RESCH, 2006a). Tabelle 4 zeigt die Hauptbestandbildner der Gräser, Kräuter und Leguminosen der Versuchswiese im Silierversuch S-54.

Gräser	Leguminosen	Kräuter
Gemeine Rispe	Weißklee	Kuhblume
Knautgras	Rotklee	Sauerampfer
Wiesenrispe		Scharfer Hahnenfuß
Wiesenfuchsschwanz		Wiesenkerbel
		Kriechender Hahnenfuß
		Weißer Taubnessel
		Geißfuß
		Wiesenbärenklau
		Schlangenknoterich

Tabelle 4: Hauptbestandbildner des Versuchsfeldes E-Werk-Wiese im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

2.3.2. Futterernte und Futterbehandlung

Die Ernte des Versuchsgutes wurde am 30. Mai 2005 vollständig ausgeführt. Die Mahd erfolgte um 8:30 durch einem Steyr 9094 mit Frontmäherwerk bei einer Schnitthöhe von 5 cm. Anschließend wurde das Futter mit einem Kreisler angestreut. Der Futterschwad wurde abhängig von der gewünschten Trockenmasse um 10:30 (22 - 25 % TM) bzw. um 13:00 (30 - 35 %) bereitet und auch die Einfuhr des Erntegutes richtete sich nach den TM-Gehalten und wurde mit 11:00 (22 – 25 %) und 13:30 (30 – 35 %) angesetzt. Die Ernte erfolgte mittels eines Kurzschnittdewagens der mit 24 Messern bestückt war, daraus sich dann eine theoretische Schnittlänge des Siliergutes von 5 cm ergab (RESCH, 2006a).

Zeit	08:30	11:00	13:30	Tageswerte
Temperatur	20,5 °C	27,8 °C	28,4 °C	MW = 18,8 °C
Niederschlag	0 mm	0 mm	0 mm	Σ = 17,3 mm Regen ab 15:00
Wind	0,1 m / s	0,1 m / s	0,1 m / s	MW = 0,1 m / s
Sonne	1 h	1 h	1 h	Σ = 8,3 h Sonne von 06:00 – 14:30

Tabelle 5: Wettersituation am Tag der Ernte des Versuchsgutes für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 (30.05.2005)

Die Wetterlage am Erntetag ist in Tabelle 5 ersichtlich, wonach für die drei Zeitpunkte 08:30 (Zeitpunkt der Mahd), 11:00 (Zeitpunkt der Ernte für die Nassilage mit einer TM von 22 – 25 %) und 13:30 (Zeitpunkt der Ernte für die Anwelksilage mit einer TM von 30 – 35 %) jeweils die Temperatur, der Niederschlag, die Windgeschwindigkeit und die Sonnenstunden gemessen wurden. Der Erntetag gestaltete sich sehr heiß und windstill und brachte ab 15:00 Niederschlag, sodass für die Ernte die besten Bedingungen herrschten.

2.4. Beschickung der Versuchssilos und Verdichtung

Unmittelbar nach der Ernte des Siliergutes wurden die Versuchssilos befüllt. Vom Teilversuch 1 (22 – 25 % TM) wurden Versuche in den 60 Liter Weithalsfässern und zusätzlich in den 250 Liter PVC-Silos angelegt. Vom Teilversuch 2 (30 – 35 % TM) wurden die Proben nur in die 60 Liter Weithalsfässer gefüllt.

Von jedem Silierzusatz wurden vier Versuche angelegt und zusätzlich noch ein kleiner Versuch für diverse Beprobungen in ein Liter Einweckgläsern. Beim Teilversuch 1 wurde von jedem der drei möglichen Zusätze und auch von der Kontrolle eine Probe in einen 250 Liter PVC-Silo gefüllt. Hier wurden 20 Lagen gebraucht, bis eine Füllhöhe von 100 cm erreicht wurde. Eine Lage wurde mit vier kg ausgewogen und in den Silo gefüllt, mit dem jeweiligen Silierzusatz besprüht, mit einem Holzstößel verdichtet und danach mit einer weiteren Lage Erntegut bedeckt. Weiters wurden bei diesem Versuch 60 Liter Weithalsfässer für die Befüllung hergenommen. Bei diesen Fässern wurden allerdings von jedem der drei möglichen Zusätze und auch wieder von der Kontrolle drei Proben angesetzt und zusätzlich noch die kleine Probe in den Einweggläsern. Hier wurden nur 12 Lagen gebraucht um die Füllhöhe zu erreichen. Zum Unterschied zu dem großen Silo wurde bei den kleinen Fässern das Futter bis an den oberen Rand eingefüllt, damit diese luftdicht abgeschlossen werden konnten. Wie schon bei dem großen Silo wurde auch hier nach jeder Charge das Futter mit dem jeweiligen Silierzusatz besprüht. Nur wurde diese Futterlage danach mechanisch mit einem Holzstößel ordentlich verdichtet. Zum Schluss wurde der ganze Inhalt noch niedergetreten, damit wirklich luftdicht abgeschlossen werden konnte.

Die kleinen ein Liter Einweckgläser wurden nach einem etwas anderem Prinzip befüllt. Hier wurden ebenfalls 2,5 kg Erntegut ausgewogen und mit der Menge eines jeden Zusatzes appliziert, der für eine Lage des 60 Liter Fasses gedacht war. Danach wurde die besprühte Frischmasse durchgemischt, so dass sich das Mittel ordentlich verteilen konnte. Das Glas wurde dann mit diesem Gut total befüllt und mit der Hand ordentlich verdichtet damit auch hier luftdicht abgeschlossen werden konnte (RESCH, 2006a).

2.4.1. Verteilung der Silierzusätze

Die Verteilung der einzelnen Silierzusätze wurde mit einer einfachen Sprühflasche für Zimmerpflanzen vorgenommen (siehe Abbildung 10). Es wurden je nach TM-Gehalt und Produkt die jeweiligen Mengen in diese Flaschen eingemessen und über jede Schicht des Siliergutes fein verteilt (RESCH, 2006a). Die Dosiermengen der einzelnen Silierhilfsmittel für die 60 Liter Weithalsfässer und die 250 Liter PVC-Silos, die im Silierversuch S-54 verwendet wurden, werden in Tabelle 6 dargestellt. Dabei wurden in beiden Trockenmassestufen die gleichen Mengen appliziert.



Abbildung 10: Sprühflasche zur Zusatzverteilung im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

	Dosierung für 2,5 kg bzw. 60 Liter Weithalsfässer	Dosierung für 4,0 kg bzw. 250 Liter PVC-Silos
Kontrolle	0 ml	0 ml
Versuchsprodukt 1	5 ml	8 ml
EM-Multisil	6,3 ml	10 ml
BioSil Liquid Plus	7,5 ml	12 ml

Tabelle 6: Applikationsmengen der verschiedenen Siliermittelzusätze für das 60 l Weithalsfass und den 250 l PVC-Silo (beide Trockenmassestufen) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 bei TM 22 – 25 % und TM 30 – 35 %

2.4.2. Abschluss und Verdichtung der Silos

Um einen komplett luftdichten Abschluss zu gewährleisten, mussten die Gefäßränder vor der Abdeckung frei von jeglichen Gräsern, Blättern und Schmutz sein. Deshalb wurde das Siliergut besonders sorgfältig in die Silos gegeben, sodass erst gar keine starke Verschmutzung der Ränder stattfinden konnte.

Der Abschluss der Weithalsfässer erfolgte durch den Kunststoffdeckel mit integrierter Dichtung, sodass direkt auf dem Siliergut keine PVC-Folie mehr nötig war. Dieser Kunststoffdeckel wurde mit einem Spannring zugemacht und dadurch konnte der Silo hermetisch abgeschlossen werden.

Der luftdichte Verschluss der 250 Liter PVC-Silos beläuft sich auf einem komplexen System. Direkt nach der Befüllung wurde das Erntegut mit einer starken Plastikfolie abgedeckt und der Pressdeckel darauf gelegt. Der Behälter wurde dann mit einem Dichtungsring versehen auf dem dann der Flanschdeckel darauf gesetzt wurde. Der Flanschdeckel wurde danach mit Muttern ordentlich an den Verschraubstellen befestigt, damit ein Verrutschen des Deckels nicht mehr möglich war. Auf diesen Deckel wurde ein Führungsaufsatz angebracht durch den am Schluss noch der Presskolben geführt wurde. Dieser wurde durch eine Öffnung im Flanschdeckel gegeben bis er die kleine Wölbung am Pressdeckel erreichte. Um auch dort richtig abdichten zu können, wurde dieser Presskolben vorher leicht eingeölt.

Um nun den notwendigen Druck auf den Pressdeckel ausüben zu können, wurde der Presshebel einerseits auf einer Vorrichtung aufgehängt und in eine kleine Einkerbung im Presskolben gelegt. Am Ende dieses Presshebels wurde ein bestimmtes Gewicht aufgehängt, das durch eine Übersetzung von 1:5 am Presshebel einen Druck von 250 kg / m² ausübte.

2.5. Messungen und Beobachtungen

2.5.1. pH-Wert - Dynamik

Die pH-Messungen von den Futterproben wurden direkt nach dem Befüllen der Versuchssilos und in weiterer Folge in gewissen Zeitabständen (nach 2, 7, 14, 28, 99 Tagen) mit Hilfe eines pH-Meters gemessen. Gemessen wurden ausschließlich die Proben in den Einweckgläsern. Die Messungen erfolgten zu Beginn noch in kürzeren Abständen und nach ziemlicher Stabilisierung des pH-Wertes während der Gärphase wurden die Abstände der Messungen immer größer.

2.5.2. Bonitierung bzw. sensorische Bewertung

Die Bonitierung des Pflanzenbestandes erfolgte anhand der Gewichtsprozenschätzung der Gräser-, Leguminosen- und Kräuteranteile (siehe Tabelle 3). Die Qualität der Silage wurde mit Hilfe der

ÖAG-Sinnenprüfung (Buchgraber, 1999) ermittelt, welche auf dem DLG-Sinnenprüfungsschlüssel (ZIMMER, 1966) basiert (siehe Anhang). Durchgeführt wurde diese sensorische Prüfung von zwei voneinander unabhängigen, qualifizierten Personen, wobei auf die Faktoren Geruch, Gefüge und Farbe ein besonders Augenmerk gelegt wurde. Bei dieser Qualitätsprüfung war für jeden Faktor eine bestimmte Punktzahl zu erreichen, und am Ende wurden diese addiert. Mittels eines Schlüssels wurden die Silage in die Güteklassen 1 = sehr gut bis Güteklasse 4 = verdorben eingestuft. Geprüft wurden die fertig vergorene Silage unmittelbar nach der Entleerung des Versuchssilos und die überlagerte Silage nach einer Woche der Entleerung. Dabei wurde die Silage zusätzlich auf ihre Haltbarkeit unter aeroben Bedingungen geprüft.

2.6. Beprobung der Futterpartien

2.6.1. Beprobung des Ausgangsmaterials

Es wurden direkt nach der Mahd und auch während der Befüllung der Silos je drei repräsentative Grünfutterproben durch händische Entnahme gezogen. Die Entnahme erfolgte zufällige an mehreren Stellen am Versuchsfeld und vom bereits eingebrachten, noch unbehandelten Erntegut. Eine händische Entnahme vom Feld gestaltet sich immer etwas schwierig, da es nicht möglich ist, immer die gleiche Zusammensetzung des Futters zu nehmen. Die botanische Zusammensetzung, der Verschmutzungsgrad aber auch andere Eigenschaften wie der Zuckergehalt des Futters schwanken am Feld zum Teil stark. Zudem wird dann im Labor noch einmal eine für die Analysendurchführung repräsentative Probe genommen. Deshalb ist es sinnvoll immer mehrere Proben an zufälligen Stellen zu ziehen, damit Durchschnittswerte erzielt werden können, die eine wesentlich bessere Aussagekraft aufweisen können.

Um die biologische Aktivität der verschiedenen Mikroorganismen herabzusetzen, wurden diese Proben mit Hilfe von Kühlboxen bei 5 ° C ins Labor des LFZ Raumberg-Gumpenstein gebracht. Ein Teil der Frischmasse wurde für die Frischanalyse vorbereitet bei der unmittelbar der Zucker- und Säuregehalt im Futter sowie der pH-Wert überprüft wurden. Es ist wichtig den Säuregehalt des Futters bereits bei der Frischmasse zu analysieren, da sich bei der Trocknung die Essig- und Buttersäure verflüchtigen und diese danach nicht mehr feststellbar sind. Um dann auf die tatsächliche Trockenmasse des Futters schließen zu können, muss diese nach der Analyse auf die verflüchtigten Fettsäuren korrigiert werden.

Der andere Teil der Proben gelangte in die Trocknungsanlage. Die getrockneten Proben wurden mit einer Schneidmühle auf eine durchschnittliche Korngröße von 1,0 mm gemahlen. Das zerkleinerte Probengut wurde für die gesamte Weender Nährstoffanalyse und auch für die Analyse der OM-Verdaulichkeit verwendet.

2.6.2. Beprobung der zusätzlich angelegten Proben während der Gärphase

Nach Abschluss und Abdichtung der Versuchssilos wurden aus diesen, bis zur Entleerung, keine Proben mehr gezogen. Für alle Proben, die während der Gärphase notwendig waren, wurden eigene Proben in ein Liter Einweckgläsern angelegt. Die Beprobungen wurden in gewissen Zeitabständen durchgeführt wobei als Anhaltspunkt der pH-Wert auch vor dem Abschluss des Silos gemessen wurde. Alle weiteren Messungen fanden nach zwei Tagen, nach sieben Tagen, nach 14 Tagen und nach 28 Tagen statt.

Während der Gärphase war vor allem die Dynamik der Silage interessant. Weiters wurden der Alkoholgehalt, der Zuckergehalt, der Gehalt an NH_4 sowie der Milch- und Essigsäuregehalt bestimmt damit auch bei diesen Werten der Verlauf während der Gärphase deutlich gemacht werden konnte (RESCH, 2006a).

2.6.3. Beprobung der stabilen Silage nach der Entleerung

Nach Beendigung der Gärphase und Öffnung der Versuchssilos erfolgte eine Probenahme mittels eines Nirosta-Stechzylinders (\varnothing 50 mm), der von der Oberfläche bis zum Siloboden eingestochen wurde (siehe Abbildung 11). Durch diesen Einstich quer durch den fertigen Silo war es möglich, von jeder Lage repräsentatives Material zu entnehmen. Um die notwendige Probenmenge zu erhalten, wurde dieser Vorgang mehrmals wiederholt. Diese Proben wurden später in einem Kunststoffbehälter gut durchgemischt und in vier Teilmengen aufgeteilt. Ein Teil ging dabei wiederum ins Chemielabor des LFZ Raumberg-Gumpenstein zur Frischanalyse und ein weiterer Teil wanderte zur Trockenprobenanalyse in den Trockenschrank. Weitere zwei Teilmengen wurden für die mikrobiologische Untersuchung zur AGES-Linz und nach Kapfenberg geschickt. Diese beiden Proben wurden wieder luftdicht in den Plastikbehältern versiegelt und gekühlt auf schnellstem Wege transportiert (RESCH, 2006a).

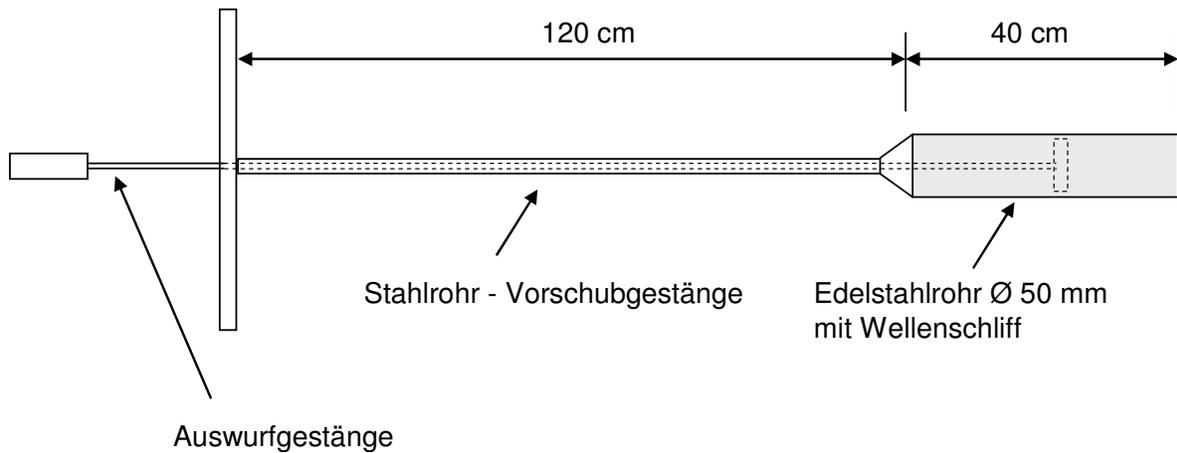


Abbildung 11: Kernbohrer für Silagequerschnittsbeprobungen im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

2.6.4. Proben vom Haltbarkeitstest

Um auch einen Überblick der Haltbarkeit der Silage nach dem Öffnen zu bekommen, wurde ein so genannter Haltbarkeitstest durchgeführt. Dabei wurden die Versuchsilos sieben Tage lang ohne Abdeckung unter aeroben Stressbedingungen in offenen Kunststoffbehältern gelagert. Nach Ablauf der sieben Tage wurde der Zustand der Silagequalität nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999 – siehe Anhang), basierend auf dem DLG-Sinnenprüfungsschlüssel nach ZIMMER (1966), geprüft (RESCH, 2006a).

2.7. Chemische Untersuchungen

Sämtliche chemische Analysen wurden im chemischen Laboratorium (TM, Weender, NH₄, Zucker, Gärsäuren, Ethanol, pH-Wert), die Verdaulichkeit und Netto-Energie-Laktation (NEL) in der Abteilung Grünlandmanagement und Kulturlandschaft des LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt (RESCH und ADLER, 2006, 19f).

2.7.1. Analysenmethoden

Trockenmasse (TM) – Brabender Trockenmasse-Schnellbestimmung

Rohprotein (XP) – Heraeus Macro-N

Rohfaser (XF) – Rohfasermethode mit Fibre-Tec Automat

Rohfett (XL) – Vorschrift 3.0.1 aus dem Methodenbuch der ALVA (Arbeitsgemeinschaft der landwirtschaftlichen Versuchsanstalten Österreichs)

Rohasche (XA) – Veraschung im Muffelofen bei 550 ° C

Ammoniumstickstoff (NH₄-N) – NESSLER Methode

Zucker – VDLUFA modifiziert nach HAAS (1972)

Milch-, Essig- und Buttersäure – Gaschromatographie

OM-Verdaulichkeit – in vitro nach TILLEY & TERRY (1963)

pH-Wert – pH-Meter

Alkohol – Gaschromatographie

NfE – Berechnung aus der Weender Analyse

NEL – Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)

ME – Regressionsgleichung anhand der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (7. Auflage 1997)

Die NEL und ME wurden anhand von bestimmten Regressionsgleichungen für die Frischmasse und die Silage im ersten Aufwuchs bestimmt. Die Gleichungen wurden der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (7. Auflage 1997) entnommen.

2.7.2. Regressionsfaktoren für die in vitro-Ermittlung von ME und NEL

- **Grünfutter vom erste Aufwuchs:**

$$\text{ME [MJ / kg TM]} = \text{dOMD [g / kg TM]} * 0.0177924 - 1.58258$$

$$\text{NEL [MJ / kg TM]} = \text{dOMD [g / kg TM]} * 0.0125344 - 2.20899$$

- **Silage vom ersten Aufwuchs:**

$$\text{ME [MJ / kg TM]} = \text{dOMD [g / kg TM]} * 0.0154725 - 0.00821527$$

$$\text{NEL [MJ / kg TM]} = \text{dOMD [g / kg TM]} * 0.0103979 - 0.767891$$

2.8. Mikrobiologische Untersuchungen

Die Silageproben wurden unmittelbar nach der Probenziehung in die verschraubbaren, 1000ml Weithals-Schraubdosen gepackt, luftdicht abgeschlossen und gekühlt nach Linz geschickt. Dort wurden die Muster bis zur Durchführung der mikrobiologischen Untersuchung bei ca. 5 ° C gelagert, damit die biologische Aktivität in der Silage herabgesetzt wird (RESCH, 2006a).

- **Analysenmethoden:**

Die Keimgehaltsbestimmungen erfolgten grundsätzlich nach VDLUFA-Methode 28.1.2., im Folgenden angeführte Ergebnisse beziehen sich auf die Frischmasse der untersuchten Proben. Die Frischmasse eines Versuchs ist jene Masse, die original aus den Versuchen entnommen wird und ohne weitere Behandlung (z. B. Trocknung) in die Untersuchung geht. Vor der Untersuchung der Proben wurden jeweils ca. 200 g des Materials auf 2 bis 5 cm Länge zerschnitten. Jeweils 20 g Probenmaterial wurden mit 360 ml gepufferter Pepton-NaCl-Lösung im Stomacher suspendiert, mit der gleichen Lösung wurde die Verdünnungsreihe hergestellt. Die zum Erfassen der unterschiedlichen Keimgruppen verwendeten Nährmedien sowie die entsprechenden Kulturbedingungen sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Die untere Erfassungsgrenze lag für die Keimzahl der Clostridien, der Schimmelpilze und Hefen unter 10^2 KBE / g FM (= 10^2 Koloniebildende Einheiten je g Frischmasse). Hefen- und Pilzkeimzahlen wurden auf MHGBT-Agar im Oberflächenverfahren ermittelt. Die Bestimmung der Clostridien sporen wurde in Anlehnung an die von JONSSON (1990) beschriebene Methode nach Pasteurisieren der Probe in modifiziertem RCM-Medium nach dem MPN-Verfahren durchgeführt, in geringem Umfang können mit diesem Verfahren allerdings auf fakultativ anaerobe Sporenbildner mit erfasst werden (RESCH und ADLER, 2006, 20).

Probenvorbereitung	Probe mit einer Schere zerkleinern
Einwaage / Suspendierung	20 g / 360 ml in Stomacher-Beutel
Suspendierungs- / Verdünnungslösung	Gepufferte Pepton-Natriumchlorid-Lösung mit Tween 80

Untersuchungsmethodik

Gruppe von Mikroorganismen	Nährmedien	Technik / Inkubation
Schimmelpilze und Hefen (VDLUFA 2004)	Malzextrakt-Hefeextrakt- Glukose-Bengalrosa-Agar nach SCHMIDT et al. modif. (VDLUFA 2004)	Oberflächenverfahren Inkubation : aerob 7 Tage, 25 ° C
Clostridiensporen (JONSSON 1990, ADLER 2002)	RCM-Medium (Oxoid) supplementiert mit 0,05 g / l Neutralrot 0,20 g / l D-Cycloserin	Inkubation: aerob 24 h 30 ° C anschl. 48 h 37 ° C 1 bis 2 Tage 37 ° C

Tabelle 7: Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Silageflora, Kurzbeschreibung von Probenvorbereitung und Untersuchungsmethodik im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

2.9. Statistische Auswertungen

2.9.1. Software

- SPSS 12.0
- Statgrafics 5.1

2.9.2. Methodik

2.9.2.1. Einfaktoriell

Die einfaktorielle Statistik für die Auswertung der Daten im Silierversuch S-54 wurde mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt, mit der mehrere Mittelwerte zugleich un-

tersucht werden konnten. Mit diesem Modell war es möglich, die Unterschiede der Mittelwertdifferenzen bei der Trockenmassstufe und der Silierhilfsmittelvariante zugleich auf Signifikanzen zu überprüfen. Als Test auf signifikante Unterschiede wurde der F-Test herangezogen. Mit Hilfe der deskriptiven Statistik wurden Mittelwerte, Standardabweichung und –fehler, die Konfidenzintervalle für die Mittelwerte sowie Minimum und Maximum für die Vergleichsgruppen erstellt. Um die Gleichheit der Varianzen feststellen zu können, wurde zur Prüfung der Homogenität der Varianzen der Levene-Test genommen. Anhand der Ergebnisse des Levene-Tests wurde im Weiteren die Art des multiplen Mittelwertvergleichs gewählt, um endgültig signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle und den Siliermittelvarianten feststellen zu können. Ergab der P-Wert in der Levene-Statistik einen Signifikanzlevel $< 0,05$ wurde als solcher der Dunnett-T3-Test gewählt, welcher keine Varianzgleichheit voraussetzt. Lag der P-Wert beim Test auf Homogenität der Varianzen jedoch über $0,05$, musste als multipler Mittelwertvergleich der Bonfferoni-Test angewandt werden, weil dieser Varianzgleichheit voraussetzt.

2.9.2.2. Mehrfaktoriell

Die mehrfaktoriell statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels des GLM-Modells (General Linear Model). Der Vorteil in diesem Modell liegt darin, dass fixe Faktoren wie z.B. die Trockenmassstufe und die Silierhilfsmittelvariante und quantitative Faktoren (z.B. Rohasche) herangezogen werden, um die Streuung einer abhängigen Variablen (z.B. Buttersäuregehalt) zu erklären. Dabei werden die quantitativen Faktoren gleichgeschaltet, d.h. es wird für den Rohaschegehalt für alle Wiederholungen der ausgewerteten Proben ein mittlerer Wert angenommen. Diese Gleichschaltung bewirkt, dass große Schwankungsbereiche in der Rohasche ausgeschaltet werden und somit die statistische Bewertung der fixen Faktoren verschärft wird.

2.9.2.3. Interpretation der Ergebnisse für beide Methoden

Die Interpretation erfolgt anhand der Ergebnisse aus der Varianzanalyse, wobei der P-Wert die bedeutendste Rolle spielt. Liegt der P-Wert $< 0,01$ so geht man von einem hoch signifikanten Einfluss auf den Parameter aus, d.h., dass z.B der Faktor Trockenmassstufe einen gesicherten Einfluss auf den Parameter Buttersäure hat. Bei einem P-Wert von $< 0,05$ ist der Einfluss des Faktors auf den Parameter signifikant, d.h. es besteht ein Einfluss und wenn der P-Wert zwischen $0,05$ und $0,10$ liegt, spricht man von einer Tendenz. Der Faktor Trockenmassstufe hat somit keinen gesicherten sondern einen tendenziellen Einfluss auf den Gärparameter Buttersäure. In der Darstellung der sta-

tistischen Ergebnisse, die einen quantitativen Faktor mit einbezogen haben (mehrfaktorielle Auswertung), sind neben dem P-Wert der Mittelwert und der Regressionskoeffizient wichtig. Der Regressionskoeffizient gibt an, wie sich die abhängige Variable (z.B. Buttersäure) verändert, wenn die Regressionsvariable (z.B. Rohasche) um eine Einheit (= 1 g/kg TM) ansteigt.

Der Markt bietet in der heutigen Zeit bereits eine breite Palette an Silierhilfsmittel mit unterschiedlichsten Zusammensetzungen und Wirkungsbereichen an. Somit hat der Landwirt die Möglichkeit, das für sein Futter passende Präparat unter den Möglichkeiten der zuckerhaltigen, chemischen und biologischen Zusätzen auszuwählen. Der Silierversuch S-54 beschränkte sich dabei, mit der Frage der Wirksamkeit von Silierhilfsmittel auf die Gär- und Futterqualität bei zwei Anwelkstufen, auf die drei Mittel Versuchsprodukt 1 (Bakterien-Impfpräparat als biologischer Zusatz), EM-Multisil (effektive Mikroorganismen als biologischer Zusatz) und BioSil Liquid Plus (Siliersalz als chemischer Zusatz). Das Grünfutter wurde für den Versuch in 60-Liter Weithalsfässer, 250 Liter PVC-Silos und ein Liter Einweckgläser angelegt, wobei während der Befüllung der Silos auf eine exakte Verteilung der Silierhilfsmittel geachtet wurde. Um nun aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden vor, während und nach der Gärphase Messungen, sensorische Beprobungen und Bewertungen durchgeführt. Wichtig für die Gärqualität in den Silos war dabei die pH-Wert Dynamik, die für den Silierversuch S-54 alle zehn Tage gemessen wurde. Des Weiteren wurden von den angelegten Proben chemische Untersuchungen im chemischen Laboratorium des LFZ Raumberg-Gumpenstein und mikrobiologische Untersuchungen in der AGES-Linz gemacht. Zur Auswertung der Ergebnisse wurde mittels der Softwareprogramme SPSS 12.0 und Statgrafics 5.1 eine ein- und multifaktorielle Statistik erstellt, anhand dieser treffende Aussagen im Kapitel „Ergebnisse und Diskussion“ gemacht werden konnten.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Theoretische Einschätzung des Siliererfolges

Der Rohproteingehalt im Ausgangsmaterial ist wichtig für die spätere Gärqualität der Gärsäuren und im Weiteren auch für die gesamte Qualität der Silage. Um eine optimale Gärqualität der Silage zu erreichen ist es wichtig, ein optimales Rohprotein : Zucker-Verhältnis zu erreichen. Wenn mehr Rohprotein als Zucker im Ausgangsmaterial festgestellt wird, kann von den Milchsäurebakterien aufgrund des geringen Zuckergehaltes nicht genug Säure gebildet werden und es kommt zur Abpufferung der Säure („Pufferkapazität“). Der pH-Wert kann nicht unter den kritischen Wert von 4,0 abgesenkt werden, was wiederum Fehlgärungen zur Folge hat. Wenn mehr Säure gebildet werden muss, braucht das wiederum sehr viel Zucker, der dann meistens durch Silierzusätze hinzugefügt werden muss (vgl. WEISSBACH et al., 1977).

Der mittlere Rohproteingehalt lag beim Futter für diesen Versuch bei 153,84 g/kg TM, der mittlere Zuckergehalt lag bei 21,17 g/kg TM. Aus diesen Werten ergibt sich ein Rohprotein : Zucker-Verhältnis von 1 : 0,14. Dieses Verhältnis ist als negativ einzustufen, da der Zuckergehalt deutlich niedriger ist als der Proteingehalt. Während der Anwelkphase konnte ein deutlicher Anstieg des Zuckers erreicht werden, der dann bei der Nasssilage im Durchschnitt bei 41,26 g/kg TM und bei der Anwelksilage bei 49,89 g/kg TM lag. Der Rohproteingehalt blieb während der Anwelkphase ziemlich genau auf dem gleichen Niveau, sodass sich vor der Befüllung ein Rohprotein:Zucker-Verhältnis von 1 : 0,26 bei der Nasssilage und 1 : 0,34 bei der Anwelksilage ergab. Somit konnte eine leichte Verbesserung dieses Verhältnisses erwirkt werden.

Die Pufferkapazität ist diejenige Menge an Milchsäure, die zur Ansäuerung der Silage auf einen pH-Wert von 4,0 erforderlich ist. Der durchschnittliche Milchsäuregehalt im Futter direkt nach der Mahd ergab einen Wert von 22,7 g/kg TM. Der Zuckergehalt und die Pufferkapazität müssen berücksichtigt werden, wenn die Vergärbarkeit des Ausgangsmaterials eingeschätzt werden möchte. Dabei wird der Zuckergehalt in Beziehung zur Pufferkapazität gesetzt, das den Z/PK - Quotienten ergibt (vgl. WEISSBACH et al., 1977, 10). Aufgrund des niedrigen Zuckergehaltes im Silierversuch S-54 lag der Z/PK – Quotient nach der Mahd bei 0,93. Dieses Futter wäre ohne Anwelkung laut WEISSBACH et al. (1977, 23) als „schlecht silierbar“ einzustufen und die Bildung von Buttersäure ist mit einer großen Sicherheit gegeben. Das Material dieses Versuches wurde aber auf zwei Trockenmassestufen angewelkt. Die Anwelkstufe 1 wies einen TM-Gehalt von 25 % auf. Der Zuckergehalt stieg während der Anwelkung in dieser Trockenmassestufe knapp um die Hälfte an und

lag bei durchschnittlich 41,3 g/kg TM, wobei sich ein Z/PK – Quotient von 1,63 ergab. Dieses Futter wird nach WEISSBACH et al. (1977, 23) als „unsicher zu silieren“ eingestuft und eine Buttersäuregärung ist in diesem Fall nicht auszuschließen. Um bei dieser Trockenmasse ein gut silierbares Futter zu erhalten, müsste der Z/PK – Quotient bei mind. 2,5 liegen. Die Anwelkstufe 2 erreichte einen TM-Gehalt von 32 % und man konnte einen weiteren Anstieg des Zuckergehaltes auf durchschnittlich 49,9 g/kg TM verzeichnen. Hier ergab sich ein Z/PK – Quotient von 2,16, womit das Futter nach WEISSBACH et al. (1977, 23) für „gut silierbar“ eingestuft werden konnte (siehe Abbildung 12). In dieser Einstufung kann eine Buttersäuregärung ausgeschlossen werden, da genügend Zucker für die Milchsäurebakterien vorhanden ist. Aus diesen Werten lässt sich ableiten, dass mit dem gleichen Ausgangsmaterial nur durch Anwelkung aus einem schlecht silierbaren Futter ein gut silierbares Futter entstehen kann, da der Zuckergehalt im Futter durch die Anwelkung sehr stark ansteigt und die Pufferkapazität nahezu gleich bleibt.

Das erntereife Dauerwiesenfutter vom ersten Aufwuchs wies einen durchschnittlichen Rohfasergehalt von 252 g/kg TM auf. Bei einer Schnitthöhe von fünf cm ergab der Rohaschegehalt im Durchschnitt 164 g/kg TM, daraus lässt sich schließen, dass die Futtermverschmutzung über dem tolerierbaren Wert von zehn Prozent (100 g/kg TM) lag. Es stellte sich damit eine starke Futtermverschmutzung ein. Die Futterqualität, obwohl eine Verdaulichkeit der organischen Masse von 75 % vorlag, war in diesem Versuch eher schlecht, wobei die relativ niedrige Nettoenergie-Laktation von 5,7 MJ/kg TM auf die starke Futtermverschmutzung zurückzuführen ist. Im Vergleich zu Analysendaten aus der ÖAG-Futterwerttabelle (RESCH et al., 2006), die eine NEL von 6,1 MJ/kg TM für ein gleichwertiges Futter aufweist, ist dieses Dauerwiesenfutter als unterdurchschnittlich zu bewerten.

Aus Abbildung 12 geht hervor, dass die Gärung bei gegebenen Z/PK-Quotienten umso besser verläuft, je höher der Trockensubstanzgehalt ist. Der Bereich, in dem der Konservierungserfolg unsicher ist, wird nach oben durch eine rote Linie begrenzt, die zur Schätzung der Vergärbarkeit dient. Diese Grenzwertlinie gibt den Mindesttrockenmassegehalt in Abhängigkeit vom Z/PK-Quotienten an. Grünfutter, dessen tatsächlicher Trockenmassegehalt diesen Grenzwert nicht erreicht, bietet keine Sicherheit für das Entstehen einer buttersäurefreien Silage. Grünfutter, dessen natürlicher oder durch das Anwelken eingestellter Trockensubstanzgehalt diese Grenzlinie erreicht oder überschreitet, lässt mit großer Sicherheit buttersäurefreie und mit hoher Wahrscheinlichkeit stabile, milchsäure Silagen erwarten (WEISSBACH et al., 1977, 22ff).

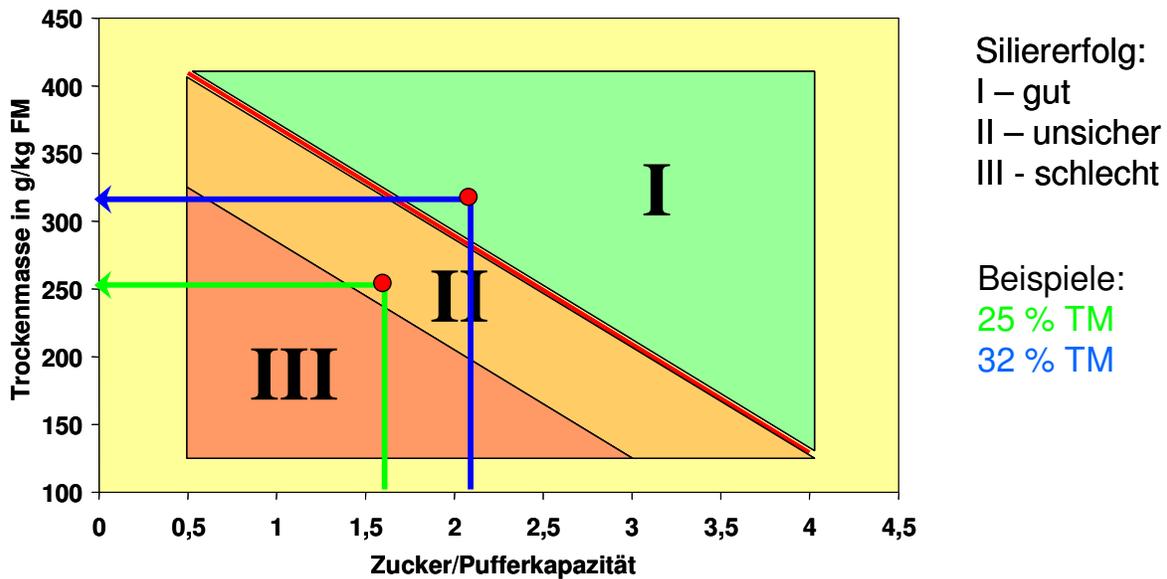


Abbildung 12: Konservierungserfolg bei der Silierung von Dauerwiesenfutter, 1. Aufwuchs im Silierversuch S-54 (WEISSBACH et al, 1977, 23) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Bei der Nasssilage im Versuch S-54 betrug der durchschnittliche TM-Gehalt 251,08 g/kg Frischmasse. Der TM-Gehalt in der Anwelksilage ergab 321,84 g/kg Frischmasse. Nach WEISSBACH et al. (1977, 10f) gibt es eine Mindest-Trockenmasse, die erzielt werden muss, um sicherzustellen, dass eine buttersäurefreie Vergärung des Grünfutters gewährleistet werden kann. Je niedriger nämlich der Trockensubstanzgehalt des Siliergutes ist, umso stärker muss es angesäuert sein, damit die Buttersäuregärung verhindert wird. Für das „schlecht“ silierbare Ausgangsmaterial müsste mit diesem Z/PK-Quotienten (0,93) der Mindesttrockenmassegehalt bei knapp 38 % liegen, um einen guten Konservierungserfolg erzielen zu können. Das „unsicher“ silierbare Material im Versuch S-54 bei der Befüllung, hatte für die Voraussetzung einer buttersäurefreien Gärung einen zu niedrigen Trockenmassegehalt. Der Mindest-TM-Gehalt müsste für einen Z/PK – Quotienten von 1,63 laut WEISSBACH et al. (1977) bei knapp 32 % liegen. Das leicht silierbare Ausgangsmaterial, bei der Befüllung, müsste mit dem erreichten Z/PK-Quotienten von 2,16 einen Mindesttrockenmassegehalt von 27,5 % haben, um einen guten Konservierungserfolg ohne Buttersäure zu gewährleisten. Aufgrund der tatsächlich erreichten Trockenmasse von ~ 32 % besteht demnach eine hohe Wahrscheinlichkeit, eine buttersäurefreie Gärung zu erreichen (siehe Abbildung 12).

3.2. Gärqualität

3.2.1. Gärsäuremuster

Eine Frage in dieser Diplomarbeit umfasst den wichtigsten Teil zur Entstehung einer Silage und behandelt das Thema: Wie stark lässt sich die Gärung durch den Einsatz von Siliermittelzusätzen beeinflussen, im Gegensatz zu unbehandelten Silagen? Das gesamte Gärsäuremuster ließ eine leichte Fehlgärung erkennen, da trotz des relativ hohen Anteils an Milchsäure in der Anwelkstufe 1 (25 % TM) mit durchschnittlich 45,31 g/kg TM und in der Anwelkstufe 2 mit 33,53 g/kg TM, die Essigsäure mit 11,30 g/kg TM bei der Nasssilage und 10,89 g/kg TM bei der Anwelksilage ziemlich hoch war (siehe Abbildung 13 und Tabelle 8).

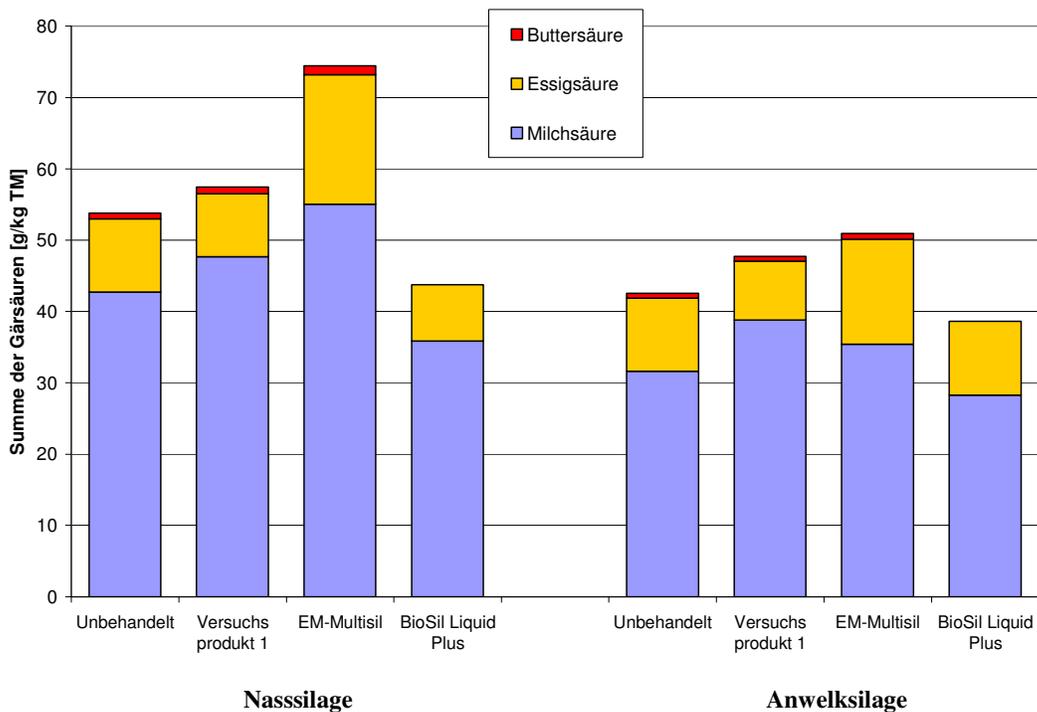


Abbildung 13: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf das Gärsäuremuster im Silierversuch S-54 (nach 98 Lagerungstagen) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Das Gärsäuremuster in diesem Versuch deutet auf eine heterofermentative Milchsäuregärung hin. Bei der heterofermentativen Gärung entstehen neben dem Hauptprodukt Milchsäure, auch noch Ethanol, Mannitol und Essigsäure, jeweils gepaart mit der Abgabe von Kohlendioxyd. Die Essigsäure ist wie die Buttersäure eine flüchtige Säure, die schon beim Öffnen des Silos durch einen bestimmten stechenden, nach Essig riechenden Geruch festgestellt werden kann. Durch die Abgabe

von CO₂ kommt es auch zu Trockenmasseverlusten, weshalb die Anwesenheit von zuviel Essigsäure eher unerwünscht ist. Als gute Eigenschaft besitzt diese Säure die Fähigkeit, das Pilzwachstum zu hemmen (vgl. THAYSEN et al., 2002, 107). Die Summe der Gärssäuren, jeweils für die Nass- und Anwelksilage (57,36 g/kg TM und 44,95 g/kg TM), ist im Vergleich zu den bisherigen Werten von unbehandelten Silagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993) weit unter dem Durchschnitt. Abbildung 14 zeigt die Verteilung der Praxissilagen aus dem Silageprojekt im Zusammenhang zwischen Trockenmasse- und Gesamtsäuregehalt. Demnach müsste eine Silage mit der durchschnittlichen TM von 25 % einen Gesamtsäuregehalt von 145 g/kg TM und eine Silage mit einem durchschnittlichen TM-Gehalt von 32 % einen Gesamtsäuregehalt von 95 g/kg TM aufweisen können. Die Berechnung des theoretischen Gesamtsäuregehaltes erfolgte mittels einer bestimmten Regressionsgleichung die in diesem Fall wie folgt lautet: $y = 587,44 e^{-0,0056 x}$.

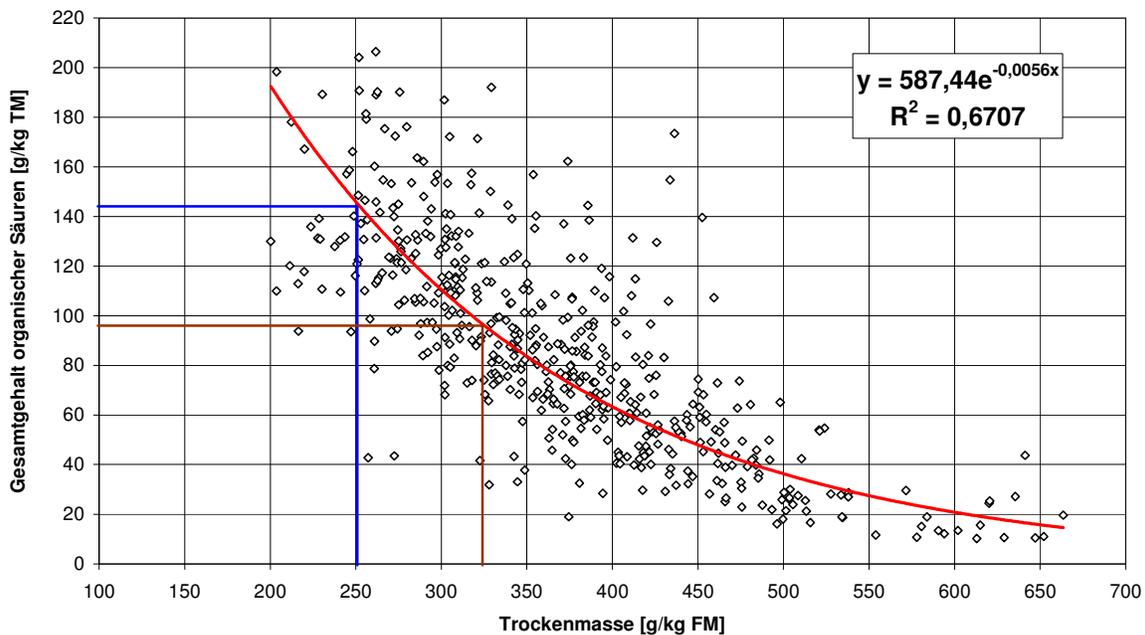


Abbildung 14: Zusammenhang zwischen Trockenmasse- und Gesamtsäuregehalt von unbehandelten Silagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993)

3.2.1.1. Buttersäure

Ob nun ein Wiesenfutter erfolgreich vergärt ist, kann durch den Gehalt an Buttersäure festgestellt werden. Durch starke Futterschmutzung gelangen die im Boden weit verbreiteten Buttersäure-

bakterien (Clostridien) in den Futterstock. Trotz der hohen Verschmutzung des Versuchsgutes, bei einem durchschnittlichen Rohaschegehalt aller Varianten von 21,7 % in der Nasssilage und 16,2 % in der Anwelksilage, hat sich die Buttersäuregärung sehr zurückgehalten. Bei den beiden Anwelkstufen waren zwischen den verschiedenen Möglichkeiten keine großen Unterschiede zu sehen, wobei bei den Varianten BioSil Liquid Plus in beiden Anwelkstufen keine Buttersäure zu finden war. Anzumerken ist, dass bei dem Silierzusatz EM-Multisil, die Buttersäure mit 1,26 g/kg TM (25 % TM) und 0,81 g/kg TM (32 % TM), im Vergleich zu den anderen Zusätzen und auch zur unbehandelten Kontrolle, am höchsten war (siehe Tabelle 8).

Variante	25 % Trockenmasse				32 % Trockenmasse			
	MS g/kg TM	ES g/kg TM	BS g/kg TM	SäurenGes. g/kg TM	MS g/kg TM	ES g/kg TM	BS g/kg TM	SäurenGes. g/kg TM
Kontrolle unbehandelt	42,72	10,24	0,80	53,75	31,60	10,29	0,64	42,53
Versuch- produkt 1	47,67	8,85	0,93	57,46	38,81	8,24	0,65	47,70
EM-Mutisil	55,03	18,17	1,25	74,46	35,42	14,70	0,82	50,93
BioSil Liquid Plus	35,84	7,93	0,00	57,36	28,28	10,34	0,00	38,63

Tabelle 8: Gesamtsäurezusammensetzung der Silagen im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Um Signifikanzen zwischen den verschiedenen Möglichkeiten der Silierzusätze im Gegensatz auf die unbehandelte Kontrolle sichtbar zu machen, wurden statistische Analysen der einzelnen organischen Säuren mit der Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen durchgeführt.

Bei der Nasssilage ergab die Levene-Statistik der Buttersäure einen Signifikanzlevel von 0,003. Da dieser Wert $< 0,05$ liegt, musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianzgleichheit voraussetzt, der Dunnett-T3 Test. Durch diesen Test konnte sichtbar gemacht werden, ob signifikante Unterschiede der Siliermittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle bestanden. Eine Signifikanz ergaben die Varianten EM-Multisil (positiv) und BioSil Liquid Plus (negativ) gegenüber der Kontrolle, das heißt, dass der Wert von EM-Multisil um sehr viel höher und der Gehalt an Buttersäure in BioSil Liquid Plus sehr viel niedriger war, als jener Wert in der unbehandelten Variante. Bei der Anwelksilage ergab die statistische Auswertung ein Signifikanzlevel von 0,062. Bei diesem Ergebnis wurde ein multipler Mittelwertvergleich gewählt, der eine Varianzgleichheit voraussetzt, der Bonferroni-Test. Eine Signifikanz (negativ), und somit eine starke Abweichung, gegenüber der Kontrolle ergab nur der Silierzusatz BioSil Liquid Plus (siehe Tabelle 10).

In der statistischen Auswertung der Buttersäuregehalte wurden, mittels der einfaktoriellen ANOVA, nur fixe Effekte (Siliermittelvariante, Trockenmassestufe) hergenommen. Die Frage dabei war, ob es zwischen den einzelnen Varianten in jeweils einer Trockenmassestufe einen signifikanten Unterschied zur unbehandelten Kontrolle gab. Es konnten somit keine Zusammenhänge bzw. Wechselwirkungen der Buttersäuregehalte zwischen den Trockenmassestufen und den Silierhilfsmitteln hergestellt werden. Der Silierversuch S-54 beschäftigte sich vordergründig mit der Frage der Futterschmutzung und im Weiteren mit der Buttersäuregärung. Aufgrund dessen wurde im Gärparameter Buttersäure eine multifaktorielle statistische Datenauswertung gemacht und zusätzlich zu den fixen Faktoren ein numerischer Parameter (Regressionsvariable), nämlich die Rohasche dazugenommen. Da es im Silierversuch S-54 zwei verschiedene Trockenmassestufen gab, traten in der Futterschmutzung sehr weitreichende Rohaschegehalte auf (geringster Wert 15,7 % und höchster Wert 22,5 % XA). Um nun zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu gelangen, war es notwendig einen Mittelwert der Regressionsvariabel (Rohasche) von 189,49 g/kg TM zu bestimmen, da ansonsten der multifaktorielle Vergleich keine anschaulichen Ergebnisse gebracht hätte. Unter Konstanz der Rohasche zeigten sich nun deutliche Unterschiede bei den Silierhilfsmitteln (P-Wert 0,0406), d.h., dass die Rohasche einen signifikanten Einfluss auf die Varianten hatte. Mit dieser Statistik können 39,62 % der Einflüsse durch die Rohasche auf den Buttersäuregehalt erklärt werden. Der Regressionskoeffizient (0,02) sagt nun aus, wenn die Rohasche um eine Einheit (um ein g/kg TM) steigt, so steigt auch der Buttersäuregehalt um 0,02 g/kg TM. Die Trockenmassestufe hatte mit einem P-Wert von 0,0518 gerade keinen Einfluss mehr auf die Buttersäure im Silierversuch S-54.

- **Multifaktorielle Auswertung der Buttersäure**

Die Ergebnisse der Buttersäuregärung im Silierversuch S-54 wurden bisher mittels der einfaktoriellen ANOVA auf Signifikanzen zwischen den Silierhilfsmitteln und der Kontrolle geprüft. Das Versuchsdesign ist zweifaktoriell aufgebaut (Faktor 1 = Trockenmassestufe; Faktor 2 = Silierzusätze), deswegen ist es in der Hauptfrage erforderlich eine multifaktorielle Varianzanalyse durchzuführen, um gleichzeitig die Zusammenhänge beider Faktoren bzw. deren Wechselwirkung auf den Buttersäuregehalt zu ermitteln.

Da es im Silierversuch S-54 zwei verschiedene Trockenmassestufen gab, traten in der Futterschmutzung sehr weitreichende Rohaschegehalte auf (geringster Wert 15,7 % und höchster Wert

22,5 % XA). Aufgrund der Tatsache, dass die Rohaschegehalte in den einzelnen Varianten und Wiederholungen stark differenzierten, war die zusätzliche Implizierung des Merkmals Rohasche als Regressionsvariable in das GLM-Modell (siehe Kapitel Material und Methoden – Statistische Auswertungen) vorteilhaft, weil damit dieser Faktor gleichgeschaltet wurde.

	Quadratsumme	Freiheitsgrade	Mittel der Quadrate	F-Wert	P-Wert
TM_Stufe	1,2424	1	1,2424	4,34	0,0518
SHM	2,91608	3	0,972026	3,39	0,0406
RA_GKG	1,13371	1	1,13371	3,96	0,0621
Differenz	5,15605	18	0,286447		
Summe (korrigiert)	8,53999	23			
r^2	39,6247%				
Regressionskoeffizient	0,0191759				

Tabelle 9: Statistische Bewertung der fixen Einflussfaktoren (Trockenmassestufe und Silierhilfsmittel) und des quantitativen Einflussfaktors (Rohaschegehalt) mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Unter Konstanz der Rohasche zeigten sich nun signifikante Unterschiede (in Tabelle 9 mit rotem Kreis gekennzeichnet) im Faktor Silierhilfsmittel (P-Wert = 0,0406). Mit dem GLM-Modell (General Linear Model) können 39,6 % (r^2) der Streuung des Buttersäuregehaltes erklärt werden. Der Regressionskoeffizient beträgt + 0,02, d.h. wenn die Rohasche um eine Einheit (um 1 g/kg TM) steigt, so steigt der Buttersäuregehalt um 0,02 g/kg TM. Die Trockenmassestufe (P-Wert = 0,0518) und die Rohasche (P-Wert = 0,0621) hatten einen tendenziellen Einfluss auf den Buttersäuregehalt unter den Bedingungen im Silierversuch S-54 (vgl. Tabelle 9).

3.2.1.2. Essigsäure

Die Essigsäure ist bei beiden Anwelkstufen in jeder Probe ungefähr gleich, bis auf die Probe mit dem Silierzusatz EM-Multisil. Hier ist bei beiden Anwelkstufen mit 18,17 g/kg TM (25 % TM) und 14,69 g/kg TM (32 % TM) am meisten Essigsäure zu verzeichnen. Die viele Essigsäure in der Silage gibt Auskunft darüber, dass im Gärverlauf eine heterofermentative Gärung stattgefunden hat, die

in diesem Versuch ziemlich stark vorhanden war. Bei der Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab sich bei der Nasssilage ein Signifikanzlevel von 0,18, wobei danach ein multipler Mittelwertvergleich mit dem Bonferroni-Test durchgeführt wurde. Die Variante EM-Multisil ergab einen signifikanten Unterschied zur unbehandelten Variante, wobei die Differenz der beiden Möglichkeiten 7,93 g/kg TM ergab. Bei der Anwelksilage ergab die Levene-Statistik einen Signifikanzlevel von 0,027, das wiederum einen multiplen Mittelwertvergleich, ohne Voraussetzung der Varianzgleichheit, verlangt. Der Dunnett-T3 Test ergab keine signifikanten Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 10).

Um die Versuchsergebnisse im Gegensatz zu praktischen Ergebnissen zu veranschaulichen, wird in Abbildung 5 die Verteilung der Essigsäuregehalte aus zwei Silageprojekten aus Österreich im TM-Bereich 25 – 30 % dargestellt. Bei 1.005 Silagen aus der Praxis, über den gesamten Trockenmassebereich, konnten keine Essigsäuregehalte über 57 g/kg TM gefunden werden. Der mittlere Essigsäuregehalt in Praxissilagen mit einer Trockenmasse von 25 – 31 % beträgt 16,7 g/kg TM (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; und dem Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005) mit einer Standardabweichung (s) von +/- 10 g/kg TM (RESCH und ADLER, 2006, 22). Die Variante EM-Multisil überschreitet diesen Durchschnitt um 1,47 g/kg TM, wobei aber der durchschnittliche Essigsäuregehalt aller Varianten bei der Nasssilage mit 11,30 g/kg TM unter dem Durchschnitt der Praxissilagen liegt. Bei der Anwelksilage war der durchschnittliche Gehalt an Essigsäure mit 10,89 g/kg TM generell unter diesem Durchschnitt (siehe Abbildung 15).

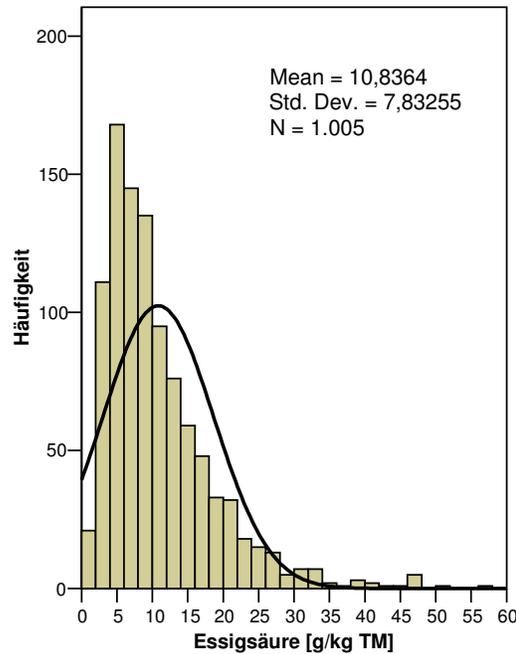


Abbildung 15: Verteilung Essigsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005)

3.2.1.3. Milchsäure

Die Milchsäure ist in der Silage die wichtigste Komponente, um qualitätsreiches Futter für die Tiere zu erhalten. Die Aufgabe der Milchsäurebakterien ist es, so rasch und nachhaltig als möglich die Milchsäure zu bilden, um die notwendige konservierende Wirkung durch die Milchsäuregärung zu erreichen. Die Milchsäure war die, in allen Varianten der beiden Trockenmassestufen, am meisten vorkommende Gärssäure. In der Nasssilage betrug der Gesamtgehalt an Milchsäure durchschnittlich 45,31 g/kg TM. Etwas niedriger lag der Gehalt an Milchsäure mit 33,53 g/kg TM in der Anwelksilage. Besonders hervorzuheben ist die Variante EM-Multisil, die mit ihren 55,03 g/kg TM in der Anwelkstufe 25 % TM weit über den Durchschnitt geht und in der Anwelkstufe 32 % TM wäre als Spitzenreiter die Variante Versuchsprodukt 1 mit 38,81 g/kg TM zu erwähnen. Trotz des Hauptbestandteiles an Milchsäure in dieser Variante konnte aber kein signifikanter Unterschied zur unbehandelten Silage beobachtet werden. Die Variante BioSil Liquid Plus hatte mit Abstand den geringsten Anteil an Milchsäure mit 35,84 g/kg TM in der Nasssilage und 28,28 g/kg TM in der Anwelksilage (vgl. Tabelle 8 und Abbildung 13).

Bei der Milchsäuregärung ist neben den Gehalten bei der Entleerung auch die Dynamik während der Gärphase interessant. In Abbildung 16 sieht man in der Milchsäuredynamik der Anwelkstufe 25 % TM keine gravierenden Unterschiede zwischen den Varianten. Die Gärung erfolgte bei allen im gleichen Ausmaß und in gleicher Dynamik.

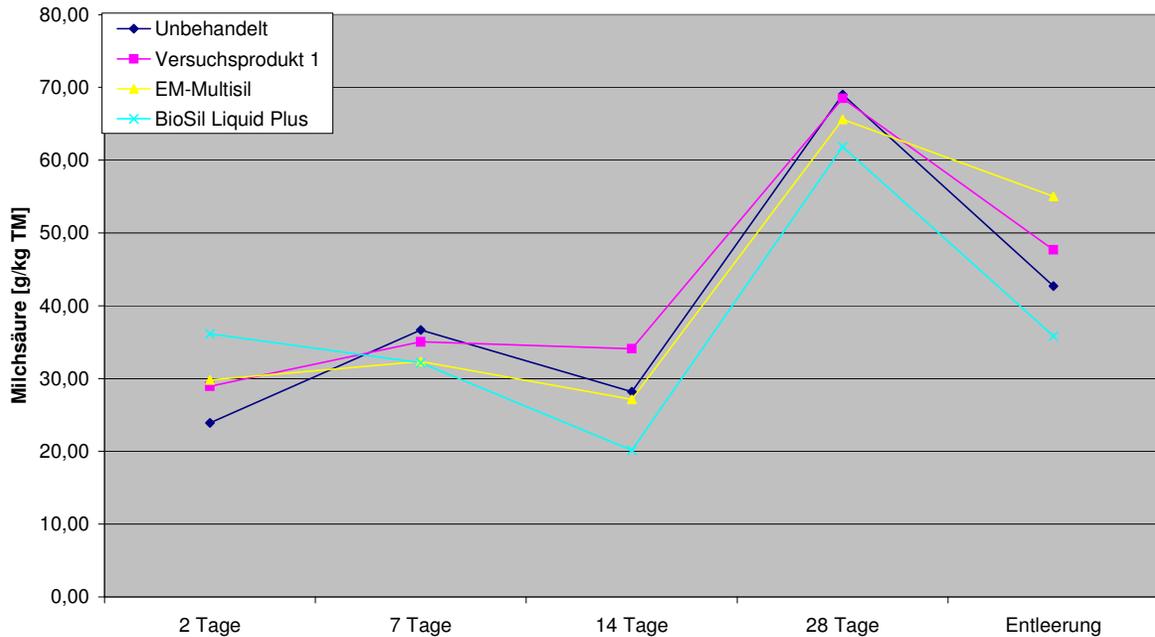


Abbildung 16: Dynamik der Milchsäuregärung bei 25 % Trockenmasse (während der Gärphase über 98 Tage) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Bei der Anwelkstufe 32 % TM ergaben sich zwischen der unbehandelten Kontrolle und den Varianten EM-Multisil und BioSil Liquid Plus ebenfalls keine Unterschiede in der Dynamik. Die Gärung erfolgte hier ziemlich einheitlich. Der Unterschied zur Nasssilage lag in der Variante Versuchsprodukt 1. In Abbildung 17 kann man einen deutlichen Anstieg der Milchsäure nach 28 Tagen Gärung verzeichnen, wobei diese dann am Tag der Entleerung wieder am ungefähr gleichen Niveau wie die anderen Varianten liegt und somit ein drastischer Abfall der Milchsäure in den letzten 70 Tagen stattgefunden hat.

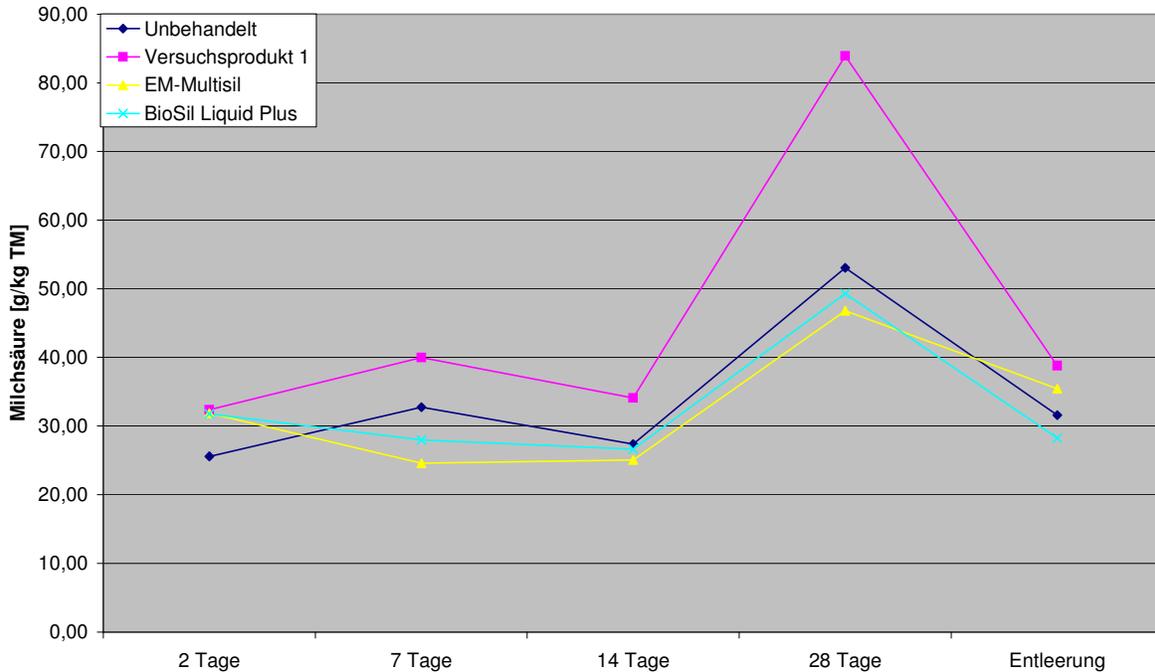


Abbildung 17: Dynamik der Milchsäuregärung bei 32 % Trockenmasse (während der Gärphase über 98 Tage) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Bei der statistischen Auswertung der Nasssilage ergab die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen einen Signifikanzlevel von 0,035 und deswegen musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test. Die Auswertung der Differenzen der einzelnen Varianten zur unbehandelten Kontrolle ergaben keine signifikanten Unterschiede. Bei der Anweilksilage mit einem TM Gehalt von 32 % ergab sich bei dieser Statistik ein Signifikanzlevel von 0,525. Hier wurde als multipler Mittelwertvergleich eine Möglichkeit gewählt, die eine Varianzgleichheit voraussetzt, der Bonferroni Test. Auch hier ergab die Auswertung der verschiedenen Varianten zur unbehandelten Kontrolle keine signifikanten Unterschiede (siehe Tabelle 10). Signifikante Unterschiede in der Milchsäure gab es aber zwischen den Varianten BioSil Liquid Plus und Versuchsprodukt 1.

Die Verteilung der Milchsäure kann ebenfalls wie die Essigsäure mit praktischen Verhältnissen verglichen werden. Um die Ergebnisse des Versuches S-54 im Gegensatz zu den praktischen Ergebnissen vergleichen zu können, wurden Daten des Silageprojektes „Steirisches Ennstal“ 1988 – 1990 (BUCHGRABER et al., 1993) und des Silageprojektes der LK-Niederösterreich 2003/2005 (RESCH und STEINWIDDER, 2005) verwendet. In diesen beiden Versuchen wurden

175 Silagen im Trockenmassebereich 25 – 31 % hergenommen, die im Durchschnitt einen Milchsäuregehalt von 69,66 g/kg TM aufweisen konnten (vgl. Abbildung 18).

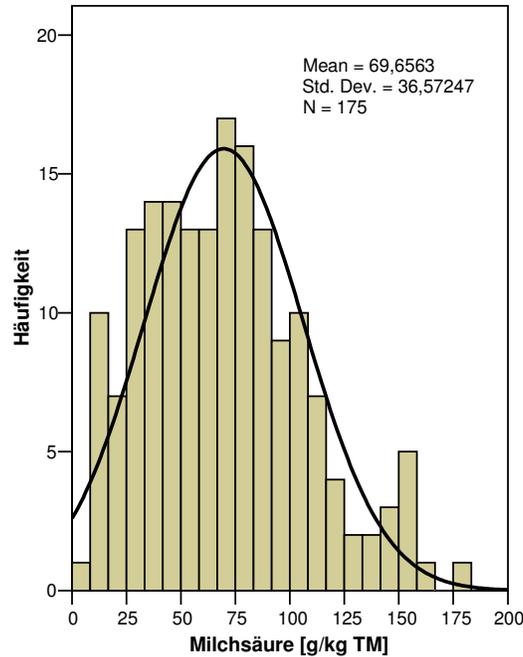


Abbildung 18: Verteilung Milchsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005)

Die Milchsäuregehalte in diesem Versuch lagen mit durchschnittlich 45,31 g/kg TM in der Nassilage ziemlich weit unter dem österreichischen Durchschnitt. Sogar die Variante EM-Multisil, die von allen Varianten am meisten Milchsäure enthielt, kommt mit ihren 55,03 g/kg TM mit den Gehalten der österreichischen Silagen nicht mit. In der Anwelksilage lagen die Gehalte an Milchsäure noch niedriger, mit durchschnittlich 33,53 g/kg TM und sind damit im Vergleich zu den Projekten als wenig einzustufen. Die Durchschnittswerte der Milchsäure lagen aber trotzdem noch, bis auf die Variante BioSil Liquid Plus in der Anwelksilage mit 28,28 g/kg TM, im Bereich der Standardabweichung (33,09 – 106,23) der praktischen Werte (vgl. Abbildung 18).

3.2.1.4. Gesamtsäuren

Um auch einen praktischen Vergleich zu den Gehalten der Gesamtsäuren zu bekommen, wurden wieder die Werte aus den Silageprojekten „Steirisches Ennstal“ 1988 – 1990 (BUCHGRABER et al., 1993) und LK-Niederösterreich 2003/2005 (RESCH und STEINWIDDER, 2005) herange-

zogen. Abbildung 19 zeigt die Ergebnisse des Silageprojektes in Bezug auf die Gesamtsäuren, und die Untersuchungen ergaben einen durchschnittlichen Gesamtsäuregehalt von 108,61 g/kg TM bei einer Anwelkstufe von 25 – 31 % Trockenmasse. Im Versuch S-54 lagen diese Werte viel niedriger. So ergab der Gehalt an Gesamtsäure bei der Anwelkstufe 22 – 25 % TM durchschnittlich nur 57,36 g/kg TM, wobei die Variante EM-Multisil mit 74,46 g/kg TM am meisten Gärsäuren enthielt und somit noch im Normalbereich der Standardabweichung (67,9 – 149,3 g/kg TM) lag. Die Variante BioSil Liquid Plus war mit nur 43,77 g/kg TM sehr schwach an Gärsäuren. Bei der Anwelkstufe 32 % TM lag der Gehalt an den gesamten Gärsäuren nur mehr bei 44,94 g/kg TM, wobei wiederum die Variante EM-Multisil Spitzenreiter war mit 50,93 g/kg TM (vgl. Tabelle 8 und Abbildung 19).

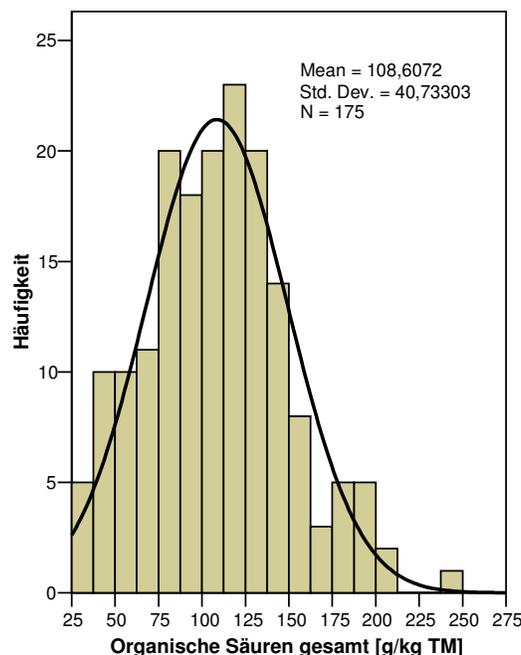


Abbildung 19: Verteilung Gesamtsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005)

In der Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab sich bei der Nasssilage ein Signifikanzlevel von 0,029, und deshalb musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Dunnett-T3 Test. Die einzelnen Varianten ergaben keine signifikanten Differenzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle, obwohl der Streubereich der Mittelwerte von 43,77 – 74,46 g/kg Gesamtsäure in der Trockenmasse reichte. Bei der Anwelksilage ergab die Levene-Statistik ein Signifikanzlevel von 0,128 und somit wurde ein

multipler Mittelwertvergleich, der eine Varianzgleichheit voraussetzt, gewählt, der Bonferroni Test. Auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede der verschiedenen Varianten gegenüber der unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 10).

RESCH (2008b) entwickelte für die Gärparameter eine Schätzgleichung, die es im Vorhinein ermöglicht, bei Vorhandensein gewisser Einflussgrößen auf die Gärung, die Gehaltswerte von Gär-säuren zu schätzen. In den statistischen Analysen zeichneten sich die Faktoren Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt als maßgebliche Einflussgrößen in Bezug auf die Gehaltswerte der organischen Säuren ab. Die Formeln berücksichtigen somit gleichzeitig den Anwelkgrad, den Erntezeitpunkt und den Verschmutzungsgrad des Futters und können somit ein realitätsnäheres Bild vermitteln, als die Darstellung eines einzelnen Einflussfaktors.

$$\text{Buttersäure [g/kg TM]} = 11,2309 - 0,0615855 \cdot \text{TM} + 0,0767115 \cdot \text{RFA} + 0,028011 \cdot \text{RA}$$

$$\text{Milchsäure [g/kg TM]} = 121,968 - 0,0341449 \cdot \text{TM} - 0,184576 \cdot \text{RFA} - 0,168597 \cdot \text{RA}$$

$$\text{Essigsäure [g/kg TM]} = 15,1571 - 0,0159588 \cdot \text{TM} - 0,00153792 \cdot \text{RFA} + 0,0199195 \cdot \text{RA}$$

Mit diesen Gleichungen ist es möglich die entsprechenden Gehaltswerte zu schätzen, wenn für Trockenmasse, Rohfaser und Rohasche die Analysenwerte in g/kg TM eingesetzt werden (RESCH, 2008b).

Um einen Gesamtüberblick über die statistischen Auswertungen der Gär-säuren im Versuch S-54 zu erhalten, beschreibt die folgende Tabelle 10 noch einmal die absoluten Werte der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zu den Werten der Varianten Versuchsprodukt 1, EM-Multisil und BioSil Liquid Plus. Die Werte, wo Signifikanzen aufgetreten sind, sind mit einem (*) gekennzeichnet.

Anwelkstufe 25 % TM								
Variante	Buttersäure (absolut)		Essigsäure (absolut)		Milchsäure (absolut)		Gesamtsäure (absolut)	
Unbehandelt	0,8		10,24		42,72		53,75	
	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert
Versuchs produkt 1	-0,13	0,079	1,39	0,230	-4,95	0,720	-3,70	0,897
EM-Multisil	(*) -0,46	0,000	(*) -7,94	0,000	-12,31	0,596	-20,71	0,361
BioSil Liquid Plus	(*) 0,80	0,002	2,31	0,062	6,88	0,256	9,99	0,160

* die mittlere Differenz ist ab dem P-Wert < 0,05 signifikant

Anwelkstufe 35 % TM								
Variante	Buttersäure (absolut)		Essigsäure (absolut)		Milchsäure (absolut)		Gesamtsäure (absolut)	
Unbehandelt	0,64		10,29		31,6		42,53	
	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert
Versuchs produkt 1	-0,01	1,000	2,05	0,711	-7,21	0,258	-5,17	1,000
EM-Multisil	-0,18	0,208	-4,40	0,830	-3,82	1,000	-8,40	1,000
BioSil Liquid Plus	(*) 0,64	0,000	-0,05	1,000	3,31	1,000	3,90	1,000

* die mittlere Differenz ist ab dem P-Wert < 0,05 signifikant

Tabelle 10: Mehrfachvergleiche für die Variablen Butter-, Essig-, Milch- und Gesamtsäure in g/kg TM (nach 98 Lagerungstagen) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Sehr interessant gestaltete sich der Buttersäuregehalt im Silierversuch S-54, welcher trotz sehr hoher Futtermittelschmutzung in beiden Anwelkstufen sehr gering war. Die Variante BioSil Liquid Plus konnte sogar einen negativen Nachweis an Buttersäure vorbringen, woraus sich gegenüber der Kontrollvariante in beiden Trockenmassenstufen eine negative Signifikanz ergab. Positiv signifikant zur unbehandelten Kontrolle unterschied sich in der Buttersäure die Siliermittelvariante EM-Multisil in der Nasssilage, da diese den höchsten Gehalt aufwies. In der multifaktoriellen Auswertung der Buttersäure ergaben sich im Faktor Silierringmittel signifikante Unterschiede. Das gesamte Gär säurenmuster wies eine heterofermentative Milchsäuregärung auf, da neben dem Hauptprodukt Milchsäure in allen Zusatzvarianten und der Kontrollvariante Essigsäure gebildet wurde. Die Variante EM-Multisil unterschied sich darin positiv signifikant zur unbehandelten Kontrolle. Obwohl sich die Buttersäure im Silierversuch S-54 sehr zurückhielt, war der Milchsäureanteil noch sehr gering, was auch das Gesamtsäurenmuster unterdurchschnittlich erscheinen ließ. Anzumerken ist in diesem Silierversuch auch noch die Milchsäuredynamik für beide Trockenmassenstufen, die in den ersten 14 Tagen keine Besonderheiten aufzeigte, doch stieg der Milchsäuregehalt danach in allen Silierring-

sätzen, sowie auch in der unbehandelten Kontrolle rapide an und fiel bis zur Entleerung wieder auf das ursprüngliche Niveau ab.

3.2.2. pH-Wert

Tabelle 11 zeigt die von Weißbach im Jahre 1977 erstellte Tabelle, in der das optimale Stabilitätsniveau des pH-Wertes bei Silagen definiert wird. Um nun eine stabile Silage zu erreichen, muss der pH-Wert der jeweiligen Silage im definierten Trockenmassebereich, immer gleich hoch bzw. niedriger liegen, wie die Grenzwerte in dieser Tabelle. Sollte der pH-Wert einer Silage über den Werten des optimalen pH-Wertes nach WEISSBACH et al. (1977) liegen, kann es schneller zum Umkippen dieser kommen.

Für den Trockenmassebereich in diesem Versuch wäre das optimale Stabilitätsniveau bei der Nasssilage mit durchschnittlich 25 % TM mit einem pH-Wert von 4,35 und bei der Anwelksilage mit durchschnittlich 32 % TM mit einem pH-Wert von ungefähr 4,53 zu definieren. Der Vergleich der Varianten zum Zeitpunkt der Entleerung zeigt, dass alle Varianten der beiden Anwelkstufen unter dem geforderten Stabilitätsniveau lagen (vgl. Abbildung 20 und 21).

Trockensubstanz [g/kg FM]	Stabilität der Silage ist gegeben bei pH
150	4,10
200	4,20
250	4,35
300	4,45
350	4,60
400	4,75
450	4,85
500	5,00

Tabelle 11: Abhängigkeit des kritischen pH-Wertes vom Trockensubstanzgehalt (WEISSBACH et al., 1977, 11)

Aus den Abbildungen 20 und 21 ist die Dynamik des pH-Wertes beider Anwelkstufen aus dem Silierversuch S-54 während der Gärung ersichtlich. In der Trockenmassestufe 25 % TM erfolgte in den ersten zehn Tagen eine einheitliche pH-Wert Absenkung aller Siliermittelvarianten und der unbehandelten Kontrolle unter den von WEISSBACH et al. (1977) definierten kritischen pH-Wert

für diese Anwelkstufe. Alle Zusatzmittelvarianten sanken im Gegensatz zur Kontrolle unbehandelt auf einen niedrigeren pH-Wert ab. EM-Multisil und BioSil Liquid Plus sowie die Kontrolle blieben nach dem 10. Lagerungstag für einige Tage auf einem gleichen pH-Niveau und sanken erst dann weiter ab. In BioSil Liquid Plus verzeichnete die pH-Wert Dynamik außerdem ab dem 40. Lagerungstag einen rapiden Anstieg des pH-Wertes während der pH-Wert der restlichen Varianten sowie der Kontrolle nur sehr leicht anstiegen. Hervorzuheben ist in dieser Dynamik die Variante Versuchsprodukt 1. Sie verzeichnete als einzige einen regelmäßigen pH-Wert Abfall weit unter dem Niveau der anderen Varianten und stieg ab dem 40. Lagerungstag bis hin zur Entnahme ebenfalls leicht an (vgl. Abbildung 20).

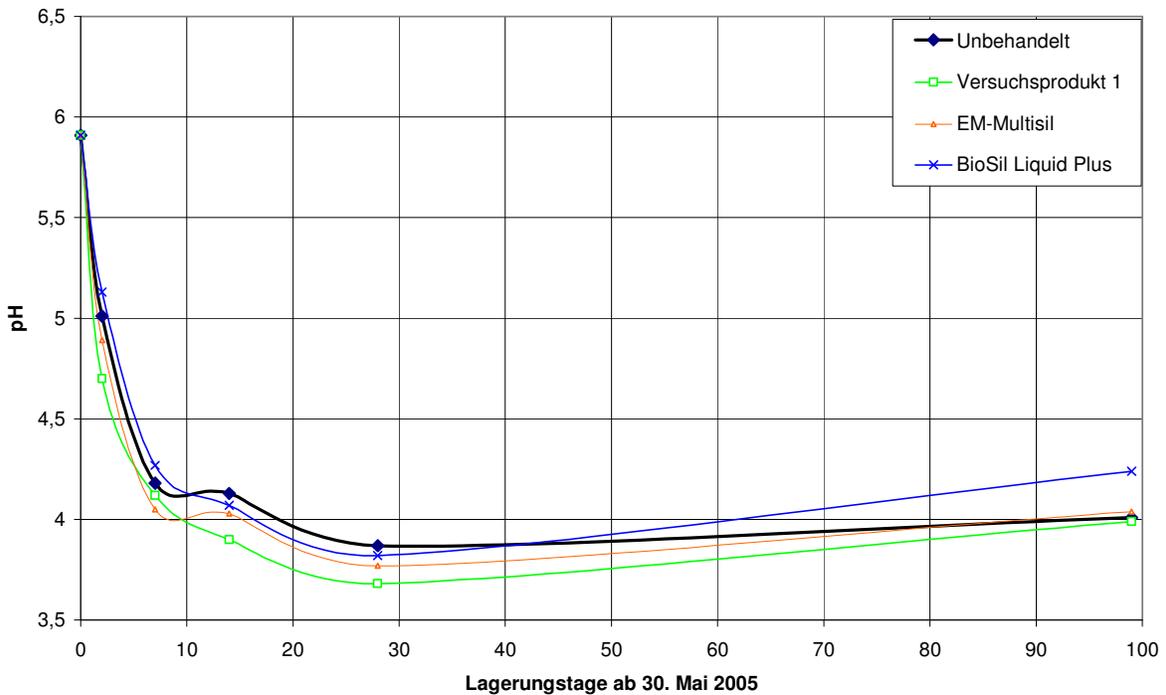


Abbildung 20: pH-Wert Dynamik während der Gärung bei einer Lagerungszeit von 98 Tagen (Trockenmasse von 25 %) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Etwas anders als in der Nasssilage verlief die pH-Wert Dynamik in der Trockenmassestufe 32 % TM. Die verschiedenen Zusatzmittelvarianten zeigen in Abbildung 21 ein eher uneinheitliches Bild, trotzdem sank der pH-Wert überall unter den kritischen Wert nach WEISSBACH et al. (1977). Bereits in den ersten zehn Tagen während der Gärung hob sich die Kontrolle von den Siliermittelvarianten ab und die pH-Wert Absenkung erfolgte demnach nicht so rapide. Die Kontrolle erreichte erst nach knapp 30 Tagen ein pH-Niveau unter 4,0. EM-Multisil hatte in den ersten zwei Wochen wieder einen Stillstand in der pH-Absenkung zu verzeichnen, schaffte danach aber ein an-

nähernd niedriges pH-Niveau wie das Versuchsprodukt 1, welches in dieser Anwelkstufe auch den niedrigsten pH-Wert erreichte. Eine schlechtere pH-Wert Dynamik verzeichnete die Variante BioSil Liquid Plus, die zwar in den ersten Tagen eine ebenso rasche Absenkung wie die anderen Varianten bewirkte, aber bereits bei einem pH-Wert von ~ 4,3 stehen blieb und während der gesamten restlichen Lagerungstage diesen Wert hielt.

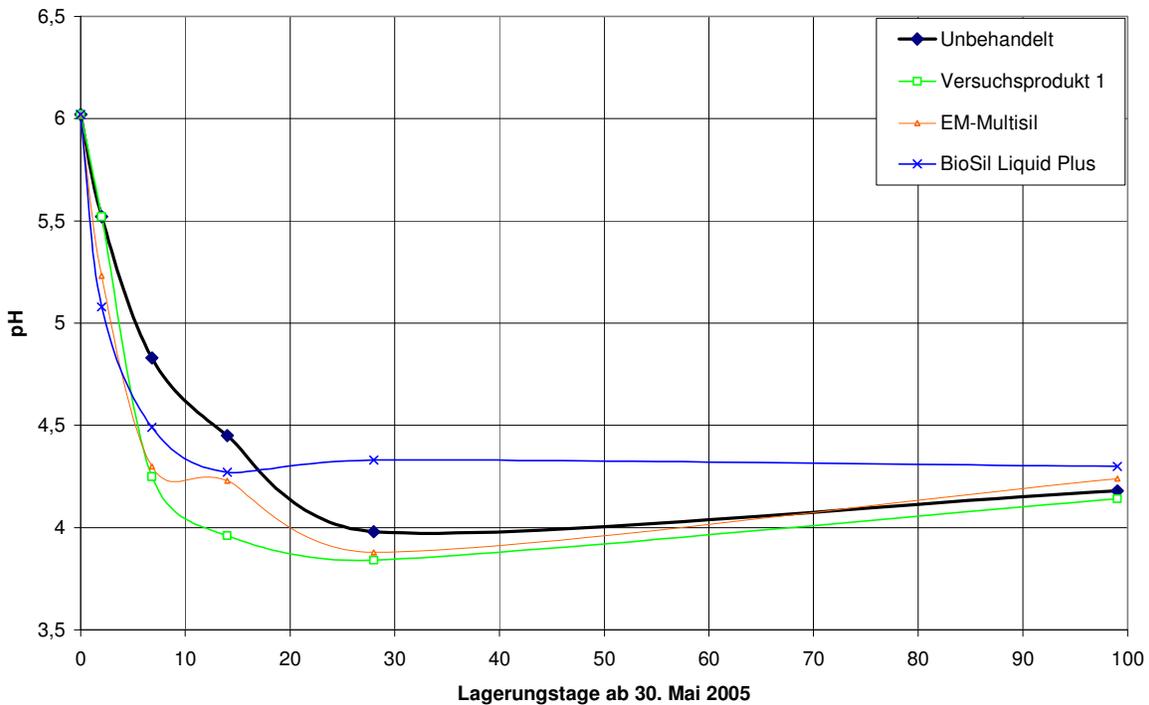


Abbildung 21: pH-Wert Dynamik während der Gärung bei einer Lagerungszeit von 98 Tagen (Trockenmasse von 32 %) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen bei der Nasssilage ergab ein Signifikanzlevel von 0,125 und deshalb musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der eine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test. Dieser Mittelwertvergleich zeigt, dass die Differenzen der Varianten Versuchsprodukt 1 und EM-Multisil keinen signifikanten Unterschied zur unbehandelten Kontrolle aufweisen. Die Variante BioSil Liquid Plus ergab mit einer mittleren Differenz von -0,23 pH-Einheiten einen signifikanten Unterschied zur unbehandelten Kontrolle, die mit einem pH-Wert von 4,24 den höchsten Wert erzielte aber noch unter dem kritischen Wert nach WEISSBACH et. al. (1977) liegt. Bei der Anwelksilage ergab die Levene-Statistik ein Signifikanzlevel von 0,20. Da dieser Wert größer 0,05 bei einem 95 % igen Konfidenzintervall ist, wird als multipler Mittelwertvergleich eine Möglichkeit gewählt, die eine Varianz-

gleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test. Hier ergab der Mittelwertvergleich keine signifikanten Unterschiede der verschiedenen Varianten zur unbehandelten Kontrolle, das heißt, dass die Differenzen gegenüber dieser Kontrolle als zufällig zu interpretieren sind (siehe Tabelle 12).

Nach Weißbach et. al. (1977) gibt es einen kritischen pH-Wert während einer Gärung, der unterschritten werden muss, um eine stabile Silage zu erreichen. Im Versuch S-54 wurde in beiden Anwelkstufen dieser kritische pH-Wert erreicht. Auch die pH-Wert Dynamik ergab eine optimale Kurve, woraus man einen guten Gärverlauf, trotz geringem Zuckergehalt im Ausgangsmaterial, schließen kann. In der Anwelkstufe 1 (25 % TM) wurde ein signifikanter Unterschied der Variante BioSil Liquid Plus zur unbehandelten Kontrolle aufgezeigt. Der Grund lag im starken Anstieg des pH-Wertes nach ungefähr 40 Tagen, dieser blieb aber trotzdem noch im optimalen Bereich. Obwohl bei der Anwelksilage die Variante BioSil Liquid Plus in der pH-Wert Dynamik sehr stark von den anderen Varianten abweicht, wurde kein signifikanter Unterschied zur unbehandelten Kontrolle nachgewiesen.

3.2.3. Eiweißabbau und alkoholische Gärung

Im Silierversuch S-54 ergaben die Untersuchungen keine bedenklichen Eiweißabbauraten. Der Grenzwert von 10 % $\text{NH}_4\text{-N}$ (Ammoniumstickstoff) bezogen auf den Gesamtstickstoffgehalt sollte nicht überschritten werden, da sonst der Eiweißabbau zu stark ist und ab einer gewissen Höhe (10 %) die Silage qualitätsmäßig nicht mehr in Ordnung ist. Eiweiß ist ein wertvoller Bestandteil im Futter, und man kann durch sehr gute Silagen den Zukauf von Eiweiß etwas einschränken. Proteolytische Clostridien sind die Hauptverursacher von diesem Eiweißabbau (vgl. RESCH und ADLER, 2006, 25).

Die Ergebnisse in der Nasssilage zeigten einige Unterschiede, die in Abbildung 22 sichtbar sind. Die Variante EM-Multisil hob sich von der unbehandelten Kontrolle um 1,1 % NH_4N vom Gesamtstickstoff ab und war mit 8,9 % dem Grenzwert für den Eiweißabbau (10% NH_4N vom Gesamtstickstoff) am nächsten. Die beiden Varianten, Versuchsprodukt 1 (7,1 % NH_4N vom Gesamtstickstoff) und BioSil Liquid Plus (7,0 % NH_4N vom Gesamtstickstoff), schnitten jedoch besser ab als die unbehandelte Kontrolle (7,8 NH_4N vom Gesamtstickstoff). In der Anwelksilage ergaben die Werte für den Eiweißabbau ein homogenes Bild. Die Silierzusatzvarianten hoben sich nicht allzu viel von der Kontrolle ab, nur die Varianten EM-Multisil und BioSil Liquid Plus lagen um 0,3 bzw. 0,2 % NH_4N vom Gesamtstickstoff höher.

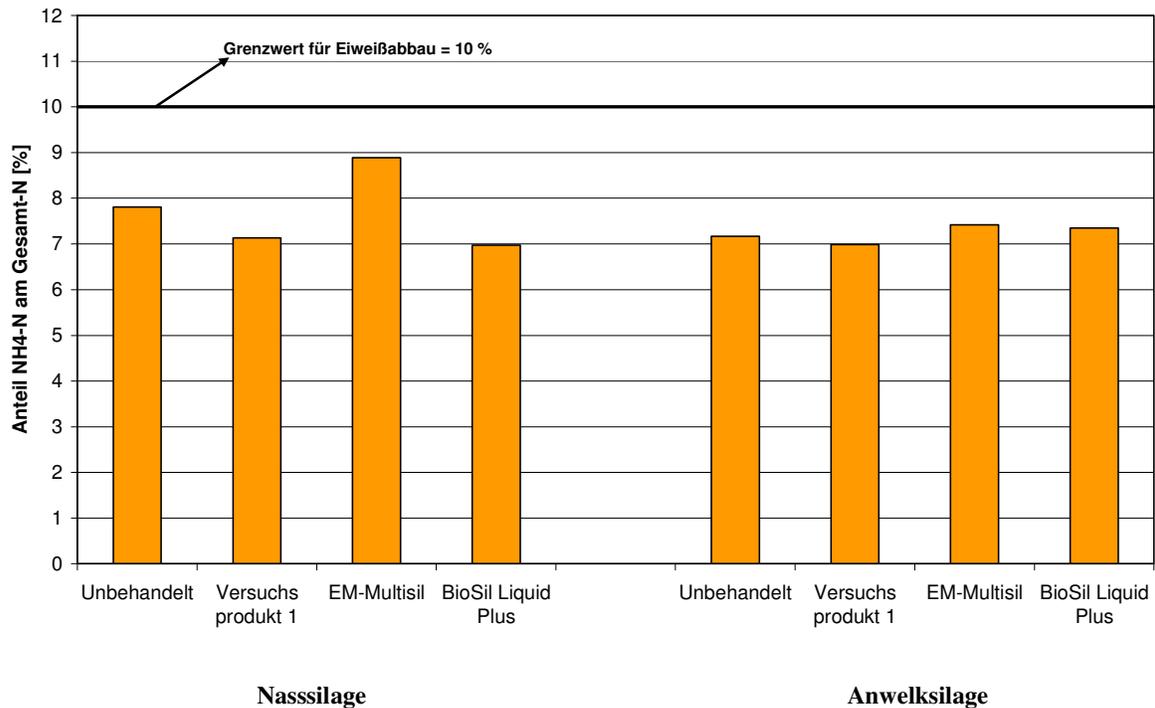


Abbildung 22: Einfluss von Silierhilfsmitteln im Silierversuch S-54 auf den Ammonium-N in % ($\text{NH}_4\text{-N}$) vom Gesamt am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Die statistischen Auswertungen ergaben in beiden Anwelkstufen keinen signifikanten Unterschied der verschiedenen Varianten zur unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 12). Die höchste Eiweißabbaurate wies die Variante EM-Multisil in der Nasssilage mit 8,89 % auf.

In der Vergärung von Wiesenfutter spielt die alkoholische Gärung im Vergleich zu Silomais eine untergeordnete Rolle, trotzdem wird durch die Bildung von Ethanol dem Ausgangsmaterial wertvolle Futterenergie in Form von leichtlöslichen Kohlenhydraten entzogen. Ethanol ist als flüchtiger Inhaltsstoff in der Korrektur der Trockenmasse von Silage zu berücksichtigen. Das Auftreten einer alkoholischen Gärung in Grassilagen kann durchaus als ungünstige Gäreigenheit bzw. Begleitscheinung einer Fehlgärung gesehen werden (RESCH und ADLER, 2006, 26). Im Silierversuch S-54 lagen die Ethanolgehalte in der Anwelksilage bei einem Durchschnittswert von 3,65 g/kg TM und es gab keinen nennenswerten Unterschied der Silierzusätze zur unbehandelten Kontrolle. Die Nasssilage verzeichnete in der Variante BioSil Liquid Plus mit 2,68 g/kg TM einen deutlichen Unterschied zur Kontrollvariante (4,51 g/kg TM) und auch EM-Multisil lag im Ethanolgehalt um einiges höher als die Kontrolle, dennoch war der durchschnittliche Gehalt an Ethanol in der Nasssilage bei 4,20 g/kg TM. Um nun die Werte interpretieren zu können, wurden sie mit den Ethanolgehalten

aus dem Silierversuch S-53 verglichen. Laut RESCH und ADLER (2006, 26f) wurde in diesem Versuch eine zum Teil respektable Menge an Ethanol gebildet, die bis zu zwei Prozent in der Trockenmasse ausmachte. Dort lag der Durchschnittsgehalt aller Variante bei 12,24 g/kg TM, wobei Höchstwerte von 19,85 und 17,48 g/kg TM erzielt wurden. Vergleicht man die Ergebnisse des Silierversuches S-53 mit den Ethanolgehalten im Silierversuch S-54 kann davon ausgegangen werden, dass sich die alkoholische Gärung im jüngeren Versuch sehr zurückhielt, was mit dem Gärsäuremuster, dass nur eine leichte Fehlgärung aufwies, ein abgerundetes Bild ergab.

Um eine qualitätsmäßig gute Silage zu erhalten, darf der Eiweißabbau nicht zu stark stattfinden und sollte unter 10 % bleiben. In diesem Versuch waren die Eiweißabbauraten sehr gering und auch statistisch ergaben sich keine Signifikanzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Die alkoholische Gärung hielt sich in beiden Anwelkstufen sehr im Hintergrund und wirkte sich nicht negativ auf die Gärqualität aus.

3.3. Silagequalität

3.3.1. Silagequalitätsbewertung mit Hilfe der ÖAG-Sinnenprüfung

Die Gärqualität der Silage kann durch die ÖAG-Sinnenprüfung (abgeleitet nach dem DLG-Schlüssel) nach BUCHGRABER (1999) einfach beurteilt werden (schematischer Ablauf siehe Anhang). Bei dieser Methode wird das Gärfutter nach der Siloöffnung aufgrund der Farbe, des Geruches und des Gefüges untersucht. Abhängig vom sensorischen Zustand der Silage werden für jedes der drei Kriterien Punkte vergeben und diese zu einer Gesamtpunktzahl addiert. Aus diesem Wert wird die Silage in eine Güteklasse eingeteilt und die Wertminderung durch die Silierung ermittelt.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab in der Nasssilage einen Signifikanzlevel von 0,956 und deswegen muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der eine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonfferoni-Test. Die Zusatzmittelvarianten sind in der Beurteilung der Differenzen zur unbehandelten Kontrolle nicht signifikant unterscheidbar (siehe Tabelle 12). Trotz der Tatsache, dass es zwischen den Varianten keinen signifikanten Unterschied gibt, ist hervorzuheben, dass in der Anwelkstufe 25 % im Silierversuch S-54 die unbehandel-

te Kontrolle, im Gegensatz zu den Zusatzvarianten, mit 16,3 Gesamtpunkten und einer Benotung von 1, das nach dem Bewertungsschlüssel der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) die Güteklasse sehr gut – gut ergibt, am besten abschnitt. Auch die Variante Versuchsprodukt 1 (16 ÖAG-Punkte) konnte gerade noch in die Güteklasse I eingestuft werden. Hingegen erreichte die schlechteste Variante BioSil Liquid Plus nur eine Gesamtpunktzahl von 13,5, und konnte damit nur in die Güteklasse befriedigend, ebenso wie die Zusatzmittelvariante EM-Multisil (15,3 ÖAG-Punkte), eingestuft werden. Hierbei fand eine mittlere Wertminderung durch die Silierung statt (siehe Abbildung 23).

Die Silagequalität wird in Abbildung 23 nach den erreichten Punkten in der ÖAG-Sinnenprüfung für die Siliermittelvarianten und die Kontrolle der beiden Anwelkstufen in die Kategorien „sehr gut – gut“, „befriedigend“, „mäßig“ und „verdorben“ eingestuft. Die unbehandelte Kontrollvariante (25 % TM) erreichte als einzige die beste Qualitätsstufe, wobei sich alle anderen beider Anwelkstufen im Silagequalitätsabschnitt „befriedigend“ einfanden.

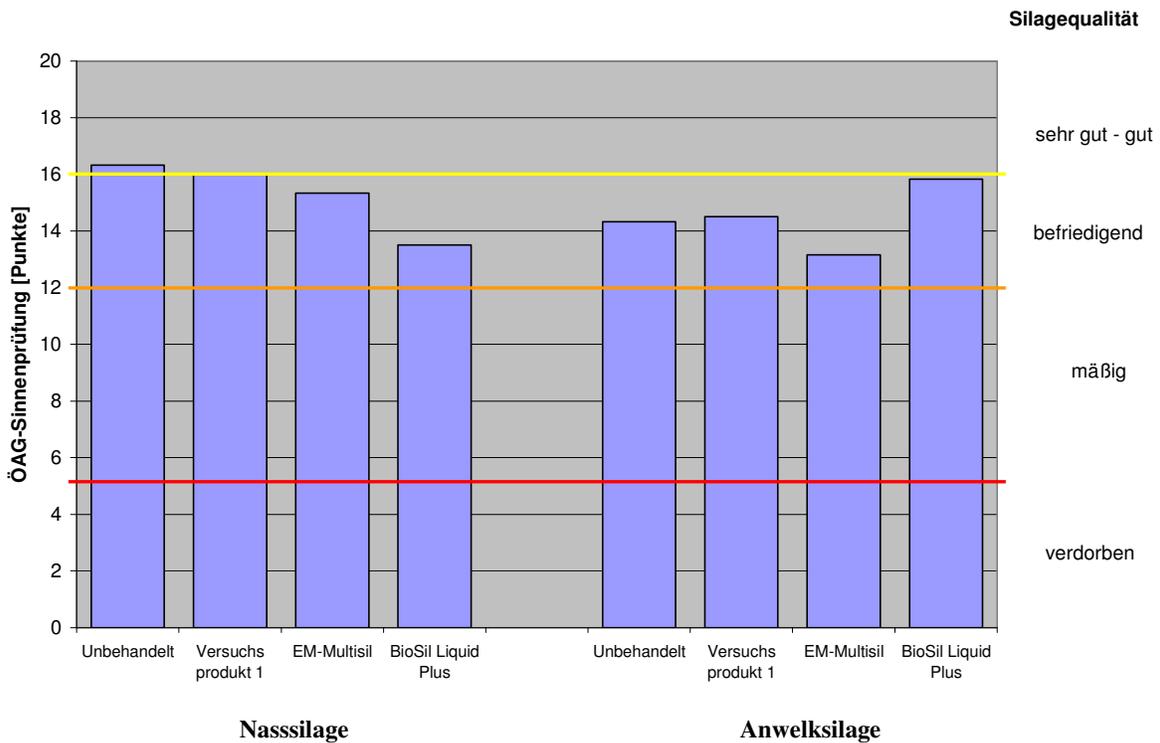


Abbildung 23: Silagequalität nach der ÖAG-Sinnenprüfung für die Nass- und Anwelksilage im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

In der Anwelkstufe 32 % ergab die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen einen Signifikanzlevel von 0,317. Da dieser Wert über 0,05 liegt und somit den Signifikanzbereich

übersteigt, muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianzgleichheit voraussetzt, der Bonfferoni Test. Aus dem multiplen Mittelwertvergleich lassen sich auch hier keine signifikanten Unterschiede der Zusatzmittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle ableiten (siehe Tabelle 12). In der Anwelksilage ist anzumerken, dass sich alle Zusätzevarianten und die unbehandelte Kontrolle nach BUCHGRABER (1999) in der Güteklasse „befriedigend“ befanden und somit eine mittlere Wertminderung durch die Silierung stattfand (siehe Abbildung 23). Die Variante BioSil Liquid Plus erreichte eine Gesamtpunktezahl von 15,8 ÖAG-Punkten und erreichte die beste Güteklasse um 0,2 ÖAG-Punkte nicht (siehe Abbildung 23). Wird die Kontrollvariante mit der Zusatzvariante BioSil Liquid Plus verglichen, so kann von einer Steigerung der Silagequalität durch Beigabe von BioSil Liquid Plus gesprochen werden. EM-Multisil schnitt in dieser Trockenmassstufe als einzige Variante schlechter ab, als die unbehandelte Kontrolle.

3.3.2. Gärqualitätsbewertung mit Hilfe des DLG-Schlüssel nach Weißbach und Honig

Die Bewertung der Gärqualität ist sehr schwierig und wird deshalb mittels eines einfachen Schlüssels, dem DLG-Schlüssel nach WEISSBACH und HONIG (1997) beschrieben. Der Schlüssel ist für die Beurteilung von Grünfuttersilagen aller Art geeignet und urteilt unabhängig vom Silierverfahren, vom Trockensubstanzgehalt und von der Anwendung chemischer und biologischer Silierzusätze. Gegenstand ist der Siliererfolg, der über den Gärungsverlauf und den Nährstoffabbau im Silo beurteilt wird. Das Ergebnis liefert wichtige Hinweise bezüglich der entstandenen Nährstoff- und Energieverluste während der Gärung, der Lagerstabilität der Silage im Silo und der Risiken für die Milchqualität und die Tiergesundheit. Im DLG-Schlüssel nach WEISSBACH und HONIG (1997) werden der Buttersäuregehalt, der Ammoniakanteil, der pH-Wert und der Essigsäuregehalt der jeweiligen Silage durch Punktezahlen einzeln bewertet. Die Ergebnisse werden zu einer Gesamtpunktezahl zusammengefasst, aus der sich eine Note bzw. ein Urteil über die Gärqualität der Silage erstellen lässt. Je höher die Gesamtpunktezahl ist, umso besser ist die Qualität der Silage. Sollten bei Silagen starke Mängel durch Hitzeschäden oder Schimmelbefall auftreten, wird die Bewertung zusätzlich nach unten korrigiert (vgl. WEISSBACH und HONIG, 1997).

Im Silierversuch S-54 in der Nasssilage ergab die Silagequalitätsbewertung einen Streubereich der Gesamtpunktezahlen von 85 bis 100 DLG Punkten, wobei die Mittelwerte der einzelnen Varianten zwischen 85 und 97 DLG-Punkten schwankten (siehe Abbildung 24). Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,004. Hiermit musste

ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianzgleichheit voraussetzt, der Dunett-T3-Test. Trotz der großen Abweichung des durchschnittlichen Ergebnisses der Variante EM-Multisil (97 DLG-Punkte) zu den übrigen Varianten ergab der multiple Mittelwertvergleich in diesem Versuch keinen signifikanten Unterschied zur unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 12). In Abbildung 24 ist ersichtlich, dass sich die Variante EM-Multisil sehr stark von den anderen Varianten abhebt und nach WEISSBACH und HONIG (1997) die Qualitätsstufe „sehr gut“, und die Note 1, erreichte. In dieser Anwelkstufe schnitten die Silierzusatzvarianten Versuchsprodukt 1 und BioSil Liquid Plus, mit jeweils 85 DLG-Punkten, am schlechtesten ab, lagen aber trotzdem, genau wie die unbehandelte Kontrolle (88 DLG-Punkte) noch im Bereich einer „guten“ Silagequalität.

In der Anwelksilage ergab die DLG-Silagequalitätsbewertung ein ähnliches Ergebnis wie in der Nasssilage. Hier lag der Streuungsbereich der Gesamtpunktezahlen etwas niedriger, nämlich zwischen 85 und 95 DLG-Punkten, wobei die Mittelwerte in dieser Trockenmassstufe mit 85 bis 92 DLG-Gesamtpunkten enger als in der Nasssilage bei einander lagen (siehe Abbildung 24).

In der statistischen Auswertung ergab die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen einen Signifikanzlevel von 0,012 und deshalb muss ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der keine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Dunett-T3-Test. Aus dem multiplen Mittelwertvergleich der DLG-Silagebewertungsdaten lassen sich auch in diesem Fall keine signifikanten Unterschiede der Silierzusatzmittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle ableiten (siehe Tabelle 12). Zwei der Zusatzvarianten (Versuchsprodukt 1 – 85 DLG-Punkte und BioSil Liquid Plus – 87 DLG-Punkte) lagen laut WEISSBACH und HONIG (1997) in der Qualitätsstufe „gut“ und erhielten die Note 2, ebenso wie die Kontrollvariante, die mit 88 DLG-Punkte an zweiter Stelle lag. Die Variante EM-Multisil, mit 92 DLG-Silagequalitätspunkten, erhielt als einzige dieser Anwelkstufe die Note 1, was sich, ebenso wie das Ergebnis aus der Nasssilage, aus dem insgesamt höchsten Gesamtgärsäuregehalt in der Silage erläutern lässt. Die restlichen Varianten, sowie die unbehandelte Kontrolle hatten laut WEISSBACH und HONIG (1997) einen etwas zu niedrigen Gehalt an Essigsäuren und erhielten somit, genau wie bei einem erhöhtem Essigsäuregehalt, Minuspunkte. Der Buttersäuregehalt, der in allen Varianten zu finden war, außer in BioSil Liquid Plus, hatte in dieser Silagequalitätsbewertung keinen Einfluss (siehe Abbildung 24).

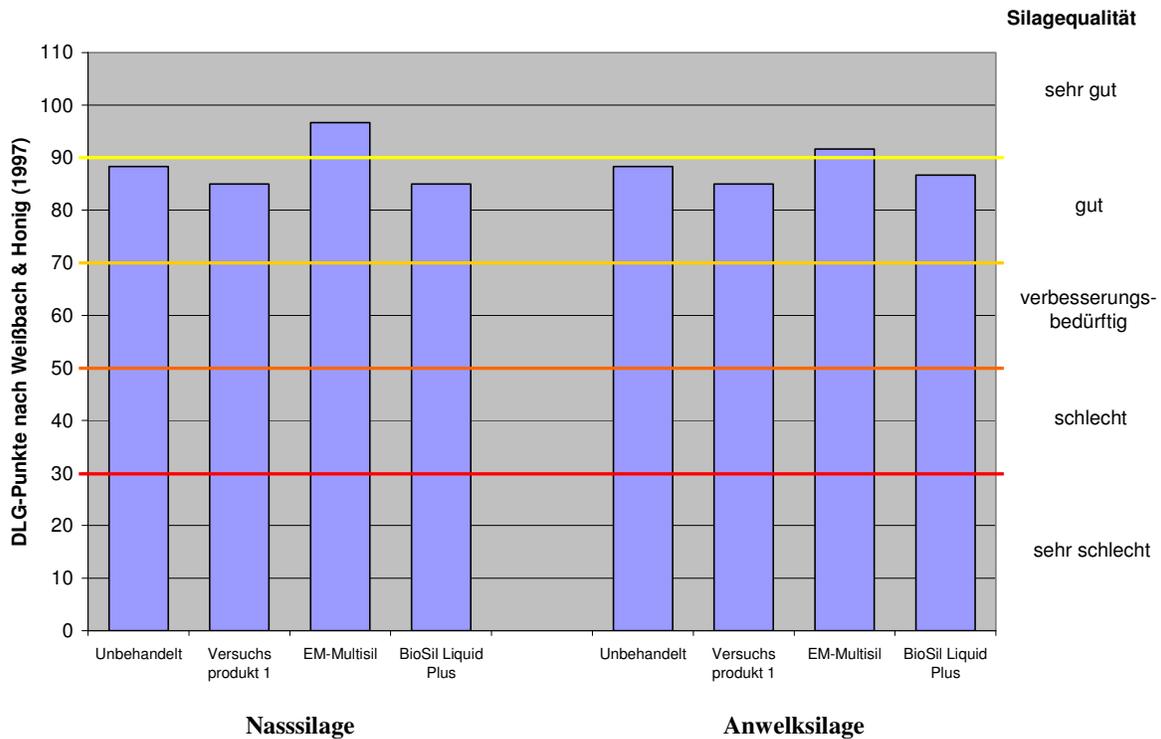


Abbildung 24: Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfuttersilagen nach WEISSBACH und HONIG (1997) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Das Futter im Silierversuch S-54 wurde mittels der ÖAG-Sinnenprüfung und der DLG-Gärqualitätsbewertung auf seine Silagequalität überprüft. In diesen Untersuchungen gab es in keiner der beiden Trockenmassenstufen signifikante Unterschiede der Siliervariante zur unbehandelten Kontrolle. Bei der ÖAG-Sinnenprüfung erreichte die unbehandelte Kontrolle in der Nasssilage die beste Silagequalität während die Zusatzvarianten mit der Note „befriedigend“ beurteilt wurden. BioSil Liquid Plus erbrachte in der Anwelksilage die besten Werte, blieb aber mit den übrigen Zusatzvarianten und der Kontrolle auch in der Silagequalitätsstufe „befriedigend“. Die DLG-Bewertung brachte ein etwas anderes Ergebnis, denn hier erreichte die Variante EM-Multisil die höchste Punktzahl in der Nass- und Anwelksilage und lag somit um eine Qualitätsstufe höher als die Varianten Versuchsprodukt 1 und BioSil Liquid Plus sowie die Kontrollvariante.

Um einen Gesamtüberblick über die statistischen Auswertungen der Komponenten pH-Wert, NH₄-N:Gesamt N, ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Silagequalitätsbewertung zu erhalten, beschreibt die Tabelle 12 noch einmal die absoluten Werte der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zu den

Werten der Varianten Versuchsprodukt 1, EM-Multisil und BioSil Liquid Plus. Die Werte, wo Signifikanzen aufgetreten sind, sind mit einem (*) gekennzeichnet.

Anwelkstufe 25 % TM										
Variante	pH-Wert (absolut)		NH ₄ :Gesamt-N (absolut)		Alkohol (absolut)		ÖAG-Sinnenprüfung (absolut)		Weißbach/Honig (absolut)	
Unbehandelt	4,01		7,81		4,51		16,33			
	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert
Versuchsprodukt										
1	0,02	1,000	0,68	1,000	0,08	1,000	0,33	1,000	3,33	0,482
EM-Multisil	-0,04	1,000	-1,09	1,000	-0,68	0,641	1,00	1,000	-8,33	0,098
BioSil Liquid										
Plus	(*) -0,23	0,003	0,84	1,000	(*) 1,83	0,008	2,83	0,153	3,33	0,482

* die mittlere Differenz ist ab dem P-Wert < 0,05 signifikant

Anwelkstufe 35 % TM										
Variante	pH-Wert (absolut)		NH ₄ :Gesamt-N (absolut)		Alkohol (absolut)		ÖAG-Sinnenprüfung (absolut)		Weißbach/Honig (absolut)	
Unbehandelt	4,18		7,14		3,92		14,33			
	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert	Mittlere Differen	P-Wert
Versuchsprodukt										
1	0,04	1,000	0,15	1,000	0,01	1,000	-0,17	1,000	3,33	0,482
EM-Multisil	-0,06	1,000	-0,28	1,000	0,20	1,000	1,17	1,000	-3,33	0,908
BioSil Liquid										
Plus	-0,11	0,823	-0,21	1,000	0,86	1,000	-1,50	1,000	1,67	0,966

* die mittlere Differenz ist ab dem P-Wert < 0,05 signifikant

Tabelle 12: Mehrfachvergleiche für die Variablen pH-Wert, NH₄-N : Gesamt N, ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Silagequalitätsbewertung nach WEISSBACH und HONIG (1997) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

3.4. Futterqualität

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf den Gärverlauf und die Gärqualität sowie die sensorische Bewertung der Silage im Silierversuch S-54. Im Kapitel Futterqualität wird im Speziellen auf das Vorhandensein von wichtigen Inhaltsstoffen eingegangen. Als Merkmale der Futterqualität wurden der Rohfaser-, Rohprotein- und Rohaschegehalt, die Verdaulichkeit der organischen Masse und der energetische Wert bestimmt. Anhand der Futtergehaltswerte und der Futterqualität nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) wurde im Anschluss die Futterwertzahl bestimmt, anhand dieser eine gesamtheitliche Bewertung der Futterpartien gemacht werden konnte.

3.4.1. Rohfaser

Der Rohfasergehalt eines Futters ist das wichtigste Beurteilungskriterium in Bezug auf den Erntezeitpunkt. Mit zunehmender Vegetationsdauer nimmt der RFA-Gehalt und in der Rohfaser der Ligninanteil zu, wodurch die Verdaulichkeit und die Energiekonzentration des Futters deutlich vermindert werden. Fallweise werden geringe RFA-Gehalte durch Futterschmutzungen verursacht. Derartige Ergebnisse beruhen auf einem Verdrängungseffekt der Nährstoffe und dürfen nicht in der Weise interpretiert werden, dass das Futter zeitgerecht geschnitten wurde. Hohe RFA-Gehalte wirken sich erfahrungsgemäß auch auf die Silierfähigkeit und die Futterhygiene negativ aus (FUTTERMITTELLABOR ROSENAU, s.a.b). Der Rohfasergehalt in der Silage sollte den Toleranzbereich von 260 g / kg Trockenmasse laut BUCHGRABER und GINDL (2004, 184) nicht überschreiten und für Wiesenfutter des ersten Schnittes im Vegetationsstadium Ähren- Rispen schieben nach der Futterwerttabelle (RESCH et al. 2006) bei 248 g / kg TM liegen. Sollte der Toleranzbereich überschritten werden, wird der Gehalt an wasserlöslichen Zucker für eine gute Milchsäuregärung zu niedrig (RESCH, 2008b).

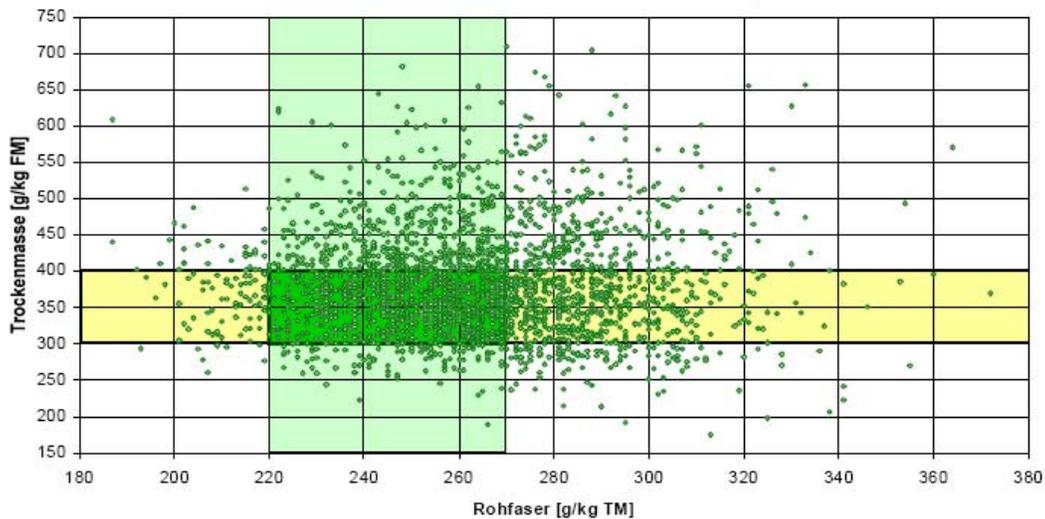


Abbildung 25: Verteilung von Grassilagen aus Praxisbetrieben in Abhängigkeit von Schnittzeitpunkt und Anwelkgrad – Datenquelle Silageprojekt 03/05/07 (RESCH, 2008b)

In der Zusammenschau von Erntezeitpunkt und Anwelkgrad (siehe Abbildung 25) ergibt sich in der graphischen Darstellung eine Schnittmenge, die genau im Empfehlungsbereich Rohfaser (220 – 270 g/kg TM) und Trockenmasse (300 – 400 g/kg TM) liegen. Von den insgesamt 2.413 Silagen befinden sich 801 Proben (= 1/3 der Proben) in diesem Empfehlungsfenster (RESCH, 2008b). Die Rohfasergehalte im Silierversuch S-54 können zumindest in der Anwelkstufe

(32 % TM) sehr gut mit den Praxissilagen verglichen werden, die sich ebenfalls in diesem oben genannten Empfehlungsbereich einordnen lassen (Rohfasergehalt von 234 g/kg TM bis 269 g/kg TM).

Der Rohfasergehalt in der Nasssilage lag im Durchschnitt der einzelnen Varianten zwischen 200 (Versuchsprodukt 1) und 228 g / kg TM (EM-Multisil). Die Kontrollvariante lag hier mit 214 g/kg TM auf dem gleichen Niveau wie die Silierzusatzvariante BioSil Liquid Plus. Aufgrund der Tatsache, dass sich das Grünlandfutter bei der Ernte im Ähren- und Rispschieben befand und somit der Erntezeitpunkt vom Vegetationsstadium sehr gut gewählt wurde, können die niedrigen Rohfasergehalte allein auf die starke Futterschmutzung zurückgeführt werden (durchschnittlich 217 g/kg TM). Auf den ersten Blick können die niedrigen Rohfasergehalte falsch interpretiert werden, sodass das Futter im Vegetationsstadium Schossen geerntet wurde. Die Rohasche hat die besondere Eigenschaft, die wertvolle Rohfaser zu verdrängen und ihre tatsächlichen Gehalte zu verfälschen, wie man an der Variante Versuchsprodukt 1 gut erkennen kann (wurde zum gleichen Zeitpunkt wie die anderen Varianten geerntet).

Die statistische Auswertung brachte in der Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen einen Signifikanzlevel von 0,811 und deshalb musste als multipler Mittelwertvergleich der Bonferroni Test gewählt werden, der eine Varianzgleichheit voraussetzt. In diesem Bereich ergaben sich keine signifikanten Unterschiede der einzelnen Siliermittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle. Jedoch waren die Rohfasergehalte zwischen den Varianten BioSil Liquid Plus und EM-Multisil so unterschiedlich, dass sich zwischen den beiden eine Signifikanz einstellte (siehe Tabelle 13).

In der Anwelkstufe 32 % TM ergaben die Untersuchungen auf die Rohfasergehalte Ergebnisse zwischen den einzelnen Varianten von 234 g/kg TM bis 269 g/kg TM, woraus auf eine gute Ausnutzung der Rohfaser geschlossen werden kann. Hier schnitt die Variante BioSil Liquid Plus am besten ab und erreichte um 29 g/kg TM mehr an Rohfaser als die unbehandelte Kontrolle. Das Futter dieser Anwelkstufe wurde zum gleichen Zeitpunkt gemäht, als das Futter der Nasssilage, wurde aber auf eine höhere Trockenmassstufe angewelkt. Die Futterschmutzung konnte dadurch nicht so stark hervortreten und somit blieb der Rohaschegehalt mit ~ 16 % auf einem niedrigeren Niveau. Die Rohfaser wurde nicht so stark verdrängt und kann deshalb mit einem Futter im gleichen Vegetationsstadium der Futterwertabelle für das Grünfutter im Alpenraum (RESCH et al., 2006) verglichen werden.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab einen Signifikanzlevel von 0,316 und deshalb musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der eine Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test. Auch hier ergab der Mittelwertvergleich keine Signifikanzen der einzelnen Varianten zur unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 13).

Um die Ergebnisse aus diesem Silierversuch im Gegensatz zu praktischen Ergebnissen zu veranschaulichen, wird die Verteilung der Rohfasergehalte aus dem Silageprojekt 2003/2005/2007 (RESCH, 2008b) dargestellt. Der niedrigste Rohfasergehalt in dem Projekt lag bei 187 g/kg TM, die späteste Ernte erfolgte bei einem Gehalt von 372 g/kg TM. Das trockene Erntejahr 2003 wies einen signifikant höheren Rohfasergehalt (durchschnittlich 270 g/kg TM) auf, als die Normaljahre 2005 und 2007 (durchschnittlich 260 g/kg TM). Im Vergleich zu den Rohfaserwerten aus dem Silierversuch S-54 waren die Gehalte der Praxissilagen deutlich höher, was auf die hohe Futtermittelverschmutzung zurückzuführen ist (RESCH, 2008b).

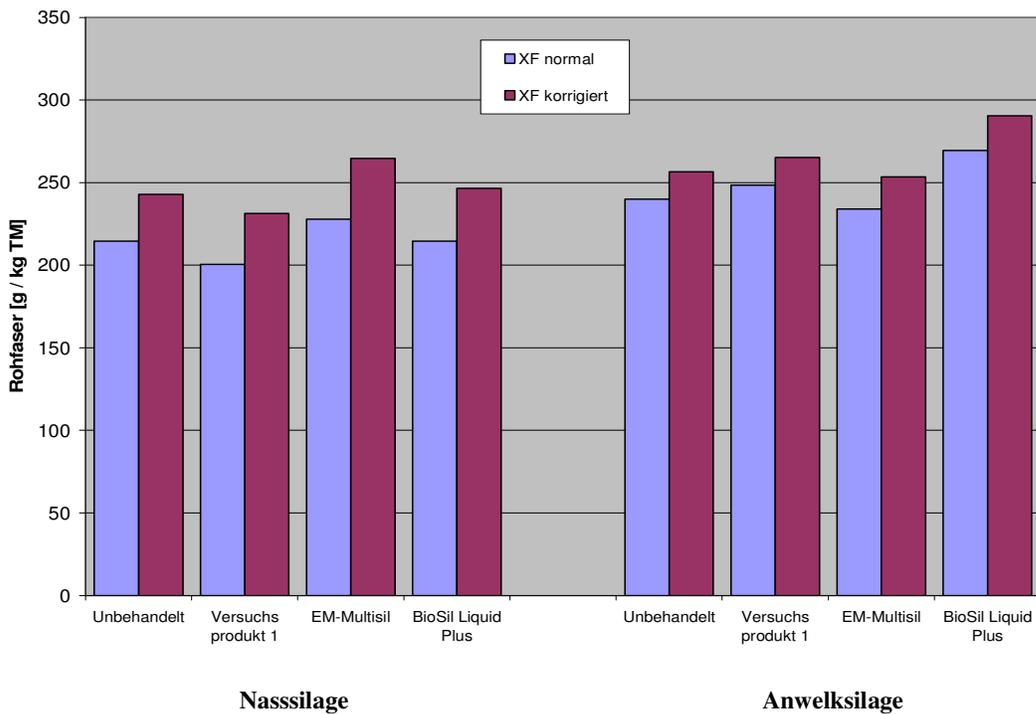


Abbildung 26: Rohfasergehalte unter Berücksichtigung einer Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM im Vergleich zu den Rohfasergehalten mit natürlichem Rohaschegehalt aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Da mit steigendem Rohaschegehalt der Gehalt an Rohfaser abnimmt und diese die wertvollen Inhaltsstoffe verdrängt, zeigt die Abbildung 26 eine Annahme der Rohfaser bei einer Rohaschekor-

rektur auf 100 g/kg TM. Dieser Rohaschegehalt sollte in Silagen aufgrund der wertmindernden Umstände nicht überschritten werden.

Hätte die Silage in diesem Versuch einen Rohaschegehalt von 10 % aufgewiesen, wäre eine Steigerung der Rohfasergehalte zwischen 28,39 und 36,71 g/kg TM in der Nasssilage und eine etwas geringere Steigerung zwischen 16,54 und 21,04 g/kg TM in der Anwelksilage möglich gewesen (siehe Abbildung 26). Die statistische Überprüfung in diesem Bereich erbrachte im multiplen Mittelwertvergleich (Bonferroni Test) der Varianten keine Signifikanzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle. Durch diese Rohaschekorrektur ist ersichtlich, welchen Einfluss die Futtermittelverschmutzung auf die Futterqualität der Silage haben kann. Aus diesem Grund sollte bei der Ernte auf eine sehr sorgfältige Mahd und Werbung geachtet werden, um die beste Silage zu erhalten.

3.4.2. Energiegehalt

Die Energiedichte ist für die Darstellung der Grundfutterqualität ein wichtiger Indikator. Sie resultiert aus der Verdaulichkeit der einzelnen Roh Nährstoffe, die bei Grünlandfutter in direkter Beziehung zum Rohfasergehalt steht. In Abbildung 27 ist anhand der Praxissilagen aus dem Silageprojekt 03/05/07 (RESCH, 2008b) ersichtlich, dass mit zunehmendem Rohfasergehalt auch die Nettoenergie Laktation abnimmt.

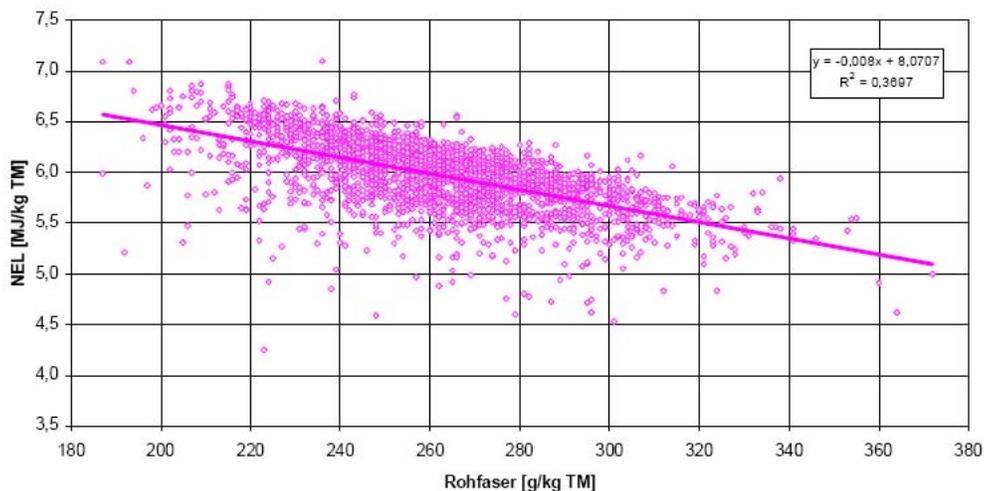


Abbildung 27: Verteilung der Nettoenergielaktation (NEL) und Zusammenhang zwischen Rohfaser und NEL in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt 03/05/07, RESCH, 2008b)

Grundfutter kann nur eine hohe Energiekonzentration aufweisen, wenn es zeitgerecht geschnitten, verlustarm geworben und konserviert wird und zudem einen geringen Verschmutzungsgrad ($< 100 \text{ g/kg TM}$) aufweist (vgl. FUTTERMITTELLABOR ROSENAU, s.a.b). Laut der Futterwert-tabelle nach RESCH et al. (2006) sollte ein Grünlandfutter (des ersten Schnittes) im Vegetations-stadium des Ähren- und Rispenschieben und bei sachgemäßer Ernte (unter Berücksichtigung einer geringen Futterschmutzung) einen Energiegehalt von $6,05 \text{ MJNEL/kg TM}$ aufweisen.

In einer Gegenüberstellung der Nettoenergielaktation mit den Rohaschegehalten im Silierversuch S-54, wie es in Abbildung 28 dargestellt wird, können 76% der Ergebnisse damit erklärt werden, dass laut BUCHGRABER und GINDL (2004) bei einem Anstieg des Rohaschegehaltes um eine Einheit, der Energiegehalt um $0,1 \text{ MJNEL/kg TM}$ abnimmt.

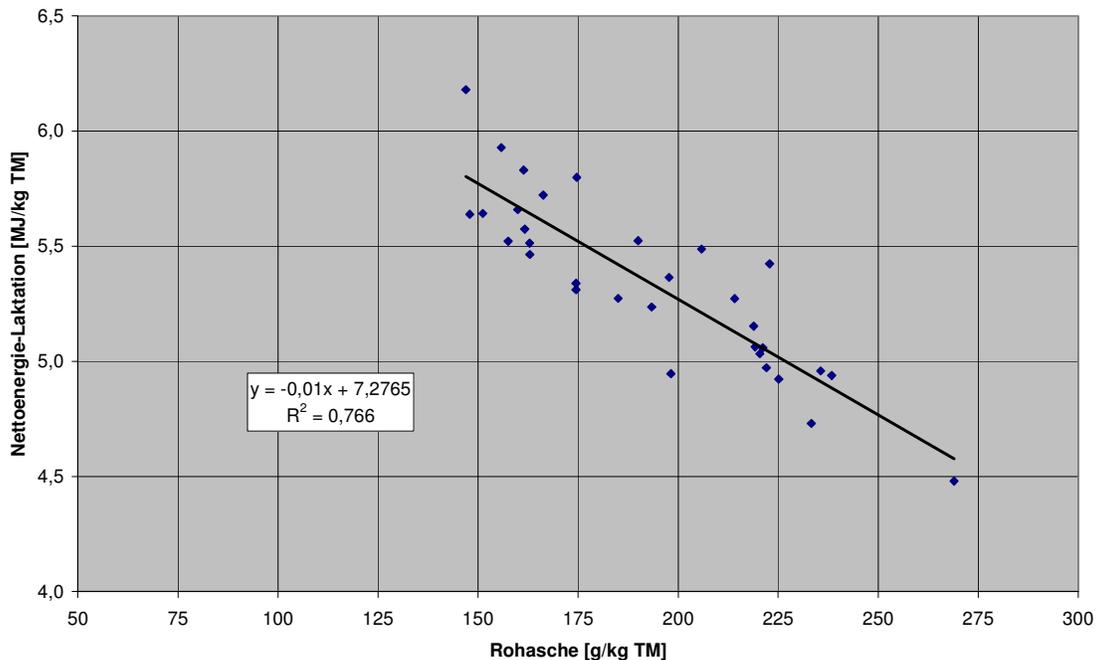


Abbildung 28: Zusammenhang von Rohasche und Nettoenergielaktation im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Die Nettoenergielaktation war im Silierversuch S-54 aufgrund des hohen Verschmutzungsgrades (durchschnittlich $21,7 \%$ XA bzw. $16,0 \%$ XA) in beiden Anwelkstufen unter $6,0 \text{ MJNEL/kg TM}$. Der Wert in der Nassilage lag in der unbehandelten Kontrolle im Gegensatz zu den Zusatzmittelvarianten mit $5,4 \text{ MJNEL/kg TM}$ am höchsten und deshalb kann man hier von einer Wertminderung der Energie durch die Zugabe von Silierzusätzen sprechen. Die Varianten Versuchsprodukt 1 und

EM-Multisil (beide 5,1 MJNEL/kg TM) erreichten im Silierversuch S-54 in dieser Trockenmassstufe besonders schlechte Energiewerte. Etwas anders gestalteten sich die Energiewerte in der Anwelksilage. Hier lag das Versuchsprodukt 1 mit 5,9 MJNEL/kg TM um 0,2 MJNEL höher als die Kontrolle und 0,2 MJNEL höher als BioSil Liquid Plus. EM-Multisil erreichte ebenso wie in der Nasssilage den niedrigsten Energiegehalt (5,4 MJNEL/kg TM). Trotzdem waren die Werte in der Anwelksilage verglichen mit den Werten der Nasssilage um einiges besser und aufgrund dessen ist von einer geringen Qualität des Futters zu sprechen. Bei Verfütterung eines Futters der gleichen Qualitätsstufe an Milchvieh, wäre ein Einsatz von Kraftfutter unabdingbar, weil allein aus dem Grundfutter keine hohen Milchmengen zu erwarten sind.

Die Statistik im Bereich der Nettoenergielaktation brachte in beiden Trockenmassstufen keine signifikanten Unterschiede der einzelnen Siliermittelvarianten zur unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 13). Vergleicht man die Werte an Energie aus diesem Silierversuch mit den Energiewerten der Praxissilagen aus dem Silageprojekt 2003/2005/2007 (RESCH, 2008b), ist ein deutlicher Unterschied zu erkennen. Im Silageprojekt lag die durchschnittliche Nettoenergielaktation für den ersten Aufwuchs bei 6,0 MJ/kg TM und für die Folgeaufwüchse zwischen 5,7 und 5,8 MJNEL/kg TM.

Durch eine Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM, die in Abbildung 29 dargestellt ist, konnte eine theoretische Erhöhung der Futterenergie in der Trockenmassstufe 25 % zwischen 0,7 und 0,8 MJNEL/kg TM bewirkt werden. In der Trockenmassstufe 32 % TM war die Differenz zwischen dem normalen Energiegehalt und dem Energiegehalt nach der Korrektur zwischen 0,4 und 0,5 MJNEL/kg TM. Trotz der verbesserten Werte erreichte nur die unbehandelte Kontrolle in der Nasssilage den Optimalwert von 6,1 MJNEL/kg TM wobei die Varianten mit den Silierzusätzen noch immer weit darunter lagen. Eine deutliche Steigerung der Futterenergie war in der Anwelksilage zu erreichen. Hier wäre ein Potential des Futters (bei 10 % Rohasche) im Versuchsprodukt 1 bis zu 6,3 MJNEL/kg TM möglich, verglichen mit der Kontrolle, die dabei nur eine Steigerung von 0,4 MJNEL/kg TM erreichen würde. BioSil Liquid Plus blieb hier als einzige Variante unter 6,0 MJNEL/kg TM und schnitt somit am schlechtesten ab (siehe Abbildung 29). In der statistischen Beurteilung der Differenzen wurden keine signifikanten Unterschiede der Zusatzmittelvarianten im Vergleich zur Kontrolle festgestellt.

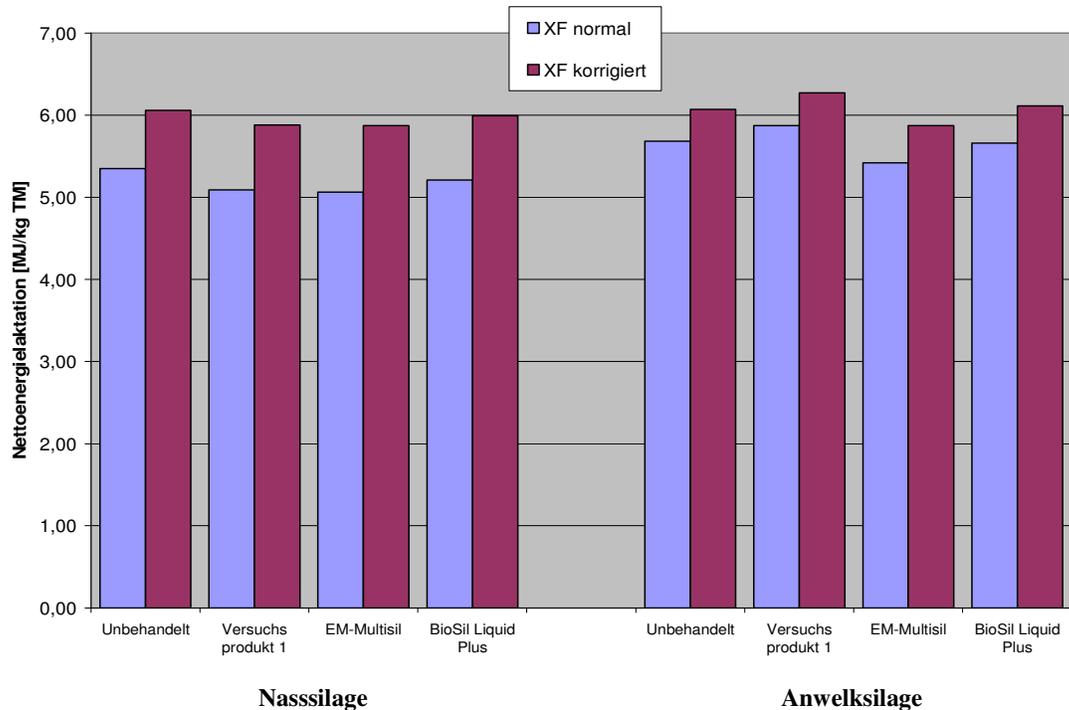


Abbildung 29: Energiewerte unter Berücksichtigung einer Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM im Vergleich zu Energiewerten mit natürlichem Rohaschegehalt aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

3.4.3. Rohprotein

Der Rohproteingehalt des Grundfutters sollte bei bester Futterqualität zwischen 15 und 20 % liegen. Als Normalbereich in der Praxis werden 10 bis 14 % Rohprotein angenommen (BUCHGRABER, 2000). Der Rohproteingehalt im Futter wird nicht nur vom Vegetationsstadium, sondern auch vom Gehalt an Leguminosen und von der Stickstoffdüngung beeinflusst (RIEDER, 1989). Werden die Ergebnisse des Silierversuches S-54 mit diesen Werten verglichen, kann von einer sehr guten Futterqualität der Proben gesprochen werden.

Der durchschnittliche Rohproteingehalt aller Silierzusatzvarianten im Trockenmassebereich 25 % TM lag bei 167 g/kg TM und auch ein multipler Mittelwertvergleich mit dem Dunett-T3 Test (Signifikanzlevel der Levene-Statistik lag bei 0,042) ergab keine Signifikanzen zur unbehandelten Kontrolle (siehe Tabelle 13). Den höchsten Rohproteingehalt hatte, im Vergleich zur Kontrolle, die Variante Versuchsprodukt 1 (179 g/kg TM) und der niedrigste Wert war bei EM-Multisil (162 g/kg TM) zu finden.

Im Trockenmassebereich 32 % TM lag der Durchschnitt aller Varianten bei 164 g/kg TM wobei die Variante BioSil Liquid Plus, mit 159 g/kg TM, am wenigsten Eiweiß enthielt. Am Besten schnitt hier die Kontrolle ohne Silierzusatz ab (167 g/kg TM). Auch hier waren keine Signifikanzen im multiplen Mittelwertvergleich (Bonferroni Test) feststellbar (siehe Tabelle 13).

Der Rohproteingehalt korreliert sehr stark negativ mit dem Rohfasergehalt, d.h. mit zunehmendem Alter reduziert sich der Rohproteingehalt deutlich (RESCH, 2008b). Aufgrund dieser Tatsache lässt sich schließen, dass das Futter für den Silierversuch S-54 zeitgerecht geerntet wurde und die niedrigen Rohfasergehalte nicht auf einen zu frühen Nutzungszeitpunkt, sondern allein auf die starke Futtermittelschmutzung zu verweisen sind.

3.4.4. Verdaulichkeit der organischen Masse

Die Verdaulichkeit der organischen Masse sollte laut RESCH et al. (2006) für ein Dauerwiesenfutter im ersten Aufwuchs des Ähren- und Rispenschieben 73 % betragen. Je höher diese im Futter ist, umso besser können die Nährstoffe im Darm der Tiere absorbiert und somit besser ausgenutzt werden. Wird dieser Wert erreicht, kann man von einem qualitativ hochwertigem Futter sprechen.

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab für die Trockenmassestufe 25 % TM einen Signifikanzlevel von 0,107 und deswegen wurde ein multipler Mittelwertvergleich gewählt, der Varianzgleichheit voraussetzt, nämlich der Bonferroni Test. Die Prüfung der Differenzen brachte hier keine signifikanten Unterschiede der Siliermittelvarianten zur Kontrolle unbehandelt (siehe Tabelle 13). Es ist trotzdem erwähnenswert, dass die Variante ohne Silierzusatzmittel den höchsten Verdaulichkeitsgrad (dOM 74 %) in dieser Anwelkstufe erreichte. Durch den Einsatz von Silierhilfsmitteln konnte die Verdaulichkeit demnach nicht gesteigert werden, sondern lag zwischen 0,6 und 1,8 Prozent niedriger als die Verdaulichkeit der OM in der unbehandelten Silage.

In der Anwelksilage (32 % TM) lag der Signifikanzlevel der Levene-Statistik bei 0,092 und deshalb wurde ebenfalls der Bonferroni Test als multipler Mittelwertvergleich angewandt. In der statistischen Beurteilung der Differenzen wurden keine signifikanten Unterschiede der Zusatzmittelvarianten im Vergleich zur Kontrolle unbehandelt festgestellt (siehe Tabelle 13). Der durchschnittliche Wert an Verdaulichkeit der OM lag aber im Vergleich zur Nasssilage mit 73,8 % um 0,8 % höher. Hier ist vor allem die Variante Versuchsprodukt 1 hervorzuheben. Sie erreichte bei der Futtermittelanalytik eine Verdaulichkeit von 75,7 % und lag mit diesem Wert im Spitzenfeld. Auch die Varian-

te BioSil Liquid Plus (dOM 74,1 %) und die unbehandelte Kontrolle (dOM 73,7 %) lagen im Vergleich mit der Futterwerttabelle (RESCH et al., 2006) sehr hoch. EM-Multisil (dOM 71,6 %) schnitt in der Verdaulichkeitsbewertung in dieser Anwelkstufe am schlechtesten ab.

Aus den Ergebnissen der Verdaulichkeit der organischen Masse im Silierversuch S-54 lässt sich ein qualitativ sehr hochwertiges Futter schließen, das für die Fütterung von Milchkühen, auch mit hoher Leistung, geeignet ist.

3.4.5. Verschmutzungsgrad

Futterverschmutzung verursacht in einer Silage nicht nur eine Buttersäuregärung, es kommt auch zur Verringerung von wertvollen Futternährstoffen und der für die Milchviehfütterung wichtigen Futterenergie. Durch die Buttersäuregärung verringert sich der Geschmack des Futters sehr stark und mit ihm auch die Futteraufnahme, zudem entsteht ein sehr unangenehmer Buttersäuregeruch. Ein zu hoher Rohaschegehalt in der Silage hat demnach einen sehr negativen Einfluss auf die tierische Leistung, die Tiergesundheit und die Produktqualität. Nach BUCHGRABER und GINDL (2004) darf der Rohaschegehalt in der Silage den Wert von 100 g/kg TM nicht überschreiten. Der Rohaschegehalt wird von den Faktoren Rohfasergehalt, Erntejahr, Trockenmassegehalt sowie Schnitthöhe und Aufwuchs signifikant beeinflusst. Je später das Futter geerntet wird bzw. je höher der Anwelkgrad ist, umso niedriger wird der Rohaschegehalt (RESCH, 2008b).

Die Silage im Silierversuch S-54 wies in beiden Anwelkstufen eine sehr hohe Futterverschmutzung auf, obwohl diese durch die Anwelkung auf 32 % TM etwas verringert werden konnte. Der Durchschnittswert aller Varianten in der Trockenmassestufe 25 % TM lag bei 216,83 g/kg TM und in der Trockenmassestufe 32 % TM bei 162,16 g/kg TM. Verglichen mit der Wettersituation am Tag der Ernte (siehe Tabelle Wettersituation, Kapitel Material und Methoden), die bis zum Zeitpunkt der Einfuhr des Futters sehr heiß und ohne Niederschlag war, ist eine so hohe Futterverschmutzung eher auszuschließen. Durch die Ernte von Nasssilagen (unter 30 % TM) ist ohnehin mit einer höheren Futterverschmutzung zu rechnen, da Erd- und Schmutzpartikel viel leichter am nassen Futter hängen bleiben. In Abbildung 30 sind die Rohaschegehalte der einzelnen Silierzusätze in den beiden Anwelkstufen ersichtlich.

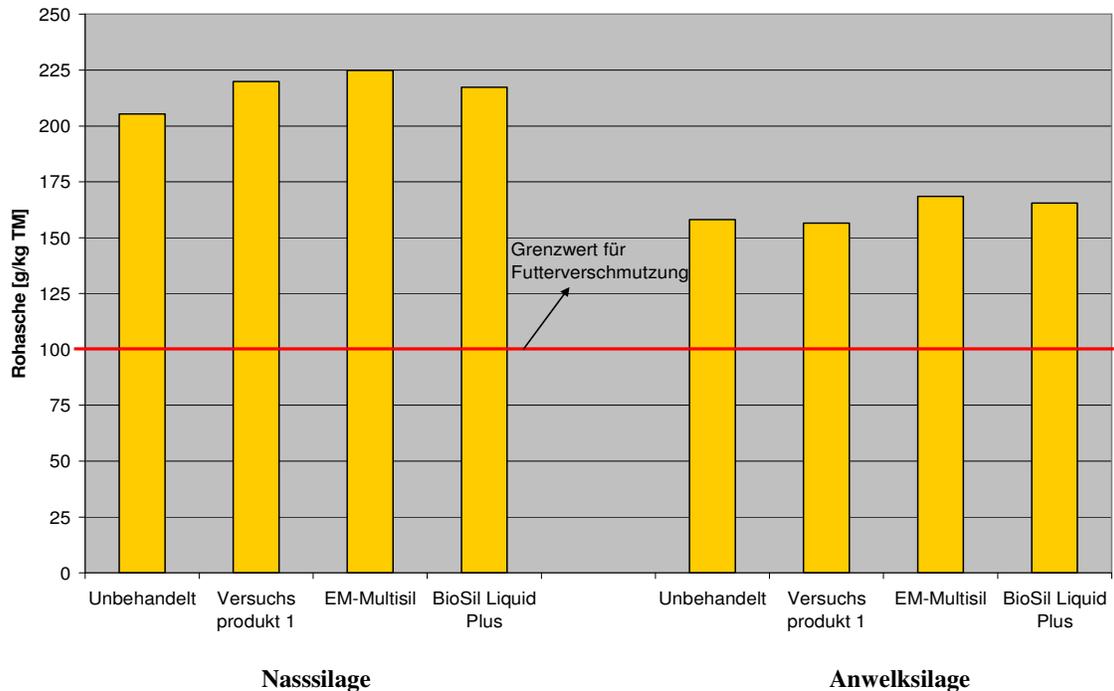


Abbildung 30: Einfluss von Silierzusatzmittel auf die Futtermverschmutzung im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

In der Nasssilage brachte die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen einen Signifikanzlevel von 0,145. Aus diesem Grund musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der Varianzgleichheit voraussetzt, der Bonferroni Test. Aus dem multiplen Mittelwertvergleich lassen sich aber keine signifikanten Unterschiede der Behandlungsvarianten zur unbehandelten Kontrolle ableiten (siehe Tabelle 13). Der Mittelwert der Wiederholungen ergab für die Variante EM-Multisil das schlechteste Ergebnis. Sie erreichte einen Rohaschegehalt von ungefähr 22,5 % und hatte auch im Gärsäuremuster den höchsten Gehalt an Buttersäure (1,25 g/kg TM) (vgl. Abbildung 13). In Anbetracht der Tatsache, dass sich in dieser Anwelkstufe die Futtermverschmutzung sehr stark zeigte, erreichte die unbehandelte Variante mit 20,5 % das „beste“ Ergebnis (siehe Abbildung 30).

Die Levene-Statistik ergab in der Anwelksilage einen Signifikanzlevel von 0,227 und es musste ebenfalls der Bonferroni Test als multipler Mittelwertvergleich gewählt werden. Der statistische Vergleich der Varianten mit der unbehandelten Kontrolle ergab keinen signifikanten Unterschied (siehe Tabelle 13). Anzumerken ist hier, dass die Variante EM-Multisil mit 16,8 % XA gleich wie in der Nasssilage auch den höchsten Buttersäuregehalt im Futter (0,82 g/kg TM) zu verzeichnen hatte. BioSil Liquid Plus erreichte von der Futtermverschmutzung her den zweiten Platz mit

16,6 % XA, hatte aber im Gegensatz zu EM-Multisil während der Gärung überhaupt keine Buttersäure. Zum Vergleich erreichten die unbehandelte Kontrolle und die Variante Versuchsprodukt 1 in dieser Anwelkstufe die geringsten Rohaschegehalte, verzeichneten aber im Gärsäurenmuster auch Buttersäure (siehe Abbildung 30 und Abbildung 13).

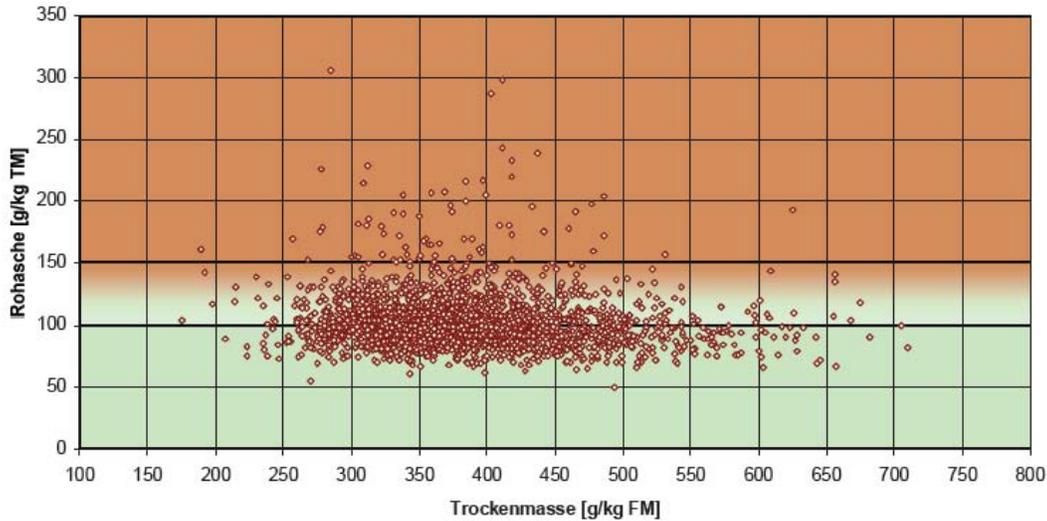


Abbildung 31: Verteilung der Rohasche in österreichischen Silagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt 03/05/07, RESCH, 2008b)

Die hohen Rohaschegehalte in der Trockenmasse im Silierversuch S-54 werden anhand der Abbildung 31 mit den Rohaschegehalten aus den Praxissilagen des Silageprojektes 03/05/07 (RESCH, 2008b) verglichen. In dieser Abbildung werden die Rohaschegehalte in den 2.413 österreichischen Grassilagen in den verschiedenen Trockenmassebereichen aufgezeigt. In den Silagen des Projektes hatten im gesamten Datensatz rund 50 % der Proben einen Rohaschegehalt über 10 % (RESCH, 2008b). Sieht man die Rohaschegehalte nur im Trockenmassebereich 25 – 35 % an, so sind mehr als 50 % der Proben über dem Grenzwert für Rohasche von 10 % in der TM (vgl. Abbildung 31).

3.4.6. Futterwertzahl

Eine gesamtheitliche Futterbewertung enthält neben der klassischen Methode der chemischen Beurteilung nach WEISSBACH und HONIG (1997) und der Futtergehaltswerte durch die Futterwerttafel auch eine Feststellung der Futterqualität (Geruch, Gefüge, Farbe, Verschmutzung) durch die ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER (1999) – abgeleitet nach dem DLG-Schlüssel. Bisher

werden die Gehaltswerte getrennt von den sensorisch ermittelten Futterqualitäten bewertet. Die Futterwertzahl nach BUCHGRABER (1999) möchte die energetische Bewertung mit der sensorischen Beurteilung des Grundfutters zusammenführen und so zu einer ganzheitlichen Aussage kommen, die sich in einem einfachen Punktesystem findet (vgl. RESCH und ADLER, 2006, 33).

Über die lineare Gleichung $y = 32,673 x - 99,96$ werden der Futterenergie Qualitätspunkte zugeordnet, die mit einem Qualitätsfaktor, der sich aus der sensorischen Bewertung errechnen lässt (ÖAG-Punkte * 0,0435 + 0,1304), multipliziert werden. Als Endresultat ergibt sich aus den Qualitätspunkten des Energiegehaltes im Futter und dem Qualitätsfaktor der sensorischen Bewertung die Futterwertzahl.

Nach BUCHGRABER (1999) sind Futterwertzahlen unter 20 Punkten aufgrund der sehr starken Wertminderung nicht mehr fütterungstauglich. Futterwertzahlen von 20 bis 49 Punkten werden nur für das Jungvieh empfohlen, während sich Futter mit 50 bis 69 Punkten für Mutterkühe und Trockensteher eignet. Um eine laktierende Kuh mit den nötigen Nährstoffen und der nötigen Qualität, die sie zur Milchproduktion benötigt, versorgen zu können, sollte Futter erst ab 70 Punkten vorgelegt werden. Hochleistungstiere und Kühe zu Laktationsbeginn brauchen unbedingt Grundfutter mit Futterwertzahlen über 95.

Die unten gezeigte Abbildung 32 zeigt die von BUCHGRABER (1999) definierten Bereiche für die Fütterungseignung von Grünlandfutter nach dessen Futterwertzahl und die Ergebnisse der FWZ im Silierversuch S-54 für beide Anwelkstufen

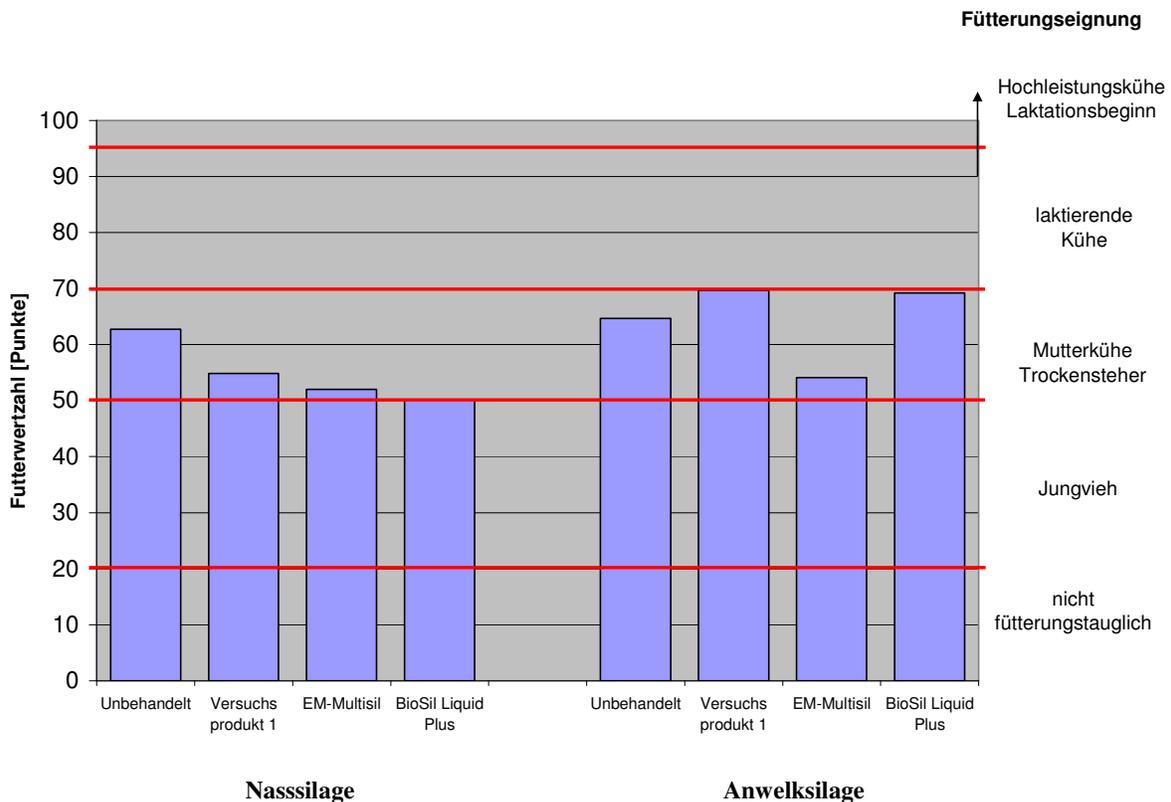


Abbildung 32: Klassifizierung der Futterwertzahl in Punkte (BUCHGRABER, 1999) in Anbetracht der praktischen Anwendung des Grundfutters für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Ein Vergleich dieser Kategorien nach BUCHGRABER (1999) mit den Ergebnissen im Silierversuch S-54 ergab, was die Fütterungseignung anbelangt, ein unbefriedigendes Ergebnis (siehe Abbildung 32). Demnach kann keine der Varianten im Versuch an laktierende Kühe bzw. an Hochleistungskühe verfüttert werden. In der Nasssilage erreichte die Variante BioSil Liquid Plus (~ 50 Punkte) gerade noch den Bereich, um an die Mutterkühe und Trockensteher verfüttert werden zu können. Die beiden anderen Silierzusatzvarianten lagen mit ~ 55 Punkten (Versuchsprodukt 1) und ~ 52 Punkten (EM-Multisil) im Mittelfeld dieser Kategorie. In dieser Anwelkstufe ist die unbehandelte Kontrolle sehr gut benotet worden, erreichte somit am meisten Punkte (~ 63 Punkte), kann aber wegen der geringen Qualität trotzdem nur an Trockensteher und Mutterkühe verfüttert werden.

Um Signifikanzen zwischen den einzelnen Silierzusatzvarianten feststellen zu können, wurde die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen durchgeführt. Diese ergab in der Nasssilage ein Signifikanzlevel von 0,474 und deshalb musste ein multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der eine Varianzgleichheit voraussetzt, der Bonfferoni Test. In dieser Anwelkstufe wurden keine signifikanten Unterschiede der Zusatzmittelvarianten und Kontrolle unbehandelt

nachgewiesen, das heißt, dass sich keine der Varianten in der Futterwertpunktezahll stark von der unbehandelten Kontrolle abhob (siehe Tabelle 13).

In der Anwelkstufe 32 % TM zeigten die Futterwertzahlen der einzelnen Varianten ein etwas besseres Bild als in der Nasssilage. Die Varianten Versuchsprodukt 1 (70 FWZ-Punkte) und BioSil Liquid Plus (69 FWZ-Punkte) verpassten die Kategorie, in der das Grundfutter an laktierende Kühe verfüttert werden kann, nur sehr knapp und sind daher nur zur Fütterung von Trockenstehern und Mutterkühen geeignet. Anders als in der Anwelkstufe 25 % TM erzielte die unbehandelte Kontrolle hier nicht das beste Ergebnis, erreichte aber mit ~ 65 FWZ-Punkten um 2 Punkte mehr als die gleiche Variante in der Nasssilage, und der Silierzusatz EM-Multisil erreichte als schwächste Variante nur ~ 54 FWZ-Punkte. Für den Einsatz im Hochleistungsbereich, sowie für Tiere zu Laktationsbeginn war in dieser Anwelkstufe keine der vier Varianten zu empfehlen (siehe Abbildung 32).

Die Levene-Statistik zur Kontrolle der Homogenität der Varianzen ergab in der Anwelksilage einen Signifikanzlevel von 0,205 und deshalb muss wieder der Bonfferoni Test als multipler Mittelwertvergleich gewählt werden, der eine Varianzgleichheit voraussetzt. Dieser Mittelwertvergleich konnte auch hier keinen signifikanten Unterschied der Silierzusatzvarianten zur unbehandelten Kontrolle finden, obwohl sich die Variante EM-Multisil auf den ersten Blick stärker von den anderen Varianten abhebt (siehe Tabelle 13).

Durch eine zu hohe Futterverschmutzung kann die Grundfutterqualität erheblich beeinträchtigt werden. Der Orientierungswert für eine saubere Futterernte liegt unter 10 % Rohasche in der Trockenmasse (BUCHGRABER und GINDL, 2004, 74). Steigt der Rohaschegehalt über den Grenzwert von 10 % erhöht sich das Fehlgärungsrisiko und wertvolle Nährstoffe und Energie gehen verloren. Da die Futterwertzahl eine Bewertung der Silage nach ihren sensorischen und energetischen Eigenschaften ist, hat natürlich der Rohaschegehalt einen indirekten Einfluss auf die Wertigkeit des Futters und somit auf die Fütterungseignung, denn mit jedem Prozent Rohasche im Futter sinkt der Energiegehalt um 0,1 MJNEL/kg TM (vgl. RESCH, 2008a). Im Silierversuch S-54 lag der Rohaschegehalt in der Anwelkstufe 1 (25 % TM) durchschnittlich zwischen 190 g/kg TM und 269 g/kg TM, was auf eine starke Futterverschmutzung hinweist. Laut diesen Ergebnissen unterlag diese Silage einer massiven Verdrängung der Energie um 0,9 bis 1,6 MJNEL/kg TM.

In Abbildung 33 ist ersichtlich, welches Potential die Silage im Silierversuch S-54 mit einem Rohaschegehalt von 10% hätte. Der natürliche Gehalt in der Silage wurde korrigiert und mittels einer

einfachen Gleichung wurden der neue Energiegehalt und somit auch die neue Futterwertzahl berechnet. Die Nasssilage erzielt dadurch weit höhere Futterwertzahlen und könnte mit diesem Potential sehr gut an laktierende Kühe verfüttert werden. Die Kontrollvariante hebt sich auch wie bei der unkorrigierten Futterwertzahl wieder deutlich von den Zusatzvarianten ab und die Variante BioSil Liquid Plus erreicht ebenfalls eine Steigerung von knapp 20 Punkten, bleibt aber trotzdem an letzter Stelle und kann nur für Mutterkühe und Trockensteher als Futtergrundlage empfohlen werden.

Auch die Anwelksilage zeigt bei einer Rohaschekorrektur auf 10 % eine deutliche Verbesserung in allen Varianten. Bis auf den Silierzusatz EM-Multisil, der trotzdem noch in der Kategorie für Mutterkühe und Trockensteher bleibt, könnten hier alle Varianten an laktierende Kühe verfüttert werden. Es ist deutlich zu erkennen, welchen Einfluss der Rohaschegehalt auf die Futterqualität ausübt, und deshalb sollte ein zu hoher Verschmutzungsgrad im Grundfutter tunlichst vermieden werden (siehe Abbildung 33).

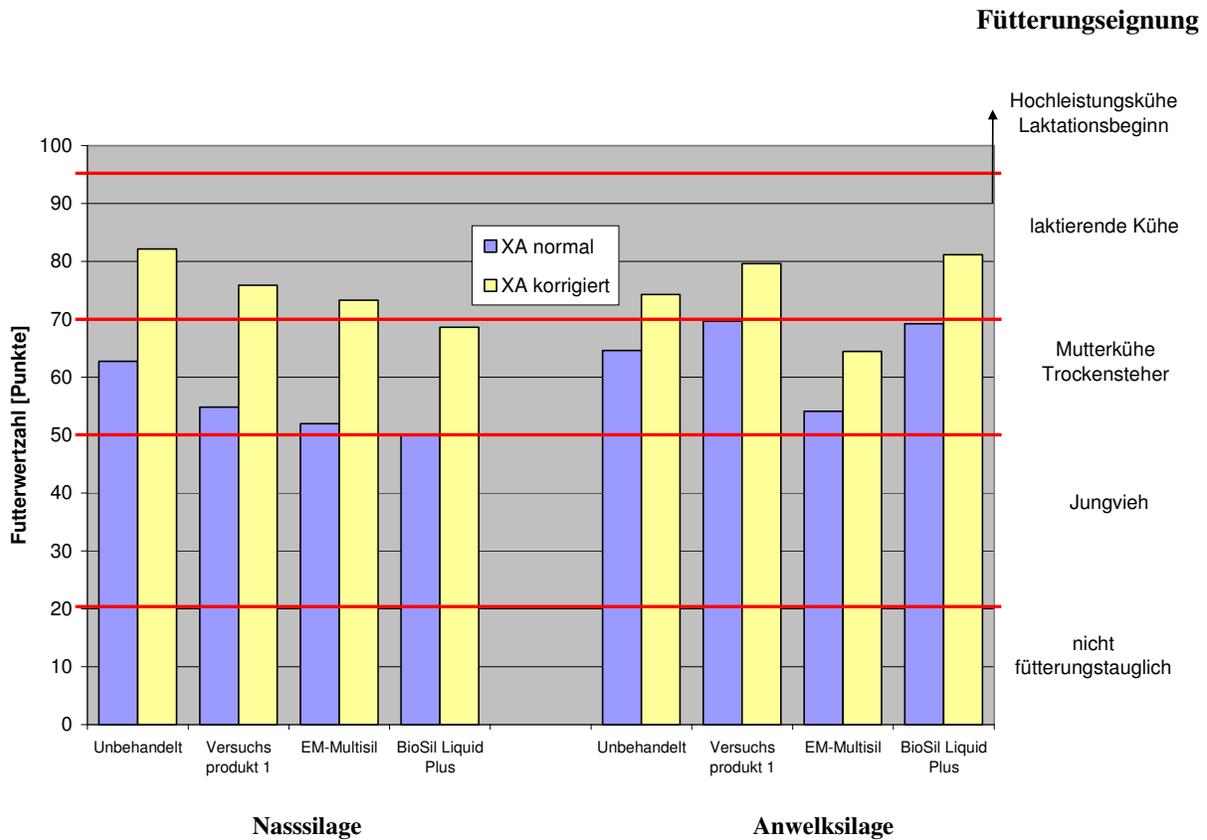


Abbildung 33: Klassifizierung der Futterwertzahl in Punkte (BUCHGRABER, 1999) unter Berücksichtigung einer Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM im Vergleich zu den Futterwertzahlen mit natürlichem Rohaschegehalt aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Die statistische Auswertung der beiden korrigierten Anwelkstufen ergaben, trotz eindeutiger Verbesserung, keine signifikanten Unterschiede der Silierzusatzmittelvarianten zur Kontrolle unbehandelt.

Um einen Gesamtüberblick über die statistischen Auswertungen der Futterqualitätskomponenten Rohfaser, Rohasche, Rohprotein, Verdaulichkeit der organischen Masse, Energiegehalt und Futterwertzahl zu erhalten, beschreibt die Tabelle 13 noch einmal die absoluten Werte der unbehandelten Kontrolle im Vergleich zu den Werten der Varianten Versuchsprodukt 1, EM-Multisil und BioSil Liquid Plus. Die Werte, wo Signifikanzen aufgetreten sind, sind mit einem (*) gekennzeichnet.

Anwelkstufe 25 % TM													
Variante	Rohfaser (absolut)		Rohasche (absolut)		Rohprotein (absolut)		dOM (absolut)		MJNEL (absolut)		Futterwertzahl (absolut)		
Unbehandelt	214,46		205,43		162,08		74,00		5,35		62,74		
	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	
Versuchsprodukt													
1	13,90	1,000	-14,35	1,000	-17,29	1,000	1,78	1,000	0,26	0,970	7,92	0,453	
EM-Multisil	-13,43	1,000	-19,40	0,855	0,25	1,000	1,70	1,000	0,29	0,738	10,74	0,146	
BioSil Liquid													
Plus	-0,11	1,000	-11,85	1,000	-3,15	1,000	0,59	1,000	0,14	1,000	12,60	0,070	
* die mittlere Differenz ist ab dem P-Wert < 0,05 signifikant													
Anwelkstufe 35 % TM													
Variante	Rohfaser (absolut)		Rohasche (absolut)		Rohprotein (absolut)		dOM (absolut)		MJNEL (absolut)		Futterwertzahl (absolut)		
Unbehandelt	239,98		158,08		166,79		73,68		5,68		64,64		
	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	Mittlere Differenz	P-Wert	
Versuchsprodukt													
1	-8,47	1,000	1,57	1,000	4,01	1,000	-2,04	1,000	-0,19	1,000	-5,04	1,000	
EM-Multisil	5,98	1,000	-10,41	1,000	0,93	1,000	2,12	1,000	0,26	1,000	10,53	0,438	
BioSil Liquid													
Plus	-29,36	0,115	-7,45	1,000	7,83	0,752	0,41	1,000	0,02	1,000	-4,60	1,000	
* die mittlere Differenz ist ab dem P-Wert < 0,05 signifikant													

Tabelle 13: Mehrfachvergleiche für die Variablen Rohfaser, Rohasche, Rohprotein, Verdaulichkeit der organischen Masse, Energiegehalt und Futterwertzahl im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Die Rohfasergehalte in der Nasssilage lagen in allen Varianten und der unbehandelten Kontrolle auf einem sehr niedrigen Niveau, woraus auf den ersten Blick ein sehr früher Erntezeitpunkt geschlossen werden könnte. Da die Proben der Nasssilage zum gleichen Zeitpunkt wie die Proben der Anwelksilage geerntet wurden (Ähren-Rispen-Schieben), basiert die Verdrängung der wertvollen Rohfaser in Wirklichkeit ganz allein auf der starken Futterschmutzung, die sich im Versuch S-54 in

dieser Trockenmassestufe einstellte. In der Anwelksilage ergaben sich durch die geringen Rohaschegehalte auch höhere Rohfasergehalte, die für ein Futter dieses Vegetationsstadiums sehr gut waren. Die Energiedichten lagen in diesem Silierversuch in beiden Anwelkstufen sehr niedrig und bei Vorlage eines solchen Futters, mit einem derart niedrigem energetischen Wert, wäre ein hoher Kraftfuttereinsatz nötig, um Milchkühe ausreichend versorgen zu können. Auch hier spielte der hohe Rohaschegehalt im Futter eine große Rolle und trug zu den schlechten Energiegehalten bei, obwohl wiederum die Verdaulichkeit der organischen Substanz in allen Varianten (auch Kontrollvariante) sehr gut war. Als ganzheitliche Bewertung der Silage (unter Einbezug der Energie und der ÖAG-Punkte) erbrachte die Futterwertzahl ein eher schlechtes Ergebnis für alle Silierzusätze und der unbehandelten Kontrolle in beiden Anwelkstufen. Keine der Proben war demnach zur Fütterung von laktierenden Milchkühen geeignet und könnte nur an Mutterkühe und Trockensteher verfüttert werden. Wenn das Futter im Silierversuch S-54 keine Verschmutzung gehabt hätte, wären die Rohfaser, die Energie und die Futterwertzahl um ein Vielfaches besser gewesen, woraus man erkennt, welches Potential in einem solchen Futter grundsätzlich steckt, welches nur durch Futterschmutzung verloren geht.

3.5. Mikrobiologie

Der mikrobiologische Zustand der Silage im Versuch S-54 wurde in dieser Arbeit nicht statistisch untersucht. Trotzdem gab es bei den Hefen, Clostridien und Schimmelpilzen zwischen den beiden Anwelkstufen aber auch in den Wiederholungen der verschiedenen Varianten zum Teil erhebliche Unterschiede (vgl. Tabelle 14). In keiner der Proben wurden Listerien nachgewiesen, die bei ungenügend angesäuerter Silage zu einer Infektion bei Tieren führen können. Sie kommen überall vor und ernähren sich von totem organischem Material (WIKIPEDIA, 2008).

Variante	WH	Hefen	Clostridien	Schimmelpilze	Differenzierung der Schimmelpilze	WH	Hefen	Clostridien	Schimmelpilze	Differenzierung der Schimmelpilze	
		KBE/g	MPN/g	KBE/g			KBE/g	KBE/g	MPN/g		KBE/g
Anwelkstufe 25 % TM						Anwelkstufe 35 % TM					
unbehandelt	a	12.600	360	< 100		a	120.000	46.000	1.500	Pen.	
unbehandelt	b	1.600	46.000	< 100		b	82.000	4.300	< 100	50 Pen.	
unbehandelt	c	100.000	920	61.000	Pen.	c	31.000	< 300	3.500	Pen.	
Versuchsprodukt 1	a	5.900	920	2.200	Pen.	a	49.000	110.000	< 100		
Versuchsprodukt 1	b	88.000	360	5.600	Pen.	b	3.900.000	360	38.000	Pen.	
Versuchsprodukt 1	c	6.300.000	740	300	Pen.	c	73.000	920	2.800	Pen.	
EM-Multisil	a	< 100	920	1.600	Geotrichum	a	< 100	300	4.100	Pen.	
EM-Multisil	b	< 100	1.400	950	Pen., Basipet.	b	< 100	93.000	150	Pen., Basipet	
EM-Multisil	c	1.700	< 300	150	Pen., Geotrich.	c	20.000	920	400	Pen., Basipet.	
BioSil Liquid Plus	a	< 100	360	200	Pen.	a	400	9.300	1.700	Pen., Geotr.	
BioSil Liquid Plus	b	< 100	360	< 100	50 Pen.	b	< 100	360	600	Pen.	
BioSil Liquid Plus	c	570.000	< 300	330.000	Pen.	c	60.000	4.300	5.900	Basipet.	

Tabelle 14: Mikrobiologischer Zustand der Silagen aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 zum Zeitpunkt der Siloöffnung

3.5.1. Hefekeimzahlen

Der Anteil an Hefen in einer Silage mit guter Qualität soll den Wert von 100.000 KBE/g (Kolonien bildende Einheiten) nicht überschreiten (BUCHGRABER und GINDL, 2004, 184). Die Anzahl der Hefekeime im Silo ist ein Indikator für die Nacherwärmung. Zum Zeitpunkt der Öffnung wurde in der Variante EM-Multisil dieser Wert in beiden Anwelkstufen nicht überschritten. Sehr hohe Hefekeimzahlen wurden in der Variante Versuchsprodukt 1 im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle gefunden. In einer Wiederholung der Anwelkstufe 25 % TM wurde ein Wert von 6.300.000 KBE/g erreicht, welcher auf die Lagerung unter aeroben Bedingungen sehr negative Auswirkungen haben wird. In der Anwelkstufe 32 % TM lag der Wert einer Wiederholung mit 3.900.000 KBE/g in einem sehr kritischen Bereich. Bei der Variante BioSil Liquid Plus ergab die mikrobiologische Untersuchung nur in der Anwelkstufe 1 (25 % TM) in der dritten Wiederholung einen Wert von 570.000 KBE/g und wies somit einen viel höheren Wert als die unbehandelte Variante auf. Auch die unbehandelte Kontrolle erreichte in einer Wiederholung einen Hefewert von 100.000 KBE/g und kam somit an den Grenzwert heran. In der Anwelkstufe 2 (32% TM) wurde dieser sogar um 20.000 KBE/g überschritten. Trotzdem wies diese unbehandelte Variante geringere Werte als die Variante Versuchsprodukt 1 auf (siehe Tabelle 14).

3.5.2. Clostridiensporen

Der Grenzwert an Clostridiensporen in einer Silage liegt laut BUCHGRABER und GINDL (2004, 184) bei 10.000 Clostridiensporen je Gramm Futter. Trotz des Buttersäuregehaltes in der Silage, die mit den Varianten Versuchsprodukt 1 und EM-Multisil behandelt wurde und der unbehandelten Kontrolle, konnten in der Anwelkstufe 25 % TM nur in der Kontrollvariante in einer Wiederholung erhöhte Gehalte (46.000 MPN Clostridien /g) an Clostridien festgestellt werden. In dieser Anwelkstufe konnte durch den Zusatz von Silierr Mitteln eine Qualitätssteigerung im Bereich der Clostridiensporen gegenüber der unbehandelten Silage erreicht werden. In der Anwelkstufe 32 % TM wurde der Grenzwert im Vergleich, der auch in der unbehandelten Kontrolle erhöht war (46.000 MPN Clostridien /g), zumindest in einer Wiederholung der Variante Versuchsprodukt 1 mit 110.000 MPN Clostridien /g (most probable number) und in der Variante EM Multisil mit 93.000 MPN/g deutlich überschritten. Werden aber diese Clostridiengehalte mit den Gehalten an Buttersäure in dieser Trockenmassstufe verglichen, wird davon ausgegangen, dass die Buttersäurebildung und die Clostridiensporengehalte nur eine gewisse Wechselwirkung hatten. Im Vergleich hatte auch die Variante BioSil Liquid Plus in einer Wiederholung einen Anteil an Clostridiensporen (9300 MPN Clostridien/g), der knapp am Grenzwert nach BUCHGRABER und GINDL (2004, 184) lag. Es wurde hier aber keine Buttersäure nachgewiesen (Tabelle 14 und Tabelle 8).

3.5.3. Schimmelpilze

Bei den Schimmelpilzen lagen in der Anwelksilage, bis auf eine einzige Ausnahme, alle Keimzahlen der verschiedenen Varianten im unbedenklichen Bereich. Dieser liegt laut BUCHGRABER und GINDL (2004, 184) unter 10.000 KBE/g. Die Variante Versuchsprodukt 1 überstieg diesen Wert in einer Wiederholung und erreichte 38.000 KBE/g. In der Nasssilage hingegen überstiegen die unbehandelte Kontrolle mit 61.000 KBE/g sowie die Variante BioSil Liquid Plus mit 330.000 KBE/g den Grenzwert in einer Wiederholung um ein Vielfaches, wobei die restlichen Silierrmittelvarianten im Gegensatz zur Kontrolle weit unter dem Grenzwert lagen. Anzumerken ist dabei, dass in der Kontrolle die zwei anderen Wiederholungen einen Schimmelpilzgehalt von < 100 KBE/g erreichten. Die erhöhten Werte in den genannten Varianten waren mit dem Schimmelpilz *Penicillium* besetzt. Des Weiteren waren in den verschiedenen Varianten noch die Schimmelpilzgattungen *Geotrichum* und *Basipetospora* enthalten (siehe Tabelle 14).

Es ist sehr auffallend, dass die Variante EM Multisil in beiden Anwelkstufen die geringste Verpilzung und Verhefung aufweist und gleichzeitig den höchsten Essigsäuregehalt hat. Im Vergleich dazu wiesen die Variante BioSil Liquid Plus in der Nasssilage und die Variante Versuchsprodukt 1 in der Anwelksilage den höchsten Verpilzungs- und Verhefungsgrad und die niedrigsten Essigsäuregehalte auf. Auf die Korrelation von stärkerer Verhefung von Silagen und einem geringen Gehalt an Essigsäure wurde bereits von WEISE (1989), ROUEL und WYSS (1994) und LEW und ADLER (1996) hingewiesen. Die vorliegenden Ergebnisse finden aber noch zusätzliche Bestätigung bei AUERBACH (2004), der in seinen Untersuchungen einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem höheren Gehalt an undissoziierter Essigsäure und einer zunehmenden Hemmung von *Penicillium roqueforti* am Ende der Silierung feststellen konnte (RESCH und ADLER, 2006, 28).

Der mikrobiologische Zustand des Silierversuches S-54 war nur in einzelnen Wiederholungen der Komponenten als kritisch einzustufen. Die Kontrollvariante schnitt in beiden Trockemassestufen im Clostridiengehalt gegenüber den behandelten Silagen schlecht ab. Nur das Versuchsprodukt 1 wies in der Anwelksilage in einer Wiederholung einen viel höheren Clostridiengehalt auf. Bei den Schimmelpilzen überschritt in der Nasssilage die Variante BioSil Liquid Plus den Orientierungswert von 10.000 KBE/g FM in einer Wiederholung um ein Vielfaches und war gemeinsam mit der unbehandelten Kontrolle der Nasssilage und dem Versuchsprodukt 1 der Anwelksilage, die ebenfalls einen erhöhten Schimmelpilzgehalt in einer Wiederholung zeigten, als mikrobiologisch kritisch einzustufen. Es wurde auch eine Verbindung von niedrigen Essigsäuregehalten der Varianten mit einer gleichzeitig hohen Verhefung festgestellt. Demnach schnitten in der Nasssilage alle Varianten, inklusive der Kontrollvariante, bis auf EM-Multisil und in der Anwelksilage das Versuchsprodukt 1 und die unbehandelte Kontrolle schlecht ab.

3.6. Haltbarkeitstest

Im Haltbarkeitstest wird die aerobe Stabilität der fertigen Silagen in einem geöffneten Zustand bei einer Lagerungszeit von einer Woche unter Luftstress ermittelt. Von größter Wichtigkeit sind bei diesem Test die Bewertung der Keimzahlerhöhung der Hefen und Schimmelpilze, sowie die Aufzeichnung von pH-Wert und Temperaturverlauf (vgl. RESCH, 2002). Im Silierversuch S-54 wurde keine mikrobiologische Untersuchung nach einer Überlagerung der Silage von einer Woche durchgeführt. Stattdessen wurden die einzelnen Varianten auf ihren sensorischen Zustand mittels der

ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER (1999), sowie dem Temperaturverlauf und dem pH-Wert überprüft.

3.6.1. Silagequalität

Die Silagequalität der im Silierversuch S-54 geprüften Varianten wiesen nach einer Woche Überlagerung unterschiedliche Qualitätseinbußen auf. In der Trockenmassstufe 25 % TM sind die Varianten Versuchsprodukt 1 und die unbehandelte Kontrolle sehr hervorzuheben. Hier wurden die größten Einbußen nach der sensorischen Bewertung verzeichnet. Die Variante Kontrolle unbehandelt verlor durch optisch sichtbaren Schimmel und den stark röstig und muffigen Geruch von 16,3 ÖAG-Punkten 10,3 ÖAG-Punkte und wurde nach dem Haltbarkeitstest nur mehr in die Qualitätsstufe „mäßig“ eingestuft. Durch die Überlagerung fand eine extrem starke Wertminderung statt, obwohl diese Variante direkt nach der Öffnung des Silos nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) am Besten abschnitt. Die Variante Versuchsprodukt 1 erlitt während der Lagerung unter Luftzutritt einen totalen Wertabfall, da am Rand und am Boden Schimmel sichtbar war und die Silage auch im Allgemeinen einer totalen Verschimmelung unterlag. Die Punkteanzahl sank von 16 ÖAG-Punkten (nach der Öffnung) auf null ÖAG-Punkte. Diese Silage wurde als „verdorben“ eingestuft und kann nicht mehr als Futter für Tiere heran genommen werden (siehe Abbildung 34 und Tabelle 15). Schimmel bildet sich erst nach dem Öffnen eines Futterstockes unter Lufteinfluss. Sollte das Futter bereits den optimalen Schnittzeitpunkt (Ähren- und Rispen schieben) überschritten haben und ein hoher Rohfasergehalt in der Silage aufscheinen, kann es ebenfalls zu starker Verschimmelung im Silo kommen, da sich durch unzureichende Verdichtung noch Restsauerstoff im Futterstock befindet. Im Silierversuch S-54 wies die Variante Versuchsprodukt 1 in der Nasssilage keine erhöhten Rohfasergehalte auf.

Die beiden anderen Varianten hielten sich, im Gegensatz zur Kontrolle, während der Lagerung unter Luftzutritt sehr gut und hatten nur einen geringen Punkteabfall zu verzeichnen. Die Silierzusätze EM-Mulitsil (13 ÖAG-Punkte) und BioSil Liquid Plus (11 ÖAG-Punkte) blieben auch im Haltbarkeitstest in der Silagequalitätsstufe „befriedigend“ (siehe Abbildung 34 und Tabelle 15).

In der Anwelksilage ergab die ÖAG-Sinnenprüfung im Haltbarkeitstest in allen Varianten schlechte Ergebnisse und starke Wertminderungen durch den Luftzutritt. Sie blieben aber dennoch in der Silagequalitätsstufe „befriedigend“. Den stärksten Punkteverlust in dieser Anwelkstufe hatte wieder die Variante Versuchsprodukt 1 (8,5 ÖAG-Punkte Verlust) zu verzeichnen, da sich eine leichte

Schimmelbildung und ein muffig, röstiger Geruch einstellte. Ebenfalls an Boden und Rand leicht schimmelig war die unbehandelte Kontrolle, die einem Punkteverlust von 8,3 ÖAG-Punkten unterlag. EM-Multisil und BioSil Liquid Plus erreichten mit 8 bzw. 9 ÖAG-Punkten die besten Werte, wiesen aber ebenfalls leichte Schimmelbildung und Schimmelnester auf (siehe Abbildung 34 und Tabelle 15).

Abbildung 34 zeigt im Vergleich die ÖAG-Punkte der Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) für die Silage im Silierversuch S-54 nach der Öffnung des Versuchssilos und im Haltbarkeitstest nach einer Woche Überlagerung unter aeroben Verhältnissen, sowie die daraus definierten Bereiche der Silagequalität. Die ÖAG-Punkte, die verbale Bewertung der Silagen, die Temperaturen und pH-Werte der einzelnen Varianten sowie der unbehandelten Kontrolle im Haltbarkeitstest in beiden Anwelkstufen werden in Tabelle 15 dargestellt.

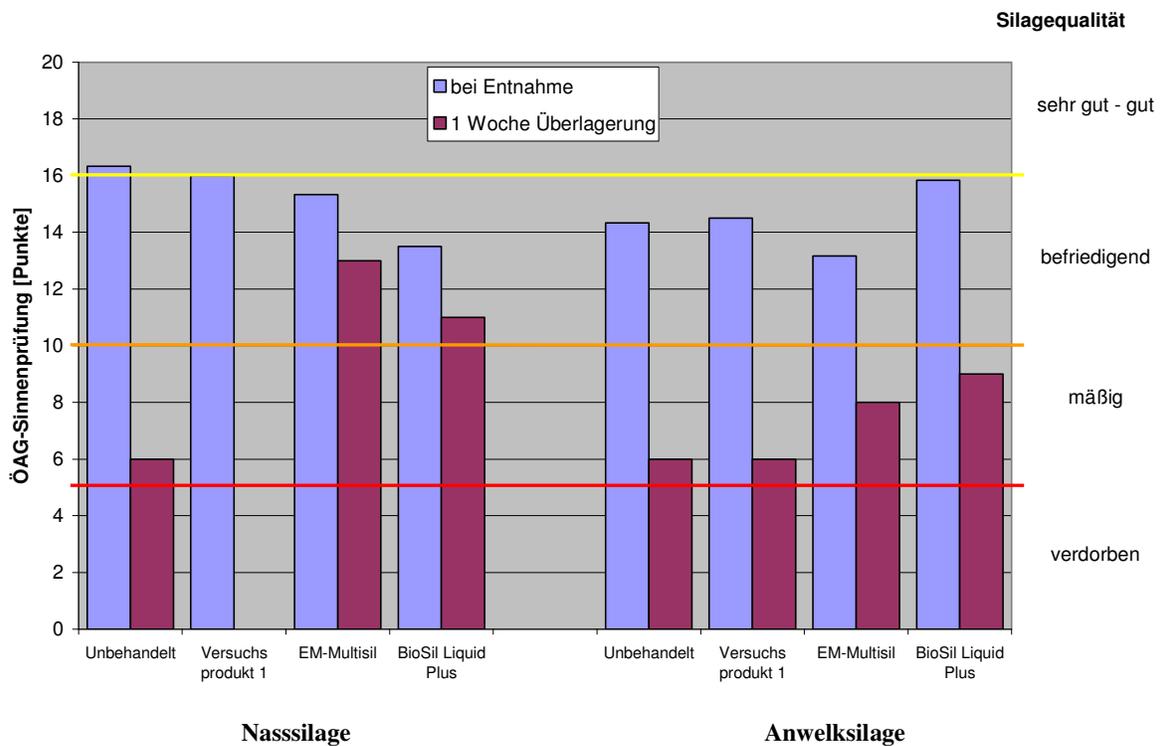


Abbildung 34: Silagequalität nach der ÖAG-Sinnenprüfung im Vergleich zur Silagequalität im Haltbarkeitstest für die Nass- und Anwelksilage im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

3.6.2. Temperatur und pH-Wert

Eine Nacherwärmung nach der Öffnung eines Silos lässt auf eine starke Verhefung und Verschimmelung schließen. Auch der Anstieg des pH-Wertes gibt Hinweis darauf, dass die Silage labil wird und durch rasche Vermehrung der Gärschädlinge zum Umkippen dieser beitragen kann. Im Silierversuch S-54 konnten beim Großteil der Siliermittelvarianten bei den Temperaturen keine starken Nacherwärmungen festgestellt werden. Die mittlere Temperatur lag hier bei 18,9 °C in der Anwelkstufe 25 % TM und bei 17,7 °C in der Trockenmassstufe 32 % TM. Die Variante Versuchsprodukt 1 in der Nasssilage fällt hier als einzige aus der Reihe. Schon bei der ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER (1999) wurde eine totale Verdorbenheit festgestellt. Zudem erwärmte sich diese auf 22,5 °C und auch der pH-Wert stieg von 3,99 nach der Entleerung auf 4,21 nach der Überlagerung unter Luft nach 7 Tagen. Diese starke Nacherwärmung kann auf den hohen Hefekeimgehalt (in einer Wiederholung 6.300.000 KBE Hefen /g Silage) zurückgeführt werden, da sich die Hefen unter Luftzutritt sehr stark vermehren und währenddessen sehr viel Energie freisetzen (vergleiche Tabelle 14). Eine Labilität der anderen Varianten in dieser Anwelkstufe war nicht gegeben da sich der Anstieg des pH-Werte auf ein geringes Maß (0,1 pH-Wert Anstieg bei der unbehandelten Kontrolle) einstellte. In der Nasssilage waren etwas höhere pH-Wert Anstiege zu verzeichnen, was sich auch in der Qualitätsminderung durch die ÖAG-Sinnenprüfung zeigte. Um 1,13 pH-Werte stieg die Variante BioSil Liquid Plus, die auch in der sensorischen Bewertung einen hefigen Geruch ergab. Dies lässt sich auf die vermehrte Tätigkeit der Hefen nach der Öffnung schließen. Die restlichen Varianten stiegen im Vergleich zur Kontrolle (0,3 pH-Wert Anstieg) um 0,58 (EM-Multisil) und 0,23 (Versuchsprodukt 1) pH-Werte an (siehe Abbildung 34 und Tabelle 15).

Variante	Anwelkstufe 25 % TM					Beschreibung	Temp.	pH	Anwelkstufe 33 % TM							
	Ger uch	Stru ktur	Far be	Sum me	Not e				Ger uch	Stru ktur	Far be	Sum me	Not e			
Kontrolle (unbe- handelt)	4	1	1	6	3	Schimmel optisch sichtbar, stark röstig und muffig	17,8 °C	4,11	4	1	1	6	3	leichter Schimmel am Boden und Rand, muffig und röstig	17,7 °C	4,3
Versuchs- produkt 1	0	0	0	0	4	Schimmel am Rand und Boden sichtbar, deutlich erwärmt, total verschimmelt	22,5 °C	4,21	4	1	1	6	3	leichte Schimmelbildung, muffig und röstig	17,8 °C	4,1
EM-Multisil	8	3	2	13	2	kein Schimmel und BS, leicht fäkalig, leicht süßlich - hefig, leicht röstig	17,7 °C	4,04	5	2	1	8	3	leichter Schimmel am Boden, leicht stechend - röstig und leicht muffig, leicht ES	17,7 °C	4,3
BioSil Liquid Plus	6	3	2	11	2	1 cm Schimmelnest am Rand, sonst frei von Schimmel, leicht ES + BS, leicht röstig, hefig und muffig	17,7 °C	4,3	5	2	2	9	3	Schimmelnest, stark röstig, leicht muffig und hefig	17,6 °C	4,2

Tabelle 15: ÖAG-Sinnenprüfung, Temperatur und pH-Werte der Varianten nach einer Woche Lagerung unter aeroben Verhältnissen im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

In den zwei Trockenmassestufen konnte nur in der Variante Versuchsprodukt 1 ein totaler Verderb nach einer Woche Überlagerung unter Luftstress festgestellt werden. Hier kam es zu einer starken Nacherwärmung und auch der pH-Wert stieg um einige Einheiten an. Die Wertminderung durch die ÖAG-Sinnenprüfung war hingegen in allen Zusatzvarianten und der Kontrollvariante in der Anwelksilage deutlich zu sehen, indem es zu großen Punkteverlusten kam. In der Nasssilage hingegen ergab sich nur im Versuchsprodukt 1 eine Punkteanzahl von null, und die unbehandelte Kontrolle, die im Haltbarkeitstest auch nicht sehr stabil war verlor ebenfalls mehr als die Hälfte ihrer ÖAG-Punkte aus der Silagequalitätsbewertung.

3.7. Produktspezifische Bewertung der eingesetzten Siliermittel

Nachfolgend werden die Eigenschaften und Wirkungsweisen der im Silierversuch S-54 eingesetzten Silierzusatzmittel im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle (ohne Siliermittelzusatz) zusammengefasst. Es wird an dieser Stelle ausdrücklich hingewiesen, dass sich die nachfolgenden Wirkungsbeschreibungen der einzelnen Produkte ausschließlich auf die im Silierversuch S-54 vorgelegenen Bedingungen (siehe unter Punkt 2. Material und Methoden) beziehen (RESCH und ADLER, 2006, 37).

3.7.1. Versuchsprodukt 1

3.7.1.1. Einfluss auf die Gärung und den Eiweißabbau

Das Silierzusatzmittel Versuchsprodukt 1 setzt sich aus drei, vom Stoffwechsellyp her, homofermentativen Milchsäurebakterien zusammen, d.h. es wird während der Gärung nur Milchsäure von Seiten des Zusatzes produziert. Das Gär säurenmuster zeigt aber in beiden Anwelkstufen auch eine leichte Essigsäuregärung, die aber im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle etwas weniger ausgeprägt ist. In der statistischen Betrachtung der Daten ergeben die Aussagen der getesteten Gärparameter Gär säuren, pH-Wert und $\text{NH}_4\text{-N}$ der mit dem Versuchsprodukt 1 behandelten Silage in der Nass- und Anwelksilage keine signifikanten Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle. Die Versuchsergebnisse veranschaulichen im Trend, dass die Zugabe vom Versuchsprodukt 1 die Gärung insofern positiv beeinflusste, dass sich der pH-Wert im Gegensatz zur Kontrolle, vor allem in der Anwelksilage, viel schneller absenkte und sich während der Gärung bei einer Lagerungszeit von 98 Tagen auf einem tieferen Niveau stabilisierte. Die Vergärung verzeichnete durch Zugabe von dem Silierzusatzmittel Versuchsprodukt 1 eine leichte Fehlgärung, da in beiden Trockenmassenstufen der Buttersäuregehalt im Silo höher lag als in der Kontrolle. Das Gär säurenmuster zeigte jedoch in der Milch- und Essigsäure, sowie im Gesamtsäuregehalt eine deutlich positive Entwicklung. Während der Gärung wurden in der Nasssilage um knapp 5,0 g/kg TM und in der Anwelksilage um 7,2 g/kg TM mehr an Milchsäure produziert, als dies in der unbehandelten Kontrolle der Fall war. Auch die Essigsäure hielt sich bei Zugabe von Versuchsprodukt 1 etwas im Hintergrund, während zusammengefasst mehr Gesamtsäuren in der fertigen Silage enthalten waren. Unter den Bedingungen des Silierversuches S-54 war im Gegensatz zur Kontrolle der Eiweißabbau in beiden Anwelkstufen um einen kleinen Prozentsatz geringer.

3.7.1.2. Einfluss auf die Futterqualität

Die Datenauswertung mit Hilfe von multiplen Mittelwertvergleichen zeigte in keiner der beiden Trockenmassenstufen signifikante Differenzen zwischen der Variante Versuchsprodukt 1 und der unbehandelten Kontrolle. Die statistische Interpretation spricht in diesem Fall von zufälligen Unterschieden. In der Rohfaser erzielte die mit Versuchsprodukt 1 behandelte Nasssilage mit 201 g/kg TM einen um insgesamt 14 g/kg TM niedrigeren Wert und die Anwelksilage mit 248 g/kg TM einen um 8 g/kg TM höheren Wert als die Kontrolle. Aus diesen Werten ist ersichtlich, dass der Roh-

fasergehalt im Allgemeinen in der angewelkten Silage um einiges höher lag als in der nassen Silage. Der Grund geht auf den starken Verschmutzungsgrad der Nasssilage zurück, da die Rohasche die Rohfaser verdrängt und somit es den Anschein macht, dass das Futter aufgrund des niedrigen Gehaltes an XF sehr früh geerntet wurde. Der Rohaschegehalt mit durchschnittlich 217 g/kg TM (25 % TM) und 162 g/kg TM (32 % TM), war in der Silierzusatzvariante Versuchsprodukt 1 in beiden Anwelkstufen gegenüber der Kontrollvariante etwas erhöht. In der Futterqualität wurde durch die Zugabe vom Versuchsprodukt 1 in der Nasssilage eine Verschlechterung der Futterenergie um 0,3 MJNEL/kg TM und der Verdaulichkeit der organischen Masse um zwei Prozent gegenüber der unbehandelten Kontrolle (5,3 MJNEL/kg TM und 74 % dOM) erreicht. Der Rohproteingehalt hingegen erlangte im Vergleich zur Kontrolle eine Steigerung von 17 g/kg TM auf 179. In der Anwelksilage ergaben die Untersuchungen auf die Futterqualität durch den Zusatz von Versuchsprodukt 1, verglichen mit der Kontrollvariante (74 % dOM und 5,7 MJNEL/kg TM), eine Steigerung der Verdaulichkeit der organischen Masse um zwei Prozent und der Nettoenergielaktation um 0,2 MJ/kg TM. Hingegen sank der Rohproteingehalt gering ab. Die Futterwertzahl als Gesamtbewertung der Silage brachte für die Variante Versuchsprodukt 1 in der Nasssilage mit 55 Punkten eine um acht Einheiten niedrigere Futterwertzahl als für die unbehandelte Kontrolle. Damit war diese Variante von der Fütterungseignung noch im gleichen Bereich wie die Kontrolle und darf somit nur an Mutterkühe und Trockensteher verfüttert werden. Für die Anwelksilage brachte die Futterwertzahl ein besseres Ergebnis und lag mit 70 Punkten um fünf FWZ-Punkte höher als die unbehandelte Variante. Mit dieser Punktezahl lag die Variante genau an der oberen Grenze der Fütterungseignung für Mutterkühe und Trockensteher.

3.7.1.3. Einfluss auf die Silagequalität

Die Silagequalitätsbeurteilung mittels ÖAG-Sinnenprüfung ergab für das Versuchsprodukt 1 in der Nasssilage 16 ÖAG-Punkte und war somit, ebenfalls wie die unbehandelte Kontrolle, die im Vergleich um nur 0,3 ÖAG-Punkte mehr erreichte, von der Silagequalität mit „sehr gut - gut“ einzustufen. Die Silagequalität in der höheren Trockenmassstufe musste Einbusen verzeichnen und die Variante Versuchsprodukt 1 erreichte ebenso wie die unbehandelte Kontrolle nur 14 ÖAG Punkte und aufgrund dessen die Silagequalitätsstufe „gut“. In der chemischen Bewertung der Silagequalität nach WEISSBACH und HONIG erreichten die Kontroll- und die Zusatzvariante in beiden Anwelkstufen die gleiche Punktezahl und die Qualitätsstufe „gut“, wobei die unbehandelte Kontrolle mit 88 DLG-Punkte um drei Punkten vor der Variante Versuchsprodukt 1 lag.

3.7.1.4. Einfluss auf mikrobiologische Parameter

Der Zusatz von Versuchsprodukt 1 führte in der Nasssilage, verglichen mit der Kontrollvariante, zu einem geringeren Gehalt an Clostridien sporen und Schimmelpilzen. Zum Zeitpunkt der Öffnung wurden in der Zusatzvariante durchschnittlich 673 MPN Clostridien sporen /g und durchschnittlich 2.700 KBE Schimmelpilze /g Silage (in einer Wiederholung waren nur 300 KBE Schimmelpilze /g Silage), die alle vom Typ *Penicillium* waren, gefunden. Im Vergleich enthielt die Silage der unbehandelten Kontrolle in einer der Wiederholungen 61.000 KBE Schimmelpilze /g vom Typ *Penicillium* und in den beiden anderen Wiederholungen weniger als 100 KBE Schimmelpilze /g Silage. Der Gehalt an Clostridien in der Kontrolle lag in einer der drei Wiederholungen bei 46.000 MPN Clostridien /g, wobei die anderen Wiederholungen gegenüber der Kontrolle nicht erwähnenswert waren. Im Versuchsprodukt 1 war der Gehalt an Hefe in der Nasssilage im Durchschnitt viel höher als in der unbehandelten Kontrolle. Extremwerte in einer der Wiederholungen von 6.300.000 KBE Hefen /g Silage bei Versuchsprodukt 1 und 100.000 KBE Hefen /g in der Kontrolle waren auch hier zu finden. Bei der mikrobiologischen Analyse zeigte die Variante Versuchsprodukt 1 in der Anwelksilage eine im Vergleich zur Kontrolle geringfügig niedrigere Qualität, weil in der fertigen Silage in einer Wiederholung 110.000 MPN Clostridien /g vorkamen und in der unbehandelten Kontrolle in einer Wiederholung der Wert von 46.000 MPN Clostridien /g vorhanden waren. Die Schimmelpilzkeimzahl ergab zwischen der Kontrolle und dem Versuchsprodukt 1 keine erwähnenswerten Unterschiede. Der Hefegehalt in der Variante Versuchsprodukt 1, der in einer der drei Wiederholung bei 3.900.000 KBE Hefen /g Silage lag, brachte im Vergleich zur Kontrolle ein viel schlechteres Ergebnis, wobei im Haltbarkeitstest der Anwelksilage die hohen Hefekeimzahlen der Zusatzvariante zu keiner Nacherwärmung und Wertminderung der Silage führten

3.7.1.5. Einfluss auf die aerobe Stabilität

Im Haltbarkeitstest zur Überprüfung der aeroben Stabilität kam es in der Trockenmassestufe 25 % TM zum totalen Umkippen der mit Versuchsprodukt 1 behandelten Silage. Die starke Erwärmung um 4,7 °C, im Gegensatz zur unbehandelten Kontrolle, auf 22,5 °C ist auf die hohen Hefekeimzahlen nach der Öffnung des Silos zurückzuführen. Obwohl die Anzahl der Schimmelpilze in der Kontrolle etwas höher waren als im Versuchsprodukt 1, unterlag die Siliermittelvariante zusätzlich einer totalen Verschimmelung unter aeroben Bedingungen und erreichte null Gesamtpunkte in der ÖAG-Sinnenprüfung. Im Gegensatz dazu kam es in der Kontrolle ebenfalls zur einer starken

Reduktion der ÖAG-Punkte um zehn Punkte (von 16 auf sechs ÖAG-Punkte), da in der überlagerten Silage ein stark röstiger und muffiger Geruch und zusätzlich noch leichte Schimmelbildung wahrgenommen wurden. In der Anwelksilage von Prüfvariante Versuchsprodukt 1 konnte hinsichtlich des ermittelten Haltbarkeitstests, sowie der Temperatur und dem pH-Wert nach einer Woche Überlagerung kein relevanter Unterschied zur Kontrollvariante, welcher auf eine positive oder negative Wirkung dieses Silierhilfsmittels hinweisen würde, festgestellt werden.

3.7.2. EM-Multisil

3.7.2.1. Einfluss auf die Gärung und den Eiweißabbau

Statistische Prüfverfahren konnten in der Anwelksilage zwischen der Siliermittelvariante EM-Multisil und der unbehandelten Kontrolle keine signifikanten Unterschiede in den Gärsäuren feststellen. In der Nasssilage ergab der multiple Mittelwertvergleich von Essig- und Buttersäure eine hoch positiv signifikante Differenz (P-Wert < 0,001) zur unbehandelten Kontrolle, da im Siliermittel EM-Multisil eine starke heterofermentative Gärung stattgefunden hat und somit den Gehalt an Essigsäure in der Silage entsprechend erhöhte. Alle anderen geprüften Gärparameter (pH-Wert, $\text{NH}_4\text{-N}$) zeigten in beiden Trockenmassestufen durch die Zugabe von EM-Multisil keine signifikante Differenz zur Kontrollvariante. In der Absenkung und Stabilisierung des pH-Wertes konnte mit diesem Silierzusatz für beide Trockenmassestufen eine leicht positive Wirkung erzielt werden, da der pH-Wert, vor allem in der Anwelksilage, schneller und tiefer abgesenkt wurde als in der Kontrolle. Dieser bessere pH-Verlauf wirkte sich auch etwas günstiger auf die Zusammensetzung der Gärsäuren aus, denn die Milchsäure hatte in der Nasssilage deutlich höhere Werte als in der Kontrollvariante, aber auch in der Anwelksilage lag der Gehalt an Milchsäure etwas höher als in der unbehandelten Silage. Die Essigsäure lag mit ihren Werten in der Kontrolle auf einem etwas niedrigerem Niveau (laut DLG-Silagequalitätsbewertung), sodass sich auch die höheren Gehalte in der Variante EM-Multisil in beiden Anwelkstufen, aber vor allem in der Nasssilage, positiv auf das Gärsäurenmuster auswirkten. Trotzdem ist es im Silierversuch S-54 in der Variante EM-Multisil unter diesen Bedingungen nicht gelungen die Buttersäurebildung, die in beiden Trockenmassestufen etwas höher ausfiel als in der Kontrollvariante, zu reduzieren. Der Gehalt an Gesamtsäuren ist bei der Variante EM-Multisil in der Nasssilage mit 74,46 g/kg TM um 20,71 g/kg TM und in der Anwelksilage mit 50,93 g/kg TM um 8,40 g/kg TM höher als in der Kontrolle ohne Silierzusatz. Der Eiweißabbau in EM-Multisil war zwar in der Nasssilage um ein Prozent und in der Anwelksilage um 0,3 % höher als in der Kontrolle, blieb aber noch unter dem Grenzwert von zehn Prozent.

3.7.2.2. Einfluss auf die Futterqualität

In den Inhaltsstoffen der Silagen aus dem Silierversuch S-54 wurden bei der statistischen Auswertung durch den Zusatz von EM-Multisil in beiden der Trockenmassestufen keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollvariante erbracht. Die Nasssilage verzeichnete in der unbehandelten Kontrolle (25 % TM) einen etwas höheren Trockenmassegehalt als in der Zusatzvariante (24,3 % TM), was sich auch im Rohaschegehalt widerspiegelte. Der Mittelwert der Rohasche in der Variante EM-Multisil lag demnach bei 225 g/kg TM und war somit um 19 g/kg höher als in der Kontrolle unbehandelt. Dieser Umstand verursachte in den übrigen Inhaltsstoffen einen Verdünnungseffekt, der sich aber in der Rohfaser nicht bemerkbar machte (EM-Multisil hatte mit 228 g/kg TM eine um 13 g/kg TM höhere Rohfaser als die unbehandelte Kontrolle). Nennenswert ist der energetische Futterwert in der Variante (5,0 MJNEL/kg TM) im Gegensatz zur Kontrolle (5,4 MJNEL/kg TM), der sich durch die starke Futtermverschmutzung in der nassen Silage sehr verminderte, wobei aber die Verdaulichkeit der organischen Masse mit 72 % in EM-Multisil und 74 % in der Kontrollvariante ohne Silierzusatz sehr gute Werte erzielte. Durch die Zugabe von dem Silierzusatz wurden in der Anwelksilage keine nennenswerten Unterschiede in den Trockenmassegehalten gegenüber der unbehandelten Silage erreicht, wobei aber der Rohaschegehalt (15,8 % in der Kontrolle und 16,8 % in EM-Multisil), der im Vergleich zur nassen Silage um einiges geringer war, in der Zusatzvariante um ein Prozent höher lag. Durch die schwächere Futtermverschmutzung wurden auch die restlichen Parameter der Futterqualität (Rohfaser, Verdaulichkeit, Energie, Rohprotein) nicht so stark beeinflusst und somit ergab sich in der angewelkten Silage eine Rohfaser von 240 g/kg TM in der unbehandelten Silage, die im Gegensatz zur Variante EM-Multisil um nur 6 g/kg TM höher lag. In der Verdaulichkeit der organischen Masse und der Futterenergie konnte durch den Silierzusatz EM-Multisil keine bessere Futterqualität erzielt werden, da die Verdaulichkeit in der unbehandelten Kontrolle mit 74 % um 2 % und die Energie mit 5,7 MJNEL um 0,26 MJNEL/kg TM besser war. Der Rohproteingehalt erzielte in dem mit EM-Multisil behandelten Versuchssilo in beiden Anwelkstufen ein sehr ähnliches Ergebnis wie die Kontrolle. Die Futterwertzahl in der Nass- und Anwelksilage der Variante EM-Multisil (FWZ 73 bzw. 54) ist unter den Bedingungen des Silierversuches S-54 gegenüber der Kontrolle (FWZ 82 bzw. 65) als sehr schlecht einzustufen. Mit diesen Futterwertzahlen eignet sich das Futter ohne Silierzusatz und mit der Variante EM-Multisil nur zur Fütterung von Mutterkühen und Trockenstehern, was eine Verbesserung von dieser Seite dringend nötig hätte.

3.7.2.3. Einfluss auf die Silagequalität

Die Beurteilung der Silagequalität brachte in beiden Anwelkstufen für die ÖAG-Sinnenprüfung ein leicht negatives Ergebnis der Zusatzvariante im Vergleich zur Kontrolle. In der DLG-Gärfutterbewertung hingegen, konnte durch Zugabe von EM-Multisil eine im Gegensatz zur unbehandelten Silage hohe Punktezahl erreicht werden. Trotzdem brachte das statistische Prüfverfahren zwischen der Variante und der Kontrolle keine Signifikanzen zum Zeitpunkt der Siloöffnung. Die Silierzusatzvariante EM-Multisil erreichte in der Nasssilage 15,3 ÖAG-Punkte und in der Anwelksilage 13,2 ÖAG-Punkte und somit die Silagequalitätsstufe „befriedigend“ und lag mit diesem Wert um jeweils einen ÖAG-Punkt niedriger als die Kontrolle, die auch in der Nasssilage um eine Stufe bessere Silagequalität („sehr gut – gut“) erreichte. In der DLG-Bewertung war EM-Multisil in der nassen Silage mit 97 DLG-Punkten und in der Anwelksilage mit 92 DLG-Punkten (Güteklasse „sehr gut“) um neun bzw. vier DLG-Punkte und einer Güteklasse besser, als die Kontrollvariante.

3.7.2.4. Einfluss auf mikrobiologische Parameter

Durch die Zugabe von EM-Multisil zur Silage konnte in der Trockenmassestufe 25 % TM, verglichen mit der Kontrollvariante (in einer der Wiederholungen befanden sich 46.000 MPN Clostridien /g Silage), ein geringerer Gehalt an Clostridiensporen erreicht werden. Ein anderes Ergebnis brachte im Versuch S-54 der Clostridiengehalt in der Trockenmassestufe 32 % TM, wobei dieser durch den Silierzusatz in einer Wiederholung auf 93.000 MPN Clostridien /g Silage lag. Die unbehandelte Kontrolle wies zum Vergleich in dieser Anwelkstufe in einer Wiederholung den gleichen Gehalt an Clostridien wie eine Wiederholung der Kontrolle in der Nasssilage auf (46.000 MPN Clostridien /g Silage). Bei den Schimmelpilzkeimzahlen konnten in der Zusatzvariante (Trockenmassestufe 25 % TM) sehr gute Ergebnisse erzielt werden, wobei der höchste Wert in einer der Wiederholungen bei 1.600 KBE Schimmelpilzen /g Silage lag. Hingegen war in einer Wiederholung der Kontrolle der Schimmelpilzgehalt auf 61.000 KBE /g Silage, was im Haltbarkeitstest, durch Verschimmelung, zu einem hohen ÖAG-Punkteverlust führte. In der Anwelksilage wiesen die Schimmelpilzkeimzahlen der Prüfvariante EM-Multisil gegenüber der Kontrollvariante keine relevanten Unterschiede auf und es wurden auch keine Hefen in der Prüfvariante nachgewiesen.

3.7.2.5. Einfluss auf die aerobe Stabilität

Die Überlagerung der Silage von einer Woche unter Luftzutritt bewirkte in der feuchten Trockenmassstufe für den Silierzusatz EM-Multisil einen Qualitätsverlust von 2,3 Punkten (nach der Siloöffnung 15,3 ÖAG-Punkte) bei der ÖAG-Sinnenprüfung, sodass die Variante im Haltbarkeitstest mit 13 ÖAG-Punkten um sieben ÖAG-Punkte besser war, als die unbehandelte Kontrolle. Es kam weder in der Prüfvariante noch in der Kontrollvariante zu einer Nacherwärmung im Silostock während der aeroben Lagerung, und auch der pH-Wert stieg nicht an. In der Anwelksilage von Prüfvariante Versuchsprodukt 1 konnte hinsichtlich des ermittelten Haltbarkeitstests, sowie der Temperatur und dem pH-Wert nach einer Woche Überlagerung kein relevanter Unterschied zur Kontrollvariante festgestellt werden.

3.7.3. BioSil Liquid Plus

3.7.3.1. Einfluss auf die Gärung und den Eiweißabbau

Der Einsatz von BioSil Liquid Plus konnte in statistischer Hinsicht für die Gärparameter Milch- und Essigsäure, sowie Ammoniumstickstoff in beide Anwelkstufen und pH-Wert in der Anwelksilage keine signifikant abgesicherten Effekte gegenüber der unbehandelten Kontrolle erzielen. Nur die Gärparameter Buttersäure (in beiden Trockenmassstufen) und pH-Wert (in der Nasssilage) ergaben im multiplen Mittelwertvergleich signifikante Differenzen zur Kontrolle, weil im Silierringmittel BioSil Liquid Plus keine Buttersäure enthalten war und sich der pH-Wert bei der Siloöffnung auf einem viel höheren Niveau als der pH-Wert der unbehandelten Kontrolle befand. Die Absenkung des pH-Wertes während der Gärung verlief in der Nasssilage fast identisch mit der Kontrolle, wobei sich in der Zusatzvariante nach etwa 40 Tagen Gärung ein starker Anstieg des pH-Wertes im Vergleich zur unbehandelten Silage zeigte. Die Dynamik des pH-Wertes verlief in der Anwelksilage zwischen der Kontrollvariante und dem Silierzusatz sehr different. In den ersten Tagen senkte sich der pH-Wert in BioSil Liquid Plus zwar viel schneller ab als der pH-Wert der Kontrolle, dieser lag aber grundsätzlich während der gesamten Gärphase um einiges tiefer, bis er sich zu Ende hin stetig anhob und bei der Öffnung des Silos fast das gleiche Niveau wie der pH-Wert in der Zusatzvariante erreichte. Der Umstand der geringen pH-Wert Absenkung wirkte sich auf das Gär säurenmuster leicht negativ aus, da der Gehalt an Milch- und Essigsäure in der Variante BioSil Liquid Plus in beiden der Trockenmassstufen geringer (Gehalt an Essigsäure war in der Anwelksilage gleich wie in der Kontrolle) war als in der Kontrollvariante. Weiters kam es in der Prüfvariante zu keiner Bil-

derung von Buttersäure, was sich im Gegensatz zur Kontrolle unbehandelt sehr positiv auf den Gärverlauf auswirkte. Eine Verbesserung der Gärqualität zeigte in der Nasssilage auch der, im Gegensatz zur Kontrollvariante, niedrigere Anteil an Ammoniumstickstoff als Gradmesser für den Eiweißabbau. Hingegen konnte der Silierzusatz BioSil Liquid Plus in der Anwelksilage den Ammoniumstickstoff gegenüber der Kontrolle nicht niedriger halten.

3.7.3.2. Einfluss auf die Futterqualität

Alle überprüften Parameter für die Futterqualität (Trockenmasse, Rohfaser, Rohasche, Rohprotein, Verdaulichkeit der organischen Substanz, Energiegehalt und Futterwertzahl) der Variante BioSil Liquid Plus zeigten in keiner der Trockenmassestufen signifikante Differenzen zur unbehandelten Kontrolle. Daraus lässt sich die Aussage treffen, dass die Unterschiede zwischen der Kontrolle und der Variante als zufällig anzusehen sind. Durch die Zugabe des Siliermittels BioSil Liquid Plus zur Silage konnte der Trockenmassegehalt in der Nass- und Anwelksilage im Gegensatz zur Kontrollvariante um ein paar Einheiten angehoben werden, woraus sich auch die besseren Rohfasergehalte ergaben. In der Nasssilage lag der Rohfasergehalt der Prüfvariante auf gleicher Höhe mit der Kontrollvariante (21 % XF) und in der Anwelksilage überstieg der Gehalt an Rohfaser in BioSil Liquid Plus (269 g/kg TM) den Gehalt in der Kontrolle um 30 g/kg TM. Die Futterverschmutzung in der Siliermittelvariante stellte sich in der nassen Silage mit 22 % XA um Einiges höher ein als in der Kontrollvariante (21 % XA) und in der angewelkten Silage war der Gehalt an Rohasche in der Zusatzvariante nur unwesentlich höher als in der unbehandelten Kontrolle. Aufgrund dieser Tatsache lassen sich auch die niedrigeren Energiegehalte in der Variante BioSil Liquid Plus, im Vergleich zur Silage ohne Silierzusatz, in beiden Trockenmassestufen erklären. In der Nasssilage lag der energetische Wert des Futters in der Zusatzvariante mit 5,2 MJNEL um genau 0,1 MJNEL/kg TM niedriger als in der Kontrolle unbehandelt und der Unterschied in der Anwelksilage war sehr minimal. Der Rohproteingehalt ergab in der Trockenmassestufe 25 % TM für die Prüf- und die Kontrollvariante einen praktisch gleich hohen Wert und in der Anwelksilage lag der Eiweißgehalt im Futter mit 167 g/kg TM in der unbehandelten Kontrolle um einiges höher, als der Rohproteingehalt in BioSil Liquid Plus (159 g/kg TM). In der Verdaulichkeit der organischen Masse erzielte die Silierzusatzmittelvariante (Nasssilage) mit 73 % einen um ein Prozent schlechteren Wert als die unbehandelte Silage und in der Anwelksilage war die Verdaulichkeit des Futters in BioSil Liquid Plus mit 74 % um ein Prozent höher als die Kontrollvariante. Die Futterwertzahl als ganzheitliche Betrachtung der Qualität einer Silage brachte in der Nasssilage für die mit dem Silierzusatz behandelte Probe ein sehr schlechtes Ergebnis. Demnach bekam die Zusatzva-

riante nur 50,1 FWZ-Punkte und lag damit um 12,6 Punkte niedriger als die unbehandelte Kontrolle. Werden die Einflussfaktoren auf die Futterwertzahl (Futterenergie und ÖAG-Punkte) betrachtet, so kann dieses schlechte Ergebnis der Variante durch den niedrigen Energiehalt gepaart mit der unterdurchschnittlichen Bewertung der Silage mittels der ÖAG-Sinnenprüfung erklärt werden. Die Futterwertzahl der Silierrmittelvariante lag in der Anwelksilage auf einem deutlich höheren Wert als in der Nasssilage und übertraf mit 69 FWZ-Punkten auch die unbehandelte Kontrolle um vier Punkte. Beide Varianten (unbehandelt und Zusatzvariante) der Nass- und Anwelksilage fallen in eine schlechte Fütterungseignung und können nach dieser Bewertung nur an Trockensteher und Mutterkühe verfüttert werden.

3.7.3.3. Einfluss auf die Silagequalität

Der in der Zusatzvariante BioSil Liquid Plus erhöhte Rohaschegehalt, im Vergleich zur Kontrollvariante, wirkte sich auch negativ auf die Silagequalitätsbewertung anhand der ÖAG-Sinnenprüfung aus und ergab mit 13,5 ÖAG-Gesamtpunkten und der Qualitätsstufe „befriedigend“ ein eher schlechtes Ergebnis. Zum Vergleich konnte die unbehandelte Kontrolle mit 16,3 ÖAG-Punkten in die Stufe „sehr gut – gut“ eingereiht werden. Qualitätssteigernd wirkte BioSil Liquid Plus in der Beurteilung der Silagequalität für den Trockenmassegehalt 32 % TM, weil diese mit 15,8 ÖAG-Punkten um 1,5 Punkte höher lag als die Kontrolle und somit um 0,2 ÖAG-Punkte die beste Silagequalitätsstufe verpasste. Die DLG-Bewertung brachte im Silierversuch S-54 für die Silierrmittelvariante in der Nass- bzw. Anwelksilage (85 bzw. 87 DLG-Punkte) eine etwas geringere Punktezahl wie in der Kontrollvariante (88 DLG-Punkte in beiden Anwelkstufen), wobei alle Werte in der Silagequalitätsstufe „gut“ einzustufen waren.

3.7.3.4. Einfluss auf mikrobiologische Parameter

Die Zugabe von BioSil Liquid Plus führte in der Nasssilage tendenziell zu einer Hemmung der Entwicklung von Clostridien, sodass in der fertig vergorenen Silage durchschnittlich nur 340 MPN Clostridien /g Silage festgestellt wurden. Der Clostridiensporengehalt war in der Anwelksilage bei der Zusatzvariante etwas höher als in der nassen Silage, konnte aber durch den Silierrmitteleinsatz noch im Grenzbereich gehalten werden. Diese Ergebnisse stehen in Zusammenhang mit dem buttersäurefreien Gärsäurenmuster. In der unbehandelten Kontrolle lag der Gehalt an Clostridiensporen in zumindest einer Wiederholung beider Trockenmassestufen bei 46.000 MPN Clostri-

dien /g Silage. Bei der mikrobiologischen Analyse zeigte die Variante BioSil Liquid Plus in der Nasssilage eine im Vergleich zur Kontrolle niedrigere Qualität im Bereich der Schimmelpilze, da in der fertigen Silage eine Wiederholung 330.000 KBE Schimmelpilze /g Silage (Penicillium und Basipetospora) aufwies und in der Kontrollvariante in einer Wiederholung 61.000 KBE Schimmelpilze /g Silage (Penicillium) vorkamen. In der angewelkten Silage konnte hinsichtlich der ermittelten Gehalte an Schimmelpilzen kein relevanter Unterschied zwischen der Siliermittelvariante BioSil Liquid Plus und der Kontrollvariante (ohne Silierzusatz) festgestellt werden. Dagegen ergaben die Hefewerte in der Variante BioSil Liquid Plus für die Nasssilage in einer Wiederholung einen deutlich höheren Wert (570.000 KBE Hefen /g Silage) als die Hefegehalte in der unbehandelten Kontrolle (Grenzwert 100.000 KBE Hefen /g Silage in einer Wiederholung), wobei in der Anwelksilage bei der Prüfvariante nur sehr niedrige Hefekeimzahlen nachgewiesen wurden.

3.7.3.5. Einfluss auf die aerobe Stabilität

Die ÖAG-Sinnenprüfung der überlagerten Silage ergab in der feuchten Trockenmassstufe (25 % TM) für die Variante BioSil Liquid Plus (elf ÖAG-Punkte) eine um fünf ÖAG-Punkte bessere Bewertung des Endmaterials als die Kontrolle. Dennoch kam es in keiner der Varianten (Prüf- und Kontrollvariante) zu einer Nacherwärmung des Silos unter aeroben Stress und auch der pH-Wert blieb gleich, was anhand der teils hohen Hefekeimzahlen eine gute Entwicklung darstellte. Die Qualitätsreduktion der Siliermittelvariante (von 16 auf neun ÖAG-Punkte) vom Zeitpunkt der Siloöffnung bis zum Ende des Haltbarkeitstests war für die Trockenmassstufe 32 % TM fast identisch wie jene der unbehandelten Silage (von 14 auf sechs ÖAG-Punkte). Beide hatten eine leichte Schimmelbildung und einen muffigen, röstigen Geruch, aber keinen Anstieg der Temperatur zu verzeichnen. In dieser Anwelkstufe ist die pH-Wert Erhöhung in BioSil Liquid Plus um 1,1 während der Überlagerung an Luft zu erwähnen, die einen Hinweis auf das Umkippen der Silage gibt, da sich die Gärschädlinge wieder rascher vermehren können.

3.8. Ökonomische Betrachtung

Die Getreide- und somit auch die Kraftfutterpreise haben in den letzten Jahren sehr stark angezogen. Tatsache ist aber, dass Kraftfutter eines der produktivsten Futtermittel ist und durch dessen Einsatz die Leistung der Tiere schnell gesteigert werden kann. Zu beachten dabei ist, dass die Kos-

ten für den Ankauf von Kraftfutter explodieren können. Es muss deshalb genau überlegt werden, wie man den Kraftfuttereinsatz am Betrieb am besten optimiert, ohne Einbußen (durch zu hohe Preise bzw. durch Leistungsabfall bei den Tieren) zu verzeichnen. An dieser Stelle kommt das Grundfutter mit seinem hohen Leistungspotential ins Spiel. Je verlustarmer und besser dieses konserviert wird, desto besser wird die Grundfutterqualität und umso weniger Kraftfutter muss in einem Betrieb eingesetzt werden. In der Verbesserung der Qualität spielt der Einsatz von Silierhilfsmittel, mit ihren breiten Wirkungsweisen, eine immer bedeutendere Rolle, wobei aber nicht gesagt ist, dass sich ein solcher Einsatz auch immer lohnt. Unter schwierigen Silierbedingungen (z.B. plötzlicher Wetterumschwung und dadurch verregnetes Futter oder aufgrund der Jahreszeit niedrige Temperaturen und dadurch geringe Anwelkung) kann mit dem Einsatz des richtigen Siliermittels, mit der richtigen Dosierung, durchaus ein Erfolg erzielt werden, der sich auch ökonomisch rentiert. Kritischer muss die Situation betrachtet werden, wenn Siliermittel unter günstigen Bedingungen eingesetzt werden.

	Trockenmasse 25 %				Trockenmasse 32 %			
	Kontrolle	Versuchs- produkt 1	EM- Multisil	BioSil Liquid Plus	Kontrolle	Versuchs- produkt 1	EM- Multisil	BioSil Liquid Plus
TM-Ertrag dt/ha	35,00				35,00			
FM-Ertrag t für 20 ha	280,00				218,8			
TM-Ertrag t für 20 ha	70,00				70,0			
Preis Siliermittel €/t FM	0,00	1,91	2,25	3,93	0,00	1,91	2,25	3,93
Preis Siliermittel € für 20 ha	0,00	534,80	630,00	1100,40	0,00	417,91	492,30	859,88
MJNEL /kg TM	5,35	5,09	5,06	5,21	5,68	5,87	5,42	5,66
Differenz MJNEL zur Kontrolle	0,00	-0,26	-0,29	-0,14	0,00	0,19	-0,26	-0,02
Energie im gesamten Silo in MJ	374500	356300	354200	364700	397600	410900	379400	396200
Differenz in MJ zur Kontrolle	0,00	-18200	-20300	-9800	0,00	13300	-18200	-1400
Preis €/MJNEL Gerste	0,0368				0,0368			
Kosten Energiediff. (Basis Gerste)	0,00	-669,94	-747,24	-360,74	0,00	489,44	-669,76	-51,52
Differenz- + Siliermittelkosten	0,00	-1204,74	-1377,24	-1461,14	0,00	71,53	-1162,06	-911,40
Gerstenäquivalent in kg	0,00	4015,80	4590,80	4870,45	0,00	-238,44	3873,53	3038,01

Tabelle 16: Ökonomischer Vergleich der im Silierversuch S-54 eingesetzten Siliermittel mit der unbehandelten Kontrolle für zwei Trockenmassestufen am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Ob sich der Siliermitteleinsatz im Silierversuch S-54 ökonomisch bezahlt machte, wird im Folgenden überprüft. Ein Vergleich in ökonomischer Hinsicht wird in Tabelle 16 zwischen der unbehandelten Kontrolle und den Silierzusätzen Versuchsprodukt 1, EM-Multisil und BioSil Liquid Plus

dargestellt (in der Annahme eines Ertrages des ersten Aufwuchses von 35 dt TM /ha für einen 20 ha Grünlandbetrieb).

Die Energie im Futter ist, neben dem Rohprotein, die wichtigste Komponente für die tierischen Leistungen. Je besser und verlustarmer das Grundfutter konserviert wurde, umso mehr Energie steckt in ihm. Durch den Einsatz von Siliermitteln sollte bei Problemsilagen die noch im Futter vorhandene Energie erhalten und ein weiterer Verlust vermieden werden. Deshalb wurde die ökonomische Betrachtung im Silierversuch S-54 anhand der Futterenergie und unter Berücksichtigung des Preises der einzelnen Siliermittel durchgeführt und ein Vergleich zur unbehandelten Kontrolle aufgezeigt. Da die Silage keinen Marktwert wie andere Futtermittel hat, musste für die Energie der Silage der Preis pro MJNEL einer Futtergerste mit 8,15 MJNEL/kg TM (= 0,0368 €) angenommen werden. Um nun einen Vergleich zur Kontrollvariante herstellen zu können, wurde die Differenz der MJNEL der Siliermittelvarianten zu dieser in beiden Anwelkstufen pro kg TM und auch für den gesamten Silo berechnet. Bereits an den Ergebnissen ist auf einen Blick zu erkennen, dass sich der Einsatz von Siliermitteln, bis auf die Variante Versuchsprodukt 1 in der Anwelksilage, nicht gelohnt hat, da eine negative Energiedifferenz zur unbehandelten Silage auftrat. Aufgrund dieser Tatsache war es nun interessant zu berechnen, wie viel Gerste zugekauft werden muss, um den Energieverlust durch den Siliermitteleinsatz wettzumachen. Dabei wurden die Kosten der Energiedifferenz der jeweiligen Zusatzvarianten auf Basis der Gerste berechnet und mit den Siliermittelkosten addiert. Die Summe wurde mit dem Preis für einen kg Gerste multipliziert (0,30 €) und brachte als Ergebnis die Gerstenäquivalenz in kg, d.h. den notwendigen Einsatz bzw. die Ersparnis von Gerste in kg.

In der Trockenmassstufe 1 (25 % TM) erbrachte die Variante BioSil Liquid Plus unter den Silierzusätzen das beste Ergebnis in der Futterenergie, woraus ersichtlich wird, dass grundsätzlich in nassen Silagen der Einsatz von Siliersalzen am effektivsten (geringste Wertminderung) sein kann. Trotzdem war die Siliermittelvariante der unbehandelten Kontrolle energetisch unterlegen. Es ist auch anzumerken, dass chemische Siliermittel am teuersten sind und somit machte allein das Produkt BioSil Liquid Plus für 20 ha Grünland einen Preis von 1100,40 € aus. Durch die negative Energiedifferenz zur Kontrolle (-0,14 MJNEL/kg TM) entstanden zusätzlich noch Kosten, da deswegen mehr Kraftfutter gekauft werden müsste, um Leistungseinbußen zu vermeiden. Die ökonomische Berechnung für diese Siliermittelvariante brachte ein eher ernüchterndes Ergebnis und kann damit interpretiert werden, dass beim Einsatz von BioSil Liquid Plus 4870,45 kg Gerste in der Nasssilage und 3038,01 kg Gerste in der Anwelksilage gekauft werden müssten, um energiemäßig

auf dem Niveau der unbehandelten Silage zu landen. Sehr interessant ist das Ergebnis dieser Variante dabei in der Trockenmassstufe 32 % TM. Hier war nur ein Energieverlust gegenüber der Kontrolle von $-0,02$ MJNEL/kg TM (= 51,52 € Kosten der Energiedifferenz) zu verzeichnen und trotzdem müssten auch hier eine große Menge an Gerste zugekauft werden. Grund dafür ist, dass allein das Siliermittel schon so teuer war (859,9 € für 20 ha), dass sich hier eine sehr viel höhere Futterenergie als in der unbehandelten Kontrolle einstellen hätte müssen, um zumindest keinen Verlust durch hohen Kraftfuttereinsatz zu erleiden (vgl. Abbildung 31).

Der Einsatz von Bakterienpräparaten ist für nasse Silagen eher ungeeignet, was sich im Silierversuch S-54 für den Silierzusatz EM-Multisil in der Trockenmassstufe 25 % TM bestätigte, aber auch in der Anwelksilage brachte diese Zusatzvariante das schlechteste Ergebnis für die MJNEL im Silo. Die wirtschaftliche Berechnung wurde ebenfalls, wie schon bei BioSil Liquid beschrieben, anhand der Futterenergie und der Siliermittelkosten berechnet. Trotz der größten Energiedifferenz von EM-Multisil zur Kontrolle unbehandelt ($-0,29$ MJNEL/kg TM) und den daraus resultierten höchsten Energiedifferenzkosten in der Trockenmassstufe 25 % TM, war der Einsatz dieses Silierzusatzes aufgrund des geringeren Preises (630 € für 20 ha Grünland) wirtschaftlicher als der Einsatz von BioSil Liquid Plus. Es müssten in diesem Fall 4590,80 kg Gerste als Kraftfutter eingesetzt werden. In der angewelkten Silage fiel die ökonomische Betrachtung für EM-Multisil im Vergleich zu Versuchsprodukt 1 und BioSil Liquid Plus am schlechtesten aus, da auch hier die Energiedifferenz zur unbehandelten Kontrolle am höchsten war ($-0,26$ MJNEL/kg TM) und deshalb äquivalent 3873,53 kg Gerste gekauft werden müssten, um eine Energieaufwertung zu erzielen.

Für das Versuchsprodukt 1, welches auch ein Bakterienpräparat darstellt, stellte sich in beiden Anwelkstufen im Vergleich zu den anderen Silierzusätzen der beste ökonomische Erfolg ein. Trotzdem entstanden in der Trockenmassstufe 25 % TM für den Einsatz hohe Kosten. In der Nasssilage ergaben die Energiedifferenz zur Kontrolle $-0,26$ MJNEL/kg TM und die daraus resultierenden Kosten für diese Energiedifferenz 669,94 €. Dadurch, dass dieses Silierpräparat am billigsten war (534,80 € auf 20 ha), wurde auch der niedrigste Wert an Gerstenäquivalenz erzielt, d.h. beim Einsatz von Versuchsprodukt 1 müssten aufgrund der niedrigen Futterenergie 4015,80 kg Gerste als Kraftfutter zugekauft werden, um keine Verluste zu erreichen. Als einziges Siliermittel konnte das Versuchsprodukt 1 in der Anwelksilage einen positiven Erfolg in der Futterenergie erzielen. Die Differenz ergab für das Versuchsprodukt 1 um $0,19$ MJNEL/kg TM mehr als in der Kontrollvariante, was einen Gewinn von 489,44 € für die Energiedifferenz einbrachte. Nach Abzug der Siliermit-

telkosten (417,91 € für 20 ha) bleiben 71,53 € als Gewinn übrig Demnach könnten 238,44 kg Gerste eingespart werden.

Zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass sich unter den Bedingungen des Silierversuches S-54 der Einsatz von Siliermitteln nur in einem Fall ökonomisch rechtfertigen lässt. Dies war die Variante Versuchsprodukt 1 in der Anwelksilage, durch dessen Einsatz mehr Energie gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante im Futter erzielt wurde und zusätzlich der Preis für das Siliermittel im Gegensatz zu den anderen Zusätzen sehr billig war. Mit dieser Variante konnte einzig Kraftfutter eingespart werden. In der Trockenmassestufe 25 % TM war der Einsatz von BioSil Liquid Plus am teuersten, da dadurch die Futterenergie nicht verbessert werden konnte. Dazu kamen noch die hohen Siliermittelkosten, die den Einsatz in dieser Silage sehr unwirtschaftlich machten. Die natürlichen Silierzusätze EM-Multisil und Versuchsprodukt 1 waren durch ihren kleineren Preis etwas wirtschaftlicher in der Nasssilage, aber trotzdem noch zu teuer, da auch diese gegenüber der Kontrollvariante negative Energiewerte erzielten. In dieser Trockenmassestufe war die Variante ohne Zusatzbehandlung am wirtschaftlichsten. Interessant war der Einsatz von BioSil Liquid Plus in der Trockenmassestufe 32 % TM. Obwohl diese Variante in der Energie um nur zwei Hundertstel hinter der Kontrollvariante lag, war der Zusatz wegen des hohen Preises sehr unwirtschaftlich. Als ökonomisch ebenfalls nicht sinnvoll erwies sich EM-Multisil in dieser Anwelkstufe, dass aber anders als BioSil Liquid Plus wegen dem schlechten Energiegehalt gegenüber der unbehandelten Kontrolle als negativ zu bewerten war.

3.9. Ausblick für einen eventuellen Einsatz von Silierzusatzmittel

Siliermittel sind keine Wundermittel und können somit kein schlechtes Ausgangsmaterial oder ein nicht Einhalten der Silierregeln kompensieren. Deswegen stellt sich vielfach die Frage, ob sich der ökonomische Aufwand eines Siliermitteleinsatzes überhaupt rechnet. Anhand der in Kapitel 1.6. aufgestellten ökonomischen Betrachtung der im Silierversuch S-54 eingesetzten Siliermittel, lässt sich die Aussage treffen, dass der Einsatz von solchen Präparaten nicht immer gleich wirtschaftlich ist und dadurch erhebliche Verluste für den Betrieb entstehen können. Die Ergebnisse veranschaulichen, dass der Einsatz von Silierzusätzen genau zu überlegen ist und das gewählte Mittel der jeweiligen Silagepartie angepasst werden muss. Hilfestellung bei der Wahl des richtigen Silierzusatzes bringen Auflistungen von Institutionen wie der DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) und

dem LFZ Raumberg-Gumpenstein, die sich seit Jahren eingehend mit der Siliermittelprüfung beschäftigen und immer aktuelle Siliermittellisten mit den verschiedensten Wirkungsbereichen aufstellen. Dabei wird großer Wert auf das Gütezeichen gelegt (DLG- bzw. LFZ-Gütezeichen), welche die angeführten Wirkungen garantieren (siehe Marktübersicht Siliermittel in Österreich, Anhang).

Der wirtschaftliche Erfolg des Einsatzes von Silierhilfsmitteln wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Einerseits hängt er davon ab, inwieweit die Silagequalität durch die Senkung der Konservierungsverluste verbessert werden kann, und andererseits, ob dadurch die Futterraufnahme bzw. Leistung der Tiere steigt. Grundsätzlich lässt sich die Rentabilität des Einsatzes von Silierhilfsmitteln aber nur betriebspezifisch ermitteln. Dabei müssen die auftretenden zusätzlichen Leistungen für Dosier- und Applikationsgeräte und die Kosten für das Mittel selbst erfasst und einzelbetrieblich bewertet werden.

Generell kann gesagt werden, dass ein Einsatz von Siliermittel unter schwierigen Silierbedingungen sinnvoll ist, da dadurch die Buttersäuregärung verhindert und somit die Verluste reduziert werden können. Die Silage kann so vor dem „Umkippen“ bewahrt und einem wirtschaftlicher Totalschaden, durch verschimmelttes Futter, für den Landwirt vermeiden. Doch Verlustreduzierung als alleinige Wirkung rechtfertigt den Siliermitteleinsatz aus ökonomischer Sicht eben nur in Ausnahmefällen (ungünstige Witterung und dadurch lange Anwelkzeiten, hohe Energiedichte im Ausgangsmaterial, hohe Flächennutzungskosten). Wird aber die Kombinationswirkung beim Einsatz von Silierzusätzen mit gleichzeitiger Leistungserhöhung bedacht, so wird die Rentabilität erhöht und kann für Betriebe wirtschaftlich interessant werden (vgl. LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 1995, 46f).

- **Siliermitteleinsatz in der österreichischen Praxis**

Der Anteil an Grassilageproduktion liegt in Österreich bei 50 % und aktuellen Schätzungen zufolge werden davon fünf bis zehn Prozent mit Silierhilfsmittel behandelt, wobei dieser Trend in den letzten Jahren stagnierte. Im österreichischen Silageprojekt 2003/2005/2007 (RESCH, 2008b), welches in Kooperation von Milchviehbetrieben der österreichischen Arbeitskreise Milchproduktion, den Fütterungsberatern der Landwirtschaftskammern, dem Futtermittellabor Rosenau und dem LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt wurde, waren von den insgesamt 2.043 eingesendeten Silageproben insgesamt 408 (= 20 %) mit Silierhilfsmittel behandelt. Davon wurden 16 % an biologischen Bakterien-Impfkulturen, 3 % organische Säuren oder chemische Salzverbindungen und 1 %

sonstige Silierzusätze (meist Melasse) verwendet (vgl. RESCH, 2008c). Aus diesem Ergebnis ist ersichtlich, dass sich engagierte Milchviehbetriebe mehr als die Allgemeinheit der österreichischen Grünland- bzw. Milchviehbauern mit dem Thema Grundfutterqualität und Silierhilfsmittel auseinandersetzen, um das volle Potential ihres Futters für die Tiere ausschöpfen zu können.

In Abbildung 35 wird der Einsatz von Silierhilfsmittel im Silageprojekt 2003/2005/2007 in Abhängigkeit vom jeweiligen Siliersystem gezeigt, woraus sich erkennen lässt, dass bei Fahrsilos mit insgesamt ~ 25 % die meisten Silierpräparate eingesetzt wurden, hingegen wurden nur ~ 8 % der Rundballen behandelt. Im Hochsilosystem wurden im Silageprojekt ~ 16 % Bakterienimpfkulturen und 8,7 % Säuren und Salze eingesetzt.

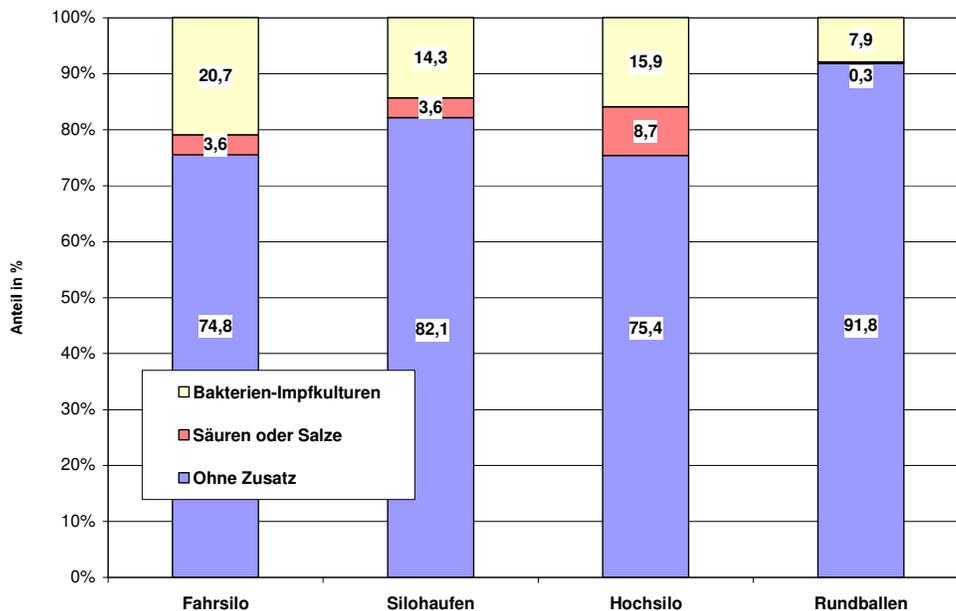


Abbildung 35: Silierhilfsmittelleinsatz in Abhängigkeit vom Siliersystem im Silageprojekt 2003/2005/2007 (RESCH, 2008c)

Interessant in dieser Datenauswertung ist auch der Anteil von biologischen Impfpräparaten als Silierzusatz, was auf ein naturnahes Denken der Landwirte hinzeigt. Der Gärverlauf im Silo sollte mit natürlichen Mittel wie z.B. Milchsäurebakterien erfolgen, die auch Biobetriebe einsetzen können. Laut RESCH (2008c) liegt der optimale Einsatzbereich für diese natürlichen Zusatzmittel bei einem Trockenmassegehalt zwischen 300 und 400 g/kg TM. Chemische Siliersäuren und –salze sind dafür gedacht, um Problemsilagen von einem völligen Verderb zu bewahren und sollten auch nur dafür eingesetzt werden. Vor allem bei verregneten Futterpartien, Klee- und Luzernengras sowie bei zu

grobstängeligen und zu stark angewelktem Futter können chemische Silierzusätze Fehlgärungen und Nacherwärmungen unterbinden.

Verbesserungsbedarf besteht nach wie vor in der Art der Anwendung von Silierhilfsmitteln. In den untersuchten österreichischen Silagen des Silageprojektes wurden nur 54 % der Silierzusätze sachgemäß mittels Dosiergeräten ausgebracht und die restlichen 46 % händisch verteilt. Die Verteilungsgenauigkeit ist ein sehr wichtiger Punkt bei den Silierregeln und gilt als Voraussetzung für ein optimales Wirken der Siliermittel. Die Verteilung kann nur mittels Dosiergeräten exakt gemacht werden (vgl. RESCH, 2008c).

Beim Einsatz von Silierzusätzen sollte unbedingt auf die gegebenen Silierbedingungen geachtet und anhand dieser, ein geeignetes Mittel ausgewählt werden. Derzeit stehen den Grünlandbauern 57 Silierhilfsmittel mit den verschiedensten Wirkungsweisen am österreichischen Markt zur Auswahl (vgl. RESCH, 2008c). Landwirte sollte daher mehrere Produkte am Betrieb zur Verfügung haben, denn es passt nicht bei jedem Schnitt das gleiche Präparat. Höchste Priorität beim Einsatz von Silierzusätzen hat die Dosierung und Verteilung, denn nur dadurch kann ein erfolgreiches Ergebnis erzielt werden. Die Frage der Wirtschaftlichkeit, vor allem in Bezug auf die Kosten des Siliermittels, lässt die Landwirte immer mehr von deren Einsatz abkommen und ihr Grundfutter unter strengem Einhalten der Silierregeln, auf natürliche Weise bestens konservieren.

4. Zusammenfassung

Die derzeitige Welternährungslage und die immer weiter steigenden Rohöl- und Futtermittelpreise, zwingen die Landwirte immer mehr die natürlich vorhandenen Ressourcen, wie das Grünland, optimal zu nutzen. Wertvolle Futterflächen werden für die Biospritproduktion und den Sojaanbau für die „Reichen“ verwendet, während im gleichen Atemzug tausende Menschen verhungern. Nie zuvor war es so wichtig, bestes Grundfutter für die Tiere zu konservieren, um soviel Kraftfutter wie möglich einzusparen.

Der Silierversuch S-54 wurde im Jahre 2005 am Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft des LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt und stellte die Frage der Möglichkeit einer besseren Futterkonservierung in den Vordergrund. Dabei wurde mit wissenschaftlich fundierten Methoden die Wirksamkeit von unterschiedlichen Silierhilfsmitteln aus den Wirkungsgruppen biologische Impfkulturen und chemische Siliersalze beim Einsatz im leicht (25 % TM) und optimal angewendeten (32 % TM) Dauerwiesenfutter des ersten Aufwuchses im Jahre 2005 am LFZ Raumberg-Gumpenstein untersucht. Die Hauptfragen dabei waren, wie sich die Silierhilfsmittel auf die Gärqualität, vor allem auf die Milchsäuregärung und die Dynamik der Milchsäure in den ersten 28 Tagen, im Gegensatz zur unbehandelten Silage auswirkten, wie sehr die starke Futtermittelverschmutzung die Gär- und Futterqualität beeinflusste und ob ein Einsatz dieser Präparate den ökonomischen Aufwand rechtfertigte. Um Vergleichswerte für die Ergebnisse des Silierversuches S-54 zu erhalten, wurden diese mit dem Silageprojekt „Steirisches Ennstal“ aus den Jahren 1988 – 1990, sowie dem Silageprojekt der LK-Niederösterreich (2003) und dem bestehenden Silageprojekt aus den Jahren 2003/2005/2007 verglichen.

Das Ausgangsmaterial im Silierversuch S-54 wies im Gegensatz zum Zuckergehalt (21 g/kg TM) einen relativ hohen Rohproteingehalt von 154 g/kg TM auf, woraus sich ein weniger optimales Verhältnis von 1 : 0,14 ergab. Dies wirkte sich wiederum im Gär säurenmuster leicht negativ auswirkte. Sehr interessant gestaltete sich der Buttersäuregehalt im Silierversuch S-54, welcher trotz sehr hoher Futtermittelverschmutzung (16 – 22 % Rohasche) in beiden Anwelkstufen sehr gering war. Die Variante BioSil Liquid Plus konnte sogar einen negativen Nachweis an Buttersäure vorbringen, woraus sich gegenüber der Kontrollvariante, die in der Nasssilage 0,80 und in der Anwelksilage 0,64 g/kg TM Buttersäure enthielt, eine negative Signifikanz ergab. Da in der Regel der Clostridiengehalt mit dem Gehalt an Buttersäure eng zusammenhängt, lagen demnach die Gehalte an Clostridien sporen in dieser Variante (< 360 MPN/g in der Nasssilage und 9.300 MPN/g in einer

Wiederholung der Anwelksilage) unter dem kritischen Wert von 10.000 MPN Sporen /g Futter. Positiv signifikant zur unbehandelten Kontrolle unterschied sich in der Buttersäure die Siliermittelvariante EM-Multisil in der Nasssilage, da diese den höchsten Gehalt aller Varianten mit 1,25 g/kg TM aufwies. Es waren in dieser Trockenmassestufe aber keine erhöhten Clostidiengehalte vorhanden. Leichte Buttersäuregehalte und sehr hohe Gehalte an Clostridien sporen (in einer Wiederholung in beiden Trockenmassestufen 46.000 MPN Sporen / g) tauchten in der unbehandelten Kontrolle in beiden Anwelkstufen, sowie in den Siliermittelvarianten Versuchsprodukt 1 (110.000 MPN/g in einer Wiederholung) und EM-Multisil (93.000 MPN/g in einer Wiederholung) in der Anwelksilage auf. In der multifaktoriellen Auswertung der Buttersäure ergaben sich im Faktor Silierhilfsmittel signifikante Unterschiede, was zeigt, dass diese einen starken Einfluss auf die Buttersäuregärung hatten. Das gesamte Gär säurenmuster wies eine heterofermentative Milchsäuregärung auf, da neben dem Hauptprodukt Milchsäure in allen Zusatzvarianten und der Kontrollvariante Essigsäure gebildet wurde. Die Variante EM-Multisil unterschied sich in der Essigsäure der Nasssilage mit 18 g/kg TM positiv signifikant zur unbehandelten Kontrolle (10 g/kg TM Essigsäure). Obwohl sich die Buttersäure im Silierversuch S-54 sehr zurückhielt, war der Milchsäureanteil in den einzelnen Varianten mit durchschnittlich 46 g/kg TM in der Nasssilage und 34 g/kg TM in der Anwelksilage noch sehr gering, was auch das Gesamtsäurenmuster unterdurchschnittlich erscheinen ließ. Die meiste Milchsäure enthielt die Silage mit dem Silierzusatz EM-Multisil in der Trockenmassestufe 25 % TM (55 g/kg TM) und das Versuchsprodukt 1 in der Trockenmassestufe 32 % TM (39 g/kg TM), die unbehandelten Silagen lagen im Durchschnitt. Anzumerken ist in diesem Silierversuch auch noch die Milchsäuredynamik für beide Trockenmassestufen, die in den ersten 14 Tagen keine Besonderheiten aufzeigte, doch stieg der Milchsäuregehalt danach in allen Silierzusätzen sowie auch in der unbehandelten Kontrolle rapide an und fiel bis zur Entleerung wieder auf das ursprüngliche Niveau ab.

In der pH-Absenkung zeigte das Präparat Versuchsprodukt 1 in beiden Trockenmassestufen die schnellste und effektivste Wirkung, denn hier wurde der pH-Wert binnen einiger Tage unter den kritischen pH-Wert nach WEISSBACH et. al. (1977,11) abgesenkt. Dieser lag für die 25 % TM bei 4,4 und die 32 % TM bei ungefähr 4,5. Im weiteren Verlauf der 100 Lagerungstage senkte sich der pH-Wert bei beinahe allen Varianten auf ein sehr niedriges Niveau und stieg erst in den letzten 30 Lagerungstagen leicht an. Eine Ausnahme bildete hier die Zusatzvariante BioSil Liquid Plus, die schon bei der pH-Absenkung auf einem viel höheren Niveau blieb als die restlichen Silierhilfsmittel und die Kontrollvariante. Der Einsatz von BioSil Liquid Plus bewirkte einen positiven signifikanten Unterschied in der Nasssilage und lag damit um 0,2 pH-Punkte höher als die unbehandelten Kon-

trolle mit einem pH-Wert von 4,0 nach der Öffnung. Der Eiweißabbau war im Silierversuch S-54 auf einem sehr günstigen Niveau und überschritt in keiner Variante in beiden Anwelkstufen den Grenzwert. Auch die Differenzen der einzelnen Siliermittel waren in der Anwelksilage nicht erwähnenswert, wobei in der Nasssilage der Eiweißabbau in EM-Multisil (knapp neun Prozent) um einiges stärker als in der Kontrollvariante (~ 7,8 %) stattfand.

In der Futterqualität konnten die drei Silierzusätze in der Nasssilage die Energiedichte im Vergleich zur Kontrolle (5,3 MJNEL/kg TM) nicht verbessern und lagen im Durchschnitt bei 5,1 MJNEL/kg TM, während in der Anwelksilage nur das Versuchsprodukt 1 mit 5,9 MJNEL/kg TM gegenüber der unbehandelten Kontrolle um 0,2 MJNEL/kg TM besser war. Erwähnenswert in der Futterqualität sind die teils niedrigen Rohfasergehalte in der Nasssilage (durchschnittlich 21 %), wobei EM-Multisil die meiste Rohfaser beinhaltete und gegenüber der Kontrollvariante um 13 g/kg TM mehr aufwies. In der Anwelksilage hatte sich der Rohfasergehalt etwas verbessert (durchschnittlich 25 %). Diese niedrigen Rohfaserwerte in der Nasssilage sind, ebenso wie die niedrige Energie, auf die starke Futtermverschmutzung zurückzuführen. In der Silagequalitätsbewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung schaffte in der Nasssilage nur die unbehandelte Kontrolle mit 16,3 ÖAG Punkten die beste Qualitätsstufe (sehr gut – gut) und somit das beste Ergebnis. BioSil Liquid Plus erreichte mit 13,5 die niedrigste ÖAG-Punkteanzahl. Ein gegensätzliches Ergebnis fand man in der Anwelksilage, wo BioSil Liquid Plus am besten abschnitt (15,8 ÖAG-Punkte) aber trotzdem nur in der Qualitätsstufe „befriedigend“ blieb. Die DLG-Gärfutterbewertung brachte für EM-Multisil in beiden Trockenmassestufen die meisten DLG-Punkte (97 DLG-Punkte für die Nasssilage und 92 DLG-Punkte für die Anwelksilage). Als ganzheitliche Bewertung der Silage erbrachte die Futterwertzahl negative Ergebnisse, demnach war das Futter des Silierversuches S-54 nur zur Fütterung von Mutterkühen und Trockenstehern geeignet. Dabei ist anzumerken, dass die beiden Silierhilfsmittelvarianten Versuchsprodukt 1 (69,68 FWZ-Punkte) und BioSil Liquid Plus (69,24 FWZ-Punkte) um nicht einmal einen Futterwertzahlpunkt die Fütterungseignung für laktierende Kühe, die bei 70 FWZ-Punkten liegt, verpassten.

Der mikrobiologische Zustand des Silierversuches S-54 war nur in einzelnen Wiederholungen der Komponenten Hefe- und Schimmelpilze als kritisch einzustufen. Bei den Schimmelpilzen überschritt in der Nasssilage die Variante BioSil Liquid Plus den Orientierungswert von 10.000 KBE/g FM in einer Wiederholung um ein Vielfaches (330.000 KBE/g) und war gemeinsam mit der unbehandelten Kontrolle (61.000 KBE/g in einer Wiederholung) der Nasssilage und dem Versuchsprodukt 1 (38.000 KBE/g in einer Wiederholung) der Anwelksilage, die ebenfalls einen

erhöhten Schimmelpilzgehalt in einer Wiederholung zeigten, als mikrobiologisch kritisch einzustufen. Es wurde auch eine Verbindung von niedrigen Essigsäuregehalten der Varianten mit einer gleichzeitig hohen Verhefung festgestellt. Demnach schnitten die Varianten Versuchsprodukt 1, das in einer Wiederholung 6.300.000 KBE Hefen /g (Nasssilage) bzw. 3.900.000 KBE/g Futter (Anwelksilage) aufwies, und BioSil Liquid Plus (570.000 KBE/g in einer Wiederholung der Nasssilage) aber auch die Kontrollvariante mit 100.000 KBE/g bzw. 120.000 KBE/g Futter in einer Wiederholung der Nass- bzw. Anwelksilage sehr schlecht ab, da der kritische Wert an Hefekeimzahlen im Futter bei 100.000 KBE/g Futter liegt.

Nach einer Woche Überlagerung der Silagen unter Luftstress ergaben sich im Haltbarkeitstest für die Anwelksilage erhebliche Wertminderungen in der ÖAG-Sinnenprüfung sowohl für die Zusatzvarianten (6 – 9 ÖAG Punkte) als auch für die Kontrollvariante (6 ÖAG-Punkte). Eine sehr starke Labilität war bei Versuchsprodukt 1 in der Nasssilage zu erkennen. Diese wies einen totalen Verderb, begleitet von einer starken Nacherwärmung von 22,5 °C auf. Der pH-Wert stieg von 4,0 (nach der Öffnung) auf 4,2 (nach einer Woche unter Luftstress) an. Die restlichen Silierhilfsmittelvarianten ergaben gegenüber der unbehandelten Kontrolle keine erwähnenswerten Unterschiede.

Um ersichtlich zu machen, ob sich der Einsatz von den Silierhilfsmittel unter den Bedingungen des Silierversuches S-54 auch wirtschaftlich bezahlt machte, wurde eine Berechnung anhand der Futterenergie und unter Berücksichtigung des Preises der einzelnen Siliermittel durchgeführt und ein Vergleich zur unbehandelten Kontrolle angestellt. Dabei wurde der Ertrag vom ersten Aufwuchs eines Grünlandes für 20 ha angenommen. Das Ergebnis zeigte den nötigen Aufwand bzw. die Ersparnis an Gerste beim Einsatz der jeweiligen Silierhilfsmittel. Das ernüchternde Ergebnis ließ den Siliermitteleinsatz nur in einem einzigen Fall, Versuchsprodukt 1 in der Anwelksilage, rechtfertigen. Anhand der Wirtschaftlichkeitsberechnung könnten allein nur mit dieser Silierzusatzvariante 238,44 kg Kraftfutter (Gerste) eingespart werden. Alle anderen Varianten verursachten gegenüber der Kontrollvariante sehr hohe Kosten, wobei BioSil Liquid Plus besonders zu erwähnen ist. Diese Variante erreichte in der Anwelksilage beinahe den gleichen Energiegehalt wie die unbehandelte Kontrolle, verursachte aber allein durch den hohen Preis des Siliermittels (859,88 € für 20 ha Grünland) schon einen großen Verlust.

Im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 konnte selbst unter sorgfältigster Einhaltung der Silierregeln nur in einer mittelmäßigen Qualität konserviert werden. Die eingesetzten Silierhilfsmittel aus den unterschiedlichen Wirkungsgruppen zeigten nur teilweise eine

günstige Beeinflussung in der Gär säurezusammensetzung und der Silagequalität, konnten aber die Energiedichte der Silage gegenüber der unbehandelten Kontrolle nur in der Variante Versuchsprodukt 1 bewirken. Vor dem Einsatz von Silierhilfsmitteln sollte daher genau überlegt werden, welches Mittel zu der jeweiligen Futterpartie passt, aber auch ob man sich den Einsatz durch optimale Erntebedingungen ersparen könnte.

5. Summary

At the end of May 2005 a silage experiment with three types of silage additives was submitted to the LFZ Raumberg-Gumpenstein. The silage additives originate from the product groups of chemical silage acids, salts and biological additives. Silages from the first growth of a continuous meadow were examined. Samples with the dry weight stages 22 - 25 % TM and 30 - 35 % TM were applied. Thereby the results of the silages treated with silage additives were always compared with the results of the untreated silage.

A main question in the silage experiment S-54 was how the use of silage additives affects the lactic acid fermentation and its dynamics. Although the lactic acid showed a very satisfactory progress in the dynamics during the first 28 days, it dropped/decreased by the end of the fermenting phase very rapidly. The untreated silage contained 42,72 g/kg TM (in the silage with 25 % dry weight) and 31,60 g/kg TM (in the silage with 32 % dry weight) lactic acid after the emptying. In comparison, the silage treated with "EM-Multisil" achieved the highest value of lactic acid in the wet silage with 55,03 and in the withered silage 35,42 g/kg TM. The lactic acid bacteria preparation "Versuchsprodukt 1" had 47,47 g/kg TM lactic acid in the 25 % dry weight stage and the best value in the 32 % dry weight stage with 38,81 g/kg TM. "BioSil liquid plus" achieved the lowest value of lactic acid in both dry weight stages (35,84 respectively 28,28 g/kg TM). Compared with the results from silages of the Styrian Ennstal, the contents in the silage experiment S-54 were very low, but the use of silage additives brought a slight success as far as the lactic acid rate is concerned.

Further on it was examined how much the fermenting and forage quality were affected by the strong forage contamination. The limit value of the fodder contamination is about 10 % raw ashes per kg TM. The forage of the silage experiment had between 20,5 and 22,5 % raw ash in the dry weight stage 25 % and between 15,7 and 16,9 % in the withered silage with 32 % dry weight. Despite the high contents of raw ash in none of the silage additives was there much butter acid. The untreated silage contained 0.80 g/kg TM butter acid in the wet silage and 0.64 g/kg TM in the withered silage. It was obviously affirmative that the butter acid fermentation could be prevented by applying the additive of "BioSil Liquid Plus" in both weight stages. There was a significant difference between "BioSil Liquid Plus" and the untreated silage. The content of Clostridia is linked very closely to the butter acidity and therefore in "BioSil Liquid Plus" there was no Clostridia contamination. "EM-Multisil" had the highest portion of fermenting acids, with 1,25 g/kg TM butter acid and

18.17 g/kg TM acetic acid in the dry weight stage with 25 % and there was a significant difference to the untreated silage. Nevertheless no Clostridia contamination arose by the additive of “EM-Multisil”.

The sinking of the pH value was fastest and most effective in “Versuchsprodukt 1”. The silage additive “BioSil Liquid Plus” had against it a somewhat slighter sinking of the pH-value and differed significantly from the untreated silage. The pH-value of the untreated silage was (with the emptying in the dry weight stage with 25 %) 4,01 and (in the dry weight stage with 32 %) 4,18. In comparison to it “BioSil Liquid Plus” had in both dry weight stages a higher pH value of 4,24.

The high fodder contamination affected the energy content and raw fibre content of the forage negatively as well. These two silage forage components were very strongly displaced by raw ash. The energy of the forage in the dry weight stage 32 % could not be improved by the additive of silage appliance opposite the untreated silage (5,3 MJNEL/kg TM). The energy average with silage additives was 5,1 MJNEL/kg TM. In the withered silage the “Versuchsprodukt 1” was somewhat better with 5,9 MJNEL/kg TM than the untreated silage with 5,7 MJNEL/kg TM. The raw fibre contents were partly very low in the silage experiment S-54. “EM-Multisil” had the best contents in the wet silage (228 g/kg TM) and the raw fibre content of the untreated silage was 214 g/kg TM. In the dry weight stage 32 % these values of the average 24, 7 % raw fibre were somewhat higher, which suggests a smaller forage contamination in comparison with the wet silage. The forage value rate brought bad results, because the silages from the experiment S-54 can be fed only to sucking cows and cows that are not in lactation, due to poor forage quality.

The last question read whether the employment of silage additives is economically justified. An economic comparison was made between the silage additives “Versuchsprodukt 1”, “EM-Multisil” and “BioSil Liquid Plus” and the untreated silage. This calculation was accomplished on the basis of forage energy and the price of the individual silage additives. In the dry weight stage 25 % BioSil Liquid Plus was very expensive and therefore very uneconomic. With the employment of this additive 4870.45 kg of barley would have to be bought. In the silage experiment S-54 only “Versuchsprodukt 1” could be used economically in the dry weight stage 32 % and thereby the purchase of 238, 44 kg barley would potentially be saved.

6. Literaturverzeichnis

ADLER, A. (2002): Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. Bericht 8. Alpenländisches Expertenforum „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein, 17 – 25.

BUCHGRABER, K.; CHYTL, K.; GRUBER, A.; BAUER, H.; GINDL, G.; BERAN, H.; RESCH, R.; HEIN, W.; ADLER, A. und LEW, H. (1993): Silageprojekt „Steirisches Ennstal“. BAL Gumpenstein Veröffentlichung Heft 20. Irdning: Selbstverlag.

BUCHGRABER, K.; DEUTSCH, A. und GINDL, G. (1994): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. Graz: Leopold Stocker Verlag.

BUCHGRABER, K. (1999): Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 31.

BUCHGRABER, K. (2000): Grünlandbewirtschaftung in Österreich. Vorlesungsunterlage, Universität für Bodenkultur, Wien.

BUCHGRABER, K. und GINDL, G. (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. 2., völlig neu bearbeitete Auflage. Graz – Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.

BUCHGRABER, K. (2008): Relevante Trends für die Landwirtschaft; ÖAG-Informationsschrift 2008

BUNDESANSTALT FÜR ALPENLÄNDISCHE LANDWIRTSCHAFT GUMPENSTEIN - BAL (1993): Agricultural Statistics 1984, 1989 and 1993; Silage projekt „Styrian Ennstal“. Irdning: Selbstverlag.

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (1997): DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. Hrsg.: Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle. 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

GRÜNER BERICHT (2007): BMLFUW, 48. Ausgabe. Wien: Selbstverlag.

HAAS, W. (1972): Über Arbeiten der Abteilung für landwirtschaftliche Chemie. Sonderdruck aus „Land- und forstwirtschaftliche Forschung in Österreich“ 5, 201-207.

HUNGER, F. (2007): Steigende Getreidepreise – betriebswirtschaftliche Auswirkungen; 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung vom 19. – 20. 4. 2007; Raumberg, 55 - 57.

JONSSON, A. (1990): Enumeration and confirmation of clostridium tyrobutyricum in silages using neutral red, D-cycloserine and lactatdehydrogenase activity; J. Dairy Sci. 73, 719 – 725.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (1995): Grassilagebereitung. Praxisinformation, Grünland und Futterwirtschaft, Heft 18. Hannover: Selbstverlag.

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

PFLAUM, J.; RUTZMOSER, K. und GARTNER, L. (1994): Silieren ist kein Pokerspiel; BLW 184 (16), 24 – 26.

RESCH, R. (2002): „35 Jahre Gumpensteiner Silierversuche“. 8. Alpenländisches Expertenforum, 9.-10. April 2002; BAL Gumpenstein.

RESCH, R. (2005): Gezielter Einsatz von Silierhilfsmitteln sichert Silagequalität. Der fortschrittliche Landwirt, 9, 13-16.

RESCH, R. und STEINWIDDER, A. (2005): Silageprojekt 2003/2005. Sonderdruck, HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Selbstverlag.

RESCH, R.; BUCHGRABER, K.; GRUBER, L.; WIEDNER, G.; KASAL, A.; WURM, K.; GUGGENBERGER, T. und RINGDORFER, F. (2006): Futterwertabelle für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG Sonderbeilage „Der fortschrittliche Landwirt“, Heft 24.

RESCH, R. und ADLER, A. (2006): Einfluss verschiedener Silierzusätze auf die Konservierung von leicht angewelktem Dauerwiesenfutter einer Wiesenneuanlage und einer Dauerwiese im Versuch S-53/2004. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning: Selbstverlag.

RESCH, R. (2006a): Mündliche Mitteilung vom August 2006.

RESCH, R. (2006b): Moderne Silagewirtschaft, Landkalender 2007. Graz: Leopold Stocker Verlag.

RESCH, R. (2006c): Fachvortrag beim Rinderfachtage in Pabneukirchen. Pabneukirchen, 5.4.2006.

RESCH, R. (2008a): Mündliche Mitteilung vom Jänner 2008.

RESCH, R. (2008b): Silageprojekt 2003/2005/2007; LFZ Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Selbstverlag.

RESCH, R. (2008c): Einsatz von Silierhilfsmitteln in Österreich; LFZ Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Selbstverlag.

RESCH, R. (2008d): Welches Silierhilfsmittel passt für meinen Betrieb? Der fortschrittliche Landwirt, 8, 18 – 21.

RIEDER, J. B. (1989): Die Leistungsfähigkeit von Weißklee – Sein Beitrag zur Ertragsleistung von Dauergrünland – Neuansaat. Das wirtschaftseigene Futter, 35 (1), 79 – 93.

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

SCHECHNTER, G. (1993): „Silowirtschaft im Wandel der Zeit“; Fachvortrag bei der österreichweiten Silagetagung gemäß der Lehrer- und Beraterfortbildung in Gumpenstein. Irdning, 13. und 14.1. 1993.

TENGG, C. (2008): Marktwirtschaft, Pflanzenbau, Trends; Lagerhaus Agrar, Fachvortrag Feber 2008 s.l.

THAYSEN, J.; KALZENDORF, Ch.; SOMMER, M.; VON BORSTEL, U.; MATTHIAS, J.; SPIEKERS, H.; RAUE, F.; PAHLOW, G.; NUSSBAUM, H.; RICHTER, W.; HERTWIG, F. und JÄNICKE, H. (2002): Futterkonservierung. 6., überarbeitete Aufl., Weiß & Partner, Oldenburg.

THÖNI, E. (1988): Futterbau und Futterkonservierung. Lehr- und Fachbuch für Schüler, 6. Auflage, LMZ Zollikofen.

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

TRIOPLAST (1995): Handbuch der Ballensilage, ISBN 91 – 630 – 3700 – 9. Schweden: Selbstverlag.

WAGNER, G. (2007): Mündliche Mitteilung vom Oktober 2007.

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

WEISSBACH, F.; SCHMIDT, L.; PETERS, G.; HEIN, E.; WEISE, G. und KNABE, O. (1977): Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, 3. Auflage. Markkleeberg: Selbstverlag.

WEISSBACH, F. und HONIG, H. (1997): DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf der Basis der chemischen Untersuchung; Fassung vom 1.8.1997 der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft e.V., Ausschuss für Futterkonservierung; Frankfurt a. Main: Selbstverlag.

WILHELM, H. und WURM, K. (1999): Futterkonservierung und –qualität. Silagebereitung, Heuwerbung, Getreide- und Maistrocknung. Graz – Stuttgart: Leopold Stocker Verlag.

WURM, K. (2007): Steigende Getreidepreise – Konsequenzen für die Milchviehfütterung; 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung vom 19. – 20. 4. 2007; Raumberg, 53f.

VDLUFA (2004): VDLUFA-Methode 28.1.2: Bestimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilze. Methodenbuch III. VDLUFA-Verlag, Bonn.

WYSS, U. (1999): Internationale Silagekonferenz. Agrarforschung 6 (11-12), 451 - 452.

WYSS, U. (2004): Die Silierregeln für Grassilage. 2. Auflage, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere und Milchwirtschaft. Posieux (CH): Selbstverlag.

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

Internetquellen:

AUERBACH, H. (2004): Mittel zur Erhöhung der aeroben Stabilität von Silagen und zur Stabilisierung von Anschnittflächen und TMR;

http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/Fachinformation/Tierproduktion/futtertag/download/Vortrag_Auerbach.pdf

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.), 2008: „Mit dem DLG-Gütezeichen zu mehr Erfolg“. <http://www.dlg.org/de/landwirtschaft/testzentrum/betriebsmittel/dietests.html> (11.01.2008).

FUTTERMITTELLABOR ROSENAU (s.a.a): Richtwerte für chemische Untersuchungsparameter, <http://www.futtermittellabor.at/index.php?id=74> (2004).

FUTTERMITTELLABOR ROSENAU (s.a.b): Erläuterungen zu einzelnen Untersuchungsparametern von Nähr-, Mineralstoffen und der Gärqualität; <http://www.futtermittellabor.at/index.php?id=72> (2004).

GALLER, J. (2003): Wann welches Siliermittel einsetzen? Lebensministerium www.lebensministerium.at/article/articleview/16773/1/4996 (24.04.2003).

KASAL, A.; FRICK, M. UND WACHTLER, S. (s.a.): Publiziert von der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol Abteilung land-, forst- und hauswirtschaftlich Berufsbildung, Silowirtschaft, www.provincia.bz.it/formazione-agricola/01/futterbau/download/Silowirtschaft.pdf (2001).

LINGVAL, P. und WEISSBACH, F. (s.a.): Ballensilage in Schweden - Technologie, Silierung, Verwertung. Universität für Agrarwissenschaften Uppsala; <http://www.addcon.at/fileadmin/addcon-agro/silierung/VORTR.L.DOC> (2008).

MULTIKRAFT (s.a.): <http://www.multikraft.at/01051/em-index.html> (2005).

PÖTSCH, E. und RESCH, R. (s.a.): Wichtige Regeln beim Einsatz von Silierhilfsmitteln. Abteilung Grünland der BAL Gumpenstein; <http://www.gumpenstein.at/pflanzen/silierhi.pdf> (2008).

REES, T. J. (s.a.): Die Bereitung von Futterkonserven vor 4000 Jahren in der ägyptischen Hochkultur; <http://www.brighton73.freeseve.co.uk/tomsplace/scientific/phd/silage.htm> (21.07.2003).

SCHAUMANN (s.a.): http://www.schaumann.at/deutsch/download/flyer_bon_forte.pdf (2008).

WIKIPEDIA (2008): Listerien, <http://de.wikipedia.org/wiki/Listerien> (10.01.2008).

7. Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: Zusammensetzung der Siliermittelzusätze (laut Firmenangaben) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	18
TABELLE 2: Applikationsmenge der im Silierversuch S-54 eingesetzten Silierhilfsmittel pro 1000 kg Frischmasse (laut Firmenangaben) für beide Trockenmassestufen am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	18
TABELLE 3: Bonitierung des Pflanzenbestandes am Versuchsfeld (Schätzung in Gewichtsprozent) für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	22
TABELLE 4: Hauptbestandesbildner des Versuchsfeldes E-Werk-Wiese im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	22
TABELLE 5: Wettersituation am Tag der Ernte des Versuchsgutes für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 (30.05.2005)	23
TABELLE 6: Applikationsmengen der verschiedenen Siliermittelzusätze für das 60 l Weithalsfass und den 250 l PVC-Silo (beide Trockenmassestufen) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 bei TM 22 – 25 % und TM 30 – 35 %	25
TABELLE 7: Erfassung verschiedener Keimgruppen der mikrobiellen Silageflora, Kurzbeschreibung von Probenvorbereitung und Untersuchungsmethodik im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	32
TABELLE 8: Gesamtsäurezusammensetzung der Silagen im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	40
TABELLE 9: Statistische Bewertung der fixen Einflussfaktoren (Trockenmassstufe und Silierhilfsmittel) und des quantitativen Einflussfaktors (Rohaschegehalt) mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	42
TABELLE 10: Mehrfachvergleiche für die Variablen Butter-, Essig-, Milch- und Gesamtsäure in g/kg TM (nach 98 Lagerungstagen) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	50
TABELLE 11: Abhängigkeit des kritischen pH-Wertes vom Trockensubstanzgehalt (WEISSBACH et al., 1977, 11).....	51
TABELLE 12: Mehrfachvergleiche für die Variablen pH-Wert, NH ₄ -N : Gesamt N, ÖAG-Sinnenprüfung und DLG-Silagequalitätsbewertung nach WEISSBACH und HONIG (1997) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	61
TABELLE 13: Mehrfachvergleiche für die Variablen Rohfaser, Rohasche, Rohprotein, Verdaulichkeit der organischen Masse, Energiegehalt und Futterwertzahl im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	77

TABELLE 14: Mikrobiologischer Zustand der Silagen aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005 zum Zeitpunkt der Siloöffnung	79
TABELLE 15: ÖAG-Sinnenprüfung, Temperatur und pH-Werte der Varianten nach einer Woche Lagerung unter aeroben Verhältnissen im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	85
TABELLE 16: Ökonomischer Vergleich der im Silierversuch S-54 eingesetzten Siliermittel mit der unbehandelten Kontrolle für zwei Trockenmassestufen am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	96
TABELLE 17: Vergärbarkeit verschiedener Futterarten (WILHELM und WURM, 1999, 40).....	127
TABELLE 18: Qualitätsparameter für optimale Silagen (RESCH, 2006c) und Richtwerte für chemische Untersuchungsparameter (FUTTERMITTELLABOR ROSENAU, s.a.a).....	129
TABELLE 19: Silagequalitätsbewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	131
TABELLE 20: Marktübersicht Siliermittel in Österreich – Stand März 2008 (RESCH, 2008d)...	134
TABELLE 21: Siliermittelanbieter in Österreich (RESCH, 2008d)	135

8. Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: Bevölkerungswachstum und verfügbare Anbauflächen pro Kopf von 1975 bis 2025 (TENGG, 2008).....	1
ABBILDUNG 2: Weltgetreideproduktion und –verbrauch (in Mio. t) seit 1999 (TENGG, 2008)	2
ABBILDUNG 3: Entwicklung von Getreide- und Eiweißfutterpreisen in Österreich seit 2003 (HUNGER, 2007)	3
ABBILDUNG 4: Globaler Weizenpreis in €/t berechnet für die Quartale von 2006 bis 2008 (TENGG, 2008)	4
ABBILDUNG 5: Bereitung von Futterkonserven vor 4000 Jahren in der ägyptischen Hochkultur (REES, s.a.).....	6
ABBILDUNG 6: Futterkonservierung in Österreich in % des konservierten Grundfutters (begonnen von SCHECHTNER, weitergeführt von BUCHGRABER und Resch, 2006b, 92ff).....	7
ABBILDUNG 7: 60 Liter Weithalsfass als Versuchsgefäß im Silierversuch S-54 an der LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	19
ABBILDUNG 8: schematische Darstellung eines 250 Liter PVC-Silo als Versuchsgefäß im Silierversuch S-54 an der LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	20
ABBILDUNG 9: Ein Liter Einweckglas als Versuchsgefäß für die Probeentnahme während der Gärphase im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	21
ABBILDUNG 10: Sprühflasche zur Zusatzverteilung im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	25
ABBILDUNG 11: Kernbohrer für Silagequerschnittsbeprobungen im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	29
ABBILDUNG 12: Konservierungserfolg bei der Silierung von Dauerwiesenfutter, 1. Aufwuchs im Silierversuch S-54 (WEISSBACH et al, 1977, 23) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	37
ABBILDUNG 13: Einfluss von Silierhilfsmitteln auf das Gärsäurenmuster im Silierversuch S-54 (nach 98 Lagerungstagen) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	38
ABBILDUNG 14: Zusammenhang zwischen Trockenmasse- und Gesamtsäuregehalt von unbehandelten Silagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993)	39
ABBILDUNG 15: Verteilung Essigsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005).....	44

ABBILDUNG 16: Dynamik der Milchsäuregärung bei 25 % Trockenmasse (während der Gärphase über 98 Tage) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	45
ABBILDUNG 17: Dynamik der Milchsäuregärung bei 32 % Trockenmasse (während der Gärphase über 98 Tage) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	46
ABBILDUNG 18: Verteilung Milchsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005).....	47
ABBILDUNG 19: Verteilung Gesamtsäuregehalte [g/kg TM] in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt Steirisches Ennstal 1988 – 1990; BUCHGRABER et al., 1993; Silageprojekt der LK-Niederösterreich 2003/2005; RESCH und STEINWIDDER, 2005).....	48
ABBILDUNG 20: pH-Wert Dynamik während der Gärung bei einer Lagerungszeit von 98 Tagen (Trockenmasse von 25 %) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	52
ABBILDUNG 21: pH-Wert Dynamik während der Gärung bei einer Lagerungszeit von 98 Tagen (Trockenmasse von 32 %) am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	53
ABBILDUNG 22: Einfluss von Silierhilfsmitteln im Silierversuch S-54 auf den Ammonium-N in % (NH ₄ -N) vom Gesamt am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	55
ABBILDUNG 23: Silagequalität nach der ÖAG-Sinnenprüfung für die Nass- und Anwelksilage im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	57
ABBILDUNG 24: Silagequalitätsbewertung mit dem DLG-Schlüssel für Grünfuttersilagen nach WEISSBACH und HONIG (1997) im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	60
ABBILDUNG 25: Verteilung von Grassilagen aus Praxisbetrieben in Abhängigkeit von Schnittzeitpunkt und Anwelkgrad – Datenquelle Silageprojekt 03/05/07 (RESCH, 2008b)....	62
ABBILDUNG 26: Rohfasergehalte unter Berücksichtigung einer Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM im Vergleich zu den Rohfasergehalten mit natürlichem Rohaschegehalt aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	64
ABBILDUNG 27: Verteilung der Nettoenergielaktation (NEL) und Zusammenhang zwischen Rohfaser und NEL in österreichischen Grassilagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt 03/05/07, RESCH, 2008b).....	65
ABBILDUNG 28: Zusammenhang von Rohasche und Nettoenergielaktation im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	66
ABBILDUNG 29: Energiewerte unter Berücksichtigung einer Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM im Vergleich zu Energiewerten mit natürlichem Rohaschegehalt aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005.....	68

ABBILDUNG 30: Einfluss von Silierzusatzmittel auf die Futterverschmutzung im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	71
ABBILDUNG 31: Verteilung der Rohasche in österreichischen Silagen (Datengrundlage aus dem Silageprojekt 03/05/07, RESCH, 2008b)	72
ABBILDUNG 32: Klassifizierung der Futterwertzahl in Punkte (BUCHGRABER, 1999) in Anbetracht der praktischen Anwendung des Grundfutters für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	74
ABBILDUNG 33: Klassifizierung der Futterwertzahl in Punkte (BUCHGRABER, 1999) unter Berücksichtigung einer Rohaschekorrektur auf 100 g/kg TM im Vergleich zu den Futterwertzahlen mit natürlichem Rohaschegehalt aus dem Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	76
ABBILDUNG 34: Silagequalität nach der ÖAG-Sinnenprüfung im Vergleich zur Silagequalität im Haltbarkeitstest für die Nass- und Anwelksilage im Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005	83
ABBILDUNG 35: Silierhilfsmittleinsatz in Abhängigkeit vom Siliersystem im Silageprojekt 2003/2005/2007 (RESCH, 2008c)	101
ABBILDUNG 36: Ablauf der Milchsäuregärung schematisch dargestellt (BUCHGRABER und GINDL, 2004, 169).	121
ABBILDUNG 37: Lebensgrundlage von Mikroorganismen, die an einer Gärung im Silo beteiligt sind (nach THÖNI 1988).....	122
ABBILDUNG 38: Nutzungsstadien und Energiegehalt des Grünlandfutters (Buchgraber et al., 1994, 57).	125
ABBILDUNG 39: Silagequalitätsbewertung nach der Sinnenprüfung (ÖAG-Schlüssel ¹)	132

9. Anhang

Gärablauf und Gärmikroorganismen

Bei der Vergärung von Futter wird der Restsauerstoff, der noch im Futterstock enthalten ist, von den Pflanzen veratmet und diese sterben danach ab. Nach diesem Vorgang tritt ein zuckerhaltiger Saft aus der Pflanze aus, der den Mikroorganismen als Futter dient. Im Futter befindet sich eine große Anzahl solcher Mikroorganismen, wobei aber nur die Milchsäurebakterien erwünscht sind. Im Vergleich zu den restlichen Mikroorganismen ist die Anzahl der Milchsäurebakterien sehr gering. Nicht nur die erwünschten Milchsäurebakterien, sondern auch unerwünschte Gärschädlinge brauchen Zucker um sich zu vermehren. Werden nun für die Milchsäurebakterien optimale Bedingungen im Silo geschaffen, können diese sich vom Pflanzenzucker sehr rasch ernähren, haben die nötige Energie um genug Milchsäure zu produzieren und erringen eine Art Vorherrschaft über ihre Konkurrenten. Die Milchsäure sorgt für eine rasche pH-Wert Absenkung und schaltet somit die Gärschädlinge aus. Die Silage wird stabil, d.h der pH-Wert bleibt konstant niedrig. Wenn bei zu frühem Öffnen des Futterstockes die Milchsäure von den Gärschädlingen wieder abgebaut und dadurch der pH-Wert angehoben wird, kippt die Silage um. Der Ablauf der Milchsäuregärung ist in Abbildung 36 schematisch dargestellt.

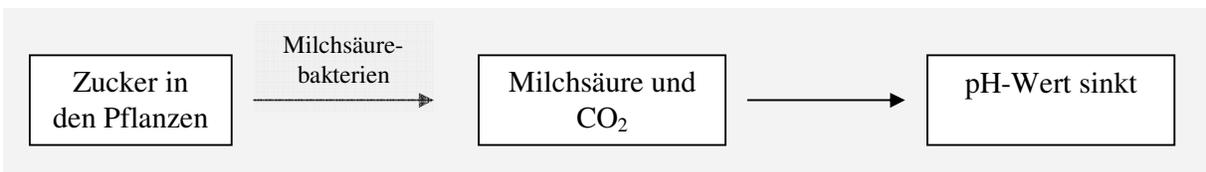


Abbildung 36: Ablauf der Milchsäuregärung schematisch dargestellt (BUCHGRABER und GINDL, 2004, 169).

Der Eiweißgehalt in der Futterpflanze hat einen großen Einfluss auf den Ablauf der Milchsäuregärung. Je höher dieser im Futter ist, desto stärker wird die Aktivität der Milchsäurebakterien gehemmt.

Am gesamten Gärverlauf sind Mikroorganismen beteiligt, die diesen positiv als auch negativ beeinflussen.

- Milchsäurebakterien

- Buttersäurebakterien (Clostridien)
- Enterobakterien
- Fäulnisbakterien und Proteinzersetzer
- Schimmel- und Hefepilze

Diese Mikroorganismen haben, was den Gärverlauf angeht, verschiedene Lebensansprüche, ohne die sie sich nicht vermehren und überleben können. Die wichtigsten Kriterien sind dabei

- der Sauerstoffbedarf
- die Säureverträglichkeit bzw. der kritische pH-Wert
- der Temperaturanspruch

In Abbildung 37 sind die verschiedenen Mikroorganismen und deren Lebensgrundlage aufgezeigt. Sind die Lebensbereiche der verschiedenen Gärmikroorganismen bekannt und werden diese bei der Futterernte beachtet, können optimale Gärverhältnisse geschaffen und bestes Grundfutter mit geringen Verlusten hergestellt werden.

Mikroorganismen	Sauerstoffbedarf			pH Wert					Temperaturoptimum			
	ja	fakul-tativ	nein	pH 3	4	5	6	7	10	20	30	40 °C
Milchsäurebakterien			○	—						—		
Buttersäurebakterien			○			—					—	
Essigsäurebildner		○				—					—	
Hefen		○		—						—		
Fäulnisbakterien	○						—				—	
Schimmelpilze	○			—						—		

Abbildung 37: Lebensgrundlage von Mikroorganismen, die an einer Gärung im Silo beteiligt sind (nach THÖNI 1988)

Die **Milchsäurebakterien** sind während der Gärung sehr erwünscht. Ihr optimales Milieu herrscht bei ca. 30 °C und unter vollkommenem Sauerstoffentzug. Mit Hilfe von Pflanzenzucker bilden diese Gärmikroorganismen schnell und nachhaltig die konservierende Milchsäure. Je mehr Milchsäure gebildet wird umso rascher sinkt der pH-Wert unter einen kritischen Punkt. Wenn dieser kritische pH-Wert unterschritten wird, werden alle anderen Gärmikroorganismen ausgeschaltet, da diese einen höheren pH-Wert zum Überleben benötigen. Milchsäure ist ein hochwertiger Nährstoff für die

Tiere und verhindert als Konservierungsmittel die Proteinzersetzung (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 170f).

Einer der Gegenspieler der Milchsäurebakterien sind die überaus schädlichen **Buttersäurebakterien**. Sie werden auch Clostridien genannt und befinden sich überall im Boden. Wenn bei der Ernte des Futters nicht auf eine sorgfältige Werbung und Verbringung geachtet wird, gelangen diese Buttersäurebakterien über Verschmutzung in den Silostock. Die Bildung von Buttersäure erfolgt ebenfalls aus Pflanzenzucker und unter anaeroben Bedingungen. Buttersäurebakterien sind aber nur bis zu einem bestimmten Grad säureverträglich und werden bei Erreichen des kritischen pH-Wertes ausgeschaltet. Ein Unterschied zu den Milchsäurebakterien ist, dass dieser Gärschädling feuchtes und nasses Material sowie Temperaturen von 30 – 35 °C als Lebensgrundlage benötigen. Buttersäure führt im Silofutter zu Energieverlusten, zu Proteinabbau und zur Entstehung von Aminen sowie Ammonium als Endprodukte. Die beiden letzteren Produkte und die Buttersäure verursachen den erbärmlichen Gestank, die eine Buttersäuresilage verursacht (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 171f).

Enterobakterien sind die Verursacher von Essigsäurebildung. Sie treten während der Anfangsphase des Gärverlaufes verstärkt auf. Die Enterobakterien produzieren zusammen mit den Colibakterien außerdem noch Äthanol und CO₂. Während dieser Produktion werden viel Wärme und Energie frei, somit ist dieser Gärschädling neben den Hefepilzen für die Erwärmung im Silostock verantwortlich. Die Silage wird von den Tieren nicht mehr so gern gefressen. Enterobakterien sind ebenso nur über dem kritischen pH-Wert und bei Temperaturen von > 30 °C lebensfähig. Auch Milchsäurebakterien produzieren neben Milchsäure einen kleinen Teil an Essigsäure (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 172). Ein geringer Gehalt an Essigsäure hat auch eine positive Wirkung. Je niedriger der pH-Wert liegt, umso stärker wird durch die Essigsäure die Aktivität der Hefen gehemmt (PFLAUM et. al., 1994).

Fäulnisbakterien brauchen zum Unterschied zu den restlichen Bakterien, die an einer Gärung im Silo beteiligt sind, Sauerstoff zum Überleben. Im Grünfutter kommen sie in großer Anzahl vor. Wenn man bei der Ernte auf peinlich genauen Luftausschluss und eine ausreichende Milchsäurebildung durch genügend Pflanzenzucker achtet, kann man diese Bakterien schnell und vollständig ausschalten. Die im Futter enthaltenen **Proteinzer-setzer** können das Eiweiß bis zu Ammoniak abbauen. Dieses Abbauprodukt lässt den pH-Wert wieder ansteigen und Clostridien und Enterobakterien können sich wieder vermehren. Gefährdet sind besonders feuchte und nasse Silagen sowie auch Futter mit hohem Proteingehalt (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 172).

Auch **Schimmelpilze** brauchen für ihr Wachstum ausreichend Luft. Sie wachsen aber bei Luftzutritt und ausreichend Restsauerstoff im Futterstock. Schimmel bildet sich am besten nach der Ernte von Futter mit hohem Rohfasergehalt und bei stark angewelktem Futter. Es kommt dabei auch zur Vermehrung von Hefepilzen. Bei Vorhandensein von Schimmelpilzen kommt es zu einem starken Nährstoff- und Schmackhaftigkeitsverlust sowie zu einer gesundheitsschädlichen Beeinträchtigung bei den Tieren. Die **Hefen** sind für die Nacherwärmung in der Silage verantwortlich. Wenn diese nicht vollständig ausgeschaltet werden, kommt es beim Öffnen des Futterstockes zu einer explosionsartigen Vermehrung der Hefen. Der Restzucker und die Milchsäure werden sehr rasch verbraucht und Energie wird dabei freigesetzt. Diese verursacht die Nacherwärmung. Gleichzeitig steigt der pH-Wert wieder an und auch andere Gärscädlinge haben die Möglichkeit sich zu vermehren (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 172f).

- **Silierregeln**

Um nun Qualitätssilagen erzeugen zu können, müssen Fehler bei der Ernte und der Silierung unbedingt vermieden werden. Dabei sollen folgende Silierregeln beachtet und eingehalten werden.

- nur hochwertiges Futter ernten
- richtigen Schnittzeitpunkt beachten
- Futterschmutzung vermeiden
- richtiger Anwelkgrad
- schonende und verlustarme Futterwerbung
- Erntegut optimal zerkleinern
- geringe Befüllzeiten, sorgfältige Verteilung und Verdichtung
- Siliermittel richtig verteilen und dosieren
- luftdicht abschließen
- Regelung des Gär- und Sickersaftes
- Nachfüllen
- ordnungsgemäße und ausreichende Entnahme

Es gibt bei den Silierregeln Unterschiede in den Definitionen und Ausführungen. So ist neben den restlichen Komponenten laut WYSS (2004) die Regel „nur hochwertiges Futter ernten“ ein besonderer Punkt. Die optimale Verteilung des Siliergutes im Silo nimmt laut BUCHGRABER und GINDL (2004, 174ff) sowie KASAL et. al. (s.a., 7ff) eine wichtige Stellung in der Futterkonservie-

nung ein. Laut KASAL et.al. (s.a., 7ff) zählen zu den Grundsätzen der Siliertechnik auch die Regelung des Gär- und Sickersaftes und die Technik beim Nachfüllen eines Silos. RESCH (2006c) nennt zu den übrigen Silierregeln eine schonende und verlustarme Futterwerbung und die richtige Dosierung und Verteilung von Silierzusatzmitteln.

Der Futterverzehr der Tiere wird unter anderem von der Trockensubstanz, dem Rohfasergehalt und dem Energiegehalt beeinflusst. Deshalb ist es sehr wichtig, nur **hochwertiges** und **nährstoffreiches Wiesenfutter** mit einem optimalen Pflanzenbestand und einem starken Grasgerüst zu ernten. Um bei der Ernte das gesamte Nährstoffspektrum des Futters ausschöpfen zu können, ist eine **schonende und verlustarme Futterwerbung** Voraussetzung.

Der Energiegehalt, die Nährstoffdichte und somit auch die Vergärbarkeit hängen stark vom Wachstumsstadium der Wiesenpflanzen ab. Ein **richtiger Schnittzeitpunkt** ist laut BUCHGRABER und GINDL (2004, 174), wenn sich 50 % der Leitgräser (Knaulgras und Goldhafer) im Ähren- bzw. Rispenstadien befinden. In diesem Vegetationsstadium liegt der Rohfasergehalt bei etwa 23 – 25 %, die Energiedichte im 1. Aufwuchs bei ca. 6,3 MJNEL und bei den Folgeaufwüchsen bei ca. 5,8 MJNEL (siehe Abbildung 38).

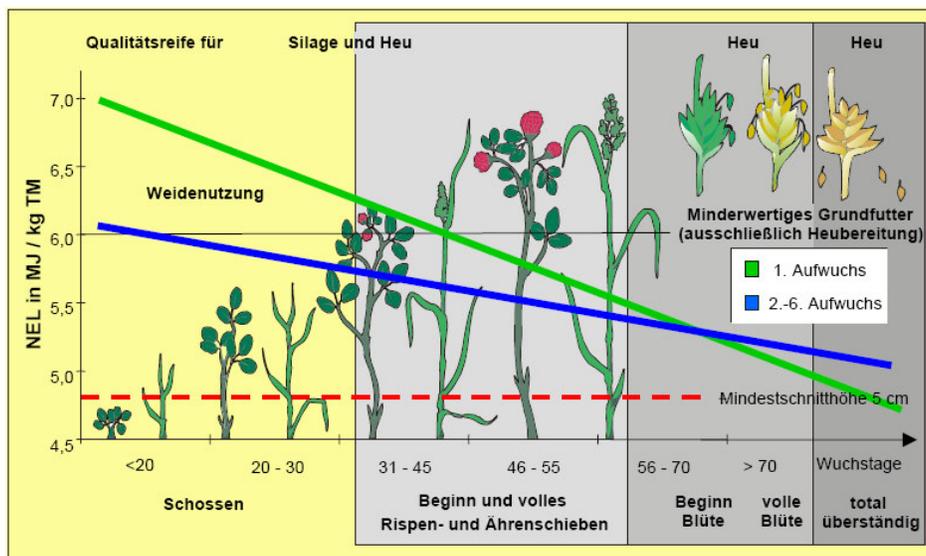


Abbildung 38: Nutzungsstadien und Energiegehalt des Grünlandfutters (Buchgraber et al., 1994, 57).

Bei einer Ernte in diesem Wachstumsstadium ist auch mit der besten Verdichtung und mit ausreichend Zucker für die Milchsäurebakterien zu rechnen. Somit kommt es zu einer optimalen Milch-

säuregärung. Je höher der Trockensubstanzgehalt des Erntegutes ist, umso mehr nimmt der konservierende Effekt ab. Wenn das Futter aber zu nass geerntet wird, kommt es durchaus zu Gär- und Sickersaftverlusten und somit zu Verlusten von wertvollen Nährstoffen.

In der Praxis stellt die Futtermverschmutzung durch Mäusehaufen, Güllerrückstände usw. oft ein erhebliches Problem dar. Dabei gelangen z.B. Buttersäurebakterien und Clostridien ins Futter, die die Gärung im Silo erheblich beeinträchtigen und bei der Rinderfütterung und der Milchqualität große Probleme bereiten. Der Rohaschegehalt im Silo sollte laut BUCHGRABER und GINDL (2004, 174f) unter 10 % bleiben, und daher ist es sehr wichtig, **sauberes Futter** zu ernten.

Voraussetzungen einer sauberen Ernte sind:

- eine geschlossene, dichte Grasnarbe
- Maulwurf- und Mäusehaufen, Güllereeste und abgestorbenes Gras im Frühjahr abschleppen
- vor der Mahd Futter abtrocknen lassen
- kein Rasierschnitt und Mähgeräte richtig einstellen (Schnitthöhe 5 – 7 cm)
- Werbegeräte richtig einstellen und das Mähgut so wenig wie möglich behandeln
- Richtige und angepasste Wirtschaftsdüngerausbringung
- Futter anwelken lassen
- rechtzeitige und richtige Mäusebekämpfung

Der **richtige Trockenmassegehalt** im Futter ist nicht nur wichtig um Futtermverschmutzung zu vermeiden, viel mehr spielt dabei die Zuckerkonzentration in der Pflanze eine große Rolle. Wenn das Wasser aus der Pflanze verdunstet, erhöht sich die Zuckerkonzentration im Zellsaft. Dadurch werden optimale Lebensbedingungen für die Milchsäurebakterien geschaffen, die wiederum die Milchsäuregärung im Silo fördern. Der Optimalbereich von Anwelksilagen liegt bei 30 – 35 % Trockenmasse. Bei Ballensilagen wird das Futter noch stärker angewelkt. Hierbei sind Verluste durch Sickersaft und die Gefahr der Buttersäuregärung, wie sie bei < 28 % TM auftreten, sehr gering. Wenn das Mähgut bei der Ernte einen Trockenmassegehalt von > 40 % aufweist, treten erneut Probleme auf (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 175f). Da dieses Futter schwerer zu verdichten ist, kommt es durch die schlechte Sauerstoffverdrängung zu Hefe- und Schimmelpilzbildung und somit zu Nacherwärmungen. Weiters wird bei diesem Anwelkgrad von der Pflanze zu viel Zucker veratmet, somit ist der Anteil von Milchsäurebakterien wieder geringer und es kommt vermehrt zu Fehlgärungen. Von den Tieren wird eine angewelkte Silage sehr gern gefressen. Es kann auch vorkommen, dass ein unerwarteter Wetterumschwung kommt oder aus einem anderen Grund das Futter zu

nass geerntet wird. Bei solchen Feucht- und Nasssilagen bildet sich ein Gärssaft, durch diesen wertvolle Nährstoffe verloren gehen. Die **Ableitung des Gär- und Sickersaftes** muss unbedingt geregelt werden, denn er soll sich nirgends stauen und darf auch nicht ins Grundwasser abgeleitet werden.

Die Umwelteinflüsse haben neben anderen Faktoren wie z.B. die Vergärbarkeit der Futterpflanze (siehe Tabelle 17) einen großen Einfluss auf den **richtigen Anwelkgrad** des Erntegutes. Die Silierfähigkeit einer Pflanze ist abhängig von ihrem Vegetationsstadium, der Sauberkeit und dem Eiweißgehalt. Je höher der Eiweißgehalt ist umso stärker wird die Milchsäuregärung abgepuffert und die Gärung dadurch beeinträchtigt. Nach diesen Kriterien können Pflanzen in leicht, mittel und schwer silierbar eingeteilt werden (vgl. WILHELM und WURM, 1999, 39f).

leicht vergärbar	weniger gut vergärbar	schwer vergärbar
Silomais	Ackerbohnen siloreif	Rotklee
Feuchtgetreide	Wiesengras 1. - 3. Schnitt	Luzerne
Sonnenblumen	Kleegrasgemenge	Raps, Rübsen, Ölrettich
Markstammkohl	Mähweide 1. - 4. Schnitt	Ackerbohne bei Blühbeginn
Rübenblatt		Futterwicken

Tabelle 17: Vergärbarkeit verschiedener Futterarten (WILHELM und WURM, 1999, 40)

Im Frühling oder Herbst ist es eher schwierig, einen Trockenmassegehalt von 30 – 35 % zu erreichen. Im Sommer muss man dagegen wieder aufpassen, den optimalen Anwelkgrad nicht zu überschreiten. Wenn zum richtigen Erntezeitpunkt die Wettervorhersage eine längere Schlechtwetterperiode prophezeit, sollte man das Futter trotzdem mähen, nur leicht anwelken und ein für Nasssilagen passendes Siliermittel einsetzen. Grund dafür ist, dass mit zunehmendem Alter des Futters der Nährwert und auch die Gärfähigkeit abnehmen.

Der Anwelkgrad des Futters lässt sich am Feld mittels einer einfachen Methode, der Wringprobe, schätzen. Dabei wird ein Futterknäuel in beide Hände genommen und gegengleich ausgedreht. Die Trockenmassestufe von 28 – 40 % ist erreicht, wenn nur bei stärkerem Pressen und kräftigen Winden die Hände feucht sind und kein Pflanzensaft mehr austritt. Das Futterknäuel geht bei Loslassen wieder von selbst auf (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 176).

Die optimale Milchsäuregärung in einem Silo setzt anaerobe Verhältnisse voraus. Um diese Luftfreiheit im Silo schaffen zu können, ist eine **Zerkleinerung des Erntegutes** auf bis zu 1 cm erforderlich (vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004, 177). Mit dieser Länge ist das Futter noch wiederkäuergerecht. Je grober und trockener das Siliergut ist, umso kleiner muss es bei der Ernte geschnitten werden, da sonst Luft im Silo verbleibt und diese fördert beim Öffnen das Wachstum von Hefe- und Schimmelpilzen. Wenn das Futter in Ballen konserviert wird, wird es dagegen nicht zerkleinert sondern im Langgut siliert. Entscheidend für eine gute Gärqualität ist auch die zügige **Be- füllung** des Silos sowie die sorgfältige **Verteilung** und **Verdichtung** des Futters im Silo. Bei der Ernte sollte die gesamte Silierkette aufeinander abgestimmt sein. Bereits beim Mähen mit dem Mähauflbereiter muss bedacht werden, dass das Futter am Feld schneller trocknet. Die Erntekette am Feld sowie am Silo muss somit entsprechend schlagkräftig sein. Ein schwaches Glied in der Silierkette ist der Walztraktor. Durch die immer größeren und schlagkräftigeren Maschinen kommt die Verdichtung oft zu kurz und es treten nachhaltig Probleme bei der Gärung auf. Die Einbringung muss so erfolgen, dass der Walztraktor am Fahrsilo genügend Zeit hat, um das Erntegut sorgfältig zu verteilen und zu verdichten. Durch die Walzarbeit wird der Sauerstoff ausgepresst, und die Atmung des Futters wird rasch unterbunden und Nährstoffverluste vermindert.

Nach der Ernte ist der Silo sofort und sachgerecht abzudecken. Ein Offenlassen über Nacht kann große Schäden verursachen. Durch die **Abdeckung** wird ein nachträglicher Sauerstoffeintritt verhindert und die Hefen und Schimmelpilze können sich nicht ausbreiten. Zur luftdichten Abdeckung sollte eine geeignete Folie verwendet werden und zur Beschwerung um und am Silo eignen sich Sandsäcke. Eine erfolgreiche, luftdichte Abdeckung erkennt man am darauffolgenden Tag anhand einer Gasglocke, die sich vom Silostock abhebt. Sollte aus bestimmten Gründen an einem Tag nicht mehr fertig geerntet werden können, so muss auch über diese Nacht mit einer Folie luftdicht abgedeckt werden. Der Luftabschluss gestaltet sich bei der Ballensilage etwas leichter, da nach dem Pressen der Ballen in mehreren Schichten mit einer PE-Stretchfolie eingewickelt wird. Aus platzsparenden Gründen werden Silos oft nachgefüllt. Wenn eine **Nachfüllung** geplant ist, sollte aber nur der nächste Schnitt darauf siliert werden und bei der Abdeckung wieder auf einen luftdichten Abschluss geachtet werden. Jedes Wiederöffnen und Nachfüllen birgt wiederum ein Risiko des Sauerstoffeintrittes und ist deshalb ungünstig.

Sollten bei der Ernte **Silierzusätze** verwendet werden, ist in erster Linie darauf zu achten, dass die Zusätze auch zur Silage und den Erntebedingungen passen. Siliermittel müssen **richtig dosiert** und **sorgfältig verteilt** werden. Beim Einsatz von Silierzusätzen in einer Ballensilage muss darauf ge-

achtet werden, speziell dafür ausgerichtete Mittel einzusetzen (vgl. LINGVAL und WEISSBACH, s.a., 13). Dazu ist ein Einsatz von bestimmten Dosiergeräten erforderlich um auch einen Erfolg zu erzielen. Zudem müssen die übrigen Silierregeln zu 100 % eingehalten werden, denn ein Silierzusatzmittel unterstützt nur die Gärung in der Silage und verbessert den Geschmack. Ein schlechtes Ausgangsmaterial wird dadurch aber nicht kompensiert.

Ganzjahressilagen haben in den letzten Jahren vor allem bei Grünlandbetrieben mit Milchviehzucht stark an Bedeutung gewonnen. Um nun den Futterstock von Schimmelpilzen und Nacherwärmung freizuhalten, ist eine **ordnungsgemäße und ausreichende Entnahme** von Futter aus dem Fahrtilo sowie eine rasche Verfütterung von Siloballen eine wichtige Voraussetzung. Silos sollten erst nach mindestens drei Wochen geöffnet werden, da bei zu frühem Öffnen der pH-Wert und somit auch die Gärung aus dem Gleichgewicht kommen. Die Folge sind Fehlgärungen. Nach BUCHGRABER und GINDL (2004, 178) sollte beim Fahrtilo im Winter mindestens 70 cm Vorschub pro Woche und im Sommer das Doppelte an Vorschub stattfinden. Um Nachgärungen beim Öffnen unter Kontrolle zu halten, bedarf es bei Neubauten einer Silogröße, die an den Tierbestand angepasst werden. Wenn aber bereits ein Silo vorhanden und dieser nicht dem Tierbestand angemessen ist, ist es wichtig, die der Luft ausgesetzten Entnahmefläche möglichst klein zu halten und die dahinter liegenden Schichten vor Auflockerung zu bewahren. Bei den Silageballen ist höchste Vorsicht bei der Lagerung und der Hantierung geboten, da es sonst zur Verletzung der Folie kommt und Luft in den Silo eindringt.

In Tabelle 18 sind auf einen Blick die Qualitätsparameter für eine Silage mit besten Voraussetzungen für eine optimale Gärung aufgezeigt.

Qualitätsparameter	Orientierungswerte	Qualitätsparameter	Orientierungswerte
Trockenmasse in %	30 bis 35 (40)	Verdaulichkeit % der OM	> 70
TM-Gewicht in kg/m ³ (Lagerungsdichte)	> 180	pH-Wert	3,5 bis 5,2
Rohfasergehalt % in der TM	< 27	Milchsäuregehalt % in der TM	2 bis 6
	*24 bis 26	Essigsäuregehalt % in der TM	bis 3
Rohasche % in der TM	< 10	Buttersäuregehalt % in der TM	bis 0,3
	*10 bis 11	NH ₄ -N in Gesamt-N in %	< 10
Energiegehalt in MJ NEL je kg TM	> 5,8	Milchsäurebakterien in Mio. / g Futter	> 180
	*5,5 bis 5,8	Schimmelpilze in 1000 / g Futter	< 10
Rohprotein in %	**14 bis 16	Hefepilze in 1000 / g Futter	< 100
	*15 bis 17	Clostridien in 1000 / g Futter	< 10

* Werte aus dem Futtermittellabor Rosenau für den 2. und weitere Aufwüchse

* Werte aus dem Futtermittellabor Rosenau für den 1. Aufwuchs

Tabelle 18: Qualitätsparameter für optimale Silagen (RESCH, 2006c) und Richtwerte für chemische Untersuchungsparameter (FUTTERMITTELLABOR ROSENAU, s.a.a)

Variante	Geruch	Ge f.	Far be	Sum me	Note	Beschreibung
Anwelkstufe 25 % TM						
Kontrolle - unbehandelt	12	3	2	17	1	leicht Buttersäure, wenig Säure, leicht schmutzig, leichter Oberflächenschimmel, leicht Essigsäure, leicht röstig
Kontrolle - unbehandelt	12	3	2	17	1	leicht Buttersäure, aromatisch, teilweise Geruch von Kräutern, kein Schimmel, leicht brotartig, leicht angenehm, säuerlich
Kontrolle - unbehandelt	10	3	2	15	2	leicht röstig, leicht Buttersäure, teilweise aromatisch, teilweise unangenehm, leichter Oberflächenschimmel, dunklere Farbe
	11,3	3	2	16,3	1	
Versuchs- produkt 1	12,5	3	2	17,5	1	angenehmer Röstgeruch, leicht Essigsäure, aromatisch, teilweise süßlich
Versuchs- produkt 1	10,5	3	2	15,5	1-2	leicht röstig, leicht Buttersäure, teilweise aromatisch, teilweise unangenehm, Schimmel an der Oberseite
Versuchs- produkt 1	10	3	2	15	2	kein Schimmel, röstig, leicht Buttersäure, teilweise fad, unangenehm
	11	3	2	16	1	
EM-Multisil	10,5	2,5	2	15	2	mittlere Essigsäure, leicht aromatisch, leicht schmutzig, kein Schimmel, erdiger Geruch
EM-Multisil	11,5	3	2	16,5	1	kein Schimmel, leicht Essigsäure, teilweise fad-unangenehm, leicht aromatisch
EM-Multisil	9,5	3	2	14,5	2	starker Oberflächenschimmel, teilweise fad, leicht Buttersäure, leicht Essigsäure, leicht röstig, leicht NH ₃
	10,5	2,8	2	15,3	1	
BioSil Liquid Plus	7	3	2	12	2	mittlerer stechender Röstgeruch, teilweise leicht NH ₃ , leicht Lösungsmittel, fad, kein Schimmel, teilweise Dörrgeruch
BioSil Liquid Plus	8,5	3	2	13,5	2	kein Schimmel, stechender Röstgeruch, leicht stechend, teilweise fad-unangenehm
BioSil Liquid Plus	10	3	2	15	2	leicht röstig, süßlich, eher aromatisch, kein Schimmel, dunklere Farbe, brotartig
	8,5	3	2	13,5	2	
Anwelkstufe 35 % TM						
Kontrolle - unbehandelt	8,5	3,5	1,5	13,5	2	wenig aromatisch, leicht röstig, leicht Buttersäure, leichter Oberflächenschimmel, leichter Heugeruch
Kontrolle - unbehandelt	9,5	3,5	2	15	2	Schimmel, stechend röstig, leicht Buttersäure
Kontrolle - unbehandelt	9	3,5	2	14,5	2	leicht Buttersäure, brotartig röstig, wenig aromatische Säure, Schimmel, schwach sauer
	9	3,5	1,8	14,3	2	
Versuchs- produkt 1	10,5	3,5	2	16	1	kein Schimmel, etwas Buttersäure, stechend brotartig, leicht röstig, süßlich angenehm in der Säure

Versuchs- produkt 1	9	3,5	2	14,5	2	leicht Buttersäure, röstig, teilweise fad, leichter Oberflächenschimmel, unange- nehm, leicht stechend
Versuchs- produkt 1	7,5	3,5	2	13	2	herb-stechend, leicht Buttersäure, stechend röstig, leicht kompostartig, unangenehm
	9	3,5	2	14,5	2	
EM-Multisil	6	3	1	10	2	Stark röstig, fermentiert, eher fad in der Säure, leicht Buttersäure, kein Schimmel
EM-Multisil	10,5	3,5	2	16	1	Essigsäure, leicht röstig, leicht Buttersäure, eher angenehm in der Säure, süßlich
EM-Multisil	8,5	3	2	13,5	2	Stark röstig, Schutz, teilweise brotartig, unangenehm, stechend
	8,3	3,2	1,6	13,2	2	
BioSil Liquid Plus	12	3,5	2	17,5	1	Angenehm säuerlich und röstig, leicht Es- sigsäure, eher aromatisch, fad
BioSil Liquid Plus	9	3,5	2	14,5	2	Leicht Buttersäure, leicht röstig, leicht Es- sigsäure, teilweise fad-unangenehm, ange- nehm säuerlich, leicht NH ₃
BioSil Liquid Plus	10	3,5	2	15,5	1-2	Leicht Buttersäure, leicht süßlich, röstig, brotartig, eher angenehm,
	10,3	3,5	2	15,8	1	

Tabelle 19: Silagequalitätsbewertung nach der ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER, 1999) für den Silierversuch S-54 am LFZ Raumberg-Gumpenstein im Jahre 2005

Silagebewertung nach Sinnenprüfung ÖAG-Schlüssel¹⁾, 1999

1. GERUCH:

Punkte

- | | | |
|--------------------------|---|----|
| <input type="checkbox"/> | frei von Buttersäuregeruch, angenehm säuerlich, aromatisch, fruchtartig, auch deutlich brotartig | 14 |
| <input type="checkbox"/> | schwacher oder nur in Spuren vorhandener Buttersäuregeruch (Fingerprobe) oder stark sauer, stechend, wenig aromatisch | 10 |
| <input type="checkbox"/> | mäßiger Buttersäuregeruch oder deutlicher, häufig stechender Röstgeruch oder muffig | 4 |
| <input type="checkbox"/> | starker Buttersäuregeruch oder Ammoniakgeruch oder fader, nur sehr schwacher Säuregeruch | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Fäkalgeruch, faulig oder starker Schimmelgeruch, Rottegeruch, kompostähnlich..... | -3 |

2. GEFÜGE:

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| <input type="checkbox"/> | Gefüge der Blätter und Stängel erhalten | 4 |
| <input type="checkbox"/> | Gefüge der Blätter angegriffen | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Gefüge der Blätter und Stängel stark angegriffen, schmierig, schleimig oder leichte Schimmelbildung oder leichte Verschmutzung..... | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Blätter und Stängel verrottet oder starkte Verschmutzung | 0 |

3. FARBE:

- | | | |
|--------------------------|--|---|
| <input type="checkbox"/> | dem Ausgangsmaterial entsprechende Gärfutterfarbe, bei Gärfutter aus angewelktem Gras, Klee gras, usw. auch leichte Bräunung | 2 |
| <input type="checkbox"/> | Farbe wenig verändert, leicht gelb bis bräunlich | 1 |
| <input type="checkbox"/> | Farbe stark verändert, giftig grün oder hellgelb entfärbt oder starke Schimmelbildung | 0 |

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

Punkte: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Güteklasse: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Wertminderung durch Silierung
20 - 16	1 sehr gut bis gut	gering
15 - 10	2 befriedigend	mittel
9 - 5	3 mäßig	hoch
4 - 0	4 verdorben	sehr hoch

1) Abgeleitet nach dem DLG-Schlüssel

Abbildung 39: Silagequalitätsbewertung nach der Sinnenprüfung (ÖAG-Schlüssel¹⁾)

Produktname	Prüfung / Gütezeichen	Bio-tauglich	Aufwandmenge für 1000 kg Siliergut	Anwendungsbereich	Anwendungsform	Richtpreise in Euro / t FM	Wirksame Inhaltsstoffe	Anbieter
Bakterien-Impfkulturen								
Biomax® 5	-	ja	1 g in 0,1 bis 2 l Wasser	Gras-, Leguminosen- und Maissilage, GPS	flüssig	1,65	Lactobacillus plantarum PA-28 u. K-270	L
Bioimin® BioStabil Plus	-	ja	4 g	Gras, Luzerne, Klee, Getreideganzpflanzensilagen, etc.	flüssig	auf Anfrage	Homo- und heterofermentative Bakterien	A
Bioimin® BioStabil Plus (Granulat)	-	ja	500 g	Gras, Luzerne, Klee, Getreideganzpflanzensilagen, etc.	Granulat	auf Anfrage	Homo- und heterofermentative Bakterien	A
Bonsilage	LFZ (15); DLG 1b, 1c, 4a, 4b, 4c (Mastleistung)	ja	0,5 kg	Gras-, Klee- und Luzernesilage	Granulat	2,00	Homofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage flüssig	DLG 1b, 1c, 4a, 4b, 4c (Mastleistung)	ja	1 g mit Wasser verdünnt	Gras-, Klee- und Luzernesilage	flüssig	1,90	Homofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage plus	DLG 1c, 2, 4b	ja	0,5 kg	Grassilage	Granulat	2,20	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage plus flüssig	DLG 1c, 2, 4b	ja	1 g mit Wasser verdünnt	Grassilage	flüssig	2,00	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage FORTE	-	ja	0,5 kg	Grassilage im unteren TM-Bereich (22-28 % TM), Klee-, Luzernesilage	Granulat	2,08	Homofermentative Milchsäurebakterien mit spezieller Wirkung gegen Clostridien	D
Bonsilage FORTE flüssig	DLG 1b, 5a	ja	2 g mit Wasser verdünnt	Grassilage im unteren TM-Bereich (22-28 % TM), Klee-, Luzernesilage	flüssig	1,91	Homofermentative Milchsäurebakterien mit spezieller Wirkung gegen Clostridien	D
Bonsilage Mais	-	ja	0,25 kg	Maissilage	Granulat	1,33	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage Mais flüssig	DLG 2	ja	1 g mit Wasser verdünnt	Maissilage	flüssig	1,33	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage CCM Granulat	-	ja	0,5 kg	Maiskornsilage	Granulat	1,47	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	D
Bonsilage CCM Flüssig	DLG 2	ja	1 g mit Wasser verdünnt	Maiskornsilage	flüssig	1,35	Kombination homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien	D
EM Multisil	-	ja	1 bis 2 Liter	Alle Arten von Silage	flüssig	0,90 bis 1,80	Milchsäurebakterien, Saccharomyces cerevisiae	H
Josiferm	-	ja	5,0g	alle Futterpflanzen (Wiesen-, Ackergras, Mais, Leguminosengemenge, CCM)	flüssig	auf Anfrage	heterofermentative Milchsäurebakterien	E
Josilac flüssig	DLG 1b, 1c, 4a, 4b, 4c Mast, 4c Milch	ja	6,8g	alle Futterpflanzen (Wiesen-, Ackergras, Mais, Leguminosengemenge)	flüssig	auf Anfrage	homofermentative Milchsäurebakterien, Enzyme	E
Josilac Pulver	DLG 1b, 1c, 4a, 4b, 4c Mast, 4c Milch	ja	500g	alle Futterpflanzen (Wiesen-, Ackergras, Mais, Leguminosengemenge)	Pulver	auf Anfrage	homofermentative Milchsäurebakterien, Enzyme	E
LagroSil 500 Granulat	-	ja	0,5 kg	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermaissilagen, CCM	Granulat	1,86	Pediococcus acidilactici (NCIMB 30085, 30086); Lactobacillus plantarum (NCIMB 30083, 30084); Enterococcus faecium M74 (NCIMB 11181)	C
LagroSil MS Stabilator Granulat	-	ja	0,5 kg	Grünmais- u. Körnermaissilagen, CCM, Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS	Granulat	2,00	Lactobacillus buchneri (CCM 1819)	C
Likrasil	-	ja	0,1 kg in 1 l Wasser	Gras-, Mais- und Maiskornsilage	Granulat	2,35	Lactobacillus plantarum, Pediococcus pentosaceus, Enterococcus faecium	G
Profi Sil	DLG 1b, 1c	ja	4,0g	alle Futterpflanzen (Wiesen-, Ackergras, Mais, Leguminosengemenge)	flüssig	auf Anfrage	homofermentative Milchsäurebakterien	E
SILA-BAC®	DLG 1b,c; 4a,b,c (Milch+Mast)	ja	0,5 kg	alle silierfähigen Futterarten	wasserlöslich bzw. Granulat	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Plantarum und E.Faecium Stämme)	I
SILA-BAC® Stabilizer	DLG 2	ja	0,5 kg	alle silierfähigen Futterarten	wasserlöslich bzw. Granulat	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Buchneri Stamm)	I
SILA-BAC® Kombi	-	nein	10 ml***	Grassilagen und GPS	wasserlöslich	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Plantarum, L.Buchneri und E.Faecium Stämme)	I
SILA-BAC® Luzerne	-	nein	10 ml***	Luzernesilagen	wasserlöslich	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Plantarum Stämme)	I
SILA-BAC® Mais Kombi	-	nein	10 ml***	Maissilagen	wasserlöslich	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Plantarum, L.Buchneri und E.Faecium Stämme)	I
SILA-BAC® Mais	-	nein	10 ml***	Maissilagen	wasserlöslich	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Plantarum und E.Faecium Stämme)	I
SILA-BAC® CCM Kombi	-	nein	10 ml***	LKS, CCM, Feuchtmais	wasserlöslich	ca. 1,90	Milchsäurebakterien (L.Plantarum und L.Buchneri Stämme)	I
Sizuba	LFZ (1)	ja	1 kg	Gras-, Mais- und Maiskornsilage	Granulat	1,76	Lactobacillus plantarum, Pediococcus pentosaceus, Pediococcus Acidilactici	G

Salze								
Biosil Liquid Plus	LFZ (1), DLG 1a, 1b, 4a, 5	nein	3,0 l	Gras- Kleegras und Luzernesilage	flüssig	auf Anfrage	Hexamethylen tetramin, Natriumnitrit	A
Combisil	-	nein	3kg - 4,5kg,	alle Futterpflanzen (Wiesen-, Ackergras, Mais, Leguminosengemenge, CCM), Biertreber	Pulver	auf Anfrage	Natriumbenzoat, Calciumformiat	E
Silasil Mais	-	nein	3,0 kg	Maiskornsilage	Granulat	3,61	Siliersalze	D
Silosol	LFZ (27)	nein	1,5 bis 3,0 kg	Gras- und Leguminosensilage	Pulver	1,80 bis 3,60	Calciumformiat, Natriumnitrit	F
Solan S	-	nein	1,75 bis 3,0 kg	Gras-, Leguminosen-, Mais- und Körnermaissilage, GPS	Pulver	1,8 - 3,10	Natriumbenzoat, Calciumformiat, Calciumpropionat	L
Säuren								
Ameisensäure 85 %	LFZ (31)	nein	1,7 bis 2,5 l	Gras-, Mais- und Maiskornsilage	flüssig	2,72 bis 5,65*	Ameisensäure (CH ₂ O ₂)	B
Biotronic® CleanGrain liquid	DLG 2	nein	2,0 - 3,0 kg	Körnermais- und Ganzkornsilagen	flüssig	auf Anfrage	Propionsäure, Natriumpropionat, Natriumbenzoat	A
LagroSil pH Granulat	-	nein	2,0 bis 4,0 kg	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermaissilagen, CCM	Granulat	3,30 bis 6,60	Essigsäure (C ₂ H ₄ O ₂), Propionsäure (C ₃ H ₆ O ₂), Sorbinsäure (C ₆ H ₈ O ₂), Ammoniumpropionat	C
LagroSil pH liquid	LFZ (1)	nein	2,0 bis 4,0 kg	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermaissilagen, CCM	flüssig	2,90 bis 5,80*	Essigsäure (C ₂ H ₄ O ₂), Propionsäure (C ₃ H ₆ O ₂), Sorbinsäure (C ₆ H ₈ O ₂), Ammoniumpropionat	C
LagroSil Propionsäure plus	-	ja	2,0 bis 4,0 kg	Gras-, Luzerne- u. Kleesilagen, GPS, Grünmais- u. Körnermaissilagen, CCM	flüssig	4,50 bis 9,0*	Propionsäure (C ₃ H ₆ O ₂)	C
LIKRA-Cid liquid	-	nein	2,0 bis 4,0 kg	Gras-, Mais- und Maiskornsilage, CCM	flüssig	3,00 bis 6,00	Propionsäure (C ₃ H ₆ O ₂) und deren Salze, Sorbinsäure, Essigsäure, Milchsäure und Ameisensäure	G
Schaumasil Pro NK	-	-	3,0 - 5,0 kg	Maiskornsilage	flüssig	4,00 bis 7,00	Propionsäure, abgepuffert	D
Kombinationsprodukte								
Milki Ferm Liquid	DLG 1b, INRA	ja	20 g MS-Bakterien + 40 ml Enzyme	Grassilage, Luzerne, Luzernegras	Flüssig	3,00 bis 5,00	Lactobacillus plantarum, Streptococcus faecium, neun rohfaserspaltende Enzyme (3.500.000 IU/Liter)	J
Milki Ferm Granulat	-	ja	0,5 kg	Grassilage, Luzerne, Luzernegras	Granulat	2,00 bis 3,00	Lactobacillus plantarum	J
Milki Mais	-	nein	2,5 bis 3,5 kg	Maissilage, Grassilage nass und verschmutzt, Biertrebersilage, Pressschnitzelsilage	Pulver	3,00 bis 5,00	Formiat, Propionat, Nitrit, Benzoesäure	J
Milkisil	-	nein	2,0 bis 4,0 kg	Grassilage	Pulver	2,00 bis 4,00	Natriumchlorid, Nitrit, Benzoesäure	J
Silasil Mais Pro	-	nein	3,0 kg	Mais- und Maiskornsilage	Granulat	4,92	Siliersalze + Homofermentative Milchsäurebakterien	D
Silasil Extra	-	nein	2,0 kg	Grassilage < 22 % TS	Granulat	2,90	Siliersalze + Homofermentative Milchsäurebakterien	D
Silostar Mais	DLG 2	nein	1,0 kg	Maisilage	Granulat	3,3	Salze in Kombination mit homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien	D
Silo-Ramikal 200	LFZ (1)	ja	1 bis 1,5 kg	Grassilage	Pulver	1,02 bis 1,53	Salzverbindungen von Calcium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger	K
Silo-Ramikal 201	-	ja	1,5 bis 2,5 kg	Mais- und Maiskornsilage und Feuchtgetreide	Pulver	1,85 bis 3,08	Salzverbindungen von Calcium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger	K
Silo-Vitan-G	LFZ (2)	nein	2,0 bis 3,0 kg	Grassilage	Pulver	2,16 bis 3,24	Salzverbindungen von Calcium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger	M
Silo-Vitan-M	-	nein	1,5 bis 2,5 kg	Mais- und Maiskornsilage	Pulver	1,98 bis 3,30	Salzverbindungen von Calcium, Phosphor, Natrium und Magnesium mit Zucker und Stärketräger	M
Produkte für Energiesilagen (Biogassilagen)								
Silasil Energy flüssig	-	ja	2 g mit Wasser verdünnt	Mais-GPS, Getreide-GPS und Energiegrassilagen für die Biogaserzeugung	flüssig	auf Anfrage	Kombination hetero- und homofermentative Milchsäurebakterien	D
Silasil Energy	-	ja	0,25 kg	Mais-GPS, Getreide-GPS und Energiegrassilagen für die Biogaserzeugung	Granulat	auf Anfrage	Kombination hetero- und homofermentative Milchsäurebakterien	D
Silasil Energy G flüssig	-	ja	1 g mit Wasser verdünnt	Grasgemischen und Silagen aus Zwischenfrüchten	flüssig	auf Anfrage	Homofermentative Milchsäurebakterien	D
Silasil Energy G	-	ja	0,25 kg	Grasgemischen und Silagen aus Zwischenfrüchten	Granulat	auf Anfrage	Homofermentative Milchsäurebakterien	D

Tabelle 20: Marktübersicht Siliermittel in Österreich – Stand März 2008 (RESCH, 2008d)

Anbieter - Adresse	Telefon	Ansprechperson	Homepage	Anbieter
Biomin GmbH, Industriestrasse 21, A-3130 Herzogenburg	(02782) 803	DI Markus Edlinger	http://www.biomin.at	A
BRENNTAG CEE GmbH, Rubensstrasse 48, A-4050 Traun	(0732) 370200-1615	Frau C. Pfeiffer	http://www.brenntag-cee.com	B
Garant Tierernährung GesmbH, Raiffeisenstr. 3, A-3380 Pöchlarn	(02757) 2281	Dipl. Ing. M. Lins	http://www.garant.co.at	C
H. Wilhelm Schaumann GmbH & Co. KG, Jakob-Fuchs-Gasse 25-27, A-2345 Brunn am Gebirge	(02236) 31641	Dipl. Ing. Renate Schwameis	http://www.schaumann.at	D
Fa. Josera GmbH & Co. KG, Industriegebiet Süd, D-63924 Kleinheubach	0043 (9371) 940-0	Rainer Schlombs	www.josera.de	E
Lang-Chemie, Herzog-Friedrich-Platz 1, A-3001 Mauerbach	(01) 9791586	Frau Heftner	http://www.lang-chemie.at	F
Likra Tierernährung GmbH & Co. KG, Ignaz Mayer Str. 12, A-4021 Linz	(0732) 776447	Herr Ing. Feichtinger, Herr DI Gaheis, Herr Rockenschaub	http://www.likra.com	G
Multikraft Produktions- und HandelsgmbH, Zegeleistrasse 33, A-4631 Haiding / Wels	(07247) 50250-125	Dipl. Ing. Hummer	http://www.multikraft.at	H
PIONEER HI-BRED NORTHERN EUROPE GMBH Sales Division GmbH Niederlassung Österreich Pioneerstraße / Industriegelände / 7111 Parndorf	(02166) 25 25-0		www.pioneer.com/at	I
Praxmayer-Mühle B. Praxmayer KG, Praxmayermühlweg 9, A-5020 Salzburg	(0662) 8203340	Dipl. Ing. Wieser	http://www.milkvit.de	J
Rivital Spezialfutter GmbH, Neue Heimatstr. 1, A-5082 Grödig	(06246) 74243	Dipl. Ing. Hochleitner	http://www.ramikal.at	K
Solan Krafftutterwerk Schmalwieser Ges.m.b.H & Co. KG, Unterselling 13, A-4672 Bachmanning	(07735) 7070-0	Dipl. Ing. Klaus Pirker	http://www.solan.at	L
Vitan-Spezialfutter Ges.m.b.H, Neue Heimatstr. 1, A-5082 Grödig	(06246) 72208	Dipl. Ing. Hochleitner	http://www.vitan.at	M

Tabelle 21: Siliermittelanbieter in Österreich (RESCH, 2008d)

Prüfung / Gütezeichen:

Prüfung LFZ Raumberg-Gumpenstein: Die Zahlenangabe in der Klammer gibt die Anzahl der Prüfungen bei unterschiedlichen Bedingungen an

DLG Gütezeichen:

- 1 - Mittel zur Verbesserung des Gärverlaufes bei Vergärbarkeit (a - schwer, b - mittelschwer < 35% TM, c - mittelschwer > 35 % TM)
- 2 - Mittel zur Verbesserung der aeroben Stabilität (Anwelkgut über 35 % TM, Silomais oder GPS)
- 4 - Mittel zur Verbesserung von Futterwert und Leistung (a - Futteraufnahme, b - Verdaulichkeit, c - Leistung beim Rind)
- 5 - Zusätzliche Wirkung (Verhinderung der Vermehrung von Clostridien im Futter)

- * Preis von Ameisensäure 85 % bei Abnahme bis 149 kg 2,26 €/kg, ab 150 kg 1,60 €/kg
- * Preis von LagroSil pH liquid bei Abnahme von 250 kg = 3,12 bis 6,24 € / t Siliergut
- * Preis von LagroSil Propionsäure plus bei Abnahme von 250 kg = 3,96 bis 7,92 € / t Siliergut
- ** Aktivierung erforderlich - 3 % Multisil, 3 % Zuckerrohrmelasse, 94 % Wasser
- *** Aufwandmenge für Minimaldosierer = 10 ml; Wassermenge entsprechend der Anleitung auf das jeweilige Dosiersystem abstimmen

Die Siliermittel-Aufwandmengen beziehen sich auf 1000 kg Frischmasse (FM) - 1 Kubikmeter Siliergut entspricht 650 kg FM bei 35 % TM