

Ergebnisse Silageprojekt 2003/2005/2007

R. RESCH

Einleitung

Die Silagequalität ist für die Grundfutterleistung von Wiederkäuern und für die Produktqualität von Milch und Fleisch von entscheidender Bedeutung. Im Zuge der Betriebs- und Arbeitskreisberatung werden in Österreich regelmäßig Grundfutteruntersuchungen durchgeführt. Die IST-Situation der Gärfutterqualität ist verbesserungsbedürftig, weil sehr viele Grassilagen nicht im fachlichen Empfehlungsbereich konserviert werden und oftmals qualitative Mängel auftreten. Auf Initiative der Fütterungsreferenten der österreichischen Landeslandwirtschaftskammern wurde im Jahr 2007, gemeinsam mit Dipl.-Ing. Günther Wiedner (Leiter des Futtermittellabors Rosenau – LK Niederösterreich) und dem LFZ Raumberg-Gumpenstein, das dritte bundesländerübergreifende Silageprojekt mit einheitlichen und umfangreichen Probenahmen und Befragungen zum Silagemanagement auf Milchviehbetrieben durchgeführt.

Ziel dieser Arbeit war und ist die Schaffung einer aktuellen und statistisch auswertbaren Datengrundlage, damit Zusammenhänge zwischen Managementfaktoren und Parametern der Silagequalität besser erklärt werden können. Die gewonnenen Ergebnisse können bei sorgfältiger Interpretation in der Beratung eine wichtige Hilfestellung leisten. Nachstehend wird die statistische Auswertung aus den drei Erhebungsjahren dargestellt. Aus Platzgründen wird auf die Darstellung der Ergebnisse von Mengen- und Spurenelementen, Gerüstsubstanzen und Zuckergehalten nicht eingegangen.

Material und Methoden

Datenbasis

Der komplette Datensatz aus dem Silageprojekt der Erhebungsjahre 2003, 2005 und 2007 stellt in Österreich mit 2.413 Grassilagen (2003 – 806 Proben,

2005 – 773 Proben, 2007 – 880 Proben) den größten Pool an Silageprobandaten aus Praxisbetrieben dar. Die Silagen stammen aus den Bundesländern Niederösterreich, Steiermark, Kärnten und Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg.

Die Erhebungen und Probenziehungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben wurden von Mitarbeitern der Landeslandwirtschaftskammern, vorwiegend im Zuge der Milchvieh-Arbeitskreisberatung, durchgeführt. Die chemische Futtermittelanalytik erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (Landwirtschaftskammer Niederösterreich) mittels Standardmethoden. Alle 2.413 Proben wurden auf den Rohnährstoffgehalt, entsprechend der Weender-Nährstoffanalytik, nasschemisch untersucht. Die Energiebewertung erfolgte auf Basis des Rohnährstoffgehalts mit Hilfe von Regressionen (GRUBER et al. 1997), welche aus der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (DLG 1997) abgeleitet wurden. Aus Kostengründen wurden die Gehalte an Mengenelementen ($N = 2.267$), Spurenelementen ($N = 350$), Gerüstsubstanzen ($N = 87$) und Zucker ($N = 395$) nicht bei allen Proben bestimmt. Gleiches gilt auch für die Parameter der Gärqualität ($N = 1.757$). Der pH-Wert der Silagen wurde bei 1.995 Proben analysiert. Die Verdichtung wurde von 1.964 Silagen bei der Probenziehung mit der Bohrkernmethode bestimmt. Dazu wird aus dem Silostock bzw. dem Rundballen mit Hilfe eines Edelstahlbohrers mit definiertem Innendurchmesser ein repräsentativer Bohrkern gestochen. Anschließend wird die Einstechtiefe gemessen und das entnommene Probenmaterial grammgenau gewogen. Die Kubatur des gestochenen Bohrkerns wird über die Zylinderformel berechnet. Die Bestimmung der Lagerungsdichte an Frischmasse und Trockenmasse (kg/m^3) erfolgt mit der Umrechnung der Bohrkernkubatur auf einen Kubikmeter. Die Erhebung

der Managementfaktoren erfolgte von insgesamt 2.083 Silagen mit Hilfe eines Fragebogens (siehe Anhang).

Wurden die Datensätze entsprechend der Wirtschaftsweise zugeordnet (insgesamt 2.063), so kamen 313 Datensätze von Biobetrieben, 662 von „Verzichtsbetrieben“ (Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel), 658 von „Reduktionsbetrieben“ und 430 von konventionellen Betrieben (ohne Förderung). Die Zuordnung der Proben zu den Aufwüchsen (insgesamt 2.248) erfolgte auf Grund der Erhebungsbögen, wobei der 4., 5. und der 6. Aufwuchs zu einer Kategorie zusammengefasst wurden. Mischsilagen (zumindest 2 Grünlandaufwüchse in einem Silo) wurden ebenfalls in einer Kategorie zusammengefasst. Auf den 1. Aufwuchs fielen 1.615 Datensätze, 290 auf den 2., auf den 3. Aufwuchs 82, auf den 4. bis 6. Aufwuchs 22 und auf Mischsilagen 239 Datensätze. Die Zuordnung der Proben entsprechend der Futterzusammensetzung (insgesamt 2.072) ergab 1.499 Grünlandsilagen, 393 Feldfuttersilagen und 180 Silagen der Kategorie Grünland/Feldfutter. In der Kategorie Siliersystem (insgesamt 2.056) ergab die Zuordnung der Proben 1.282 Fahrtilosilagen, 49 Silagen aus Silohaufen, 108 Proben aus Hochsilos und 617 Rundballensilagen (Fixkammerpresse ($N = 275$), Variable Presse ($N = 336$)). Die relative Verteilung der Siliersysteme in den unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen ist in der *Tabelle 1* dargestellt.

Die chemischen Analysendaten und die Daten der Erhebungsbögen wurden vor der statistischen Auswertung einer Validierung unterzogen, damit wurden Datenfehler auf ein Minimum reduziert. Bei den Erhebungsbögen mussten die Befragten den Angaben der Betriebsleiter vertrauen.

Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Softwarepaket

Autor: Ing. Reinhard RESCH, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at



Tabelle 1: Durchschnittlicher Anteil verschiedener Siliersysteme in Abhängigkeit der Wirtschaftsweise – Silageprojekt 2003/05/07

Wirtschaftsweise	Fahrsilo [%]	Silohaufen [%]	Hochsilo [%]	Rundballen [%]
Biobetrieb	51	3	9	37
Verzicht	54	3	6	37
Reduktion	71	2	3	24
Konventionell	71	1	4	24

Statgraphics-Plus (Version 5.1), in Form von multifaktoriellen Regressionsanalysen (Prozedur GLM = General Linear Model) und mit dem Programm SPSS (Version 12.0) für die deskriptive Statistik. Wenn im statistischen Auswertungsmodell Parameter geprüft wurden, von welchen nicht bei allen Proben Untersuchungsbefunde vorlagen, verringerte sich dementsprechend die Anzahl der ausgewerteten Datensätze.

Der Vorteil der Auswertungsmethodik mittels GLM-Modellierung liegt darin, dass zur Erklärung der Streuung einer abhängigen Variable (z.B. Buttersäuregehalt) fixe Faktoren wie Erntejahr, Futterzusammensetzung, Siliersystem uvm., sowie quantitative Faktoren (Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt, etc.) herangezogen werden können. Diese Vorgangsweise erlaubt eine Trennung der einzelnen Einflussfaktoren und eine genaue Bewertung, wie groß der Einfluss eines jeden Faktors auf die abhängige Variable ist. Mit dem GLM-Modell werden die quantitativen Faktoren konstant gehalten, d.h. es wird zum Beispiel für den Trockenmassegehalt für alle ausgewerteten Proben ein mittlerer Wert von 385 g/kg FM eingesetzt. Diese Konstant-Haltung schaltet eine unregelmäßige Verteilung der Einflussfaktoren aus und schärft damit die statistische Bewertung der Einflussgrößen. Würden die Berechnungen ohne diese statistische Methode durchgeführt, so wäre keine Konstanthaltung von quantitativen Faktoren möglich und die Aussagekraft der statistischen Analyse wäre wesentlich unschärfer.

Für die Interpretation sind die Ergebnisse der Varianzanalyse entscheidend. Bei einem P-Wert < 0,01 geht man von einem hoch signifikanten bzw. gesicherten Einfluss auf den Parameter aus. Bei einem P-Wert < 0,05 ist der Einfluss signifikant, zwischen 0,05 und 0,10 spricht man von einem tendenziellen Einfluss. In der Darstellung der statistischen Ergebnisse

für einen quantitativen Faktor ist der Mittelwert und der Regressions- bzw. Korrelationskoeffizient wichtig. Der Regressionskoeffizient gibt an, wie sich die abhängige Variable (z.B. Milchsäure) verändert, wenn die Regressionsvariable (z.B. Trockenmasse) um eine Einheit ansteigt.

Beispiel – Lagerungsdichte in kg TM/m³

Regressionskoeffizient für Trockenmassegehalt = +0,202

Interpretation: Pro 1 g Zunahme im TM-Gehalt nimmt die Lagerungsdichte (Mittelwert 188 kg TM/m³) um 0,2 kg TM/m³ zu.

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass Dr. Andreas Steinwider (LFZ Raumberg-Gumpenstein) die statistischen Auswertungen des ersten Silageprojektes und die Veröffentlichung der Ergebnisse durchführte (STEINWIDDER 2003). Im Jahr 2005 erfolgte die Datenauswertung und Berichtslegung der Projektsjahre 2003 und 2005 durch Ing. Resch in Kooperation mit Dr. Steinwider (RESCH und STEINWIDDER 2005).

Ergebnisse und Diskussion

Den österreichischen Wiederkäuern wird rund 56 % der Grundfütterration in Form von Grassilage vorgelegt (RESCH 2006). Aufgrund der hohen Kraftfutterpreise und dem Leistungsanstieg der Nutztiere sind Grassilagen mit hohen Energiedichten und besten Gärfutterqualitäten besonders wichtig. Die Bauern benötigen deswegen aktuelle Informationen, damit sie mit optimiertem Management die geforderten Silagequalitäten produzieren können.

Aufgrund der umfangreichen Datenerhebungen der letzten Jahre (2003, 2005 und 2007) kann die IST-Situation für die Grassilagequalität in Österreich abgebildet werden. Die große Stichprobe von insgesamt 2.413 Silageproben reprä-

sentiert zum Großteil engagierte Betriebe aus den Arbeitskreisen für Milchproduktion der einzelnen Bundesländer. Im Projekt wurden die Betriebe nicht randomisiert ausgewählt, deswegen kann der Anspruch auf volle Übertragbarkeit der Stichprobendaten für ganz Österreich nicht erhoben werden.

Die Erarbeitung von Beratungsempfehlungen zur Verbesserung der Silagequalität basiert auf statistischen Auswertungen des gesamten Datensatzes. Für einzelne qualitative Parameter aus den Bereichen Nährstoffe, Energiedichte, Lagerungsdichte und Gärqualität wurden daher Fragen formuliert (Arbeitshypothesen), wie z.B.: „Beeinflusste bei den variablen Pressen das Erntejahr, der Aufwuchs, der Ballendurchmesser und die Stundenleistung die Silagedichte (unter Konstanz von Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt)?“. Vorweg muss an dieser Stelle gesagt werden, dass es bei der Auswertung und der anschließenden Interpretation der nachstehenden Ergebnisse Grenzen gibt. Die Genauigkeit der Probenziehung und Datenerhebung spielt dabei eine wesentliche Rolle. Viele Betriebs- und Standorteffekte wurden nicht erfasst (z.B. Standortverhältnisse, botanische Zusammensetzung, Düngung, Walzdauer, Ballenlager, etc.), deswegen ist die Erklärung der Datenstreuung verringert. Merkmale sind nicht unabhängig von anderen Merkmalen (Beispiel: Ein Landwirt, der bewusst Futter kurz schneidet hat, vielleicht auch ein besseres Silage-Management). Ergebnisse treffen nur auf das ausgewertete Datenmaterial zu (Jahr 2003 – Trockenheit, Stichprobe muss nicht repräsentativ sein, ...). Die berechneten Einflüsse gelten nur im „Kernbereich“ des Datenmaterials – extrapolieren ist nicht möglich. „Überinterpretationen“ sind zu vermeiden (z.B. Ballensilagen sind generell schlecht, alle Biobetriebe haben zu wenig XP im Futter, ...). Die Interpretation erfordert die Kenntnis der Erhebung bzw. Befragung, ansonsten kann es zu Fehlschlüssen kommen.

Rohfasergehalt – Erntezeitpunkt

Die Wertigkeit der Grassilage wird stark vom Erntezeitpunkt bestimmt, weil mit zunehmender Reife der Pflanzen der

Anteil an schwer- bzw. unverdaulichen Gerüstsubstanzen zunimmt. In den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (RESCH et al. 2006) wird diese enge Beziehung der Futterqualität zum Rohfasergehalt für den 1. Aufwuchs und die Folgeaufwüchse tabellarisch dargestellt. In der Wahl des Erntezeitpunktes soll der Orientierungswert von 27 % Rohfaser (BUCHGRABER und RESCH 1993) nicht überschritten werden, weil der Gehalt an wasserlöslichem Zucker ab diesem Fasergehalt für eine gute Milchsäuregärung zu niedrig wird. Im Silageprojekt konnte festgestellt werden, dass beim 1. Aufwuchs rund 41 % der Silagen zu spät geerntet wurden (Abbildung 1).

Bei den Folgeaufwüchsen waren 11 % der Silagen über dem Orientierungswert von 27 % Rohfaser (in der TM). Der niedrigste Rohfasergehalt betrug 187 g/kg TM, die späteste Ernte erfolgte bei einem Gehalt von 372 g Rohfaser/kg TM. Die multifaktorielle Datenauswertung ergab, dass der Rohaschegehalt und das Erntejahr einen hoch signifikanten Einfluss (P-Wert < 0,01) auf den Rohfasergehalt ausübten (Tabelle 2). Das GLM-Modell konnte rund 40 % der Streuung der Rohfasergehalte erklären. Mit Zunahme der Rohasche sinkt der Rohfasergehalt, es kommt zu einem Verdünnungseffekt, welcher sich bekannterweise negativ auf die Futterqualität auswirkt. Das trockene Erntejahr 2003 wies einen signifikant höheren Rohfasergehalt (Ø 270 g/kg TM) auf als die Normaljahre 2005 (Ø 260 g/kg TM) und 2007 (Ø 260 g/kg TM). Beim Erntezeitpunkt ist ein Potenzial zur Qualitätsverbesserung gegeben, wenn man bedenkt, dass beim Silageprojekt – Steirisches Ennstal (1988 - 1990) mittlere Rohfasergehalte von 268 g/kg TM gemessen wurden und 17 Jahre danach die Gehalte nur 4 g darunter, auf 264 g/kg TM liegen. Nicht zu vergessen ist, dass im Silageprojekt 1988 - 1990 viele kleine Betriebe teilnahmen und 2003/05/07 nur die engagierten Arbeitskreisbetriebe mitwirkten!

Der Rohproteingehalt korreliert sehr stark negativ mit dem Rohfasergehalt, d.h. mit zunehmendem Alter reduziert sich der Rohproteingehalt deutlich. Die statistische Auswertung bestätigte die Einflussfaktoren Rohfaser, Rohasche und Erntejahr als hauptverantwortliche

Effekte zur Bestimmung der Höhe des Proteingehaltes von Grassilagen (Tabelle 2).

Trockenmassegehalt – Anwelkgrad

Das Anwelken des Grünfutters auf einen Trockenmassegehalt zwischen 30 und 40 % bringt aus gärungstechnischer Hinsicht große Vorteile, weil die Zuckerkonzentration erhöht wird und die Lebensbedingungen für die Milchsäurebakterien verbessert werden. Der TM-Bereich 30 - 40 % ist im deutschsprachigen Raum der übliche Orientierungsbereich (BUCHGRABER et al. 2003, DLG 2006, WILHELM und WURM 1999). Unter 28 % Trockenmasse kommt es zu einer Sickersaftbildung und erhöhten Trockenmasseverlusten bei der Vergärung, über 40 % TM sind die Bedingungen für eine gute Milchsäuregärung bereits suboptimal und es kann leichter zu Verpilzungen durch Hefen und Schimmelspecies kommen. In der statistischen Analyse der Einflussfaktoren (Tabelle 2) konnte der Trockenmassegehalt nur mit ~ 12 % erklärt werden. Einen gesicherten Einfluss hatte die Witterung (412 g bei Sonnenschein gegenüber 370 g/kg FM nach einem Regenguss > 5mm), die Dauer der Feldphase (nach 6 h = 366 g, über 36 h = 417 g/kg FM) und das Erntegerät (Feldhäcksler, Ladewagen = 374 - 382 g, Fixkammerpresse = 408 g, Variable

Presse = 416 g/kg FM). Der 1. Aufwuchs (Ø 379 g/kg FM) wurde geringer angewelkt als der 2. bzw. 3. Aufwuchs (~ 405 g/kg FM). Der letzte Aufwuchs (4. bis 6. Schnitt) brachte es in der Trockenmasse auf durchschnittliche 357 g/kg FM. Die optimalen Wetterbedingungen des Jahres 2003 wirkten sich in höheren TM-Gehalten aus, es konnte zwischen den Beobachtungsjahren ein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

In der deskriptiven Auswertung lag der Mittelwert der Trockenmasse auf ~ 384 g/kg FM bei einer Standardabweichung (s) von ± 73 g/kg FM, d.h. dass 2/3 der Silagen im Bereich zwischen 31 % und 46 % Trockenmasse vorlagen. Rund 35 % der Silageproben lagen über dem Orientierungswert von 40 % TM, 10 % der Silagen hatten TM-Gehalte unter 30 %. Auffallend war, dass Ballensilagen mit durchschnittlich 41 % TM stärker angewelkt wurden als Silagen aus Flachsilos mit 37 % TM. Dieser Umstand erklärt auch, dass in den Biobetrieben etwas stärker angewelkt wurde als auf konventionellen Betrieben (ohne Förderung), weil in Biobetrieben das Ballensystem vermehrt eingesetzt wird.

Rohaschegehalt – Futterverschmutzung

Erde kann mit Clostridien (Buttersäurebildner) kontaminiert sein, welche ein potenzielles Risiko für Fehlgärungen in

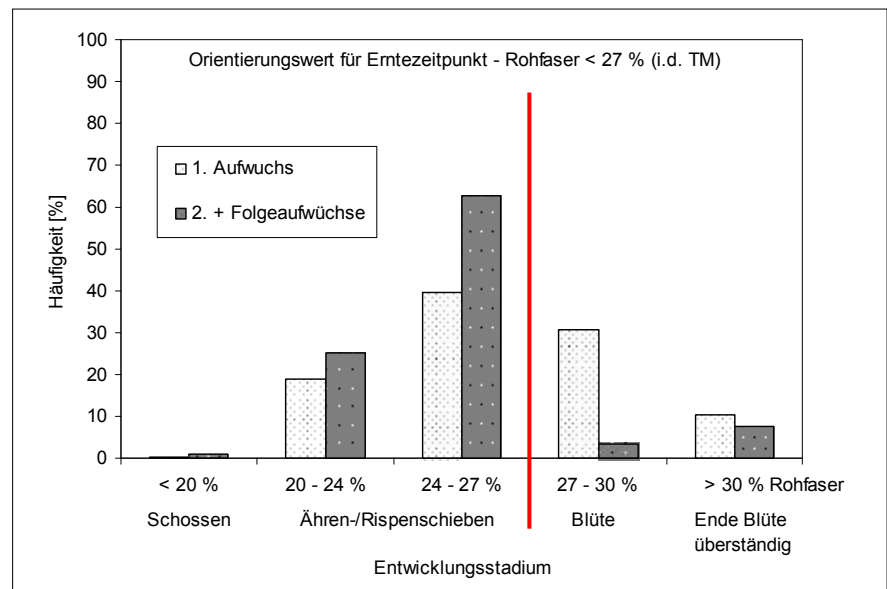


Abbildung 1: Häufigkeit des rechtzeitigigen bzw. zu späten Erntezeitpunktes in %, gemessen am Rohfasergehalt in Abhängigkeit des Aufwuchses – Silageprojekt 2003/05/07

Silagen darstellen. Mit einer sauberen Futterernte können zwei Aspekte die Grundfutterqualität verbessern, nämlich die Senkung des Fehlgärungsrisikos und die Erhöhung der wertvollen Nährstoffe bzw. der Energiekonzentration. Der Orientierungswert für eine saubere Futterernte ist ein Rohaschegehalt kleiner 10 % in der Trockenmasse (BUCHGRABER et al. 2003, DLG 2006, RESCH 2007). Der Rohaschegehalt wird von den Faktoren Rohfasergehalt, Erntejahr, Trockenmassegehalt sowie Schnitthöhe und Aufwuchs signifikant beeinflusst (Tabelle 2). Je später das Futter geerntet wird bzw. je höher der Anwelkgrad ist, umso niedriger wird der Rohaschegehalt. Futter im beginnenden Ähren-/Rispenstadium, bei einem Anwelkgrad von 30 - 35 % TM, neigt zu höheren Rohaschegehalten. Im gesamten Datensatz haben ~ 50 % der Proben

einen Rohaschegehalt über 10 %, bei Proben mit niedrigen Rohfasergehalten liegt der Anteil an Silagen mit mehr als 10 % Rohasche auf 59 %. Dieser Zustand ist verbesserungsbedürftig und erfordert entsprechenden Handlungsbedarf seitens der Beratung.

Es zeigte sich ein hoch signifikanter Einfluss der Schnitthöhe auf den Rohaschegehalt. Zu tief gemähtes Futter (unter 5 cm) hatte im Mittel einen um 19 - 23 g höheren Aschegehalt (122 g/kg TM) als Futter, das 5 bis 7 cm (103 g XA/kg TM) bzw. über 7 cm geschnitten wurde (99,8 g XA/kg TM). Das Erntejahr 2007 (97,9 g XA/kg TM) hatte signifikant niedrigere Rohaschegehalte als das Trockenjahr 2003 (106,2 g XA/kg TM) und das Jahr 2005 (105,9 g XA/kg TM). Nach den Angaben der Bauern im Fragebogen wurden nur 2 % der Futterbestände zu tief gemäht (kleiner 5 cm),

~ 75 % mähten bei 5 - 7 cm und 23 % über 7 cm Schnitthöhe.

In der Zusammenschau von Erntezeitpunkt und Anwelkgrad (Abbildung 2) ergibt sich in der grafischen Darstellung eine Schnittmenge für jene Grassilagen, die genau im Empfehlungsbereich für Rohfaser (220 - 270 g/kg TM) und Trockenmasse (300 - 400 g/kg FM) liegen. Von den gesamten 2.413 Silagen befinden sich 801 Proben (1/3 der Proben) in diesem Empfehlungsfenster (Abbildung 2). Wird der Faktor Futterverschmutzung einbezogen (Rohasche < 10 %), so reduziert sich der Anteil der Proben im Empfehlungsbereich auf 14 %. Die Empfehlungen für Erntezeitpunkt, Anwelkgrad und Sauberkeit des Futters sind auf eine optimale Futterqualität und beste gärungstechnische Voraussetzungen ausgelegt, in der Praxis konnte nur jede achte Silage

Tabelle 2: Nährstoffgehalte von Grassilagen und die statistische Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) – Silageprojekt 2003/05/07

Parameter Einheit	Trockenmasse [g/kg FM]	Rohprotein [g/kg TM]	Rohfaser [g/kg TM]	Rohasche [g/kg TM]	NEL [MJ/kg TM]
Mittelwert	383,5	149,1	262,9	103,0	5,96
Standardabweichung	72,6	19,8	26,1	22,2	0,34
Erklärung der Varianz (R ² , %)	11,6	38,1	39,7	20,4	86,3
Fixe Einflussfaktoren	P-Wert (Signifikanz, wenn kleiner 0,05)				
Wirtschaftsweise	0,102	0,000	0,000	0,000	0,175
Jahr	0,005	0,000	0,000	0,000	0,044
Aufwuchs	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Futterzusammensetzung	0,175	0,000	0,000	0,000	0,228
Mähgerät	0,006	0,000	0,000	0,000	
Schnitthöhe			0,434	0,000	0,105
Zetten	0,022	0,052	0,084	0,013	
Feldphase	0,000				
Witterung (Regen über 5 mm)	0,000	0,204	0,047	0,198	0,791
Siliersystem		0,104	0,024	0,045	0,944
Erntegerät	0,000			0,003	
Schnittlänge	0,428		0,281	0,494	0,209
Verdichtung					0,038
Silierhilfsmittel					0,477
Vacuum					0,612
Quantitative Einflussfaktoren					
Trockenmasse (P-Wert)		0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg FM]		386,3	386,1	386,4	386,3
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]		-0,025	-0,025	-0,028	-0,0002
Rohprotein (P-Wert)			0,000		0,000
Mittelwert [g/kg TM]			149,3		149,4
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]			-0,702		0,0010
Rohfaser (P-Wert)	0,970	0,000		0,000	0,000
Mittelwert [g/kg TM]	264,1	264,3		264,200	264,9
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]	-0,002	-0,397		-0,258	-0,0102
Rohasche (P-Wert)		0,000	0,000		0,000
Mittelwert [g/kg TM]		102,9	103,1		103,6
Regressionskoeffizient [g/kg bzw. MJ]		-0,161	-0,380		-0,0093

Faktor mit dem größten Einfluss
 Faktor mit dem zweitgrößten Einfluss
 Faktor mit dem drittgrößten Einfluss

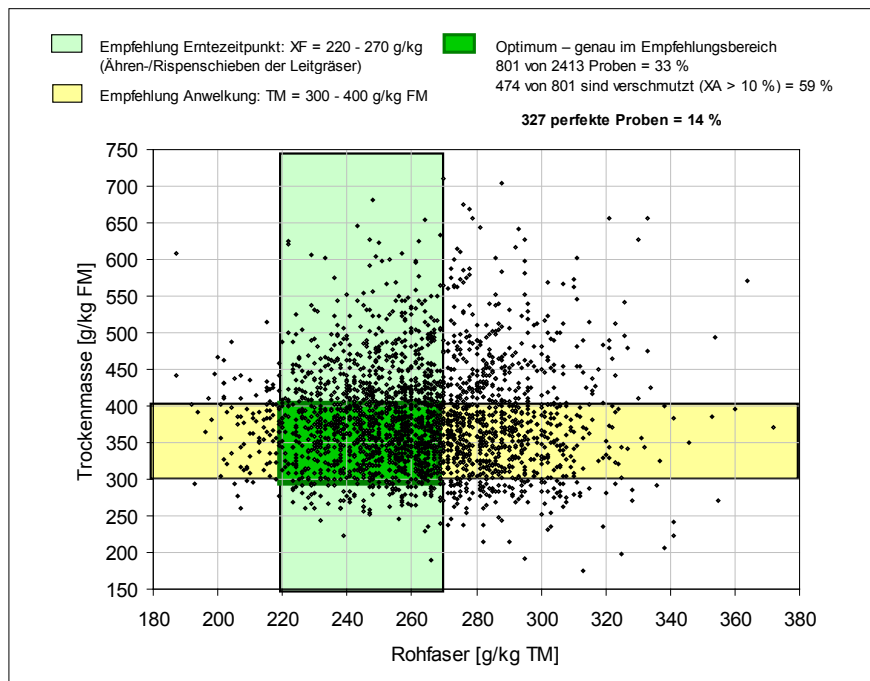


Abbildung 2: Verteilung von Grassilagen aus Praxisbetrieben in Abhängigkeit von Schnittzeitpunkt und Anwelgrad – Silageprojekt 2003/05/07

diesen Orientierungswerten entsprechen.

Die 327 „perfekten“ Silageproben weisen bei einem mittleren TM-Gehalt von 357 g/kg FM, Rohfasergehalt von 248 g/kg TM und Rohaschegehalt von 90 g/kg TM eine mittlere Energiedichte von 6,28 MJ NEL/kg TM auf, das ist um 0,32 MJ höher als der allgemeine Gesamtmittelwert. In puncto Gärqualität sind die Mittelwerte von pH-Wert (4,4), Milchsäuregehalt (48 g/kg TM) und Ammoniak in % des Gesamt-N (7,4) im Trend günstiger als der Durchschnitt der gesamten Silageproben. In den Parametern Buttersäuregehalt ($\bar{\Delta}$ 11,7 g/kg TM), Essigsäuregehalt ($\bar{\Delta}$ 9,8 g/kg TM) und DLG-Punktebewertung ($\bar{\Delta}$ 77 Punkte) konnte keine Verbesserung festgestellt werden, wenn die Orientierungswerte eingehalten wurden (vergleiche mit Tabelle 3). Die mittlere Lagerungsdichte der 327 Silageproben lag mit 187 kg TM/m³ um 4 kg höher als der allgemeine Mittelwert, obwohl der TM-Gehalt dieser 327 Silagen um 29 g/kg TM geringer ist.

Energiedichte

Für die Darstellung der Grundfutterqualität ist die Energiedichte ein zentraler Parameter und guter Indikator. Der Gehalt an Nettoenergie-Laktation (NEL)

hängt bekannterweise sehr eng mit dem Entwicklungsstadium des Futterbestandes und mit dem Gehalt an Rohasche zusammen. Diese Beziehungen konnten im multifaktoriellen linearen Modell mit einem hoch signifikanten Einfluss bestätigt werden (Tabelle 2). Aufgrund der Tatsache, dass die Nettoenergie über Regressionsgleichungen auf der Basis Rohfaser berechnet wurde, ist es klar, dass die Erklärung der Varianz ($R^2 = 86,3\%$) entsprechend hoch ausfiel. In den Merkmalen konnte der Aufwuchs als gesicherter Einfluss ebenfalls bestätigt werden (Tabelle 2). Es ist allgemein bekannt, dass die Energiedichten im 1. Aufwuchs deutlich höher sind als jene von den Folgeaufwüchsen. Im Silageprojekt lag die Nettoenergie des 1. Aufwuchses auf durchschnittlich 6,04 MJ/kg TM, in den Folgeaufwüchsen zwischen 5,69 und 5,80 MJ/kg TM. Einige Merkmale in der statistischen Analyse ergeben signifikante P-Werte ($< 0,05$), sollten aber nicht überinterpretiert werden, das würde nämlich leicht zu falschen Schlussfolgerungen für die Praxis führen.

Beispiel für eine Überinterpretation: Der Trockenmassegehalt hat im GLM-Modell einen hoch signifikanten Einfluss auf die NEL-Dichte (P-Wert $< 0,001$) ergeben (Tabelle 2). Laut Regressionskoeffizient von -0,002 bedeutet das bei Zunahme von 10 % Trockenmasse eine

Abnahme der NEL um 0,02 MJ/kg TM.

In der deskriptiven Statistik zeigte sich in den unterschiedlichen Erntejahren ein leichter Trend in Richtung Steigerung der Nettoenergie, beginnend mit 5,90 MJ (2003), 5,96 MJ (2005) bis auf 6,02 MJ NEL/kg TM im Jahr 2007. Im GLM-Modell wurde jedoch unter Konstanz der quantitativen Faktoren Trockenmasse, Rohfaser und Rohasche kein signifikanter Jahreseinfluss gefunden. Die geringste Energiedichte im Silageprojekt war 4,25 MJ, das entspricht dem Futterwert einer einschnittigen Wiese zum Zeitpunkt der Gräserblüte. Die höchsten Nettoenergiewerte betragen 7,1 MJ NEL/kg TM. Diese hohen Werte sind durch die rechnerische Ableitung des Energiewertes über Regressionsgleichungen möglicherweise extrapoliert, weil so ein hoher Futterwert bisher nur bei sehr jungem Weidefutter einer Kurzrasenweide festgestellt werden konnte. Dennoch zeigt sich, dass optimal konservierte Grassilagen sehr hohe Energiedichten erreichen können, welche bereits mit Kraftfuttermitteln vergleichbar sind.

Gärqualität

pH-Wert

Die mikrobielle Stabilität des Gärfutters wird durch die Milchsäuregärung dann erreicht, wenn sich der pH-Wert auf einem stabilen Niveau einpendelt. Dieser kritische pH-Wert ist vom Trockenmassegehalt des Futters abhängig und soll bei Nasssilagen ($< 28\%$ TM) unter 4,5 liegen, bei Anwelksilagen (30 - 40 % TM) geringer als 4,7 sein und bei Gärheu ($> 40\%$) pH 5,1 unterschreiten.

In der statistischen Auswertung des Silageprojektdatensatzes ergibt sich ein eigenartiges Phänomen, nämlich nur einen minimalen Zusammenhang zwischen pH-Wert und Trockenmassegehalt. Der Einfluss der TM ist zwar hoch signifikant, trotzdem steigt der pH-Wert bei Zunahme von 10 % TM um verschwindende 0,07 Einheiten (Tabelle 3). In der Betrachtung der Einzeljahre zeigten die linearen Regressionsbeziehungen ebenfalls schlecht abgesicherte Zusammenhänge (R^2 von 0,09 bis 1,8 %). Im Gegensatz dazu konnten im Silageprojekt – Steirisches Ennstal (1988 - 1990) immerhin 28 % der pH-Streuung über das Merkmal Trockenmassegehalt

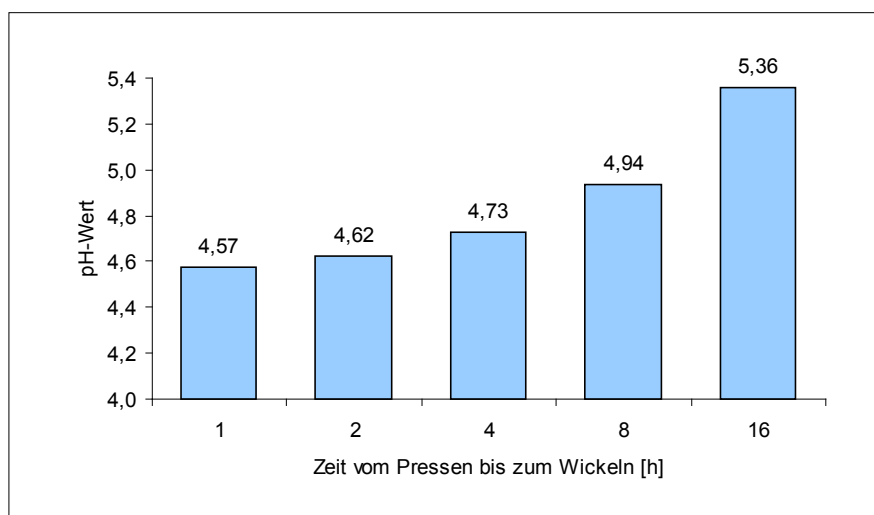


Abbildung 3: Einfluss der Zeitspanne zwischen dem Pressen und Wickeln auf den pH-Wert von Ballensilagen

erklärt werden, die Zunahme von 10 % TM bewirkte dort eine pH-Zunahme von 0,3 Einheiten (BUCHGRABER und RESCH 1993). Die Steigung von 0,3 Einheiten je 10 % TM-Zunahme wird auch in den umfangreichen Untersuchungen von WEISSBACH et al. (1977) beschrieben.

Im Silageprojekt 2003/05/07 hatten die Faktoren Rohfaser- bzw. Rohaschegehalt und die Verpackung der Probe (mit bzw. ohne Vacuum) den größten Einfluss auf den pH-Wert. Im Fall der Rohfaserzunahme um 10 % stieg der pH-Wert um 0,3 Einheiten und bei Zunahme der Rohasche um 10 % erhöhte sich der pH-Wert ebenfalls um 0,3 pH-Einheiten. Die Vacuumverpackung wirkte sich unter Konstanz der Faktoren Rohprotein, Rohfaser und Rohasche derart aus, dass vacuumierte Proben (pH 4,5) um 0,2 pH-Einheiten höher lagen als nicht vacuumierte Silagen (pH 4,3). Mit dem GLM-Modell konnten ~ 26 % der Varianz des pH-Wertes der Silageproben erklärt werden.

In der deskriptiven Statistik konnte ein Trend im Jahreseinfluss festgestellt werden. Im Jahr 2003 lag der pH-Wert im Mittelwert auf 4,6, dieser sank 2005 auf 4,5 und im Jahr 2007 auf 4,4 pH-Einheiten ab. Dieser Trend bestätigte sich auch im GLM-Modell aufgrund eines P-Wertes kleiner 0,000 (Tabelle 3). Ballensilagen (pH 4,3) hatten bei gleichem Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt einen um 0,2 pH-Einheiten geringeren pH-Wert als Silagen aus Flachsilos (pH 4,5). Bei der genaueren

Untersuchung der Einflussfaktoren auf Ballensilagen wurden auch die Merkmale Dauer vom Pressen bis zum Wickeln und die Pressleistung (m^3/h) analysiert. Es zeigte sich ein hoch signifikanter Anstieg des pH-Wertes, wenn mehr als 4 Stunden zwischen dem Pressvorgang und dem luftdichten Abschluss verstreichen (Abbildung 3). Liegen Ballen länger als 10 Stunden ungewickelt auf dem Feld, so kommt es mit großer Wahrscheinlichkeit zu massiven Qualitätsverlusten und zu ungünstigen Gärverläufen. Der Einsatz von Bakterien-Impfkulturen (hauptsächlich Milchsäurebakterien) bewirkte eine pH-Senkung von 0,1 pH-Einheiten gegenüber Silagen ohne Siliermittel (pH 4,5).

Gärsäuren

Die optimale Milchsäuregärung ist für die verlustarme Konservierung von Grünlandfutter entscheidend. Der Gehalt an Milchsäure sollte in der stabilen Nasssilage (< 28 % TM) 60 g/kg TM, in Anwelksilagen (30 - 40 % TM) rund 40 g/kg TM und im Gärheu 20 g/kg TM betragen. Essigsäure ist bis zu einem Gehalt von maximal 35 g/kg TM in Feuchtsilagen und bis zu 20 g/kg TM in Anwelksilagen tolerierbar, weil die Essigsäure die Vermehrung von unerwünschten Hefepilzen hemmt. Zu hohe Essigsäuregehalte verursachen durch den scharfen Geruch eine verringerte Futteraufnahme der Silage. Bei Essigsäure ist ein Mindestgehalt von 5 - 10 g/kg TM günstig, weil diese Silagen vor den gefürchteten Nacherwärmungen besser geschützt sind. Buttersäure ist ein

Indikator für einen ungünstigen, verlustreichen Gärverlauf. Toleriert werden bei Buttersäure Gehaltswerte bis 3 g/kg TM. Im Praxishandbuch Futterkonservierung (DLG 2006) werden Orientierungswerte für Buttersäure mit kleiner 3 g/kg TM und für Essigsäure mit 20 - 30 g/kg TM angegeben.

Milch- und Essigsäure

Die statistische Auswertung mittels GLM-Modell brachte für Milchsäure ein Bestimmtheitsmaß (R^2) von 16 %, d.h. es können 84 % der Datenvarianz mit den eingesetzten Merkmalen nicht erklärt werden. Die Aussagekraft der Statistik ist im Fall des Milchsäuregehaltes sehr kritisch zu sehen, weil beispielsweise der Trockenmassegehalt einen deutlich geringeren Einfluss aufweist als Rohfaser- bzw. Rohaschegehalt (Tabelle 3). Bei 10 % TM-Zunahme steigt der Milchsäuregehalt nur um 5 g, während bei 10 % Zunahme an Rohfaser der Milchsäuregehalt um 13 g sinkt. Aus der deskriptiven Statistik ist ersichtlich, dass das Erntejahr 2007 mit 49 g/kg TM im Trend höhere Milchsäuregehalte aufwies als 2003 (35 g/kg TM) bzw. 2005 (39 g/kg TM), obwohl die Anwelkung gleich war. Eine mögliche Ursache dieses Umstandes könnte der signifikant niedrigere Rohaschegehalt im Jahr 2007 darstellen.

Im Essigsäuregehalt zeigte sich in der deskriptiven Auswertung kein Unterschied in den Erntejahren bzw. zwischen den Siliersystemen. Bei der Trockenmasse konnte ein schwacher absteigender Trend von 13 g/kg TM (Nasssilage) auf 8 g/kg TM bei Gärheu festgestellt werden. Vergleichsweise wurde im Silageprojekt – Steirisches Ennstal (BUCHGRABER und RESCH 1993) im gleichen TM-Bereich ein absteigender Trend von 28 g auf 4 g Essigsäure/kg TM ermittelt. Die Essigsäurewerte aus dem Silageprojekt 2003/05/07 sind demnach bei Nasssilagen deutlich niedriger bzw. bei starker Anwelkung spürbar höher als die Werte des Silageprojektes – Steirisches Ennstal (1988 - 1990).

Buttersäure

Die Streuung der Gehaltswerte von Buttersäure konnten mit der GLM-Statistik mit einem $R^2 = 40$ % erklärt werden.

Tabelle 3: Gärparameter von Grassilagen und die statistische Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) – Silageprojekt 2003/05/07

Parameter Einheit	pH	Milchsäure [g/kg TM]	Essigsäure [g/kg TM]	Buttersäure [g/kg TM]	Ammoniak [% vom Ges.N]	DLG-Punkte (0 -100)
Mittelwert	4,48	42,8	10,7	11,4	8,6	75,7
Standardabweichung	0,37	24,2	6,9	9,1	4,9	18,7
Erklärung der Varianz (R ² , %)	25,6	16,2	11,2	39,9	19,7	40,1
Fixe Einflussfaktoren		P-Wert (Signifikanz, wenn kleiner 0,05)				
Wirtschaftsweise	0,036	0,062	0,007	0,010	0,492	0,036
Jahr	0,000	0,000	0,010	0,120	0,000	0,000
Aufwuchs	0,001	0,272	0,100	0,000	0,039	0,010
Futterzusammensetzung	0,028	0,007	0,003	0,015	0,041	0,070
Schnitthöhe	0,250	0,009	0,822	0,104	0,641	0,036
Witterung (Regen über 5 mm)	0,763	0,440	0,457	0,104	0,002	0,115
Siliersystem	0,000	0,000	0,011	0,000	0,076	0,000
Schnittlänge	0,135	0,082	0,000	0,000	0,004	0,000
Verdichtung	0,159	0,068	0,172	0,065	0,493	0,103
Silierhilfsmittel	0,000	0,001	0,000	0,000	0,102	0,000
Vacuum	0,000	0,599	0,670	0,014	0,298	0,232
Quantitative Einflussfaktoren						
Trockenmasse (P-Wert)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg FM]	387,3	383,5	383,5	383,5	383,7	383,6
Regressionskoeffizient [pH-Einheit bzw. g/kg bzw. Punkte]	0,001	-0,053	-0,018	-0,055	-0,016	0,072
Rohfaser (P-Wert)	0,000	0,000	0,826	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg TM]	266,2	266,6	266,6	266,6	266,5	266,6
Regressionskoeffizient [pH-Einheit bzw. g/kg bzw. Punkte]	0,003	-0,127	-0,002	0,083	0,049	-0,181
Rohasche (P-Wert)	0,000	0,000	0,369	0,000	0,000	0,000
Mittelwert [g/kg TM]	103,4	104,1	104,1	104,1	104,0	103,9
Regressionskoeffizient [pH-Einheit bzw. g/kg bzw. Punkte]	0,003	-0,107	0,008	0,059	0,032	-0,118

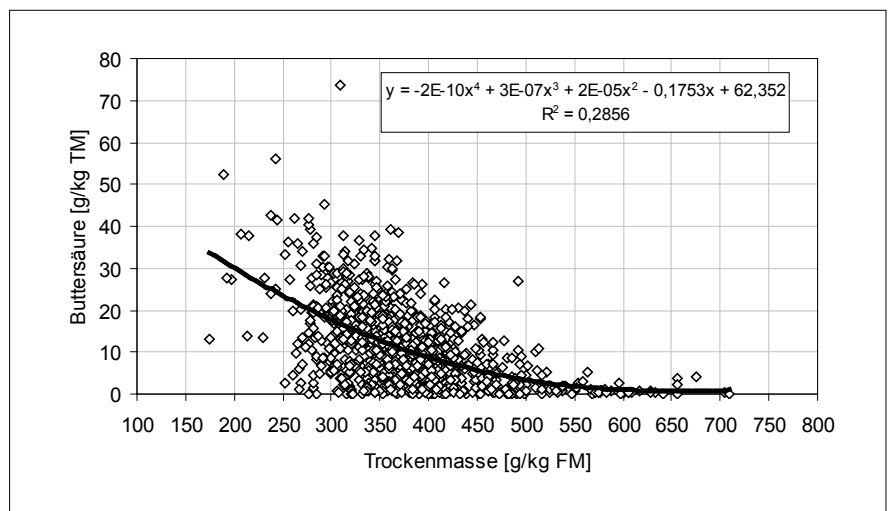
Faktor mit dem größten Einfluss
 Faktor mit dem zweitgrößten Einfluss
 Faktor mit dem drittgrößten Einfluss

Die multifaktorielle Varianzanalyse ergab für die Merkmale Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt hoch signifikante Effekte (P-Werte < 0,01) in Bezug auf den Buttersäuregehalt (Tabelle 3). Die lineare Regression zeigte, dass sich bei Zunahme der Trockenmasse um 10 %, der Buttersäuregehalt um 6 g/kg TM verringerte. Die Beziehung von Buttersäure- zum Trockenmassegehalt lieferte mit einer polynomischen Gleichung (Abbildung 4) den höchsten Erklärungswert (R² = 29 %). Die über die Formel:

$$\text{Buttersäuregehalt [g/kg TM]} = -2E-10 \times \text{TM}^4 + 3E-07 \times \text{TM}^3 + 2E-05 \times \text{TM}^2 - 0,1753 \times \text{TM} + 62,352$$

errechneten Werte in unterschiedlichen TM-Bereichen sind sehr gut mit den Buttersäuregehalten des Silageprojektes – Steirisches Ennstal (BUCHGRABER und RESCH 1993) vergleichbar.

Bei Zunahme der Rohfaser- bzw. Rohaschegehalte um 1 %, stieg die Buttersäure um 0,8 g/kg TM (Rfa-Effekt),

**Abbildung 4: Abhängigkeit des Buttersäuregehaltes vom Anwelkgrad des Siliergutes**

bzw. um 0,6 g/kg TM (Ra-Effekt). Aus der GLM-Statistik gehen weiters die theoretische Schnittlänge, das Siliersystem und der Aufwuchs als signifikante Einflussgrößen hervor. Unter Konstanz von Trockenmasse, Rohfaser und Rohasche hatte kurz gehäckseltes Siliergut

(< 3 cm) mit 7 g/kg TM signifikant weniger Buttersäure als längeres Material (Buttersäure > 11 g/kg TM). Im Trend verlief die Gärung bei Rundballen (Buttersäure 8 g/kg TM) signifikant besser ab als bei Flachsilohaufen (Buttersäure 15 g/kg TM). Fahrtilos (11,5 g/kg TM)

bzw. Hochsilos mit 10,2 g/kg TM unterschieden sich nicht signifikant von den Rundballensilagen. Im 1. Aufwuchs war der Buttersäuregehalt mit 14 g/kg TM am höchsten, in den Silagen der Folgeaufwüchse lag die Buttersäure zwischen 9 und 11 g/kg TM. Das Erntejahr hatte in drei sehr unterschiedlichen Beobachtungsjahren keinen signifikanten Einfluss auf den Buttersäuregehalt. Der Einsatz von Siliermitteln ergab im GLM-Modell einen hoch signifikanten Einfluss, jedoch ist hier bei der Interpretation Vorsicht geboten. Unbehandelte Silagen hatten im Mittelwert 11 g/kg TM Buttersäure. Die niedrigsten Buttersäuregehalte waren bei Silagen mit Zusatz von biologischen Impfkulturen (Milchsäurebakterien) mit 9 g/kg TM zu beobachten. Die signifikante Differenz rührt daher, dass die Siliermittelgruppe „Säuren und Salze“ die höchsten Mittelwerte mit 15 g/kg Buttersäure in der TM aufwies. In der Tendenz führte die Applikation von Säuren bzw. Salzen zu keiner Verbesserung des Gärverlaufes.

Eiweißabbau

Während des Gärprozesses wird ein Teil des Pflanzenproteins zu Ammoniak abgebaut. Ammoniak ist genauso wie die Buttersäure ein Indikator für einen ungünstigen Gärverlauf. Der Ammoniak und andere Abbauprodukte vom Pflanzeneiweiß sind deutlich als Fehlgerüche wahrnehmbar. Der österreichische Orientierungswert für den Ammoniakanteil in % des Gesamtstickstoff liegt bei 10 %, in Deutschland fordert SPIEKERS (DLG 2006) sogar einen Orientierungswert kleiner 8 %. Dieser Wert von 10 % muss unterschritten werden, damit in der DLG-Bewertung der Silagequalität die höchste Punktezahl vergeben wird. Im Mittel enthielten die Silagen aus dem Silageprojekt 2003/05/07 8,6 % Ammoniak (% des Gesamt-N) bei einer Standardabweichung von 4,9 %. Die höchsten Werte im Ammoniakgehalt lagen über 30 %.

Im Silageprojekt 2003/05/07 konnte die Datenvarianz des Ammoniakanteils am Gesamt-N nur mit 20 % erklärt werden. Die quantitativen Faktoren Rohfaser-, Trockenmasse- und Rohaschegehalt hatten im GLM-Modell den größten Effekt hinsichtlich des Ammoniakgehaltes (Tabelle 3). Demnach steigt bei Zunahme

des Rohfaser- bzw. des Aschegehaltes um 1 %, der Ammoniakanteil am Gesamt-N um 0,5 % (Rfa-Effekt) bzw. um 0,3 % (Ra-Effekt). Andererseits nimmt der Ammoniakanteil am Gesamt-N um 0,2 % ab, wenn der TM-Gehalt um 1 % ansteigt (TM-Effekt). Im Silageprojekt „Steirisches Ennstal“ (BUCHGRABER und RESCH 1993) machte der TM-Effekt -0,4 % aus. Das Erntejahr hatte ebenfalls einen signifikanten Einfluss, weil im Jahr 2007 die Ammoniakgehalte am Gesamt-N mit 7,5 % im Vergleich zu 2003 (9,3 %) bzw. 2005 (9,8 %) signifikant niedriger waren. Aus der deskriptiven Analyse war auch ein Einfluss der Witterung auf den Eiweißabbau ersichtlich, weil angeregnete Partien (11,3 % NH₃ von Gesamt-N) um 2,7 % höhere Ammoniakgehalte aufwiesen als Partien, die bei guten Wetterbedingungen siliert wurden (8,6 % NH₃ von Gesamt-N). Im GLM-Modell konnte der Faktor theoretische Schnittlänge unter Konstanz von Trockenmasse-, Rohfaser-, Rohprotein- und Rohaschegehalt einen signifikanten Einfluss auf den Eiweißabbau ausüben. Kurz geschnittenes Futter (9,7 % NH₃ von Gesamt-N) enthielt um 2,7 % weniger Ammoniak als langes Futter (12,4 % NH₃ von Gesamt-N). Mit den Interpretationen im Bereich Eiweißabbau sollte dennoch sorgsam umgegangen werden, weil immerhin 80 % der Datenvarianz nicht erklärt werden konnten.

Schätzgleichungen für Gärparameter

In den statistischen Analysen zeichneten sich die Faktoren Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt als maßgebliche Einflussgrößen in Bezug auf die Gehaltswerte der organischen Säuren bzw. des Ammoniakgehaltes ab. Mit Hilfe der nachstehenden Gleichungen ist es möglich die entsprechenden Gehaltswerte zu schätzen, wenn für TM (Trockenmasse in g/kg FM), RFA (Rohfaser in g/kg TM) und RA (Rohasche in g/kg TM) die Analysenwerte eingesetzt werden. Die Formeln berücksichtigen gleichzeitig den Anwelkgrad, den Erntezeitpunkt und den Verschmutzungsgrad des Futters und können somit ein realitätsnäheres Bild vermitteln als die Darstellung eines einzelnen Einflussfaktors.

Buttersäure [g/kg TM] = 11,2309 - 0,0615855 × TM + 0,0767115 × RFA + 0,028011 × RA

Essigsäure [g/kg TM] = 15,1571 - 0,0159588 × TM - 0,00153792 × RFA + 0,0199195 × RA

Milchsäure [g/kg TM] = 121,968 - 0,0341449 × TM - 0,184576 × RFA - 0,168597 × RA

Ammoniak [% von Ges.-N] = -3,67187 - 0,019145 × TM + 0,0598502 × RFA + 0,0364347 × RA

Gärqualität – DLG-Punkte

In der chemischen Beurteilung von Silagen werden für die Parameter pH-Wert, Buttersäure-, Essigsäure- und Ammoniakgehalt (% vom Gesamt-N) nach einem genau definierten Schlüssel Punkte vergeben (WEISSBACH und HONIG 1992). Die Punkte der einzelnen Parameter werden summiert und ergeben eine Wertigkeit, die in 5 Noten (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = verbesserungsbedürftig, 4 = schlecht, 5 = sehr schlecht) unterteilt wird. Im Mittel konnten Silagequalitäten von 76 DLG-Punkten (Note 2 – gut), bei einer Standardabweichung von 19 DLG-Punkten erreicht werden.

Die statistische Analyse der Silageprojektdaten mittels multifaktoriellem GLM-Modell ergab, dass die Merkmale Trockenmassegehalt, Erntejahr, Rohfaser- und Rohaschegehalt einen hoch signifikanten Einfluss auf die Gärqualität (DLG-Punkte) ausübten (Tabelle 3). Die Datenvarianz konnte mit einem R² = 40 % erklärt werden. Bei Zunahme des Rohfaser- bzw. Rohaschegehaltes um 1 % reduzierte sich die Silagequalität um ~ 2 DLG-Punkte (Rfa-Effekt) bzw. um 1 DLG-Punkt (Ra-Effekt). Interessant ist der deutliche Jahreseinfluss auf die Silagequalität. Im Jahr 2003 wurden im Durchschnitt nur 66 DLG-Punkte erreicht, das ist signifikant weniger als in den Jahren 2005 (82 DLG-Punkte) oder 2007 (78 DLG-Punkte). Aus den relevanten Futterqualitätsmerkmalen des Silageprojektdatensatzes zeigten sich nur beim Rohfaser- bzw. Milchsäuregehalt signifikante Jahreseinflüsse, die einen Hinweis auf dieses Ergebnis liefern könnten. Der Rohfasergehalt lag 2003 signifikant höher und der Milchsäuregehalt signifikant niedriger als in den Vergleichsjahren, das

könnte ein vorsichtiger Hinweis für eine Interpretation sein. Aufgrund der teils ungünstigen Bestimmtheitsmaße (R^2) ist die Sicherheit dieser Interpretation jedoch keinesfalls gegeben.

Es ist auffallend, dass die nassen Silagen (\emptyset Note 3,2 – verbesserungsbedürftig) mit dem DLG-Schlüssel auf der Basis der chemischen Analyse wesentlich schlechter bewertet werden als die sehr trockenen Silagen (\emptyset Note 1,7 – sehr gut). Hier taucht die Frage auf, ob die Silagen in der punktemäßigen DLG-Bewertung im feuchten Bereich, wo natürlich mehr Gärssäuren produziert werden, gegenüber den trockeneren Bedingungen grundsätzlich benachteiligt werden?

Lagerungsdichte

Die Verdichtung des Siliergutes nach dem Motto „Luft raus“ ist eine essentielle Silierregel, die enorm wichtig für einen erfolgreichen Gärverlauf ist. Je schneller der Sauerstoff aus dem Siliergut weg ist, desto rascher kann die Vermehrung der Milchsäurebakterien einsetzen. Gute Verdichtung ergibt eine optimale Säuerungsgeschwindigkeit und geringere Trockenmasse- bzw. Qualitätsverluste im Gärprozess. Die Orientierungswerte für die Verdichtung werden in kg Trockenmasse pro Kubikmeter angegeben und waren in Österreich und Deutschland zeitweilig statisch in der Größenordnung zwischen $> 180 - 200 \text{ kg TM/m}^3$ angesetzt. Dynamische Orientierungswerte für die Verdichtung gehen feinfühler auf die unterschiedlichen Trockenmassebereiche ein (BUCHGRABER und

RESCH 1993, HONIG 1987, RESCH 2007) und setzen mit Zunahme des Trockenmassegehaltes eine höhere Verdichtung voraus, um beste Voraussetzungen für die Milchsäuregärung zu gewährleisten. In der *Abbildung 5* sind die Verteilung der Verdichtungswerte bei unterschiedlicher Trockenmasse und die dynamischen Orientierungswerte in Form einer Regressionsgeraden zu sehen. Die durchschnittliche Verdichtung der Silagen lag auf einem Niveau von 183 kg TM/m^3 bei einer Standardabweichung von 47 kg .

Die Lagerungsdichte konnte bei der allgemeinen statistischen Datenanalyse (GLM-Modell) mit einem $R^2 = 31 \%$ erklärt werden. In der Bewertung der Einflussfaktoren erwiesen sich der Trockenmasse- und der Rohfasergehalt sowie das Siliersystem als hoch signifikante Merkmale. Diese Merkmale sind auch hauptverantwortlich für die große Streuung der Lagerungsdichten in der Praxis (*Abbildung 5*). Bei Zunahme der Trockenmasse um 1% steigt die Lagerungsdichte um 2 kg TM/m^3 an. Steigt jedoch der Rohfasergehalt um 1% , so sinkt die Lagerungsdichte um 3 kg TM/m^3 (*Tabelle 4*). Das bedeutet für die Praxis, dass die Orientierungswerte für die Verdichtung in verschiedenen TM-Bereichen dynamisch angesetzt werden müssen. Die Verdichtung wird mit zunehmender Verzögerung des Erntezeitpunktes immer schwieriger. Ein signifikanter Einfluss der theoretischen Schnittlänge konnte unter Konstanz von Trockenmasse- und Rohfasergehalt

beobachtet werden. Kurz gehäckseltes Futter (208 kg TM/m^3) konnte besser verdichtet werden als langes Futter (185 kg TM/m^3). Für die Praxis ergibt sich daraus ein kumulativer Nutzen in der Weise, dass die Kombination von rechtzeitiger Futterernte und kurzem Futterschnitt zu wesentlich besseren Verdichtungswerten führt. Negativ kumulieren lange Futterartikel und zu später Erntezeitpunkt bzw. Rohfasergehalte über 270 g/kg TM .

Der Einfluss des Siliersystems auf die Verdichtung ist äußerst stark (*Tabelle 4*). Während Flachsilos im Durchschnitt 195 kg TM/m^3 erreichen, ist die Lagerungsdichte von Fixkammerpressen mit $\emptyset 147 \text{ kg T/m}^3$ bzw. von Variablen Pressen mit $\emptyset 166 \text{ kg TM/m}^3$ deutlich geringer. Der Unterschied zwischen den beiden Ballenpressensystemen liegt in der Technik. Fixkammerpressen verdichten im Kern weniger stark als im Mantel, während die Variablen Pressen permanent mit demselben Pressdruck fahren.

Bei genauerer Durchleuchtung der Einflussfaktoren in den einzelnen Siliersystemen konnten nur wenige Tendenzen ausgemacht werden. Beim Fahrtilo hat das Walzgewicht unter Konstanz des Trockenmasse- und Rohfasergehaltes sowie der Füllmenge in m^3/h einen signifikanten Einfluss auf die Lagerungsdichte. Mit Erhöhung des Walzgewichtes um 1 t kann die Lagerungsdichte um $1,4 \text{ kg T/m}^3$ gesteigert werden. In der Tendenz hatte auch die Höhe der Entladungsschicht einen Einfluss auf die Verdichtung. Je niedriger die Entladeschicht war ($< 20 \text{ cm}$), desto höher waren die Dichtewerte. Ladewagen mit Dosierwalzen konnten die besten Lagerungsdichten (209 kg T/m^3) erreichen. Bei den Ballenpressen konnten keine signifikanten Einflüsse auf die Verdichtung durch unterschiedliche Ballendurchmesser bzw. durch die Pressleistung (m^3/h) festgestellt werden (*Tabelle 4*), allerdings ist diese Interpretation aufgrund des geringen $R^2 = \sim 24 \%$ sehr unsicher. Ein Jahreseinfluss zeigte sich bei den Variablen Pressen, weil im Jahr 2003 die Pressdichten nur bei 159 kg T/m^3 lagen. Die Vergleichsjahre 2005 mit 175 kg TM/m^3 bzw. 2007 mit 165 kg TM/m^3 hatten höhere Verdichtungswerte. In der Diplommaturaarbeit von BÄCK und SEITINGER (2006) wurde gemessen, dass durch den Einsatz von voll be-

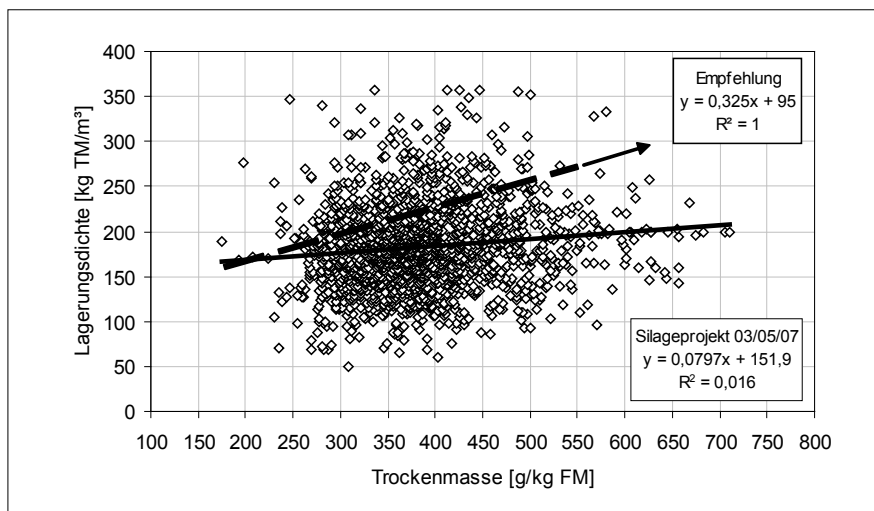


Abbildung 5: Abhängigkeit der Lagerungsdichte [kg TM/m³] vom Trockenmassegehalt der Silage – Silageprojekt 2003/05/07

stückten Schneidwerken die Pressdichte von Rundballen bis zu 25 % gesteigert werden kann.

Im Silageprojekt 2003/05/07 konnte festgestellt werden, dass die Verdichtungsdifferenzen zwischen Fahrsilo und Ballensilage keinen praxisrelevanten Einfluss auf die Gärfutterqualität bzw. auf die Energiedichte (NEL) hatten. Anders formuliert kann gesagt werden, dass die geringeren Lagerungsdichten von Rundballen sich nicht negativ auf die Silagequalität bzw. die Energiedichte auswirkten.

Siliermitteleinsatz

Die Angaben der Erhebungsbögen in den einzelnen Erfassungsjahren zeigten, dass von 2.043 österreichischen Silageproben durchschnittlich 3 % mit Säuren oder Salzen, 16 % mit biologischen Impfkulturen (Milchsäurebakterien) und 1 % mit sonstigen Siliermitteln behandelt wurden. 80 % der eingesendeten Silagen wurden ohne Hilfe von Siliermitteln

konserviert. Im Beobachtungszeitraum 2003 bis 2007 konnte kein Trend in Richtung verstärktem bzw. reduziertem Einsatz von Silierhilfsmitteln beobachtet werden. Im Silageprojekt – Steirisches Ennstal (1988 - 1990) wurden vergleichsweise 20 - 25 % der Silagen mit Silierzusätzen behandelt (BUCHGRABER und RESCH 1993).

Im Bereich Siliermitteleinsatz ergaben sich bei der statistischen Auswertung mittels GLM-Modellen in den Gärparametern pH-Wert, Milchsäure-, Essigsäure- und Buttersäuregehalt P-Werte < 0,05. Aufgrund der niedrigen Erklärung der Datenvarianz (R^2 -Werte zwischen 11 und 40 %) muss bei der Interpretation der Daten aufgepasst werden, weil es sonst leicht zu einer vorschnellen Überinterpretation kommen kann. Beim Milchsäuregehalt ($R^2 = 16$ %) macht die Differenz zwischen Biologischen Impfkulturen (48,9 g/kg TM) bzw. kein Siliermitteleinsatz (42,7 g/kg TM) 6,2 g Milchsäure/kg TM aus. Für die praxisrelevante Interpretation sollte hier von ei-

ner Tendenz gesprochen werden, jedoch nicht von einem gesicherten Unterschied. Im Fall der Essigsäure wurde der niedrigere P-Wert von der Gruppe „Sonstige Siliermittel“ verursacht, weil der Gehalt von 18,5 g Essigsäure/kg TM deutliche Differenzen zu den übrigen Gruppen aufwies. Die signifikanten Differenzen im Buttersäuregehalt traten zwischen der Gruppe Säuren und Salze (15 g/kg TM) und biologische Impfkulturen (9 g/kg TM) auf. Silagen ohne Siliermittelzusatz (11 g Buttersäure /kg TM) waren von den übrigen Siliermittelgruppen nicht signifikant zu unterscheiden.

Zusammenfassung

Im Zuge der Arbeitskreis- und Betriebsberatung forderten die Bauern und die Fütterungsberater der Arbeitskreise Milchproduktion einiger österreichischer Bundesländer, über die routinemäßigen Futtermitteluntersuchungen hinaus, ein Projekt zur Verbesserung der Silagequalität, wo auch das Silagemanagement be-

Tabelle 4: Verdichtung von Grassilagen in Abhängigkeit des Siliersystems und die statistische Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren mittels multifaktorieller Varianzanalyse (GLM-Modell) – Silageprojekt 2003/05/07

Parameter Einheit	Allgemein [kg TM/m ³]	Flachsilo [kg TM/m ³]	Fixkammerpresse [kg TM/m ³]	Variable Presse [kg TM/m ³]
Mittelwert	182,9	194,6	146,6	165,9
Standardabweichung	46,9	43,3	39,3	39,9
Erklärung der Varianz (R^2 , %)	31,4	23,7	24,5	20,8
Fixe Einflussfaktoren		P-Wert (Signifikanz, wenn kleiner 0,05)		
Jahr	0,130	1,000	0,126	0,001
Aufwuchs	0,000	0,000	0,335	0,704
Schnittlänge	0,059	0,106		
Siliersystem	0,000			
Entladeschicht Höhe		0,054		
Quantitative Einflussfaktoren				
Trockenmasse	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert	386,2	374,5	417,1	417,1
Regressionskoeffizient	0,202	0,225	0,159	0,175
Rohfaser (P-Wert)	0,000	0,000	0,000	0,000
Mittelwert (g/kg TM)	264,0	264,6	28,3	263,7
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]	-0,329	-0,328	-0,4	-0,306
Walzgewicht (P-Wert)		0,000		
Mittelwert [t]		7,0		
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]		1,379		
m ³ / Stunde (P-Wert)		0,672		
Mittelwert [h]		25,9		
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]		0,033		
Ballendurchmesser (P-Wert)			0,051	0,250
Mittelwert [cm]			127,8	127,9
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]			0,900	0,372
m ³ Ballen / Stunde (P-Wert)			0,768	0,868
Mittelwert [m ³ / h]			26,6	26,4
Regressionskoeffizient [kg TM/m ³]			-0,076	-0,044

Faktor mit dem größten Einfluss
 Faktor mit dem zweitgrößten Einfluss
 Faktor mit dem drittgrößten Einfluss



rücksichtigt wird. Daraufhin organisierten die Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern der Bundesländer die Beprobungen und Datenerhebungen, das Futtermittellabor Rosenau (LK-Niederösterreich) führte die chemischen Analysen der Silagen mit amtlich anerkannten Standardmethoden und das LFZ Raumberg-Gumpenstein die statistischen Datenanalysen und die wissenschaftliche Interpretation der Ergebnisse durch. In den Erhebungsjahren 2003, 2005 und 2007 wurden insgesamt 2.413 Silageproben analysiert, wobei 1.615 Proben (2/3) vom 1. Aufwuchs stammten, der Rest war von Folgeaufwüchsen bzw. von Mischungen aus unterschiedlichen Aufwüchsen. Das dominierende Siliersystem der teilnehmenden Betriebe war mit 62 % der Fahrsilo, 30 % der Silagen wurden als Rundballen konserviert, der Hochsiloanteil fiel auf 5 % ab, den Rest von 3 % nahmen Silohaufen ein.

Im Silageprojekt 2003/05/07 waren die Faktoren Erntezeitpunkt (Rohfasergehalt), Anwelkgrad des Siliergutes (Trockenmassegehalt), Futterschmutzung (Rohaschegehalt) und Aufwuchs hauptverantwortlich für die Qualität der untersuchten Silagen. Rund 41 % der eingesendeten Silagen wiesen einen ungünstigen Rohfasergehalt über 270 g/kg TM (Orientierungswert – kleiner 270 g/kg TM) auf. Es konnte statistisch abgesichert werden, dass zu späte Futterernte den Futterwert verringert, aber auch gleichzeitig eine signifikante Erhöhung des Buttersäuregehaltes sowie geringere Lagerungsdichten (kg TM/m³) bewirkte. Die Futterqualität könnte bei 41 % der österreichischen Silagen spürbar gesteigert werden, wenn der Erntezeitpunkt, speziell beim 1. Aufwuchs, beim Ähren-/Rispschieben der Leitgräser eingehalten würde.

Hinsichtlich Anwelkung des Siliergutes waren 10 % der Silagen im ungünstigen Nassbereich (kleiner 30 % TM) konserviert, 55 % der eingesendeten Proben lagen im Empfehlungsbereich zwischen 30 und 40 % TM. Bei Anwelkung über 40 % Trockenmasse konnte festgestellt werden, dass die empfohlenen Lagerungsdichten von 225 - 250 kg TM/m³ kaum erreicht werden konnten. Rundballensilagen (Ø 411 g/kg FM) wurden signifikant stärker angewelkt als Silagen aus Flachsilos (Ø 375 g/kg FM). Stark

angewelktes Siliergut könnte durch kurze Schnittlänge (kleiner 5 cm), beste Futterverteilung und konsequente Verdichtungsarbeit besser vergoren werden.

Die Lagerungsdichte (in kg TM/m³) wurde hoch signifikant von der Höhe der Trockenmasse- und Rohfasergehalte, vom Siliersystem sowie der theoretischen Schnittlänge beeinflusst. Bei Fahrsilos wurden im Mittel 195 kg TM/m³ erreicht, Variable Pressen erzielten 166 kg TM/m³ und Fixkammerpressen nur 147 kg TM/m³. Die multifaktorielle Datenanalyse ergab bei gleichem Trockenmasse- und Rohfasergehalt keinen signifikanten Einfluss der Lagerungsdichte auf Gärparameter wie Buttersäuregehalt oder pH-Wert bzw. Energiedichte. Aufgrund der geringen Varianzerklärung von R² = 30 % darf diese Aussage zum jetzigen Zeitpunkt nicht überinterpretiert werden und ist durch weitere Untersuchungen zu validieren. Gute Pressdichten können erzielt werden, wenn die Empfehlungswerte für Rohfaser (kleiner 270 g/kg TM) eingehalten werden und wenn das Futter kurz geschnitten bzw. gehäckselt wird (Schnittlänge kleiner 5 cm). Fahrsilobetriebe können die Verdichtung durch die Erhöhung des Walzgewichtes bzw. durch niedere Entladeschichten (kleiner 20 cm) verbessern, während bei Rundballenpressen der Einsatz von voll bestückten Schneidwerken die Lagerungsdichte bis zu 25 % steigern kann.

Der Rohaschegehalt betrug im Durchschnitt 103 g/kg TM, im Erntejahr 2007 (Ø 98 g/kg TM) wurde der Orientierungswert von 100 g/kg TM von über 50 % der Proben unterschritten. In den Jahren 1988 - 1990 (Silageprojekt – Steirisches Ennstal) lag der Rohaschemittelwert vergleichsweise noch auf rund 120 g/kg TM. Im Silageprojekt 03/05/07 lagen 15 % der Silagen über 120 g Rohasche/kg TM. Tiefer Ernteschnitt unter 5 cm führte mit 122 g/kg TM zu signifikant höheren Aschegehalten. Das Risiko der verlustreichen Buttersäuregärung bzw. die Verdrängung von wertvollen Inhaltsstoffen und Energiedichte nimmt mit steigendem Rohaschegehalt signifikant zu, vor allem wenn dieser über dem Orientierungswert von 100 g/kg TM liegt. Der Futterschmutzung ist durch gutes Grünlandmanagement (dichte Grasnarben, Bekämpfung von tierischen Schädlingen, beste Verteilung

von Wirtschaftsdüngern, abschleppen im Frühjahr, etc.), Futterernte bei abgetrocknetem Bestand, Schnitthöhe über 5 cm sowie durch richtige Einstellung der Werbe- und Erntegeräte, konsequent entgegenzuwirken.

Die Energiedichte des 1. Aufwuchses lag im Durchschnitt auf 6,04 MJ und bei den Folgeaufwüchsen zwischen 5,7 und 5,8 MJ NEL/kg TM. Hohe Energiedichten sind durch einen günstigen Erntezeitpunkt, sowie durch eine verschmutzungsfreie Futterernte zu erreichen.

Bei 20 % der Silagen wurden Siliermittel angewendet, wobei biologische Impfkulturen mit 16 % den höchsten Anteil einnahmen, 3 % wendeten Säuren bzw. Salze an. Die multiple GLM-Statistik konnte signifikante Effekte von Silierzusätzen auf Gärparameter nachweisen, wobei die Modelle aufgrund der niedrigen Bestimmtheitsmaße (R² von 11 bis 40 %) kritisch zu betrachten sind. Die Differenzen zwischen behandelten und unbehandelten Silagen waren gering und sind noch in punkto Praxisrelevanz zu prüfen.

Im Silageprojekt 2003/05/07 konnte bestätigt werden, dass höhere Energiedichten in Grassilagen erzielbar sind, wenn die Empfehlungen (Silierregeln) eingehalten werden. Für die Praxis kann abgeleitet werden, dass in punkto Wahl des Erntezeitpunktes, richtiger Anwelkgrad des Siliergutes und Vermeidung von Futterschmutzungen ein Beratungsdefizit besteht. Nur 14 % der eingesendeten Silagen befanden sich in allen entscheidenden Parametern (Rohfaser-, Trockenmasse- und Rohaschegehalt) im optimalen Bereich der Empfehlungswerte. Nichteinhaltung von Silierregeln erhöht das Risiko von Qualitätseinbußen durch eine suboptimale Vergärung in kumulativer Art und Weise, d.h. dass sich zwei oder mehrere Fehler addieren und dadurch die Gefahr für einen ungünstigen Gärverlauf enorm ansteigt.

Das österreichweite Silageprojekt wäre ohne den engagierten Einsatz der Arbeitskreisbetriebe, der Fütterungsberater und -referenten sowie dem Team des Futtermittellabors Rosenau und des LFZ Raumberg-Gumpenstein nicht realisierbar gewesen. Im Sinne der aktuell geschaffenen Beratungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Silagequalität gebührt

allen Mitwirkenden des Silageprojektes eine besondere Anerkennung und ein herzlicher Dank.

Literatur

- BÄCK, H. und A. SEITINGER, 2006: Praxistest (Leistungs- und Qualitätsparameter) einer Press-Wickelkombination. Diplommaturaarbeit des LFZ Raumberg-Gumpenstein.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1993: Der Einfluss der Produktion von Grassilage auf die Futterqualität und Gärbiologie sowie die Auswirkungen auf die Verfütterung und Milchqualität in der Praxis – Silageprojekt „Steirisches Ennstal“. BAL Gumpenstein, Veröffentlichung Heft 20, 11-32.
- BUCHGRABER, K., E.M. PÖTSCH, R. RESCH und A. PÖLLINGER, 2003: Erfolgreich silieren – Spitzenqualitäten bei Grassilagen! Der fortschrittliche Landwirt (2003, Heft 9), 29-37.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 2006: Praxishandbuch Futterkonservierung. Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. DLG-Verlags-GmbH, 7. Auflage, ISBN 3-7690-0677-1.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- HONIG, H., 1987: Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo; p. 51-52 in: Summary of papers, 8th Silage Conference, Hurley (UK).
- RESCH, R. und A. STEINWIDDER, 2005: Silageprojekt 2003/05. Sonderdruck, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- RESCH, R., 2006: Moderne Silagewirtschaft. Landkalender 2007, Leopold Stocker-Verlag.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt (2006, Heft 24) Sonderbeilage 20 S.
- RESCH, R., 2007: Futtermittelverschmutzung – Auswirkungen auf die Qualität von Grassilagen. Der fortschrittliche Landwirt (2007, Heft 7), 16-17.
- RESCH, R., 2007: Optimal verdichtete Grassilage bringt gute Gärfutterqualitäten. Österreichische Bauernzeitung (2007, Heft 17), 10.
- STEINWIDDER, A., 2003: Silageprojekt 2003. Sonderdruck, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN und K. BERG, 1977: Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. Empfehlungen für die Praxis der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 3. Auflage.
- WEISSBACH, F. und H. HONIG, 1992: Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. 104. VDLUFA-Kongress, Göttingen, VDLUFA-Schriftenreihe 35, 489-494.
- WILHELM, H. und K. WURM, 1999: Futterkonservierung und –qualität. Silagebereitung, Heuwerbung, Getreide- und Maistrocknung. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, ISBN 3-7020-084-4.

Anhang

Fragebogen – Silageprojekt 2007

Fragebogen Silageprojekt 2007

Silierdatum (Datum Siloabschluss): _____ **Name:** _____

Wirtschaftsweise: Bio ⁽¹⁾ Ökopunkte ⁽²⁾
(nur in Niederösterreich) UBAG ⁽³⁾ keine ÖPUL-Teilnahme ⁽⁴⁾
 + Verzicht ⁽³¹⁾
 + Reduktion ⁽³²⁾

Futterzusammensetzung:

Dauergrünland ⁽¹⁾ Rotklee rein (sonst 4) ⁽²⁾ Luzerne rein (sonst 5) ⁽³⁾
 Rotklee gras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁴⁾ Luzerne gras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁵⁾

Aufwüchse:

1. Aufwuchs ⁽¹⁾ 2. Aufwuchs ⁽²⁾ 3. Aufwuchs ⁽³⁾ weitere Aufwüchse ⁽⁴⁾
 Mischungen: _____ zB: 1.+2. ⁽¹²⁾, 2.+3. ⁽²³⁾, 1.+3. ⁽¹³⁾

Mähzeitpunkt: Morgen ⁽¹⁾ Mittag ⁽²⁾ Nachmittag ⁽³⁾ Abend ⁽⁴⁾

Mähgeräte: Trommel ⁽¹⁾ Scheiben ⁽²⁾ Messerbalken ⁽³⁾ Mähauflbereiter ⁽⁴⁾

Feldphase (Zeit Mäh- bis Silierbeginn):

bis 6 Std ⁽¹⁾ 6 bis 12 Std. ⁽²⁾ 12 bis 24 Std. ⁽³⁾ 24 bis 36 Std ⁽⁴⁾ über 36 Std. ⁽⁵⁾

Regen über 5 mm: nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾ _____ Schnitt

Schnitthöhe: unter 5 cm ⁽¹⁾ 5 bis 7 cm ⁽²⁾ über 7 cm ⁽³⁾

Zetthäufigkeit: kein zetzen ⁽¹⁾ einmal zetzen ⁽²⁾ zweimal zetzen ⁽³⁾ mehr als zweimal zetzen ⁽⁴⁾

Siliersystem:

Flachsilo ⁽¹⁾ (Länge: _____ m) Silohaufen ⁽²⁾ (Länge: _____ m) Hochsilo ⁽³⁾ Rundballen ⁽⁴⁾

Erntegerät: Feldhäcksler ⁽¹⁾ Kurzschnittladewagen ⁽²⁾ Ladewagen ⁽³⁾
 Ladewagen + Standhäcksler ⁽⁴⁾ Fixkammerpresse ⁽⁵⁾ Variable Presse ⁽⁶⁾

Theoretische Schnittlänge:

bis 3 cm ⁽¹⁾ 3,1 bis 6 cm ⁽²⁾ 6,1 bis 10 cm ⁽³⁾ 10, 1 bis 20 cm ⁽⁴⁾ lang ⁽⁵⁾
(Feldhäcksler) (mehr als 25 Messer) (15 bis 25 Messer) (7 bis 15 Messer) (0 bis 6 Messer)

Entladeschichthöhe Fahrsilo (nach dem Verteilen/vor dem Verdichten):

bis 20 cm ⁽¹⁾ 20 bis 40 cm ⁽²⁾ über 40 cm ⁽³⁾

Verteilung im Silo (Flach- bzw. Hochsilo):

Ladewagen mit Dosierwalzen ⁽¹⁾ Siloverteiler ⁽²⁾ händisch ⁽³⁾ Front-/Radlader ⁽⁴⁾
 Kran ⁽⁵⁾ keine ⁽⁶⁾ sonstige: _____ ⁽⁷⁾

Füllgeschwindigkeit Fahrsilo/Hochsilo:

1. Schn.: _____ Std. Befüllzeit _____ m³ Siloraum _____ Transportfahrzeuge Ø Entfernung: _____ km
 2. Schn.: _____ Std. Befüllzeit _____ m³ Siloraum _____ Transportfahrzeuge Ø Entfernung: _____ km
 _ Schn.: _____ Std. Befüllzeit _____ m³ Siloraum _____ Transportfahrzeuge Ø Entfernung: _____ km

Füllgeschwindigkeit Rundballen: _____ Ballenanzahl/Stunde _____ cm Ballendurchmesser

Unterbrechung der Befüllung: __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt

Provisorische Abdeckung (bei Unterbrechungen von mehr als 6 Stunden): ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾

Zeitspanne Ende verdichten/abdecken bzw. pressen/wickeln: __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt __Std. __. Schnitt

Wickellagen bei Rundballen: 4-fach ⁽¹⁾ 6-fach ⁽²⁾ sonstige ⁽³⁾

Maximale Temperatur bei Silobefüllung/Pressvorgang:

1. Schnitt: _____ °C 2. Schnitt: _____ °C 3. Schnitt: _____ °C ____ Schnitt: _____ °C

Walzgewicht (Gewicht vom schwersten Fahrzeug angeben, nicht das Gewicht von mehreren Fahrzeugen zusammenzählen!):

1. Schnitt: _____ t 2. Schnitt: _____ t 3. Schnitt: _____ t ____ Schnitt: _____ t

Siliermittel:

keine ⁽¹⁾ Säuren und Salze ⁽²⁾ Bakterien ⁽³⁾ Sonstige _____ ⁽⁴⁾

Produktname: _____

Siliermittelverteilung: automatische Dosierung ⁽¹⁾ händisch ⁽²⁾

Produktform: flüssig ⁽¹⁾ fest/streufähig ⁽²⁾

Nachsilierung (gleicher Schnitt): ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾

Vakuumverpackte Probe: ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾

Bohrtiefe: _____ m **Bohrer(innen)durchmesser:** _____ cm **Bohrmenge:** _____ kg