



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften
Studiengang Agrarwirtschaft
Fachgebiet Futtermittelanalytik

Studienarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science

***„Vergleich des Silierverlaufes bei Mais- und Grassilagen aus
frisch einsiliertem und aus zuvor eingefrorenem Material“***

von:

Birgit Pfeiffenberger, geb. Lange

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2010-0360-8

Erstprüfer: Prof. Dr. Anke Schuldt
Zweitprüfer: Dr. Regina Dinse

Juli 2010

Inhaltsverzeichnis

<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	4
<i>Verzeichnis der Abbildungen</i>	6
<i>Verzeichnis der Tabellen</i>	7
1 Einleitung	8
2 Grundlagen	9
2.1 Gärbiologische Grundlagen.....	9
2.1.1 Arten der Gärung.....	9
2.1.2 Phasen der Gärung.....	10
2.2 Sensorische Eigenschaften von Silagen.....	12
2.3 Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Silagen und deren Ausgangsmaterial.....	13
3 Material und Methoden	18
3.1 Probenvorbereitung.....	18
3.2 Bestimmung des Gärverlustes.....	18
3.3 Sensorische Beurteilung.....	19
3.4 Analytische Methoden.....	19
3.4.1 Bestimmung der Trockensubstanz bzw. der analytischen Trockensubstanz.....	20
3.4.2 Enzymatische Bestimmung von Milchsäure.....	20
3.4.3 Bestimmung von Essig- und Buttersäure nach <i>Lepper</i>	21
3.4.4 Enzymatische Bestimmung der Essigsäure.....	22
3.4.5 Enzymatische Bestimmung des Zuckers.....	22
3.4.6 Enzymatische Bestimmung der Stärke.....	24
3.4.7 Bestimmung der Rohasche.....	25
3.4.8 Bestimmung der Sauren Detergentienfaser (ADF _{org}) nach <i>van Soest</i>	25
3.4.9 Bestimmung der Neutralen Detergentienfaser (NDF _{org}) nach <i>van Soest</i>	26
3.4.10 Bestimmung des Rohfetts.....	26
3.4.11 Bestimmung des Rohproteins nach <i>Kjeldahl</i>	27
3.4.12 Bestimmung der Enzymlöslichen Organischen Substanz (ELOS) über den Cellulasetestwert (CTW).....	27
3.5 Berechnung des Energiegehaltes.....	28

<i>4 Darstellung der Ergebnisse</i>	29
4.1 Maissilage	29
4.2 Grassilage.....	39
<i>5 Auswertung der Ergebnisse</i>	48
5.1 Maissilage	48
5.2 Grassilage.....	54
<i>6 Zusammenfassung</i>	58
<i>Literaturübersicht</i>	60
<i>Anhang</i>	63
<i>Selbstständigkeitserklärung</i>	90

Abkürzungsverzeichnis

ADForg	Saure Detergentienfaser, analytisch korrigiert (acid detergent fibre)
ADL	Saures Detergentien-Lignin (acid detergent lignin), (unverdaulicher Teil des Lignins)
AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
ALP	Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux
ATP	Adenosin-5'-triphosphat
BAL	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein
BLV	Bayerischer Landwirtschaftsverlag
BS	Buttersäure
bzw.	beziehungsweise
C	Konzentration
ca.	circa
CoA	Coenzym A
CTW	Cellulasetestwert
D1/ D2	Titrationen
dest.	destilliert
d. h.	das heißt
Diff.	Differenz
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V.
E1/ E2	Extinktionen
ELOS	Enzymlösliche organische Substanz
ES	Essigsäure
EW	Einwaage
FM	Frischmasse
g	Gramm
G-6-P	D-Glucose-6-phosphat
GFE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
ges.	gesamt
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
H ₂ SO ₄	Schwefelsäure
HCl	Chlorwasserstoff
Hrsg.	Herausgeber
i. d. R.	in der Regel
incl.	inklusive

kg	Kilogramm
l	Liter
LDH	L-Lactat-Dehydrogenase
LWK	Landwirtschaftskammer
ME	Metabolische Energie / Umsetzbare Energie
MG	Molgewicht
MJ	Megajoule
min	Minute/n
ml	Milliliter
mm	Millimeter
MW	Mittelwert
n	normal
N	Stickstoff
NAD	Nicotinsäureamid-Adenin-Dinukleotid
	NAD ⁺ oxidierte Form
	NADH+H ⁺ reduzierte Form
NaOH	Natronlauge
NDForg	Neutrale Detergentienfaser, analytisch korrigiert (neutral detergent fibre)
NEL	Netto-Energie-Laktation
nm	Nanometer
Öffng.	Öffnung
OS	Originalsubstanz
Pr.	Probe
rel.	relativ
RW	Rückwaage
s.	siehe
T	Trockenmasse/ -substanz
Verbr.	Verbrauch (Titration)
XA	Rohasche
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Typischer Gärverlauf einer stabilen und einer labilen Silage; Quelle: MÜLLER, 2006	12
Abbildung 2: Fraktionen bei der Weender Analyse und bei der Erweiterten Futtermittelanalytik; Quelle: JEROCH, 1999	13
Abbildung 3: Gärverlust der Maissilagen in %	29
Abbildung 4: Sensorik Abzüge der Maissilagen	30
Abbildung 5: Trockensubstanzgehalt der Maissilagen in % der OS	30
Abbildung 6: Milchsäuregehalt der Maissilagen in % der T	31
Abbildung 7: Essigsäuregehalt der Maissilagen in % der T	32
Abbildung 8: pH-Wert der Maissilagen	33
Abbildung 9: Stärkegehalt der Maissilagen in % der T	34
Abbildung 10: Zuckergehalt der Maissilagen in % der T	35
Abbildung 11: Rohaschegehalt der Maissilagen in % der T	35
Abbildung 12: NDForg-Gehalte der Maissilagen in g/kg T	36
Abbildung 13: Rohfettgehalt der Maissilagen in g/kg T	36
Abbildung 14: Rohproteingehalt der Maissilagen in g/kg T	37
Abbildung 15: ELOS-Gehalt der Maissilagen in g/kg T	37
Abbildung 16: ME-Gehalt der Maissilagen in MJ/kg T	38
Abbildung 17: NEL-Gehalt der Maissilagen in MJ/kg T	38
Abbildung 18: Gärverlust der Grassilagen in %	39
Abbildung 19: Sensorik Abzüge der Grassilagen	40
Abbildung 20: Trockensubstanzgehalt der Grassilagen in % der OS	40
Abbildung 21: Milchsäuregehalt der Grassilagen in % der T	41
Abbildung 22: Essigsäuregehalt der Grassilagen in % der T	41
Abbildung 23: pH-Wert der Grassilagen	43
Abbildung 24: Zuckergehalt der Grassilagen in % der T	44
Abbildung 25: Rohaschegehalt der Grassilagen in % der T	44
Abbildung 26: ADForg-Gehalt der Grassilagen in g/kg T	45
Abbildung 27: Rohfettgehalt der Grassilagen in g/kg T	45
Abbildung 28: Rohproteingehalt der Grassilagen in % der T	46
Abbildung 29: ELOS-Gehalt der Grassilagen in g/kg T	46
Abbildung 30: ME-Gehalt der Grassilagen in MJ/kg T	47
Abbildung 31: NEL-Gehalt der Grassilagen in MJ/kg T	47

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Richt- und <i>Erfahrungswerte</i> für Inhaltsstoffe und Energiegehalte in Silomais und Maissilage.....	16
Tabelle 2: Richt- und <i>Erfahrungswerte</i> für Inhaltsstoffe und Energiegehalte in Gras und Grassilage	17
Tabelle 3: Gesamtsäuregehalt der Maissilagen und prozentuale Anteile der Säuren.....	32
Tabelle 4: Gesamtsäuregehalt der Grassilagen und prozentuale Anteile der Säuren.....	42

1 Einleitung

Für Silierversuche innerhalb wissenschaftlicher Einrichtungen muss, genau wie bei der Herstellung von Silagen in der praktischen Landwirtschaft, das Material möglichst zeitnah nach der Ernte einsiliert werden. Dies ist in der Forschung bei oftmals knappen personellen Ressourcen nicht immer leicht umzusetzen, da Erntetermine häufig nicht von den Wissenschaftlern selbst bestimmt werden können und das Herstellen der Silagen recht zeitaufwändig sein kann. Daher wäre es von Vorteil, wenn man das Material nach Anlieferung zunächst einfrieren und zu einem späteren und möglicherweise besseren Zeitpunkt einsilieren könnte.

Mit der vorliegenden Untersuchung soll ermittelt werden, ob es, in Hinblick auf die Entwicklung der Gärsäuren und weiterer wichtiger Inhaltsstoffe sowie Energiegehalte im Silierverlauf, entscheidende Unterschiede gibt bei der Silierung von frisch geerntetem Silomais bzw. Gras und von Silomais bzw. Gras, welcher bzw. welches nach der Ernte zunächst eingefroren und erst nach dem Auftauen einsiliert wurde. Wenn sich herausstellt, dass keine entscheidenden Unterschiede zwischen den jeweiligen Versuchen auftreten, würde das bedeuten, dass es möglich ist, Silomais bzw. Gras vor dem Silieren einzufrieren und so zunächst zu lagern. Dies könnte wissenschaftlichen Instituten zu einer nicht unwesentlichen Erleichterung des Arbeitsablaufes bei der Erstellung von Silierversuchen verhelfen.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden zunächst die Gärbiologischen Grundlagen beschrieben. Anschließend wird auf sensorische Eigenschaften von Silagen eingegangen. Zuletzt werden noch wichtige Inhaltstoffgruppen von Silagen und deren Ausgangsmaterial beschrieben und Werte für diese Inhaltsstoffe sowie für Energiegehalte aufgeführt.

2.1 Gärbiologische Grundlagen

Unter den Gärbiologischen Grundlagen sind zum einen die verschiedenen Arten der Gärung beim Silieren beschrieben und zum anderen die unterschiedlichen Phasen im Verlauf der Gärung erläutert.

2.1.1 Arten der Gärung

Während des Silierverlaufes können verschiedene Arten der Gärung auftreten, sowohl erwünschte als auch nicht erwünschte. Die beim Silieren entscheidenden Gärarten sind die Milchsäure-, Essigsäure- und Buttersäuregärung.

Die **Milchsäuregärung** ist die Gärung, auf welcher der konservierende Effekt der Silierung beruht. Sie wird ausgelöst durch am Futter anhaftende oder auch zusätzlich zum Siliergut hinzugefügte Milchsäurebakterien. Diese setzen unter Luftabschluss, also unter anaeroben Bedingungen, leicht lösliche Kohlenhydrate (hauptsächlich Zucker) zu Milchsäure um (LÜTKE ENTRUP, 2000). Hierdurch kommt es schließlich zur Absenkung des pH-Wertes, was zur Unterdrückung von Gärungsschädlingen wie z. B. Buttersäurebakterien führt, da diese sich nur bei höheren pH-Werten gut vermehren können (WILHELM, 1999). Milchsäurebakterien dagegen sind noch bis zu pH-Werten von 3 – 3,5 lebensfähig, wobei ihr Reaktionsoptimum allerdings eher im schwach sauren Bereich liegt (MÜLLER, 2006).

Bei der **Essigsäuregärung** handelt es sich um eine eher unerwünschte Gärung. Sie ist abhängig vom Gehalt an im Futterstock verbleibendem Sauerstoff, also somit vom Grad der Verdichtung (WILHELM, 1999). Verantwortlich für die Essigsäuregärung sind Coli-Bakterien, welche ebenso wie die Milchsäurebakterien leicht vergärbare Kohlenhydrate umsetzen. Vor allem unter aeroben Bedingungen können sie sich gut vermehren, also solange noch Restsauerstoff vorhanden ist. Sie können allerdings auch Sauerstoff aus Verbindungen wie

z. B. Nitrat nutzen. Wird Essigsäure bis zu einem Gehalt von 3 % an der T gebildet, ist dies positiv für die Stabilität der Silage nach dem Öffnen. Werden allerdings größere Mengen gebildet, führt dies zu geringerer Futterraufnahme wegen des stechenden Geruches der Essigsäure (MÜLLER, 2006).

Die **Buttersäuregärung** ist eine absolut unerwünschte und sogar gefährliche Gärung. Sie läuft ebenso wie die Milchsäuregärung unter anaeroben Bedingungen ab und ist lediglich durch rasche und ausreichend tiefe Absenkung des pH-Wertes zu unterdrücken. Buttersäurebakterien gelangen meist über Futterverschmutzungen in die Silage. Sie setzen nicht nur Zucker um, sondern auch bereits gebildete Milchsäure, wodurch zum einen der Energiegehalt der Silage stark absinkt und zum anderen der Konservierungseffekt wieder aufgehoben wird, was zum Verderb der Silage führen kann. Außerdem zersetzen manche Formen auch das Futtereiweiß, wobei Ammoniak frei wird, welches zusätzlich die Gärqualität mindert (MÜLLER, 2006).

Nach WILHELM (1999) liegt das Optimum für das **Verhältnis zwischen Milch-, Essig- und Buttersäure** bei 3 : 1 : 0. Dabei sollte für eine sehr gute Gärqualität laut DLG (2006) der Gehalt an Buttersäure maximal 0,3 % der T betragen, der an Essigsäure bei unter 3 % der T liegen. Ein Milchsäure-Essigsäure-Verhältnis von 4 – 5 : 1 ist Zeichen für eine homofermentative, d. h. reine Milchsäuregärung (ZIMMER, 1993). Nach GERHOLD und MEUSBURGER (2009) handelt es sich um gute Silagen, wenn das typische Gär säurenmuster von 80 – 90 % Milchsäure, 10 – 20 % Essigsäure sowie möglichst keiner Buttersäure erzielt wird.

Der **pH-Wert** sollte je nach T-Gehalt des zu vergärenden Futters bei höchstens 4 – 5 liegen, wobei er umso niedriger sein sollte, umso feuchter das Futter ist (DLG, 2006).

2.1.2 Phasen der Gärung

(PAHLOW, 2003)

Im Verlauf des Silierprozesses unterscheidet man grundsätzlich 3 verschiedene Phasen: die aerobe Phase, die Hauptgärphase und die Lagerphase. Die Übergänge der Phasen sind fließend.

Die **aerobe Phase** ist, wie der Name sagt, geprägt durch das Vorhandensein von Luftsauerstoff. Sie ist bei Temperaturen von 15 – 20 °C innerhalb weniger Stunden abgeschlossen. Die an den Futterpflanzen anhaftenden Bakterien und Pilze veratmen den für sie energetisch sehr günstigen Restsauerstoff und vermehren sich dabei sehr stark.

Hierbei entsteht Wärme. Da ab Temperaturen über 40 °C die Verdaulichkeit des Futtereiweißes sinkt und die meisten Schimmelpilze unter aeroben Bedingungen gut gedeihen, sollte jegliches Nachsickern von Luftsauerstoff durch sorgfältige Verdichtung vermieden werden. Die aerobe Phase ist beendet, wenn der gesamte Sauerstoff im Futterstock veratmet ist.

In der **Hauptgärphase** sind dann nur noch Bakterien und Hefen aktiv, die in der Lage sind unter anaeroben Bedingungen zu bestehen und mit Hilfe von Gärung Energie zu gewinnen. Diese Phase dauert in der Regel nur 1 Woche. Es kommt zum Absterben des Pflanzengewebes und somit zum Austreten der Zellinhaltsstoffe, die dadurch für die Mikroorganismen in der Silage verfügbar werden. Zunächst konkurrieren in dieser Phase die Milchsäurebakterien mit Enterobakterien, Clostridien, Listerien, bestimmten Bacillusarten und Hefepilzen um den Pflanzenzucker. Durch schnelles Absenken des pH-Wertes in Folge der Bildung von Milchsäure und auch Essigsäure werden die meisten schädlichen Mikroorganismen allerdings unterdrückt und somit auch die Bildung qualitätsmindernder Stoffe wie Enterotoxine und Buttersäure. Außerdem wird durch den niedrigen pH-Wert ebenfalls die Aktivität eiweißabbauender Enzyme gehemmt, wodurch das Futtereiweiß geschützt und die Bildung puffernder Substanzen verhindert wird.

Die Mindestsilierdauer beträgt 4 – 6 Wochen. Bei früherem Anschnitt kann es zum Verderb der Silage kommen.

Die anschließende **Lagerphase** beginnt, wenn die Intensität des Fermentationsprozesses nachlässt. Es sind jetzt nur noch wenige besonders säuretolerante Enzyme aktiv, welche in eher geringem Umfang Speicher- und Gerüstsubstanzen zu leicht vergärbaren Kohlenhydraten abbauen, wodurch Zuckerverluste bei längerer Lagerung ausgeglichen werden. Die Milchsäurebakterien sterben nun weitestgehend ab, dies wird als „Selbstentkeimung“ bezeichnet. Hefen und Arten von Bacillus sowie Clostridium befinden sich nun in einem Ruhestadium. Unter günstigen Bedingungen, wie z. B. Ausschluss von Sauerstoff ist die Silage stabil und die Lagerung kann theoretisch beliebig lange andauern.

In der nachfolgenden Abbildung 1 ist jeweils für eine stabile und eine labile Silage die Entwicklung des Gehaltes an Milch-, Essig- und Buttersäure sowie die des pH-Wertes während des Silierverlaufes vergleichend dargestellt. Zusätzlich ist die pH-Wachstumsgrenze der Clostridien, also der Buttersäurebildner eingezeichnet.

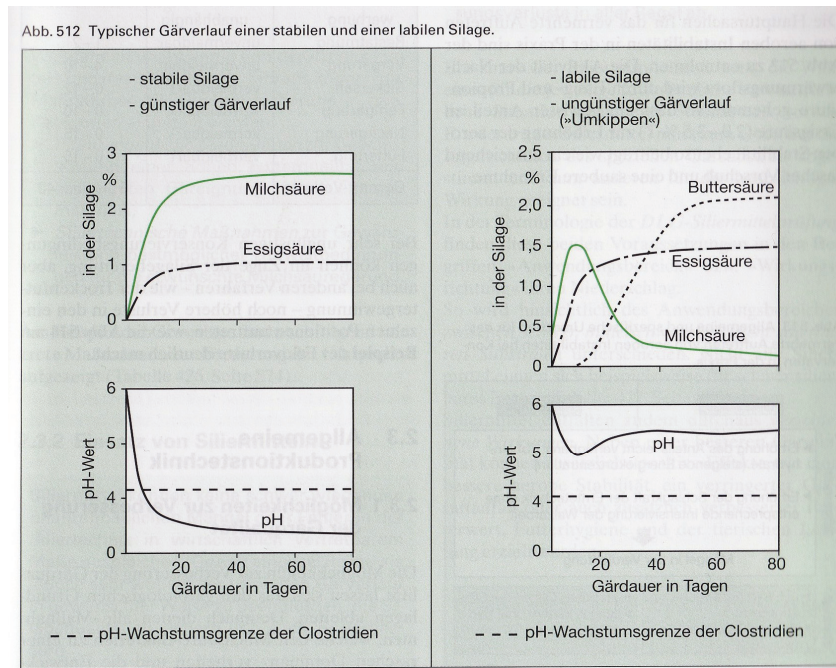


Abbildung 1: Typischer Gärverlauf einer stabilen und einer labilen Silage; Quelle: MÜLLER, 2006

2.2 Sensorische Eigenschaften von Silagen

Die sensorischen Eigenschaften von Silagen können unterteilt werden in die Kategorien Geruch, Farbe und Gefüge. Mit Hilfe der Beurteilung dieser können bereits vor der analytischen Untersuchung der Silagen erste Aussagen zu deren Qualität getroffen und eventuelle Mängel aufgedeckt werden. Schimmel lässt sich z. B. ziemlich schnell erkennen anhand weißer Partien im Siliergut, was auf mangelhaftes Abdichten des Silos und Zutritt von Sauerstoff hinweist. Durch den Geruchssinn können z. B. leicht Fehlgärungen identifiziert werden (Buttersäuregärung, zu starke Essigsäuregärung), welche durch mangelhaftes Verdichten des Siliergutes sowie Eintrag von zu viel Schmutz ins Silo hervorgerufen werden können.

Gute Maissilage sollte angenehm säuerlich (aromatisch, brotartig), nicht nach Alkohol, oder Buttersäure riechen. Sie sollte auch keinen wahrnehmbaren Essigsäuregeruch aufweisen und frei sein von Fremdgerüchen. Auch sollte sie weder nach Hefe noch schimmelig riechen. Farbe und Gefüge sollten möglichst der bzw. dem des Ausgangsmaterials entsprechen. (s. „Sinnenschlüssel Maissilage“ im Anhang).

Gute Grassilage sollte ebenfalls angenehm säuerlich (aromatisch, würzig) riechen. Sie sollte frei sein von Buttersäure sowie von anderen Fremdgerüchen und keinen wahrnehmbaren Essigsäuregeruch aufweisen. Farbe und Gefüge sollten wiederum möglichst der bzw. dem des Ausgangsmaterials entsprechen. (s. „Sinnenschlüssel Grassilage“ im Anhang).

2.3 Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Silagen und deren Ausgangsmaterial

Wichtige Inhaltsstoffe von Silagen sind, wie oben bereits erwähnt, die verschiedenen Gärssäuren. Weitere wichtige Inhalts- und z. T. auch Nährstoffe, welche auch im Ausgangsmaterial zu finden sind, sind Zucker, Stärke (bei Mais), Rohasche (XA), Saure und Neutrale Detergentienfaser (ADForg, NDForg), Rohfett (XL), Rohprotein (XP) und Enzymlösliche organische Substanz (ELOS). Beim Energiegehalt lässt sich unterscheiden in die Umsetzbare Energie (ME) und die Netto-Energie-Laktation (NEL).

In der nachfolgenden Abbildung 2 sind vergleichend die Weender Analyse von Futtermitteln und die Erweiterte Futtermittelanalytik dargestellt. Unter den darin befindlichen Fraktionen sind auch die meisten der oben bereits genannten Inhaltsstoffgruppen wieder zu finden.

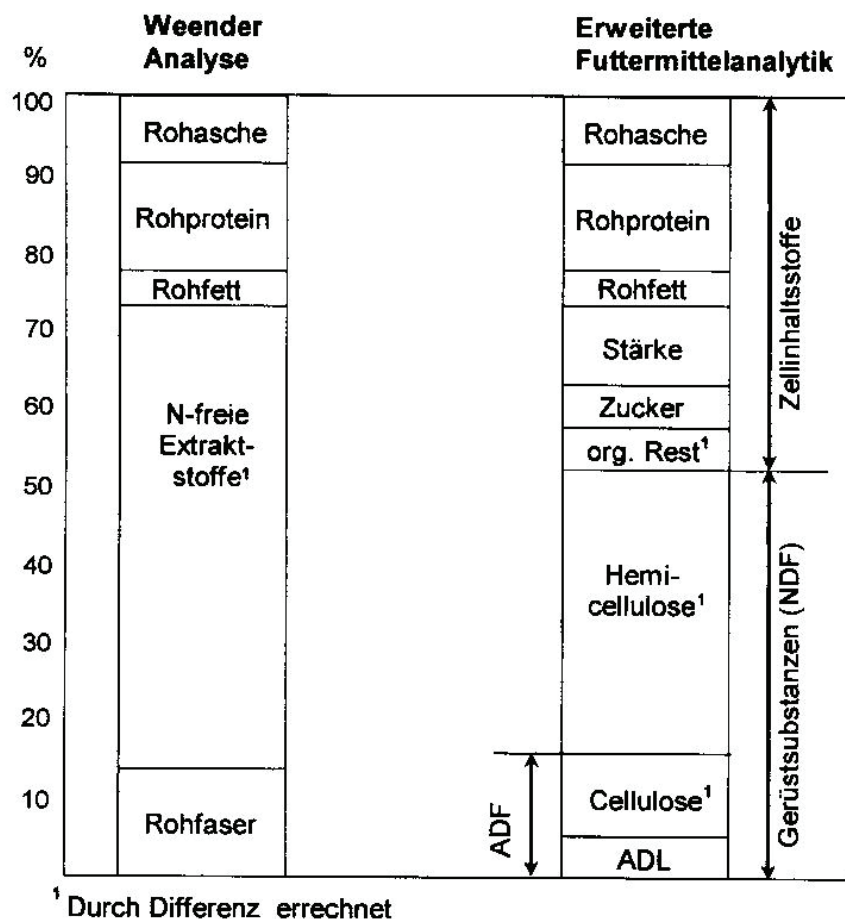


Abbildung 2: Fraktionen bei der Weender Analyse und bei der Erweiterten Futtermittelanalytik; Quelle: JEROCH, 1999

Unter **Zucker** versteht man im Zusammenhang der Futtermittelbewertung die Gesamtmenge an wasserlöslichen, vergärbaren Kohlenhydraten. Hierzu gehören die Saccharose, die Glucose und die Fructose. Der Zucker wird während der Silierung zum größten Teil in Gärsäuren umgewandelt, weshalb sein Gehalt in Silagen geringer ist als der im Ausgangsmaterial.

Unter der **Rohasche** versteht man den Rückstand, der nach Veraschung im Muffelofen bei 600 °C zurückbleibt. Es handelt sich hierbei um die mineralischen Bestandteile des Futtermittels, welche sich aus den Mineralstoffen sowie Sand zusammensetzen. Höhere Gehalte an Rohasche weisen somit auf Verschmutzung des Futters durch unsachgemäße Ernte und Lagerung hin.

Bei der **Sauren** und der **Neutralen Detergentienfaser** handelt es sich um Gerüstsubstanzen, welche beim Kochen in saurer bzw. neutraler Lösung zurückbleiben. Sie werden anstelle der Rohfaser als Kriterien zur Beurteilung der Verdaulichkeit des Futtermittels herangezogen. Bei der ADForg handelt es sich um die Zellwandbestandteile Cellulose und Lignin, welche unverdaulich sind, bei der NDForg kommt noch die Hemicellulose hinzu, welche teilweise verdaulich ist. Das Kürzel „org“ verdeutlicht, dass durch einen zusätzlichen Analyseschritt, der Veraschung, Silikate und Ähnliches aus der Zellwand herausgelöst werden, so dass es sich schließlich nur noch um organische Bestandteile, also um aschefreie Zellwand handelt (DUNKER, 2009). Der Parameter ADForg ist i. d. R. 20 – 50 g höher als der Rohfasergehalt (DUNKER, 2010). Beide Parameter steigen mit zunehmendem Alter der Futterpflanzen an, womit ein Absinken des Energiegehaltes einhergeht.

Das **Rohfett** ist definiert als Fraktion, welche im Fettlösungsmittel Petrolether löslich ist. Hierzu gehören nicht nur die eigentlichen Fette (Neutralfette) sondern auch fettähnliche Substanzen (Lipoide), wie Phosphatide, Wachse, Steroide, Carotinoide und ätherische Öle.

Das **Rohprotein** ist ein Nahrungsmaß für den Proteingehalt des Futtermittels. Zu dieser Fraktion gehören alle Bestandteile, welche Stickstoff enthalten, also auch Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen, wie z. B. freie Aminosäuren und Harnstoff. Der Gehalt an Rohprotein ergibt sich aus der Multiplikation des Stickstoffgehaltes mit 6,25 (ergibt sich aus dem durchschnittlichen Stickstoffgehalt in Proteinen von 16 %). Er sollte nicht zu hoch sein, da Proteine puffernd wirken, was die Silierung negativ beeinflusst. Abhängig ist der Rohproteingehalt vom Alter der Futterpflanze, wobei er bei Silomais und Gras mit zunehmender Reifung absinkt. Bei verstärkter Essigsäuregärung während der Silierung kommt es zu massivem Abbau von Protein (WILHELM; WURM, 1999).

Mit der **Enzymlöslichen organischen Substanz** (ELOS) wird die verdauliche organische Masse bezeichnet. Ihr Wert spiegelt die Verdaulichkeit des Futtermittels wieder. Je höher er ist, desto besser ist die Verdaulichkeit des Futtermittels (AELF CHAM, 2009). Die ELOS liegt oft in der Größenordnung der vom Tier verdaulichen organischen Masse (FLEISCH-ERZEUGERRING TRAUENSTEIN E. V., 2009). Sie hat bei Maissilagen den größten Einfluss auf den Gehalt an NEL (DUNKER, 2010).

Der **Energiegehalt** von Silagen und deren Ausgangsmaterial wird üblicherweise als Umsetzbare Energie (ME) und als Netto-Energie-Laktation (NEL) angegeben. Die ME ist die Energie des Futters, die dem Tier nach Abzug der Energie im Kot, Harn und Methan für Erhaltung und Leistung zur Verfügung steht. Um die NEL zu erhalten wird hiervon zusätzlich die Wärmeenergie abgezogen. Der Energiegehalt ist abhängig von den Gehalten der einzelnen Inhaltsstoffe. Er sinkt mit zunehmendem Alter der Futterpflanzen durch das prozentuale Ansteigen der unverdaulichen Gerüstsubstanzen.

Während der Silierung sinkt der Nettoenergiegehalt aufgrund unvermeidbarer **Verluste** um insgesamt 5 – 12 %, durch Restatmung um 1 – 2 % und durch die Vergärung selbst um 4 – 10 %. Weitere Verluste, durch Gärsaft, Feldverluste, Fehlgärungen, Aerober Verderb und Nacherwärmung, sind verfahrensabhängig bzw. vermeidbar (DLG, 2006; nach ZIMMER, 1968). Bei verstärkter Essigsäuregärung kann es z. B. zu einem bis zu 10fachen Energieverlust gegenüber der Milchsäuregärung kommen (WILHELM; WURM, 1999). Verluste an Trockensubstanz aufgrund der Gärung sind bei Trockensubstanzgehalten des Ausgangsmaterials über 30 % mit 5 % bei gutem und mit 10 % bei schlechtem Gärungsverlauf zu veranschlagen (WEISSBACH, 1993).

In der nachfolgenden Tabelle 1 sowie Tabelle 2 wurden Richtwerte und Erfahrungswerte für wichtige Inhaltsstoffe und für Energiegehalte in Silomais und Maissilage bzw. in Gras und Grassilage aus verschiedenen Quellen zusammengetragen (Erfahrungswerte sind kursiv herorgehoben). Bei den Werten für Gras und Grassilage handelt es sich um Werte für den 2. und darauf folgende Schnitte, da in dieser Arbeit Gras aus dem 3. Schnitt als Probenmaterial verwendet wird.

Tabelle 1: Richt- und Erfahrungswerte für Inhaltsstoffe und Energiegehalte in Silomais und Maissilage

Parameter	Silomais		Maissilage	
T	28 - 36 %	(MÜLLER, 2003)	30 - 35 % 28 - 35 % 300 - 400 g/kg	(LWK HANNOVER, 1999) (DLG, 2006) (DUNKER, 2010)
MS			2 - 3 % T	(GROSS; STAUDACHER, 1990)
ES			0,5 - 1 % T	(GROSS; STAUDACHER, 1990)
BS			< 0,3 %	(MÜLLER, 2006)
pH-Wert			< 4,2 3,8 - 4,6	(HOFFMANN; RICHARDT, 2003) (GROSS; STAUDACHER, 1990)
Zucker	110 g/kg T 70 - 142 g/kg T 5 - 7 % T	(DLG, 2006) (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) (GROSS; STAUDACHER, 1990)	6 - 15 g/kg T	(UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)
Stärke	138 - 325 g/kg T	(UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	> 25 % T > 30 % T > 330 g/kg T > 337 g/kg T	(LWK HANNOVER, 1999) (DLG, 2006) (DUNKER, 2009) (DUNKER, 2010)
XA	42 - 52 g/kg T	(UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	< 5 % T < 80 g/kg T < 45 g/kg T	(LWK HANNOVER, 1999) (HOFFMANN; RICHARDT, 2003) (DUNKER, 2010)
NDForg			350 - 400 g/kg T	(DUNKER, 2010)
XL	23 - 29 g/kg T	(UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	32 - 34 g/kg T 30 - 36 g/kg T 25 - 35 g/kg T	(LÜTKE ENTRUP, 2000) (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) (DUNKER, 2010)
XP	8,5 % T 82 - 90 g/kg T 77 - 86 g/kg T	(MÜLLER, 2006) (GROSS; STAUDACHER, 1990) (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	80 - 88 g/kg T 85 - 90 g/kg T < 90 g/kg T	(LÜTKE ENTRUP, 2000) (GROSS; STAUDACHER, 1990) (DUNKER, 2010)
ELOS			> 700 g/kg T	(DUNKER, 2010)
MJ ME/kg T	10,23 - 11,14	(UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	≥ 10,7 ≥ 10,8 10,05 - 11,06	(LWK HANNOVER, 1999) (DLG, 2006) (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)
MJ NEL/kg T	6,11 - 6,79 6,3 - 7,0	(UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) (GROSS; STAUDACHER, 1990)	≥ 6,4 6,31 - 6,71 5,97 - 6,71 > 6,5	(LWK HANNOVER, 1999) (LÜTKE ENTRUP, 2000) (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) (DUNKER, 2010)

Tabelle 2: Richt- und Erfahrungswerte für Inhaltsstoffe und Energiegehalte in Gras und Grassilage

Parameter	Gras	Grassilage
T	30 - 40 % (MÜLLER, 2003)	300 - 400 g/kg (GERHOLD; MEUSBURGER, 2007) 350 - 400 g/kg (DUNKER, 2010)
MS		> 5 % T (LWK HANNOVER, 1999) > 50 g/kg T (GERHOLD; MEUSBURGER, 2007)
ES		10 - 30 g/kg T (GERHOLD; MEUSBURGER, 2007)
BS		< 0,3 % T (MÜLLER, 2006)
pH-Wert		4,3 - 4,5 (LWK HANNOVER, 1999) 4,2 - 4,8 (HOFFMANN; RICHARDT, 2003)
Zucker	92 - 173 g/kg T (DLG, 2006) 8 - 19 % T (MÜLLER, 2006) 4 - 8 % T (GROSS; STAUDACHER, 1990) 10 - 25 % T (ZIMMER, 1987)	> 30 g/kg T (DUNKER, 2010) > 50 g/kg T (HOFFMANN; RICHARDT, 2003) 0 - 5 % T (ZIMMER, 1987)
XA	< 120 g/kg T (HOFFMANN; RICHARDT, 2003)	< 9 % T (LWK HANNOVER, 1999) < 100 - 110 g/kg T (GERHOLD; MEUSBURGER, 2007) 112 - 119 g/kg T (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) < 100 g/kg T (DUNKER, 2010) < 140 g/kg T (HOFFMANN; RICHARDT, 2003)
ADForg		250 - 300 g/kg T (DUNKER, 2010)
XL	35 - 40 g/kg T (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	38 - 47 g/kg T (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) 30 - 50 g/kg T (DUNKER, 2009) > 30 g/kg T (DUNKER, 2010)
XP	16,8 - 18 % T (MÜLLER, 2006) 144 - 183 g/kg T (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) 13,2 % T (GROSS; STAUDACHER, 1990)	140 - 180 g/kg T (HOFFMANN; RICHARDT, 2003) < 170 g/kg T (DUNKER, 2010)
ELOS		> 70 % T (AELF PASSAU-ROTTHALMÜNSTER, 2009)
MJ ME/kg T	9,73 - 10,21 (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	≥ 10,0 (DLG, 2006) 9,30 - 10,04 (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)
MJ NEL/kg T	6,1 (LÜTKE ENTRUP, 2000) 5,74 - 6,12 (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997)	> 6,1 (LWK HANNOVER, 1999) > 5,8 (HOFFMANN; RICHARDT, 2003) > 5,6 (LÜTKE ENTRUP, 2000) 5,46 - 5,98 (UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 1997) > 6,0 (DUNKER, 2010)

3 Material und Methoden

Bei dem einsilierten Mais handelt es sich in beiden Versuchsdurchläufen um die gleiche Mischung verschiedener Silomaisarten, welche zuvor während des Häckselns mit Milchsäurebakterien als Sillierhilfsmittel geimpft wurden.

Bei dem für die Silierung verwendeten Gras handelt es sich jeweils um einen recht späten 3. Schnitt (September) der gleichen Fläche.

3.1 Probenvorbereitung

Der Silomais sowie das Gras wurden unmittelbar nach der Anlieferung zum einen Teil direkt einsiliert und zum anderen Teil bei -18 °C eingefroren. Das eingefrorene Material wurde nach ca. 4 bzw. 3 Wochen bei 4 °C schonend über etwa 3 Tage lang wieder aufgetaut und anschließend einsiliert.

Von dem Material wurden jeweils durchschnittlich 860 g (Silomais) bzw. 795 g (Gras) in Weckgläser á 1 l eingefüllt und luftdicht abgeschlossen. Insgesamt wurden 9 Gläser pro Versuch gefüllt und anschließend bei Zimmertemperatur und Dunkelheit gelagert.

Die Öffnungen der Silagen erfolgten jeweils nach 1, 4 und 6 Wochen. An jedem Öffnungstermin wurden 2 Gläser geöffnet, welche möglichst geringe und einander ähnliche Verlustwerte aufwiesen, was durch Wägung bestimmt wurde. Außerdem wurden Gläser mit Schimmel von den Öffnungen ausgeschlossen.

3.2 Bestimmung des Gärverlustes

Für die Bestimmung des Gärverlustes werden zunächst die Leergewichte der Einweckgläser sowie die Einwaagen des Siliergutes erfasst. Im Silierverlauf werden dann jeweils nach 1, 4 und 6 Wochen die Gläser samt Inhalt zurückgewogen.

Der Gärverlust in % ergibt sich schließlich aus der Formel:

$$\text{Gärverlust in \%} = \frac{((\text{Leergewicht in g} + \text{Einwaage in g}) - \text{Rückwaage (brutto) in g}) \times 100}{\text{Einwaage in g}}$$

3.3 Sensorische Beurteilung

Für die sensorische Beurteilung wird direkt nach dem Öffnen des Glases zunächst überprüft, ob eventuell Alkoholgeruch wahrzunehmen ist, bevor sich dieser verflüchtigt. Anschließend wird das silierte Material in eine saubere Schale gegeben und gut durchmischt. Olfaktorische, visuelle sowie haptische Eigenschaften werden schließlich nach den Sinnen-schlüsseln für Mais- und Grassilage (s. Anhang) beurteilt. Die Bewertung erfolgt als Bepunktung negativer Eigenschaften in Form von Qualitätsabzügen.

3.4 Analytische Methoden

Für die Bestimmung des Gehaltes an Rohasche, NDForg, ADForg, Rohfett, Rohprotein sowie ELOS wurden das frische und das silierte Material bei 60 °C getrocknet und anschließend auf 1 mm Siebgröße vermahlen. Für die Bestimmung des Gehaltes an Zucker und Stärke wurde das Material gefriergetrocknet und anschließend auf 0,5 mm Siebgröße vermahlen. Das getrocknete und vermahlene Material wurde anschließend dunkel aufbewahrt. Zusätzlich wurde hier die analytische Trockenmasse ermittelt, da das Material während der Aufbewahrung Feuchtigkeit aufnimmt.

Für die Bestimmung der Gehalte an Gärsäuren wurden je geöffnetem Glas 100 g frische Silage in 1 l – Maßkolben eingefüllt, mit dest. Wasser aufgefüllt und mind. 12 Stunden stehen gelassen. Anschließend wurde filtriert und das Filtrat in Probeflaschen umgefüllt, welche bis zur Analyse der Gärsäuren eingefroren wurden. Zusätzlich wurde der pH-Wert des Filtrates erfasst.

Die Bestimmung des Essig- sowie Buttersäuregehaltes nach *Lepper* wurde nur beim Silomais vorgenommen. Beim silierten Gras wurde lediglich der Gehalt an Essigsäure enzymatisch bestimmt, da zum einen das Filtrat aufgrund von Verderb nicht mehr ausreichte für die Bestimmung nach *Lepper* und zum anderen sich herausstellte, dass der Gehalt an Buttersäure zu vernachlässigen war.

Der Stärkegehalt wurde nur beim Silomais bestimmt, da dieser beim Gras keine Rolle spielt. Für die Bestimmung der Faserbestandteile bzw. Gerüstsubstanzen wurde beim Mais die Kategorie ADForg und beim Gras NDForg untersucht, da diese jeweils für die Berechnung des Energiegehaltes der beiden Produktgruppen relevant sind.

Bei den Untersuchungen wurden i. d. R. Doppelbestimmungen vorgenommen.

3.4.1 Bestimmung der Trockensubstanz bzw. der analytischen Trockensubstanz

Für die Bestimmung der Trockensubstanz wird 100 – 370 g der unzerkleinerten Probe bzw. für die Bestimmung der analytischen Trockensubstanz etwa 5 g der vermahlenden Probe im Trockenschrank bei einer Temperatur von 105 °C bis zur Massekonstanz getrocknet. Der Rückstand wird jeweils durch Differenzwägung ermittelt.

Der prozentuale Trockensubstanzgehalt errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$T \text{ in } \% = \frac{(m_3 - m_1) \times 100}{m_2}$$

m_1	Leermasse in g
m_2	Probeneinwaage in g
m_3	Leermasse und Masse der Probe nach der Trocknung in g

3.4.2 Enzymatische Bestimmung von Milchsäure

Die Bestimmung des Gehaltes an Milchsäure erfolgt enzymatisch. Hierfür wird ein Testset von r-biopharm verwendet.

Diese Art der Bestimmung beruht auf einer Oxidation der L-Milchsäure mit der zugegebenen L-Lactat-Dehydrogenase (LDH) unter basischen Bedingungen zu Pyruvat. Parallel hierzu wird ebenfalls zugesetztes NAD^+ zu $\text{NADH} + \text{H}^+$ reduziert, welches schließlich fotometrisch erfasst wird. Die Menge an $\text{NADH} + \text{H}^+$ ist äquivalent zur in der Probe enthaltenen Menge an L-Milchsäure (WALTHER, 2006).

Das Testset enthält zur Einstellung des basischen Milieus einen Glycylglycinpuffer und NAD^+ in Form von NAD-Lyophilisat. Die Glutamat-Pyruvat-Transaminase-Suspension (GPT) dient der Umwandlung des Pyruvats. Dies ist notwendig, da das Reaktionsgleichgewicht bei der Reaktion mit LDH auf Seiten der L-Milchsäure und des NAD^+ liegt und nur durch Entzug des Pyruvats weiterer Umsatz der L-Milchsäure stattfinden kann (WALTHER, 2006).

Die fotometrische Messung erfolgt bei einer Wellenlänge von 340 nm. Zunächst wird die Extinktion E1 nach Zugabe des Puffers, des NAD^+ und der GPT-Suspension erfasst. Nach Ablauf der Reaktion mit LDH (ca. 30 min) wird die Extinktion E2 gemessen.

Neben den Probelösungen werden jeweils ein Leerwert und ein Standard hergestellt, um die Eigenfärbung der Testlösungen herausrechnen zu können bzw. die Genauigkeit der Analyse festzustellen.

Die allgemeine Berechnungsformel für die Bestimmung der Konzentration lautet:

$$C = \frac{V \times MG}{\epsilon \times d \times v \times 1000} \times \Delta E \text{ [g/l]}$$

V	Testvolumen in ml
v	Probevolumen in ml
MG	Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz (g/mol)
d	Schichtdicke in cm
ϵ	Extinktionskoeffizient von NADPH bei 340 nm

Hieraus ergibt sich für die L-Milchsäure:

$$C = \frac{2,240 \times 90,1}{6,3 \times 1,00 \times 0,02 \times 1000} \times \Delta E \text{ [g L-Milchsäure/ l Probelösung]}$$

3.4.3 Bestimmung von Essig- und Buttersäure nach *Lepper*

Bei der Bestimmung des Gehaltes an Essig- und Buttersäure in der Maissilage wird ein von *Wiegner* und *Magasanik* entwickeltes und von *Lepper* weiter variiertes Verfahren durch Destillation mit Hilfe spezieller Geräte angewendet.

Aus dem Filtrat (200 ml) werden nach Ansäuern mit 5 ml verdünnter Schwefelsäure innerhalb von 20 min 100 ml in ein Messkölbchen und während anschließender 10 min weitere 50 ml in ein zweites Messkölbchen abdestilliert. Die beiden Destillate enthalten nun einen bestimmten Anteil der im Filtrat enthaltenen Essig- und Buttersäure. Anschließend werden von den beiden Destillaten 50 bzw. 20 ml entnommen und jeweils mit 0,05 N Natronlauge gegen Phenolphthalein bis zur schwachen, nicht anhaltenden Rotfärbung titriert. Die Titrationswerte werden bezeichnet mit D1 und D2. Mit Hilfe bestimmter Übergangskoeffizienten lassen sich aus den ermittelten Titrationswerten die im Gesamtextrakt enthaltenen Mengen an Gärsäuren berechnen.

Die Übergangskonstanten für Essigsäure (ES) und Buttersäure (BS) betragen:

ES in D1 = 37,95 %; in D2 = 24,01 %

BS in D1 = 78,69 %; in D2 = 17,42 %

Die sich nach weiteren Berechnungen daraus ergebenden Formeln für die Gehalte an Essig- und Buttersäure lauten:

$$\% \text{ ES} = 0,0962 \text{ D2} - 0,0213 \text{ D1}$$

$$\% \text{ BS} = 0,0431 \text{ D1} - 0,0680 \text{ D2}$$

3.4.4 Enzymatische Bestimmung der Essigsäure

Die Bestimmung des Gehaltes an Essigsäure erfolgt bei der Untersuchung der Grassilage enzymatisch. Hierfür wird ein Testset von r-biopharm verwendet.

Bei dieser Methode wird die Essigsäure in Gegenwart des Enzyms Acetyl-CoA-Synthetase durch ATP und Coenzym A (CoA) zu Acetyl-CoA umgesetzt. Acetyl-CoA reagiert weiterhin mit Oxalacetat bei Anwesenheit von Citrat-Synthase zu Citrat. Das für die eben beschriebene Reaktion benötigte Oxalacetat wird in einer vorgeschalteten Indikatorreaktion aus L-Malat und NAD in Gegenwart von L-Malat-Dehydrogenase gebildet. Hierbei wird NAD zu NADH reduziert, welches schließlich fotometrisch erfasst wird.

Nach der allgemeinen Berechnungsformel für die Bestimmung der Konzentration (s. Kapitel 3.4.2) ergibt sich für Berechnung des Essigsäuregehaltes folgende Formel:

$$C = \frac{3,230 \times 60,05}{6,3 \times 1,00 \times 0,01 \times 1000} \times \Delta E \text{ [g Essigsäure/ l Probelösung]}$$

3.4.5 Enzymatische Bestimmung des Zuckers

Für die Bestimmung des Gehaltes an Zucker erfolgt zunächst eine Extraktion. Hierfür wird 1 g des Probenmaterials auf 0,0001 g genau in 100 ml-Maßkolben eingewogen, mit ca. 30 ml dest. Wasser versetzt und im Schüttelwasserbad 60 min lang bei 60 °C extrahiert. Nach dem Abkühlen wird mit dest. Wasser auf 100 ml aufgefüllt, geschüttelt und filtriert. Bis zur weiteren Untersuchung werden die Proben gefroren gelagert.

Die Bestimmung des Gehaltes an Zucker (Saccharose, D-Glucose und D-Fructose) erfolgt enzymatisch. Hierfür wird ein Testset von r-biopharm verwendet. Das Prinzip dieses Tests beruht darauf, dass der Gehalt an D-Glucose vor und nach enzymatischer Hydrolyse der

Saccharose bestimmt wird. D-Fructose wird im Anschluss an die D-Glucose-Bestimmung gemessen.

Für die D-Glucose-Bestimmung vor der Inversion wird die D-Glucose in Gegenwart von Hexokinase mit ATP phosphoryliert. Das hierbei entstehende D-Glucose-6-phosphat (G-6-P) wird von NAD in Gegenwart von Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase oxidiert. Dabei entsteht reduziertes NADPH, welches der Menge an D-Glucose äquivalent ist und fotometrisch erfasst wird.

Für die Bestimmung der D-Fructose wird diese in Gegenwart von Hexokinase mit ATP phosphoryliert. Das hierbei entstehende D-Fructose-6-phosphat wird anschließend durch Phosphoglucose-Isomerase in G-6-P überführt. Dieses reagiert wie oben beschrieben mit NADP zu NADPH, welches wiederum als Messgröße dient.

Die enzymatische Hydrolyse der Saccharose zu D-Glucose und D-Fructose geschieht mit Hilfe von β -Fructidase (Invertase). Die Bestimmung der D-Glucose nach Inversion (Gesamt-D-Glucose) erfolgt nach dem oben beschriebenen Prinzip. Aus der Differenz der D-Glucose-Konzentrationen vor und nach enzymatischer Inversion wird er Gehalt an Saccharose berechnet.

Nach der allgemeinen Berechnungsformel für die Bestimmung der Konzentration (s. Kapitel 3.4.2) ergeben sich für Berechnung der Zuckergehalte folgende Formeln:

Saccharose:

$$C = \frac{3,020 \times 342,3}{6,3 \times 1,00 \times 0,1 \times 1000} \times \Delta E \text{ [g Saccharose/ l Probelösung]}$$

D-Glucose:

$$C = \frac{3,020 \times 180,16}{6,3 \times 1,00 \times 0,1 \times 1000} \times \Delta E \text{ [g D-Glucose/ l Probelösung]}$$

D-Fructose:

$$C = \frac{3,040 \times 180,16}{6,3 \times 1,00 \times 0,1 \times 1000} \times \Delta E \text{ [g D-Fructose/ l Probelösung]}$$

3.4.6 Enzymatische Bestimmung der Stärke

Für die Bestimmung des Gehaltes an Stärke erfolgt zunächst eine Extraktion. Hierfür werden 0,2 g der gefriergetrockneten Probe auf 0,0001 g genau in 100 ml-Maßkolben eingewogen, mit ca. 30 ml dest. Wasser versetzt und 10 min lang im Schüttelwasserbad bei 80 °C mäßig geschüttelt. Anschließend werden 0,3 ml thermostabile Amylase (Termamyl 120L) zugegeben. Die Probenaufschlüsse werden schließlich weitere 60 min bei 80 °C im Schüttelwasserbad unter mäßigem Schütteln inkubiert. Nach dem Abkühlen wird mit dest. Wasser auf 100 ml aufgefüllt, geschüttelt und filtriert. Bis zur weiteren Untersuchung werden die Proben gefroren gelagert.

Die Bestimmung des Gehaltes an Stärke erfolgt enzymatisch. Hierfür wird ein Testset von r-biopharm verwendet. Ermittelt wird hierbei der Gehalt an Glucose, in welche die Stärke zuvor aufgespalten wurde, nach dem Prinzip, welches bereits in Kapitel 3.4.5 beschrieben wurde. Allerdings muss der Gehalt an freier Glucose abgezogen werden.

Die allgemeine Berechnungsformel für die Bestimmung der Konzentration lautet:

$$C = \frac{V \times MG}{\epsilon \times d \times v \times 1000} \times \Delta E \text{ [g/l]}$$

V Testvolumen in ml

v Probevolumen in ml

MG Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz (g/mol)

d Schichtdicke in cm

ϵ Extinktionskoeffizient von NADPH bei 340 nm

Hieraus ergibt sich für die Stärke:

$$C = \frac{2,230 \times 162,1}{6,3 \times 1,00 \times 0,100 \times 1000} \times \Delta E \text{ [g Stärke/ l Probelösung]}$$

3.4.7 Bestimmung der Rohasche

Für die Bestimmung der Rohasche werden ca. 3 g je Probe in Porzellantiegeln im Muffelofen bei 600 °C verascht. Der Gehalt wird schließlich durch Differenzwägung ermittelt.

Der prozentuale Rohaschegehalt wird wie folgt berechnet:

$$\text{XA in \% der T} = \frac{(m_2 - m_1) \times 100 \times 100}{E \times T}$$

m_1	Masse des leeren Porzellantiegels in g
m_2	Masse von Porzellantiegel und Probe nach der Veraschung in g
E	Probeneinwaage in g
T	Trockensubstanzgehalt der Probe in % (analytische T)

3.4.8 Bestimmung der Sauren Detergentienfaser (ADF_{org}) nach *van Soest*

Die Bestimmung des Gehaltes an Saurer Detergentienfaser wird nach der Methode von *van Soest* durchgeführt. Hierfür werden die Proben in einer schwefelsauren Cetyltrimethylammonium-Bromid-Lösung erhitzt. Beim Rückstand, der sich hierbei in den verwendeten Fritten ergibt, handelt es sich um die Saure Detergentienfaser.

Der prozentuale ADF-Gehalt wird wie folgt berechnet:

$$\text{ADF in \% der T} = \frac{(W_2 - W_3) \times 100 \times 100}{W_1 \times T}$$

W_1	Gewicht der Probe (Einwaage) in g
W_2	Gewicht des getrockneten Rückstandes einschließlich Fritte in g
W_3	Gewicht der leeren Fritte in g
T	Trockensubstanzgehalt der Probe in % (analytische T)

3.4.9 Bestimmung der Neutralen Detergentienfaser (NDForg) nach van Soest

Die Bestimmung des Gehaltes an Neutraler Detergentienfaser wird ebenfalls nach der Methode von *van Soest* durchgeführt. Hierfür wird eine Extraktion mit einer neutralen Lösung (mit Natrium-Lauryl-Sulfat) durchgeführt. Beim in den Fritten verbleibenden Rückstand handelt es sich schließlich um die Neutrale Detergentienfaser.

Der prozentuale NDF-Gehalt wird wie folgt berechnet:

$$\text{NDF in \% der T} = \frac{(W_2 - W_3) \times 100 \times 100}{W_1 \times T}$$

W_1	Gewicht der Probe (Einwaage) in g
W_2	Gewicht des getrockneten Rückstandes einschließlich Fritte in g
W_3	Gewicht der leeren Fritte in g
T	Trockensubstanzgehalt der Probe in % (analytische T)

3.4.10 Bestimmung des Rohfetts

Für die Bestimmung des Rohfettes wird eine Extraktion der Proben mit Petrolether im Soxhlet-Apparat durchgeführt. Beim Rückstand, welcher nach Verdampfen des Extraktionsmittels verbleibt, handelt es sich um das Rohfett.

Der prozentuale Rohfettgehalt wird wie folgt berechnet:

$$\text{XL in \% der T} = \frac{(m_2 - m_1) \times 100 \times 100}{E \times T}$$

m_1	Masse des leeren getrockneten Extraktionsbechers in g
m_2	Masse des Extraktionsbechers mit Fett in g
E	Probeneinwaage in g
T	Trockensubstanzgehalt der Probe in % (analytische T)

3.4.11 Bestimmung des Rohproteins nach *Kjeldahl*

Bei der Bestimmung des Rohproteins nach *Kjeldahl* werden die Proben mit konzentrierter Schwefelsäure unter Zusatz eines Katalysatorgemisches oxidativ aufgeschlossen. Bei den hohen Temperaturen entsteht Schwefeltrioxid, welches sich an die NH-Gruppe der Peptidbindung des Proteins anlagert. Hierbei wird Amidosulfonsäure gebildet, welche gegenüber weiterer Oxidation beständig ist und durch Zersetzen in Ammoniumsulfat übergeht. Aus dem entstandenen Ammonsulfat wird das nach Alkalizusatz freigesetzte Ammoniak mit Hilfe einer Wasserdampfdestillation in eine Schwefelsäure-Vorlage übergetrieben und schließlich mit NaOH-Maßlösung titrimetrisch bestimmt.

Der prozentuale Rohproteingehalt wird wie folgt berechnet:

1. Schritt: Vorlage: 50 ml 0,1 n H₂SO₄
 - Titrationsergebnis - W₁ ml 0,1 n NaOH
 = Menge der verbrauchten Schwefelsäure = W₂ ml 0,1 n H₂SO₄

2. Schritt: 1 ml 0,1 n H₂SO₄ = 1,4 mg N
 d.h. W₂ x 1,4 mg N = Gesamt-N der Futtermittelinwaage

3. Schritt: Gesamt-N der Futtermittelinwaage x 6,25 = XP in mg

4. Schritt:

$$\text{XP in \% der T} = \frac{\text{XP in mg} \times 100 \times 100}{\text{E} \times \text{T}}$$

E Probeneinwaage in mg
 T Trockensubstanzgehalt der Probe in % (analytische T)

3.4.12 Bestimmung der Enzymlöslichen Organischen Substanz (ELOS) über den Cellulasetestwert (CTW)

Die bei der Bestimmung der ELOS angewendete Methode dient zur Bestimmung des durch Cellulase löslichen Anteils der organischen Substanz in Futtermitteln, ausgedrückt als Cellulaseverdaulichkeit. Für die Schätzung des Gehaltes an enzymlöslicher organischer Substanz (ELOS) muss zusätzlich der Gehalt an Rohasche ermittelt werden.

Hierbei werden die Proben nacheinander mit Pepsin-HCl- und Cellulase-Lösung behandelt. Aus der Berechnung des Anteils des getrockneten Rückstandes an der Einwaage ergibt sich der CTW-Wert in % T. Unter Berücksichtigung der Gehalte der Probe an Trockenmasse und Asche wird die Cellulaseverdaulichkeit der organischen Substanz in der Trockensubstanz wie folgt berechnet:

$$\text{CTW in \% der T} = \frac{(W_2 - W_0) \times 100 \times 100}{W_1 \times T}$$

$$\text{ELOS in \% der T} = 100 - \text{CTW} - \text{XA}$$

W_0	Leergewicht der Fritte in g
W_1	Probeneinwaage in g
W_2	Gewicht der Fritte incl. des Rückstandes nach der Trocknung in g
T	Trockensubstanzgehalt der Probe in % (analytische T)
XA	Gehalt an Rohasche in % der T

3.5 Berechnung des Energiegehaltes

Der Gehalt an metabolischer Energie der Silagen sowie des Ausgangsmaterial erfolgt nach folgenden Berechnungsformeln der GFE (2008):

$$\begin{aligned} \text{für Maisprodukte: } \quad \text{ME (MJ/kg T)} &= 7,15 + (0,0058 \times \text{ELOS}) \\ &\quad - (0,00283 \times \text{NDForg}) \\ &\quad + (0,03522 \times \text{XL}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{für Grasprodukte: } \quad \text{ME (MJ/kg T)} &= 5,51 + (0,00827 \times \text{ELOS}) \\ &\quad - (0,0051 \times \text{XA}) \\ &\quad + (0,0251 \times \text{XL}) \\ &\quad - (0,00393 \times \text{ADForg}) \end{aligned}$$

Die Berechnung der Netto-Energie-Laktation sowohl für Mais als auch für Gras sowie deren Silagen erfolgt nach folgender Formel:

$$\text{NEL (MJ/kg T)} = \text{ME} \times (0,46 + ((12,38 \times \text{ME}) / (1000 - \text{XA})))$$

4 Darstellung der Ergebnisse

Für die Darstellung der Ergebnisse wurden für die verschiedenen Öffnungen jeweils aus den Werten der zwei parallel geöffneten Gläser Mittelwerte gebildet, da diese unter den gleichen Bedingungen einsiliert und gelagert wurden und dies somit als Doppelbestimmung zu werten ist. Die Tabellen zur Ermittlung der Ergebnisse befinden sich im Anhang (hierin rot markierte Werte wurden als Ausreißer bewertet).

4.1 Maissilage

In der folgenden Abbildung 3 ist der **Gärverlust** der Maissilagen während des Silierverlaufes in % dargestellt. Hierbei ist ein recht großer Unterschied zwischen der frischen und der gefrorenen Variante zu erkennen, wobei der Gärverlust der Maissilage aus gefrorenem Mais mit durchschnittlich 4,8 % wesentlich höher liegt als der von der Maissilage aus dem frischem Material mit durchschnittlich 2,0 %. Bei beiden Varianten ist allerdings parallel ein leichtes Ansteigen des Gärverlustes während des Silierverlaufes zu verzeichnen.

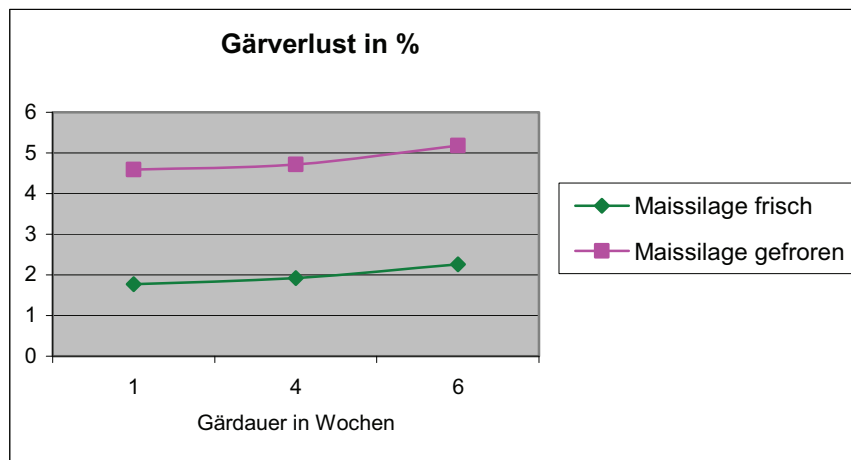


Abbildung 3: Gärverlust der Maissilagen in %

In der folgenden Abbildung 4 sind die **Gesamtpunktabzüge der Sensorischen Untersuchung** dargestellt. Auch hier ist wie bereits beim Gärverlust ein größerer Unterschied zwischen den beiden Silagevarianten zu erkennen, vor allem ab der 2. Öffnung nach 4 Wochen. Auch hier schneidet die Variante aus zuvor gefrorenem Silomais wieder schlechter ab, mit durchschnittlich 2,8 Punkten Abzug, im Gegensatz zur frischen Variante mit 1,5 Punkten. Außerdem verschlechtern sich die sensorischen Eigenschaften der

gefrorenen Variante zwischen der 1. und der 2. Öffnung wogegen bei der frischen Variante ein annähernd gleich bleibender Verlauf über die gesamte Gärdauer vorliegt.

Die Abzüge entfallen dabei auf alle 3 Kategorien Geruch, Gefüge und Farbe, wobei vor allem die Farbveränderungen am meisten bemängelt wurden. Bei der Silage aus zuvor gefrorenem Silomais wurden sogar gehäuft 2 Punkte Abzug hierfür verteilt. Ein leichter Essigsäuregeruch wurde ebenfalls eher bei der Variante aus zuvor gefrorenem Material festgestellt als bei der Variante aus frischem Material.

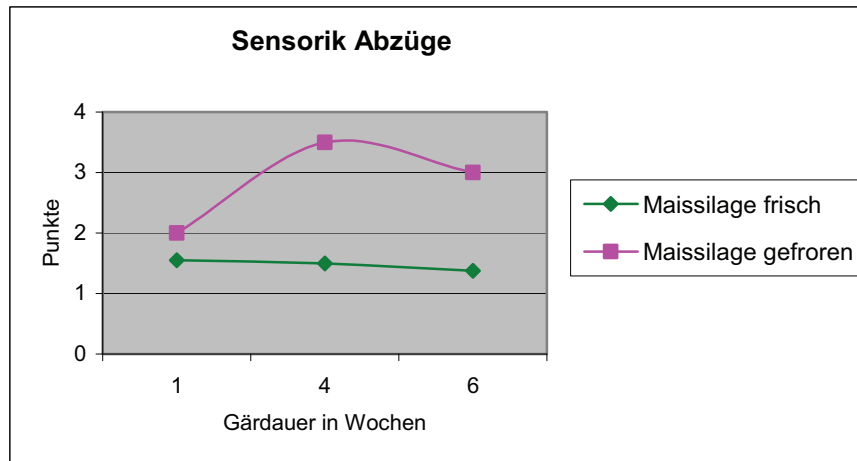


Abbildung 4: Sensorik Abzüge der Maissilagen

Der **Trockensubstanzgehalt** der Maissilagen sowie des Silomaises in % der Originalsubstanz ist in Abbildung 5 zu erkennen. Im frischen, unsiliierten Zustand ist der T-Gehalt der Varianten mit etwa 33 % noch gleich hoch, allerdings unterscheidet er sich im Verlauf der Gärung, vor allem bei der 2. Öffnung. Während der T-Gehalt der Maissilage aus gefrorenem Material bis zur 1. Öffnung leicht ansteigt und ab diesem Zeitpunkt in etwa gleich bleibt, fällt er bei der Maissilage aus frischem Material nach leichtem Anstieg zur 1. Öffnung hin wieder ab (um 2,7 %) um dann zur 3. Öffnung wiederum etwas anzusteigen.

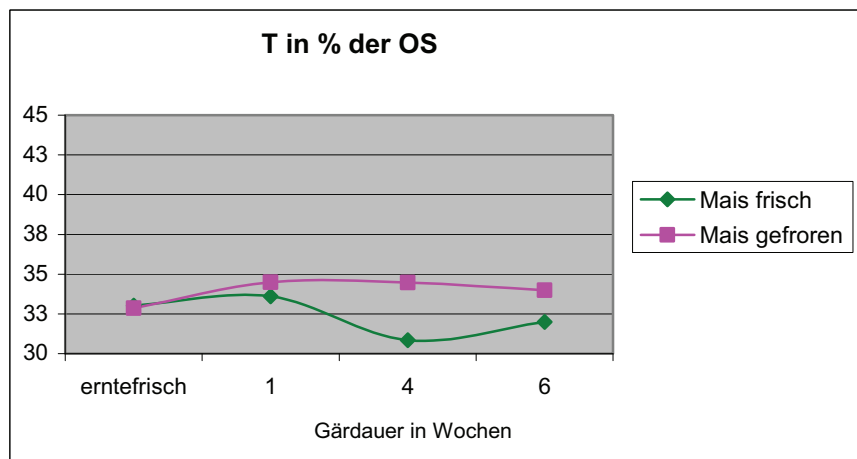


Abbildung 5: Trockensubstanzgehalt der Maissilagen in % der OS

Der Gehalt an **Milchsäure** der Maissilagen in % der Trockensubstanz ist in Abbildung 6 dargestellt. Für die frische Variante sind Durchschnittswerte für die einzelnen Gläser von 2,73 – 3,31 % in T ermittelt worden, für die gefrorene Variante liegen sie zwischen 2,79 und 3,18 % in T. Diese Wertspannen sind als gleich zu betrachten, wie auch der absolute Durchschnitt über die gesamte Silierdauer hinweg von 2,93 bzw. 3,03 % in T. Die Entwicklung der Werte verläuft während des Gärprozesses bei beiden Silagen allerdings gegensätzlich, wie ebenfalls in Abbildung 6 zu erkennen ist. Während bei der Silage aus frischem Mais der Milchsäuregehalt stetig gesunken ist, um insgesamt 0,42 % in T, ist er bei der Silage aus zuvor gefrorenem Mais um 0,16 % in T gestiegen. Bei letzterer war er also eher konstant während des Silierverslaufes. Zum Zeitpunkt der 2. Öffnung nach 4 Wochen Silierdauer waren sich der Milchsäuregehalt beider Silagen mit durchschnittlich 2,85 bzw. 3,04 % in T am ähnlichsten. Die größte Abweichung in Höhe von 0,34 % in T ist bei der letzten Öffnung nach 6 Wochen aufgetreten.

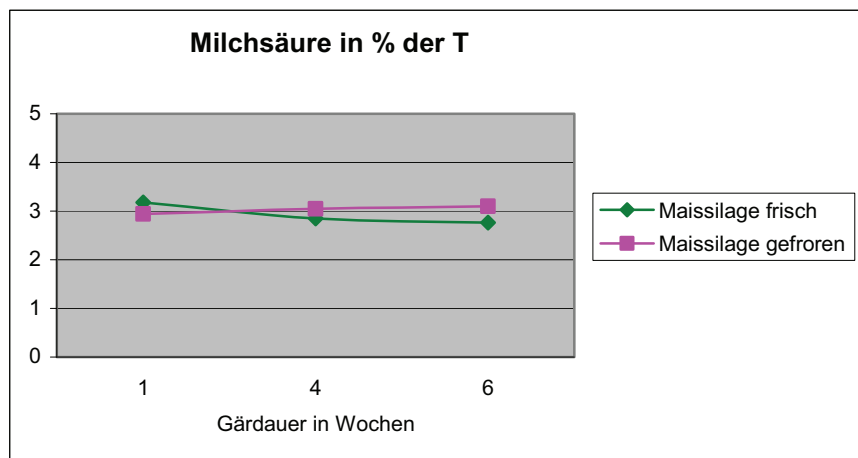


Abbildung 6: Milchsäuregehalt der Maissilagen in % der T

Der Gehalt an **Essigsäure** der Maissilagen in % der Trockensubstanz ist in Abbildung 7 dargestellt. Sie lässt erkennen, dass lediglich bei der 2. Öffnung ein größerer Unterschied zwischen den beiden Varianten auftritt. Bei der Silage aus gefrorenem Material bleibt der Essigsäuregehalt von der 1. bis zur 2. Öffnung mit 1,64 % in T konstant, um dann bis zur 3. Öffnung auf 1,79 % in T leicht anzusteigen. Bei der Silage aus frischem Material dagegen ergab sich für die 1. Öffnung ein Essigsäuregehalt von 1,52 % in T, der dann bis zur 2. Öffnung abfiel auf 1,15 % in T, um dann wieder auf 1,65 % in T bei der 3. Öffnung anzusteigen. Demnach sind die Werte der 1. und der 3. Öffnung mit nur 0,12 bzw. 0,14 % in T Abweichung einander recht ähnlich.

Aus der Tabelle zur Ermittlung des Essigsäuregehaltes der Maissilagen (s. Anhang) lässt sich entnehmen, dass bei der 2. Öffnung der Silage aus frischem Silomais ein recht großer

relativer Fehler von 40,58 % zwischen den Werten der Doppelbestimmung für Glas 3 (0,94 und 1,58 % in T) aufgetreten ist. In die Reihe der Werte der 1. (1,52 % in T) und 3. Öffnung (1,65 % in T) passt hierbei besser der Wert von 1,58 % in T.

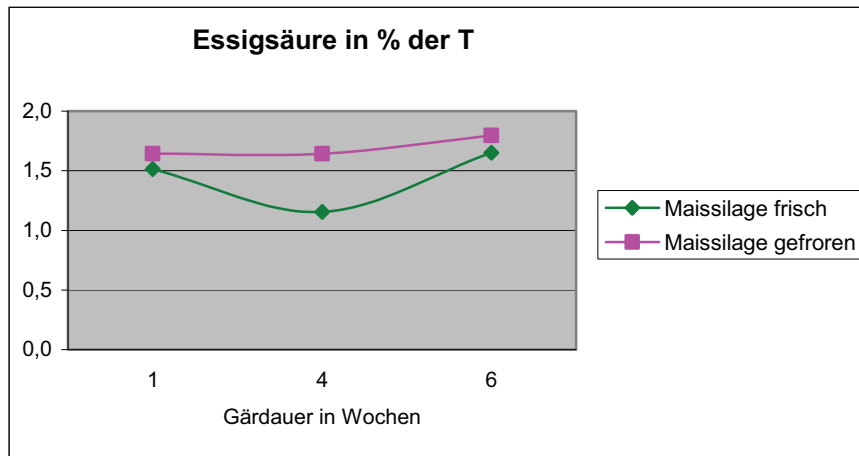


Abbildung 7: Essigsäuregehalt der Maissilagen in % der T

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind noch einmal für beide Maissilagen die Werte für die Gehalte an Milch- und Essigsäure aufgeführt, deren Summe und das Verhältnis zwischen beiden Säuren in %. Bei der Summe der Gehalte von Milch- und Essigsäure kann man auch vom Gesamtsäuregehalt sprechen, da sich bei der Ermittlung der Buttersäure bei allen Gläsern 0 % in T ergaben (s. Anhang).

Der **Gesamtsäuregehalt** liegt mit durchschnittlich 4,37 % in T bei der Maissilage aus frischem Material etwas niedriger als der von der Maissilage aus gefrorenem Material mit durchschnittlich 4,72 % in T. Bei der 1. Öffnung sind sich die beiden Varianten mit im Mittel 4,69 bzw. 4,59 % in T noch am ähnlichsten, danach sinkt der Säuregehalt der frischen Variante wieder ab, um dann zur 3. Öffnung noch einmal anzusteigen, während bei der gefrorenen Variante ein gleichmäßiger Anstieg über die gesamte Gärdauer hinweg zu erkennen ist.

Tabelle 3: Gesamtsäuregehalt der Maissilagen und prozentuale Anteile der Säuren

	Milchsäure		Essigsäure		Gärsäuren gesamt davon		
	g/kg T	% T	g/kg T	%T	MS+ES in % der T	Anteil MS in % der T	Anteil ES in % der T
Maissilage frisch							
1. Öffnung Glas 1	33,07	3,31	14,45	1,45	4,75	69,59	30,41
1. Öffnung Glas 2	30,49	3,05	15,85	1,59	4,63	65,79	34,21
2. Öffnung Glas 3	26,90	2,69	12,57	1,26	3,95	68,16	31,84

2. Öffnung Glas 5	30,10	3,01	10,51	1,05	4,06	74,11	25,89
3. Öffnung Glas 6	27,29	2,73	16,76	1,68	4,40	61,96	38,04
3. Öffnung Glas 8	27,97	2,80	16,29	1,63	4,43	63,20	36,80
Mittelwert	29,30	2,93	14,40	1,44	4,37	67,14	32,86
Maissilage gefroren							
1. Öffnung Glas 1	27,88	2,79	17,28	1,73	4,52	61,74	38,26
1. Öffnung Glas 2	30,92	3,09	15,57	1,56	4,65	66,51	33,49
2. Öffnung Glas 4	30,28	3,03	15,45	1,55	4,57	66,21	33,79
2. Öffnung Glas 5	30,61	3,06	17,42	1,74	4,80	63,73	36,27
3. Öffnung Glas 8	30,14	3,01	17,80	1,78	4,79	62,87	37,13
3. Öffnung Glas 9	31,79	3,18	18,10	1,81	4,99	63,72	36,28
Mittelwert	30,27	3,03	16,94	1,69	4,72	64,13	35,87

Bei den **prozentualen Verhältnissen der beiden Säuren** zueinander ergeben sich für die Silage aus frischem Material durchschnittlich 67,14 % Milchsäure und 32,86 % Essigsäure. Bei der Silage aus zuvor gefrorenem Material liegt es bei 64,13 zu 35,87 %.

Der **pH-Wert** der Maissilagen im Verlauf der Gärung ist in der Abbildung 8 dargestellt. Mit im Mittel 3,84 bzw. 3,88 liegt er für beide Silagen auf gleichem Niveau, wobei er in beiden Fällen nur minimal (um 0,11) während des Gärverlaufes angestiegen ist. Für Gläser gleicher Öffnungen ergaben sich lediglich Abweichungen von 0,01. Auch zwischen den pH-Werten paralleler Öffnungen der beiden Silagen sind nur sehr geringe Abweichungen (0,03-0,06) zu verzeichnen.

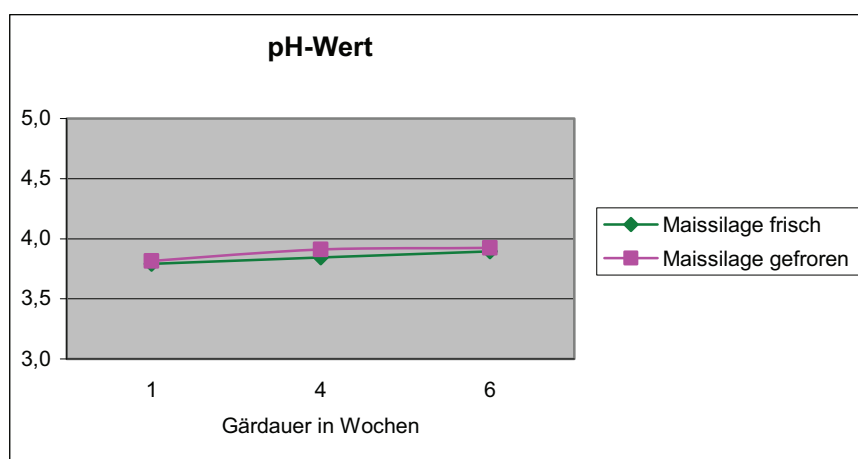


Abbildung 8: pH-Wert der Maissilagen

In der folgenden Abbildung 9 ist der **Stärkegehalt** der Maissilagen sowie des Ausgangsmaterials in % der Trockensubstanz dargestellt. Bei beiden Varianten bewegt sich dieser im Mittel um ähnliche Werte (26,65 bzw. 26,00 % in T). Allerdings sind bei der Maissilage aus frischem Material wesentlich stärkere Ausschläge zu verzeichnen. Beim unsilierten Mais ist der Stärkegehalt mit 21,58 und 23,33 % in T noch am ähnlichsten. Während des Silierverlaufes traten größere Abweichungen von 9,96 % in T (2. Öffnung) bis zu 13,60 % in T (1. Öffnung) auf. Auch zwischen Gläsern gleicher Öffnungen sind z. T. recht große Unterschiede von bis zu 11,59 % in T zu verzeichnen (1. Öffnung frisch). Lediglich bei der 3. Öffnung der frischen Variante sowie der 2. Öffnung der gefrorenen Variante passen die Werte der parallel geöffneten Gläser gut zusammen.

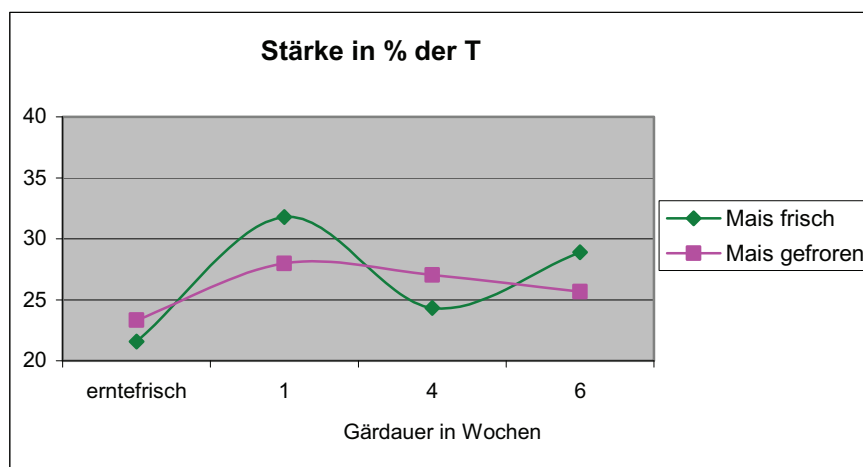


Abbildung 9: Stärkegehalt der Maissilagen in % der T

Auch beim **Zuckergehalt** der Maissilagen und des Silomaises treten größere Unterschiede auf, wie Abbildung 10 erkennen lässt. Bereits beim unsilierten Mais ist er bei der frischen Variante um 4,40 % in T höher. Die Entwicklung des Zuckergehaltes verläuft allerdings bei beiden Varianten parallel. Nach dem Einsilieren sinkt der Gehalt an Zuckern zunächst sehr stark ab, steigt dann wieder leicht an zur 2. Öffnung und bleibt dann bis zur 3. Öffnung in etwa konstant. Dieser Verlauf ist bei den verschiedenen Zuckern (Glucose, Fructose, Saccharose) jeweils gleich. Während der Silierung nimmt der Unterschied zwischen den beiden Silagevarianten stetig ab, von 1,45 bei der 1. über 1,15 bei der 2. bis hin zu 0,70 % in T bei der 3. Öffnung.

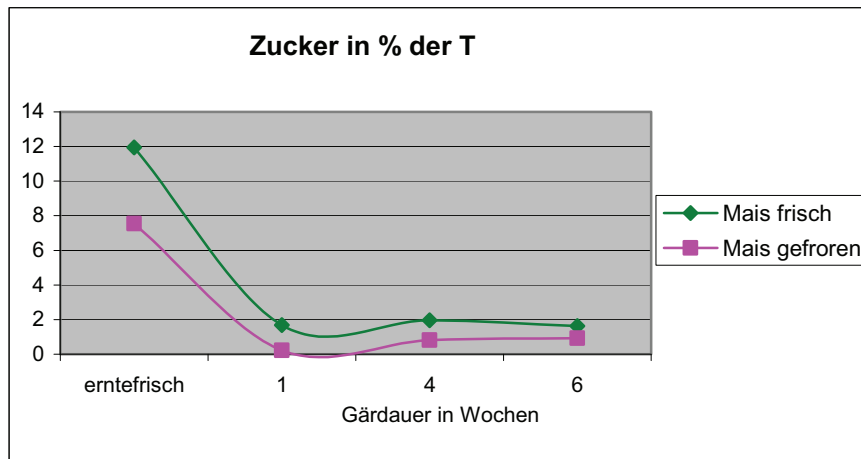


Abbildung 10: Zuckergehalt der Maissilagen in % der T

Der **Rohaschegehalt** der Maissilagen sowie des Ausgangsmaterials in % der Trockensubstanz ist in Abbildung 11 dargestellt. Er bewegt sich insgesamt bei den einzelnen Gläsern zwischen 3,97 und 4,67 % in T und verläuft bei beiden Silagevarianten bis zur 2. Öffnung gleich und relativ konstant, mit Unterschieden von lediglich bis zu 0,05 % in T. Erst bei der 3. Öffnung tritt ein etwas größerer Unterschied von 0,55 % in T auf, wobei der Gehalt an Rohasche bei der frischen Variante leicht ansteigt, bei der gefrorenen dagegen leicht absinkt.

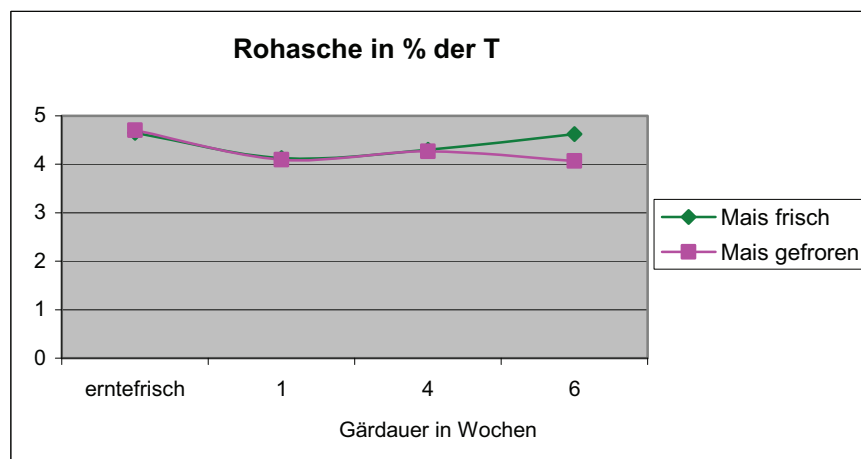


Abbildung 11: Rohaschegehalt der Maissilagen in % der T

Der Gehalt an **Neutraler Detergentienfaser** des Silomaises sowie der Maissilagen in g/kg Trockensubstanz ist in Abbildung 12 aufgezeigt. Zunächst ist zu erkennen, dass der unsilierte Silomais bei beiden Varianten den gleichen NDForg-Gehalt aufweist (371,50 bzw. 371,34 g/kg T). Auch zur 1. Öffnung sind sich beide Werte noch ziemlich ähnlich (367,92 bzw. 377,96 g/kg T). Bis zur 2. Öffnung steigt der Gehalt an NDForg bei der Silage aus

frischem Material allerdings nicht so stark an wie der der Silage aus zuvor gefrorenem Material (415,51 bzw. 455,57 g/kg T). Bis zur 3. Öffnung steigt der Wert der frischen Variante weiter an auf 445,96 g/kg T, wohingegen der der anderen Variante absinkt auf 401,17 g/kg T. Die Durchschnittswerte der beiden Silagen von Ausgangsmaterial und Gärung liegen aber mit 400,22 und 401,51 g/kg T auf gleichem Niveau.

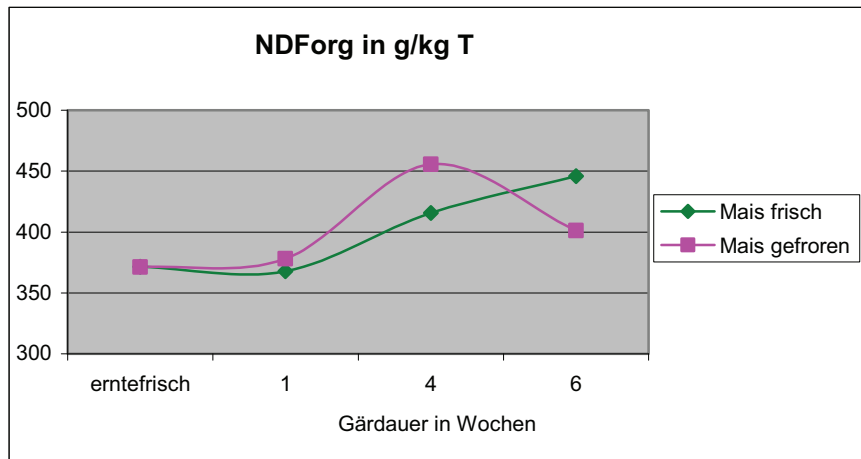


Abbildung 12: NDForg-Gehalte der Maissilagen in g/kg T

Der **Rohfettgehalt** der Maissilagen sowie des Ausgangsmaterials in g/kg Trockensubstanz ist in der Abbildung 13 dargestellt. Er bewegt sich insgesamt für die einzelnen Gläser zwischen 33,1 und 37,4 g/kg T und verläuft bei beiden Silagevarianten annähernd gleich und relativ konstant. Lediglich Abweichungen von bis zu 1,59 g/kg T (1. Öffnung) sind zu verzeichnen.

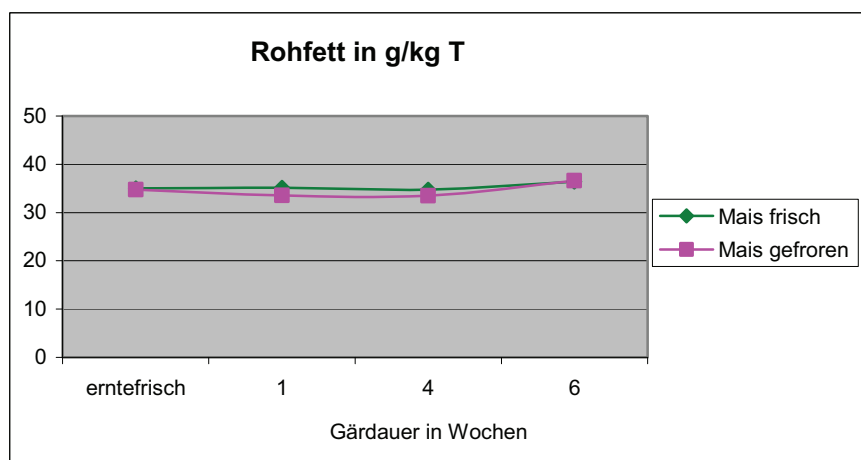


Abbildung 13: Rohfettgehalt der Maissilagen in g/kg T

Abbildung 14 stellt den **Rohproteingehalt** der Maissilagen sowie des Silomais in g/kg Trockensubstanz dar. Es ist zunächst zu erkennen, dass sich die Werte beider Varianten leicht gegenläufig verhalten. Die Gehalte an Rohprotein liegen bei der Silage aus frischem Silomais mit einem Durchschnitt von 74,4 g/kg T etwas niedriger als die der Silage aus zuvor gefrorenem Material mit durchschnittlich 80,3 g/kg T. Dabei sind die Werte des Ausgangsmaterials (74,6 bzw. 78,3 g/kg T) sowie der 3. Öffnung (76,5 bzw. 79,2 g/kg T) noch am ähnlichsten. Bei der 2. und 3. Öffnung treten etwas größere Unterschiede von 8,8 und 8,5 g/kg T zwischen den beiden Silagen auf.

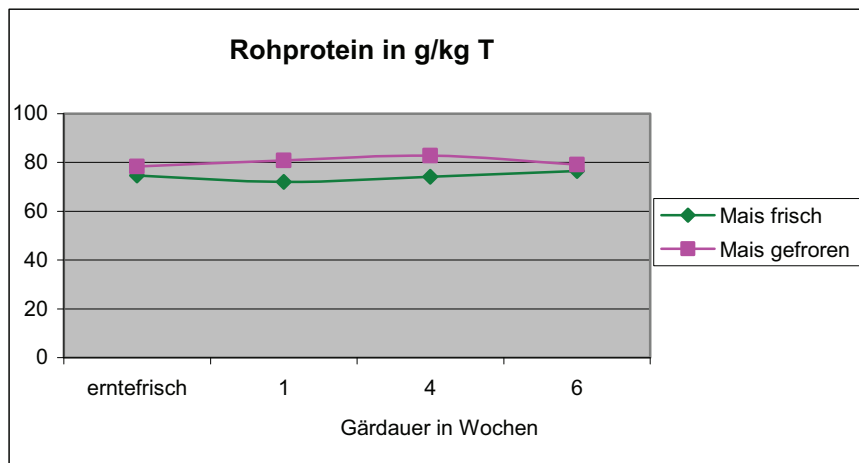


Abbildung 14: Rohproteingehalt der Maissilagen in g/kg T

Der Gehalt der **Enzymlöslichen Organischen Substanz** der Maissilagen in g/kg T ist in der Abbildung 15 dargestellt. Auch hier passen die Werte des unsilierten Ausgangsmaterials mit 657,9 und 671,1 g/kg T am besten zusammen. Auch die Durchschnittswerte beider Varianten sind mit 664,0 und 659,5 g/kg T annähernd gleich. Allerdings treten während der Silierung etwas größere Unterschiede von bis zu 33,9 g/kg T bei der 2. Öffnung auf.

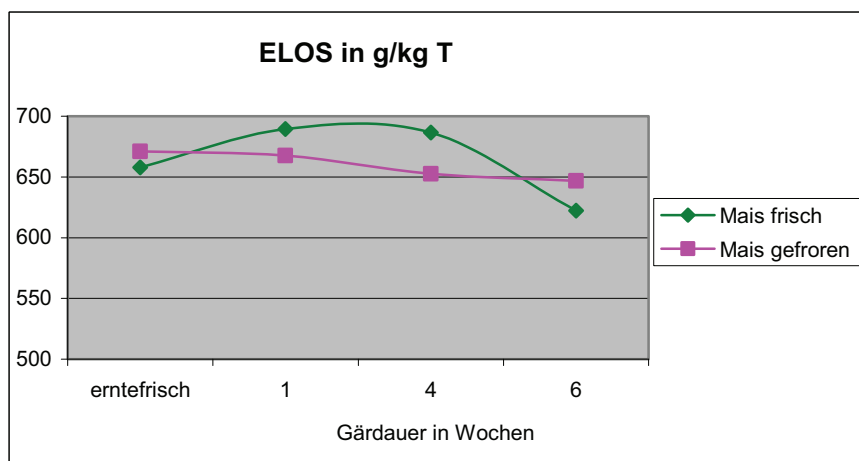


Abbildung 15: ELOS-Gehalt der Maissilagen in g/kg T

Die **Energiegehalte** der Maissilagen sowie des Silomaises sind als Metabolische Energie in Abbildung 16 und als Netto-Energie-Laktation in Abbildung 17 in MJ/kg Trockensubstanz dargestellt. Da sich die NEL direkt aus der ME berechnet, sind die Verläufe in beiden Abbildungen gleich. Daher beschränkt sich deren Beschreibung auf die Gehalte an Metabolischer Energie.

Die Mittelwerte beider Varianten sind mit 11,1 MJ/kg T gleich und auch die Werte des Ausgangsmaterials stimmen mit 11,1 bzw. 11,2 MJ/kg T fast überein. Die Gehalte an ME während der Gärung unterscheiden sich etwas mehr, mit Differenzen von 0,21 MJ/kg T bei der 1. bis zu 0,36 MJ/kg T bei der 3. Öffnung.

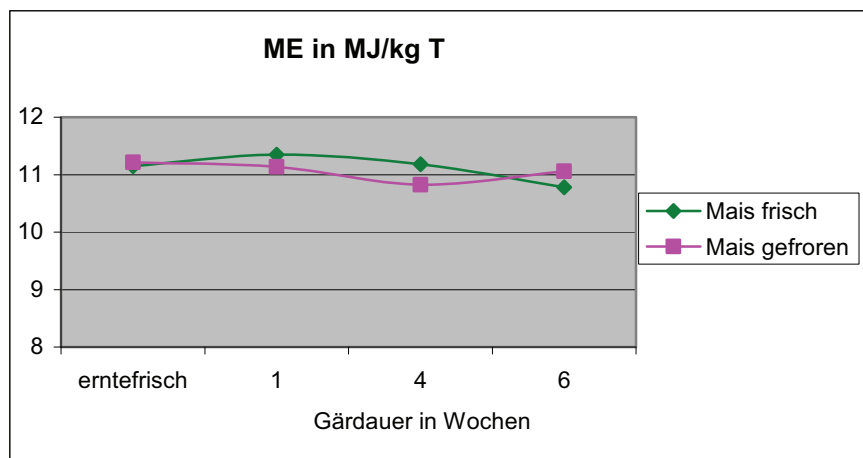


Abbildung 16: ME-Gehalt der Maissilagen in MJ/kg T

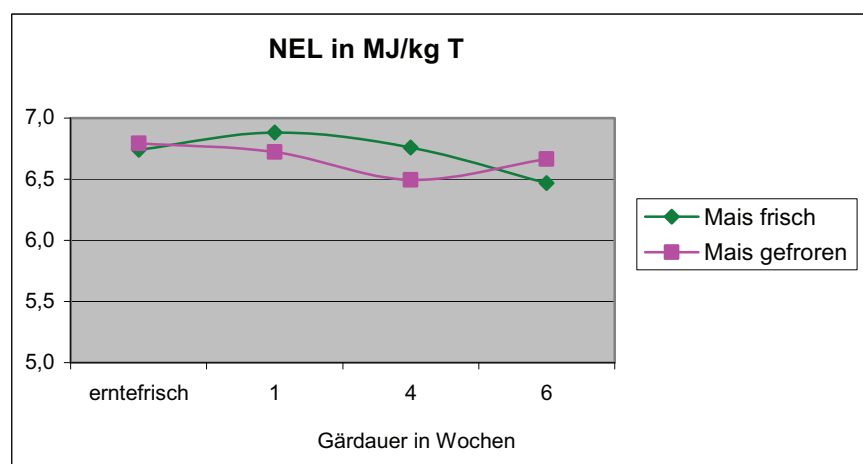


Abbildung 17: NEL-Gehalt der Maissilagen in MJ/kg T

4.2 Grassilage

Der **Gärverlust** der Grassilagen in % ist in der Abbildung 18 dargestellt. Er steigt bei beiden Varianten während des Silierverlaufes leicht an und bewegt sich bei den einzelnen Gläsern zwischen 0,9 und 1,4 % bei der Silage aus frischem Gras und zwischen 0,9 und 1,1 % bei der Silage aus zuvor gefrorenem Gras. Es sind lediglich Unterschiede von maximal 0,2 % zwischen gleichen Öffnungen der beiden Varianten zu verzeichnen. Im Mittel bewegt sich der Gärverlust um 1,1 bzw. 1,0 %.

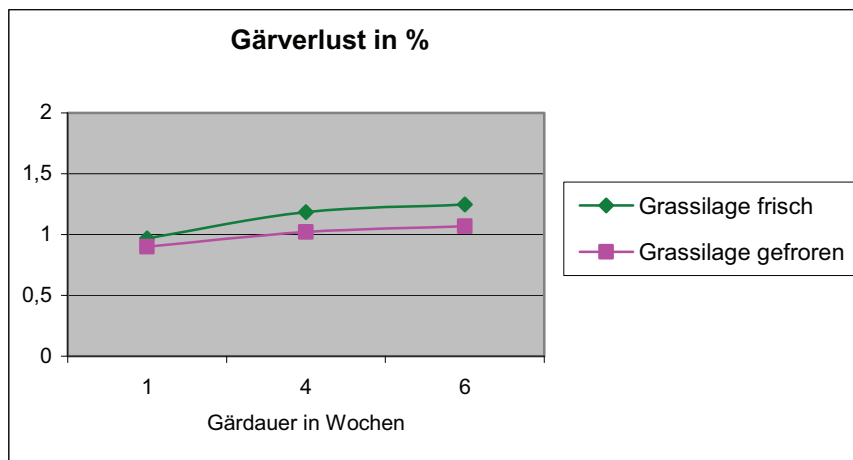


Abbildung 18: Gärverlust der Grassilagen in %

Abbildung 19 zeigt die **Gesamtpunktabzüge der Sensorischen Untersuchung** der Grassilagen. Hierbei ist zu erkennen, dass bei der 1. Öffnung der frischen Variante keine Abzüge vorgenommen wurden, bei allen anderen Gläsern und Öffnungen allerdings 2 Punkte Abzug vergeben wurden. Die Abzüge entfallen dabei jeweils auf die Kategorie Geruch und Farbe. Ein leichter Essigsäuregeruch wurde wahrgenommen sowie eine leichte Verfärbung ins Bräunliche.

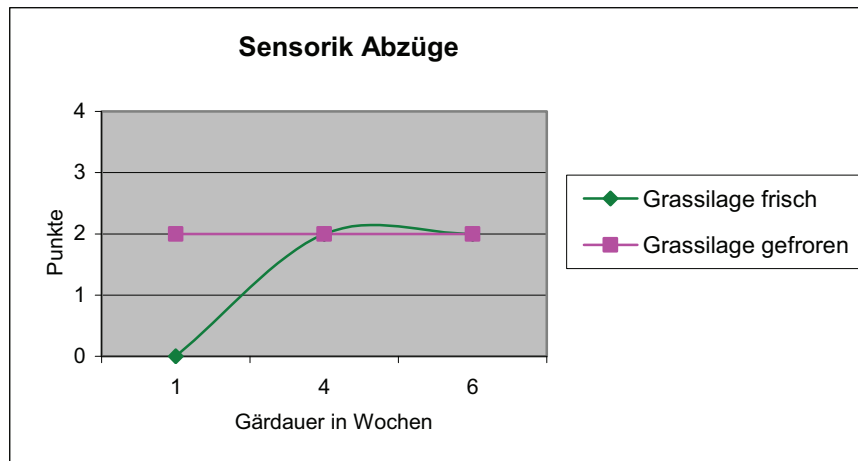


Abbildung 19: Sensorik Abzüge der Grassilagen

Die Entwicklung des **Trockensubstanzgehaltes** der Grassilagen vor und während der Silierung ist in Abbildung 20 in % der Originalsubstanz aufgezeigt. Er bewegt sich insgesamt zwischen 37,7 und 41,8 % der OS. Dabei wird deutlich, dass lediglich bei der 1. Öffnung ein größerer Unterschied von 2,8 % zwischen beiden Silagen vorliegt. Alle anderen Werte stimmen mit Differenzen von 0,4 % bei der 3. Öffnung und 0,8 % im frischen Zustand sowie bei der 2. Öffnung annähernd überein, wobei die Werte der Silage aus frischem Gras leicht über denen der anderen Variante liegen. Auch die Durchschnittswerte der T-Gehalte der beiden Grassilagen sind sich mit 39,6 und 38,4 % der OS ziemlich ähnlich.

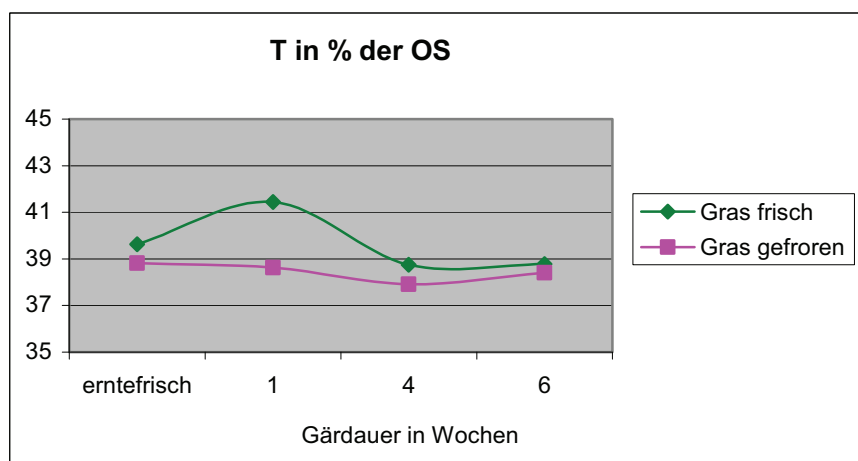


Abbildung 20: Trockensubstanzgehalt der Grassilagen in % der OS

Der **Milchsäuregehalt** der Grassilagen im Silierverlauf ist in % der Trockensubstanz in Abbildung 21 dargestellt. Hier ist wie bereits bei den Maissilagen eine leicht gegenläufige Entwicklung zu verzeichnen. Die Werte der einzelnen Gläser der Silage aus frischem Gras bewegen sich zwischen 4,08 und 5,00 % in T, die der Silage aus zuvor gefrorenem Gras

zwischen 3,62 und 4,47 % in T. Der Durchschnitt der Milchsäuregehalte beträgt 4,45 bzw. 4,02 % in T. Die Unterschiede zwischen gleichen Öffnungen liegen bei 0,55 % in T nach 1 Woche Gärdauer, bei 0,68 % in T nach 4 Wochen und bei lediglich 0,06 % in T nach Abschluss des Silierprozesses. Die Werte der 3. Öffnung sind demzufolge mit 4,37 und 4,31 % in T annähernd gleich.

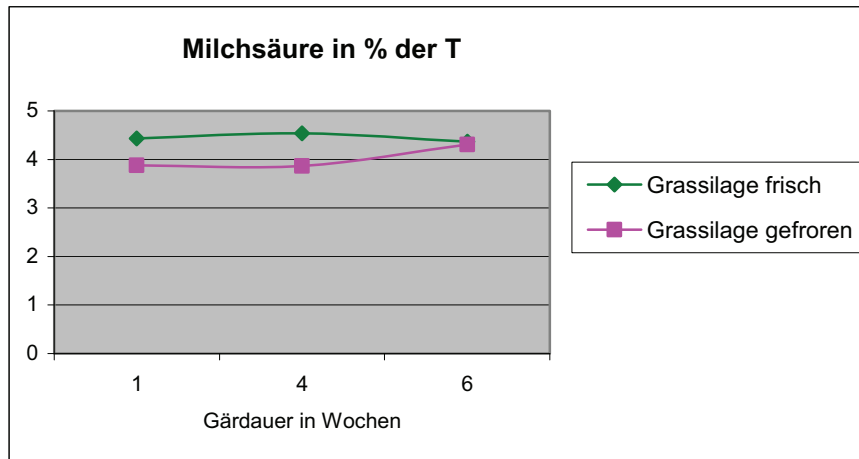


Abbildung 21: Milchsäuregehalt der Grassilagen in % der T

Abbildung 22 zeigt den Verlauf des **Essigsäuregehaltes** während der Gärung der Grassilagen in % der Trockensubstanz. Bei der Silage aus frischem Gras ist ein leichter Anstieg von der 1. bis zur 2. Öffnung zu erkennen, danach bleibt der Gehalt an Essigsäure konstant. Die Werte bewegen sich zwischen 1,34 und 1,65 % in T. Bei der Silage aus zuvor gefrorenem Gras bleibt der Essigsäuregehalt bereits ab der 1. Öffnung konstant. Hier liegen die Werte zwischen 1,65 und 1,79 % in T. Der Durchschnitt der Essigsäuregehalte beträgt 1,53 bzw. 1,69 % in T. Die Unterschiede zwischen gleichen Öffnungen liegen bei 0,26 % in T nach 1 Woche Gärdauer, bei 0,10 % in T nach 4 Wochen und bei 0,13 % in T am Ende der Silierung.

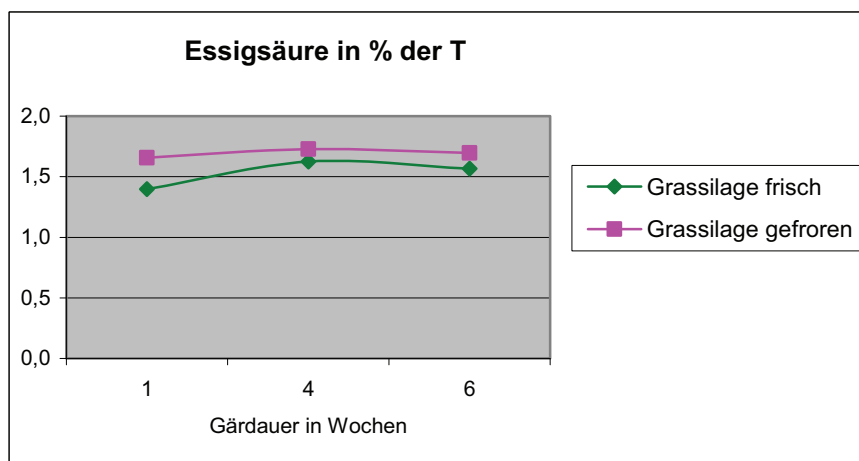


Abbildung 22: Essigsäuregehalt der Grassilagen in % der T

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind noch einmal für beide Grassilagen die Werte für die Gehalte an Milch- und Essigsäure aufgeführt, deren Summe und das Verhältnis zwischen beiden Säuren in %. Bei der Summe der Gehalte von Milch- und Essigsäure kann man auch vom Gesamtsäuregehalt sprechen, da in Anlehnung an die Ergebnisse der Gärsäuren der Maissilagen (s. Kapitel 4.1) davon ausgegangen wurde, dass unter den vorherrschenden Silierbedingungen keine Buttersäure entsteht und diese somit nicht untersucht werden muss. Der **Gesamtsäuregehalt** liegt mit durchschnittlich 5,98 und 5,71 % in T etwa auf gleichem Niveau. Er steigt bei der Silage aus zuvor gefrorenem Gras während der Gärung leicht an von im Mittel der Öffnungen 5,54 auf 6,00 % in T. Bei der Silage aus frischem Gras steigt er dagegen von der 1. Öffnung mit 5,84 auf 6,17 % in T bei der 2. Öffnung an, um dann bis zur 3. Öffnung wieder auf 5,94 % in T leicht abzusinken.

Tabelle 4: Gesamtsäuregehalt der Grassilagen und prozentuale Anteile der Säuren

	Milchsäure		Essigsäure		Gärsäuren gesamt davon		
	g/kg T	% T	g/kg T	% T	MS+ES in % der T	Anteil MS in % der T	Anteil ES in % der T
Grassilage frisch							
1. Öffnung Glas 1	42,32	4,23	13,35	1,34	5,59	76,02	23,98
1. Öffnung Glas 2	46,30	4,63	14,55	1,46	6,09	76,09	23,91
2. Öffnung Glas 3	49,98	5,00	16,32	1,63	6,63	75,38	24,62
2. Öffnung Glas 4	40,85	4,08	16,22	1,62	5,70	71,58	28,42
3. Öffnung Glas 6	45,18	4,52	14,94	1,49	6,01	75,15	24,85
3. Öffnung Glas 7	42,20	4,22	16,45	1,65	5,87	71,95	28,05
Mittelwert	44,47	4,45	15,31	1,53	5,98	74,36	25,64
Grassilage gefroren							
1. Öffnung Glas 1	38,55	3,86	16,64	1,66	5,52	69,85	30,15
1. Öffnung Glas 2	39,00	3,90	16,47	1,65	5,55	70,30	29,70
2. Öffnung Glas 3	36,24	3,62	17,94	1,79	5,41	66,89	33,11
2. Öffnung Glas 4	41,02	4,10	16,66	1,67	5,77	71,11	28,89
3. Öffnung Glas 5	44,72	4,47	17,15	1,71	6,18	72,29	27,71
3. Öffnung Glas 6	41,41	4,14	16,76	1,68	5,82	71,19	28,81
Mittelwert	40,16	4,02	16,94	1,69	5,71	70,27	29,73

Bei den **prozentualen Verhältnissen der beiden Säuren** zueinander ergeben sich für die Silage aus frischem Material durchschnittlich 74,36 Milchsäure und 25,64 % Essigsäure. Bei der Silage aus zuvor gefrorenem Material liegt es bei 70,27 zu 29,73 %.

Der **pH-Wert** der beiden Grassilagen ist in der Abbildung 23 dargestellt. Dabei ist gleich zu erkennen, dass die Werte beider Varianten fast völlig übereinstimmen und einen recht konstanten Verlauf zeigen. Der pH-Wert liegt insgesamt zwischen 4,32 und 4,49.

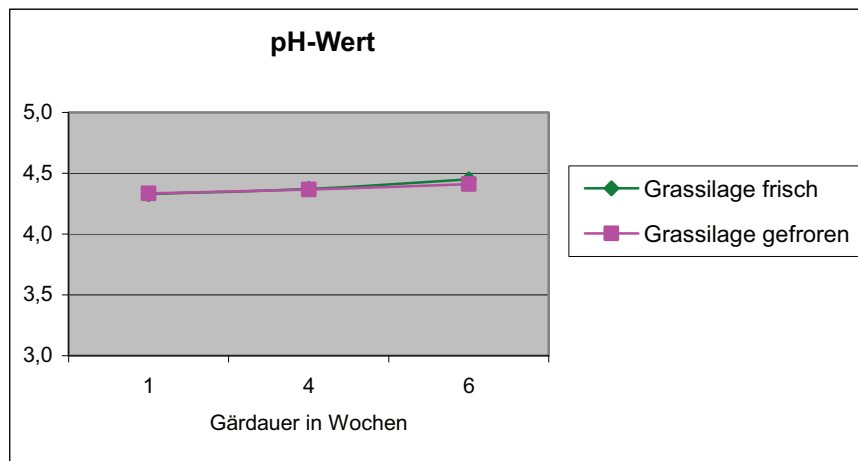


Abbildung 23: pH-Wert der Grassilagen

In Abbildung 24 ist der **Zuckergehalt** der Grassilagen während des Silierverlaufes in % der Trockensubstanz dargestellt. Wie bereits bei den Maissilagen zu erkennen war, ist in der ersten Woche der Gärung ein starker Abfall des Gehaltes an vergärbaren Zuckern zu verzeichnen. Danach bleiben die Werte in beiden Fällen nahezu konstant. Dieser Verlauf ist bei den verschiedenen Zuckern (Glucose, Fructose, Saccharose) jeweils gleich. Auch bei den Grassilagen liegen die Werte der Variante aus zuvor gefrorenem Material unter der aus frischem. Allerdings sind hier beim Gras die Unterschiede nicht so stark wie beim Mais. Die größte Differenz tritt mit 1,43 % in T beim Ausgangsmaterial auf, welches Zuckergehalte von 9,90 bzw. 8,46 % in T aufweist. Während der Silierung nimmt der Unterschied zwischen den beiden Varianten weiter ab auf schließlich 0,13 % in T bei der 3. Öffnung. Die Werte der einzelnen Gläser während der Gärung bewegen sich zwischen 0,30 und 1,44 % in T bzw. 0,15 und 0,56 % in T.

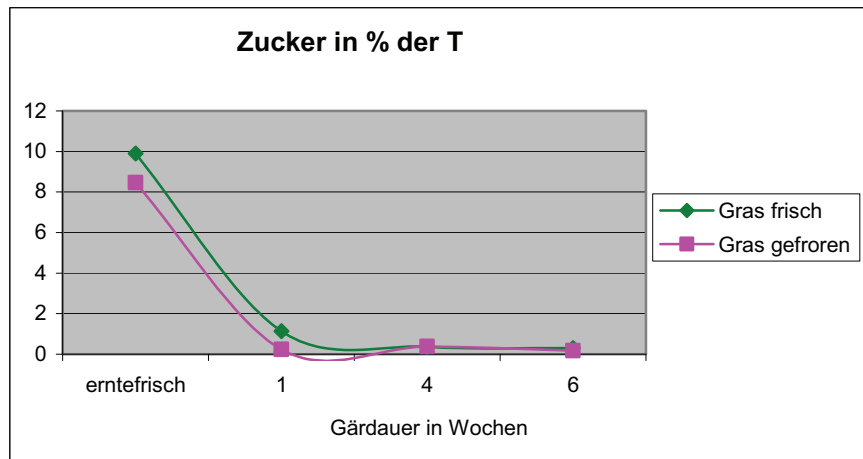


Abbildung 24: Zuckergehalt der Grassilagen in % der T

Der **Rohaschegehalt** der Grassilagen sowie des Ausgangsmaterials ist in Abbildung 25 in % der Trockensubstanz dargestellt. Der Verlauf ist bei beiden Varianten nur leicht ansteigend, wobei sich die Werte zwischen 9,21 und 10,65 % in T bzw. 9,06 und 9,83 % in T bewegen. Auch die Mittelwerte des unsilierten Grases und der Öffnungen liegen mit 10,08 und 9,52 % in T auf etwa gleichem Niveau. Der größte Unterschied besteht bei der 1. Öffnung mit 1,16 % in T.

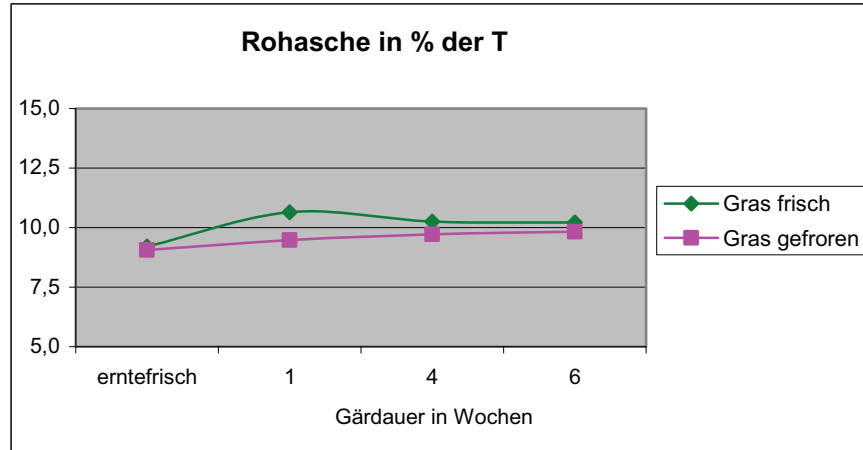


Abbildung 25: Rohaschegehalt der Grassilagen in % der T

Abbildung 26 zeigt den Gehalt an **Saurer Detergentienfaser** der Grases sowie der Grassilagen in g/kg Trockensubstanz. Bei beiden Varianten ist ein leichter, paralleler Anstieg bis zur 2. Öffnung nach 4 Wochen zu verzeichnen, bis zur 3. Öffnung ist der ADForg-Gehalt nahezu konstant. Der Durchschnitt der beiden Varianten stimmt mit 270,02 und 278,96 g/kg T in etwa überein. Die Werte bewegen sich mit 250,87 – 287,90 g/kg T und 261,03 – 294,79 g/kg T auf gleichem Niveau. Der größte Unterschied zwischen 2 gleichen

Öffnungen trat nach 1 Woche Gärdauer auf und beträgt 11,29 g/kg T. Am ähnlichsten sind sich die ADForg-Gehalte nach Abschluss der Silierung mit lediglich 4,20 g/kg T Differenz.

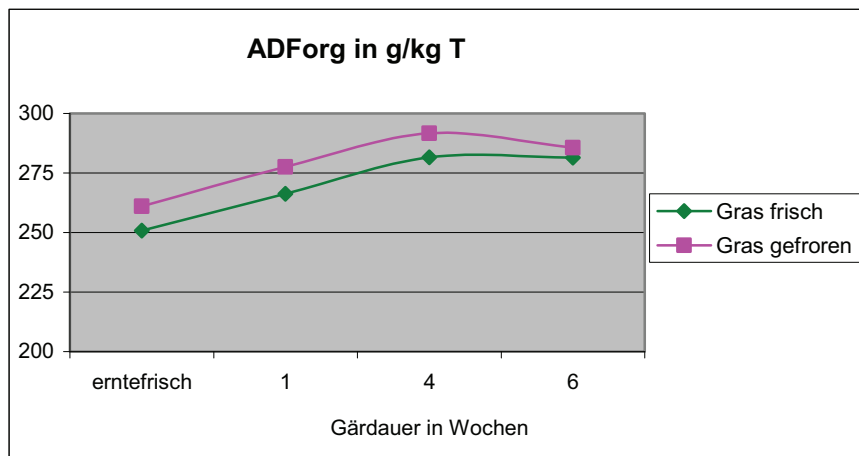


Abbildung 26: ADForg-Gehalt der Grassilagen in g/kg T

In der nachfolgenden Abbildung 27 ist der **Rohfettgehalt** des Grases sowie der zugehörigen Silagen in g/kg Trockensubstanz dargestellt. Es ist ein nahezu paralleler und leicht ansteigender Verlauf zu erkennen, wobei sich die Werte für die einzelnen Gläser zwischen 23,5 und 39,5 g/kg T bzw. 25,8 und 35,0 g/kg T bewegen. Auch die Mittelwerte der beiden Silagevarianten sind sich mit 30,5 und 31,8 g/kg T recht ähnlich. Die größte Differenz zwischen 2 gleichen Öffnungen trat nach 1 Woche Gärdauer auf. Hier unterschied sich der Rohfettgehalt allerdings nur um 0,38 g/kg T.

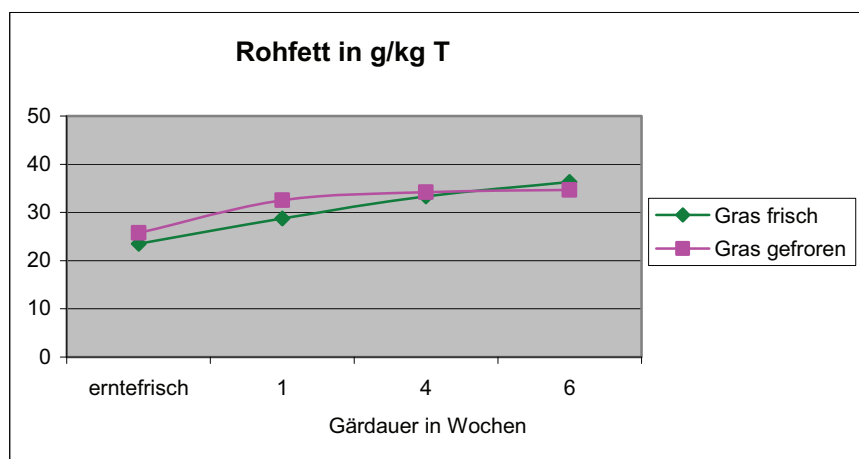


Abbildung 27: Rohfettgehalt der Grassilagen in g/kg T

Der **Rohproteingehalt** der Grassilagen sowie des Ausgangsmaterials ist in % der Trockensubstanz in Abbildung 28 abgebildet. Auch hier verlaufen die Kurven beider Varianten nahezu parallel und mit einem leichten Anstieg. Die einzelnen Werte bewegen sich

dabei zwischen 18,9 und 21,3 % T bzw. 20,2 und 22,2 % in T. Die Durchschnittswerte ergaben 20,3 und 21,3 % in T. Die größte Differenz zwischen 2 gleichen Öffnungen trat nach 1 Woche Gärdauer auf. Hier unterschied sich der Rohproteingehalt um lediglich 1,5 % in T.

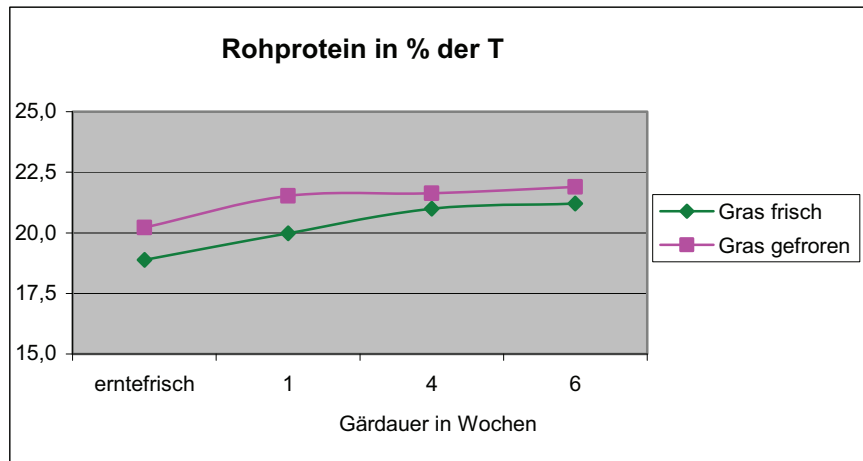


Abbildung 28: Rohproteingehalt der Grassilagen in % der T

Abbildung 29 zeigt den Gehalt an **Enzymlöslicher Organischer Substanz** des Grases und der Grassilagen in g/kg Trockensubstanz. Es ist eine gegenläufige und leicht absinkende Entwicklung der beiden Silagevarianten zu erkennen, wobei sich die Mittelwerte mit 640,1 und 631,6 g/kg T auf etwa gleichem Niveau bewegen. Auch die ELOS-Gehalte der einzelnen Gläser sind sich mit Werten zwischen 614,5 und 658,7 g/kg T bzw. 605,9 und 660,4 g/kg T recht ähnlich. Die größte Differenz zwischen 2 gleichen Öffnungen trat nach 4 Wochen Gärdauer auf. Hier unterschied sich der ELOS-Gehalt um 34,2 g/kg T. Allerdings traten auch zwischen Gläsern gleicher Öffnungen größere Unterschiede von bis zu 31,8 g/kg T (1. Öffnung, Gras gefroren) auf. Am ähnlichsten sind sich die Werte nach Abschluss der Silierung mit lediglich 7,3 g/kg T Differenz.

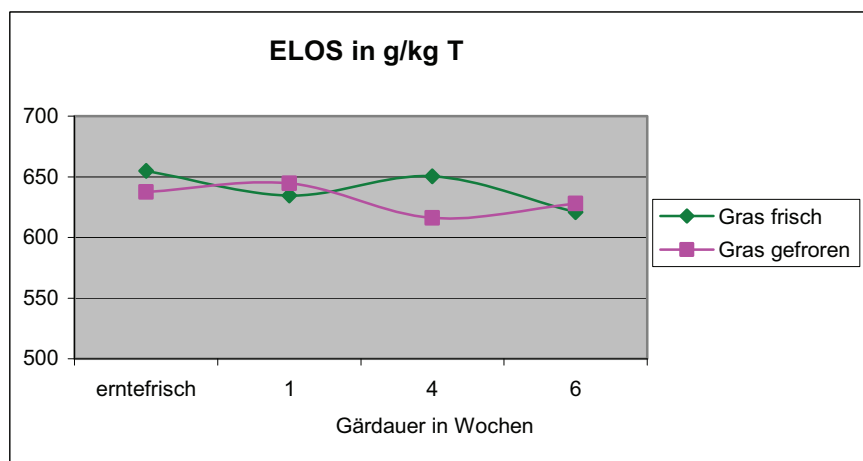


Abbildung 29: ELOS-Gehalt der Grassilagen in g/kg T

Die **Energiegehalte** der Grassilagen sowie des Grases sind als Metabolische Energie in Abbildung 30 und als Netto-Energie-Laktation in Abbildung 31 in MJ/kg Trockensubstanz dargestellt. Da sich die NEL direkt aus der ME berechnet, sind die Verläufe in beiden Abbildungen gleich. Daher beschränkt sich deren Beschreibung auf die Gehalte an Metabolischer Energie.

Die Entwicklung des ME-Gehaltes ist wie beim ELOS-Gehalt gegenläufig. Die Werte der einzelnen Gläser bewegen sich in beiden Fällen zwischen 9,9 und 10,1 MJ/kg T und auch die Mittelwerte beider Varianten stimmen mit 10,0 MJ/kg T absolut überein. Die Differenzen zwischen 2 gleichen Öffnungen betragen maximal 0,27 MJ/kg T.

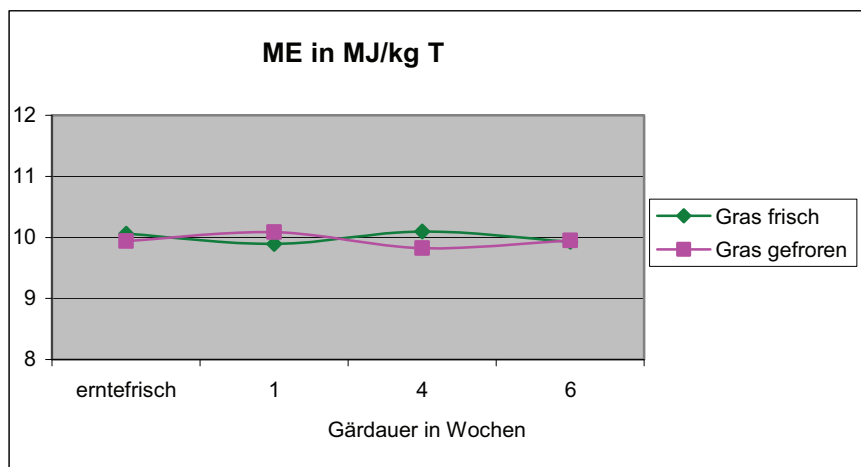


Abbildung 30: ME-Gehalt der Grassilagen in MJ/kg T

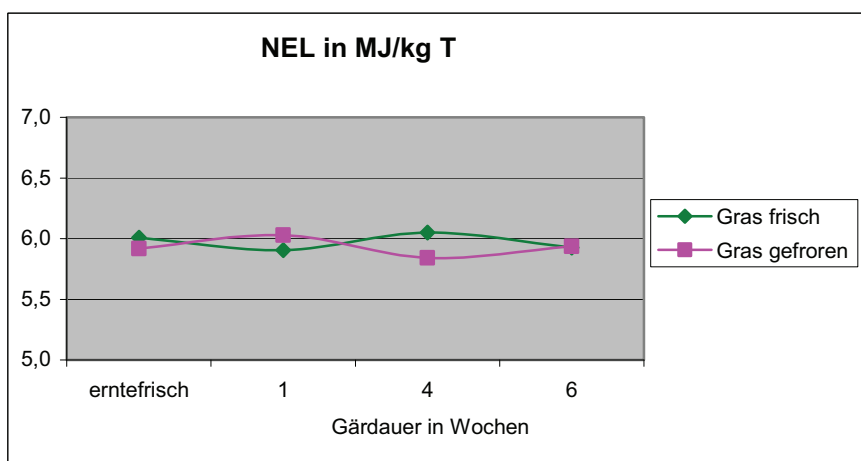


Abbildung 31: NEL-Gehalt der Grassilagen in MJ/kg T

5 Auswertung der Ergebnisse

5.1 Maissilage

Der **Gärverlust** der untersuchten Maissilagen unterscheidet sich mit durchschnittlich 2,0 % bei der Variante aus frischem Silomais und 4,8 % bei der aus zuvor eingefrorenem Silomais relativ stark. Allerdings weist der Verlauf beider Kurven während der Silierung den gleichen leichten Anstieg auf, was PAHLOW (2003) in seiner Aussage bestätigt, die Hauptgärphase sei nach 1 Woche üblicherweise abgeschlossen. Da bei der Einsilierung des wieder aufgetauten Silomaises relativ viel Saft entstanden ist, welcher beim Einfüllen auch z. T. über den Rand des jeweiligen Glases getreten ist, ist zu vermuten, dass der höhere Gärverlust hiermit in Verbindung steht.

Ebenfalls bei der **Sensorischen Bewertung** der Maissilagen ergaben sich große Unterschiede zwischen beiden Silagevarianten. So sind die Abzüge der Variante aus zuvor gefrorenem Silomais mit durchschnittlich 2,8 Punkten fast doppelt so hoch wie die der Variante aus frischem Silomais mit nur 1,5 Punkten Abzug.

Es fällt allerdings auf, dass bei der Maissilage aus zuvor gefrorenem Silomais in der Kategorie Gefüge eine Verbesserung während der Gärung während der letzten beiden Wochen bewertet wurde, was nicht sein kann. Diese Fehlbewertung liegt wohlmöglich an der im Verlauf der Silierung immer geringer werdenden Anzahl an Prüfern bei der Sensorischen Bewertung der Variante aus zuvor gefrorenem Silomais (s. Anhang), sowie an der vermutlich fehlerhaften subjektiven Einschätzung der Prüfer durch nicht möglichen direkten Vergleich der Öffnungen und Varianten. Auch bei der Maissilage aus frischem Silomais wurden in den Kategorien Geruch und Gefüge z. T. Verbesserungen bewertet, was hier im Durchschnitt allerdings nicht so stark ins Gewicht fällt, wie Abbildung 4 zeigt. Zusätzlich lässt sich noch sagen, dass der bei der Maissilage aus zuvor gefrorenem Mais öfter bemängelte Essigsäuregeruch nicht durch die analytische Bestimmung der Essigsäure bestätigt wurde.

Insgesamt ist der Verlauf der Kurven vor allem der der Maissilage aus zuvor gefrorenem Material anzuzweifeln. Die recht großen Unterschiede zwischen beiden Varianten bestehen allerdings trotzdem. Sie hängen vermutlich mit den ebenfalls großen Unterschieden beim Gärverlust zusammen.

Der **Trockensubstanzgehalt** der untersuchten Silagevarianten sowie des Silomaises liegt mit Mittelwerten von 32,4 und 34,0 % der OS auf etwa gleichem Niveau. Allerdings ist bei der Öffnung nach 4 Wochen Gärdauer eine größere Differenz von 3,6 % zu verzeichnen. Hier

findet sich aber auch ein größerer Unterschied zwischen den parallel geöffneten Gläsern der Variante aus frischem Material, wobei der Wert von Glas 5 mit 32,8 % besser zu den anderen passt als der von Glas 3 mit nur 28,9 %, welcher als Ausreißer gewertet werden kann (s. Anhang). Unter Einbeziehung dessen verringert sich die Differenz zur Silage aus zuvor gefrorenem Material auf 2,0 %. Auch Glas 1 der Variante aus frischem Silomais kann mit 34,6 % als Ausreißer angesehen werden. Berücksichtigt man dieses, verringert sich der Unterschied bei der 1. Öffnung auf lediglich 0,6 %. Die Trockensubstanzgehalte der Maissilage aus zuvor gefrorenem Material liegen also nur etwas über denen der Silage aus frischem Silomais. Dies hängt wahrscheinlich mit dem höheren Gärverlust der Variante aus zuvor gefrorenem Material zusammen, welcher sich vermutlich aus der Verflüchtigung von vorwiegend flüssigen Bestandteilen ergeben hat. Außerdem ist, wie oben bereits erwähnt bei der Einsilierung des wieder aufgetauten Silomaises relativ viel Saft entstanden, welcher beim Einfüllen z. T über den Rand des jeweiligen Glases getreten ist.

Beide Varianten liegen optimal im Bereich der allgemeinen Empfehlungen von 28 – 40 % (s. Tabelle 1). Ein Verlust an Trockensubstanz ist nur bei der Silage aus frischem Silomais, allerdings mit lediglich 1 % zu verzeichnen, bei der aus zuvor gefrorenem Material nimmt er dagegen sogar etwas zu. Die von WEISSBACH (1993) veranschlagten 5 % Trockensubstanzverlust aufgrund der Gärung bei Trockensubstanzgehalten von über 30 % und gutem Silierverlauf haben sich in diesem Fall nicht bestätigt.

Der **Milchsäuregehalt** der beiden Maissilagen bewegt sich mit Durchschnittswerten von 2,93 und 3,02 % in T und Differenzen zwischen gleichen Öffnungen von maximal 0,34 % in T auf nahezu gleichem Niveau. Allerdings ist bei der Variante aus frischem Silomais ein leichtes Absinken des Gehaltes an Milchsäure zu verzeichnen, was aber nicht sein kann, da laut Abbildung 1 (MÜLLER, 2006) bei Silagen mit niedrigen pH-Werten und ohne Vorhandensein von Buttersäure, wie es auch für die untersuchten Silagen zutrifft, kein Absinken des Milchsäuregehaltes, sondern eher ein leichter Anstieg oder eine konstante Entwicklung zu erwarten ist. Ein Abbau der Milchsäure tritt nur bei Umwandlung dieser in Buttersäure auf (MÜLLER, 2006), welche bei den untersuchten Silagen allerdings nicht entstanden ist, daher scheint das Absinken des Milchsäuregehaltes bei der Silage aus dem frischen Mais, auf Messfehler zurückzuführen zu sein.

In Anbetracht dessen sind die Gehalte an Milchsäure beider Silagen also als übereinstimmend zu betrachten. Außerdem liegen sie laut GROSS und STAUDACHER (1990), welche 2 – 3 % Milchsäure in der T als gängig aufführen, auf recht hohem Niveau.

Der **Essigsäuregehalt** der untersuchten Maissilagen liegt mit Mittelwerten von 1,44 und 1,69 % in T sowie einer maximalen Differenz zwischen 2 analogen Öffnungen von

0,49 % in T auf etwa gleichem Niveau. Allerdings ist bei der Variante aus frischem Silomais ein leichtes Absinken des Gehaltes an Essigsäure von der 1. bis zur 2. Öffnung zu verzeichnen. Dies kann allerdings nicht sein, denn wie für die Milchsäure gilt auch für die Essigsäure, dass bei günstigem Silierverlauf kein Absinken des Gehaltes, sondern ein konstanter Verlauf oder sogar ein leichter Anstieg zu erwarten ist (Abbildung 1; MÜLLER, 2006).

Es fällt auf, dass bei der Silage aus frischem Silomais die Werte für den Essigsäuregehalt bei der 1. und 3. Öffnung mit durchschnittlich 1,52 und 1,65 % in T sehr ähnlich sind. Zum Zeitpunkt der 2. Öffnung sind die ermittelten 1,15 % in T sehr unwahrscheinlich, auch weil Essigsäure während der Gärung eher nicht abgebaut wird. Der Wert von 1,58 % in T aus einer der beiden Doppelbestimmungen des Glases 3, welches nach 4 Wochen Gärdauer geöffnet wurde, ist der einzige der Werte der 2. Öffnung welcher in den Verlauf des Essigsäuregehaltes hineinpasst und somit als der einzig richtige zu betrachten. Er ist außerdem dem Durchschnittswert der Silage aus zuvor gefrorenem Silomais von 1,64 % in T nach 4 Wochen Gärdauer sehr ähnlich.

Laut VON LENGERKEN (2004) handelt es sich bei der angewendeten Destillationsmethode nach *Lepper* um eine Methode, die aufgrund der mangelhaften Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse heutzutage kaum noch Anwendung findet. Hierauf sind höchstwahrscheinlich die fehlerhaften Ergebnisse zurückzuführen. Wenn man schließlich für die 2. Öffnung der Silage aus frischem Mais nur den Wert von 1,58 % in T berücksichtigt, ist der Verlauf des Essigsäuregehaltes bei beiden Silagen als übereinstimmend zu betrachten.

Laut GROSS und STAUDACHER (1990) liegen die Gehalte an Essigsäure etwas zu hoch, da sie den Bereich von 0,5 – 1 % in T als gängige Werte angeben. Nach der DLG (2006) sind für eine gute Gärqualität allerdings auch Gehalte von bis zu 3 % in T vertretbar, was bei den untersuchten Maissilagen der Fall ist.

Für den Gehalt an **Buttersäure** ergaben sich für alle untersuchten Gläser bei beiden Silagen Werte von 0 % in T. Da es sich hierbei um eine absolut unerwünschte Gärsäure handelt, ist dies als sehr positiv zu bewerten, wie auch der DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen besagt (DLG, 2006), und lässt auf einen optimalen Gärungsverlauf bei beiden Silagen schließen.

Die **Summe der Gärsäuren** (Milch- und Essigsäure) ist für die beiden Maissilagen mit Differenzen von maximal 0,68 % in T zwischen gleichen Öffnungen und Mittelwerten von 4,37 und 4,72 % in T als gleich anzusehen. Das **Verhältnis der Gärsäuren** liegt bei 67,14 bzw. 64,13 % Milchsäure und 32,86 bzw. 35,87 % Essigsäure. Dies entspricht nicht ganz dem Optimum für das Verhältnis zwischen Milch-, Essig- und Buttersäure von 3 : 1 : 0,

welches WILHELM (1999) angibt. Es ist etwas enger, was sich aus dem möglicherweise etwas zu hohem Essigsäuregehalt ergibt.

Der **pH-Wert** der Maissilagen stimmt mit Durchschnittswerten von 3,84 und 3,88 sowie Differenzen zwischen gleichen Öffnungen von maximal 0,06 optimal überein. Der minimale Anstieg des pH-Wertes während der Gärung bestätigt wiederum PAHLOW (2003) in seiner Aussage, die Hauptgärphase sei nach 1 Woche üblicherweise abgeschlossen. Auch Abbildung 1 (MÜLLER, 2006) zeigt, dass beim Gärverlauf einer stabilen Silage der pH-Wert zumindest nach etwa 10 Tagen in etwa konstant bleibt. Nach dem DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen (DLG, 2006) ist der pH-Wert in Bezug auf die ermittelten Trockenmassen von durchschnittlich 32,1 % und 34,3 % mit Werten von kleiner als 4 als sehr gut zu bewerten.

Der Gehalt an **Stärke** stimmt im Mittel der untersuchten Maissilagen sowie des Silomaises mit 26,65 und 26,00 % in T überein. Allerdings ergaben sich durch gegenläufige Schwankungen der beiden Varianten größere Unterschiede zwischen analogen Öffnungen von bis zu 3,80 % in T. Größere Differenzen waren auch zwischen fast allen parallel geöffneten Gläsern zu verzeichnen. Dies liegt vermutlich an der Ungleichverteilung der Maiskörner auf die einzelnen Probegläser, in welchen sich vorwiegend die Stärke der Maispflanze befindet. Wenn man Glas 2 und 5 der Silage aus frischem Silomais und Glas 1 und 8 der aus zuvor gefrorenem Material als Ausreißer betrachtet (s. Anhang) und aus der Rechnung herausnimmt, ergibt sich für beide Maissilagen ein fast übereinstimmender Verlauf der Stärkegehalte mit Unterschieden zwischen analogen Öffnungen von lediglich 0,47 –1,75 % in T. Die Durchschnittswerte blieben dann mit 26,15 und 26,02 % in T nahezu gleich.

Der Stärkegehalt des Silomaises liegt mit 21,58 und 23,33 % in T im oberen Bereich der Erfahrungswerte der UNIVERSITÄT HOHENHEIM (1997) von 138 – 325 g/kg T. Die Gehalte der fertigen Maissilagen liegen zumindest über den von der LWK HANNOVER (1999) geforderten mindestens 25 % in T, allerdings werden z. T. noch höhere Gehalte als Richtwerte angegeben (s. Tabelle 1).

Der **Zuckergehalt** der beiden Silagevarianten und des Ausgangsmaterials unterscheidet sich vor allem beim unsilierten Mais, welcher Werte von 11,96 bzw. 7,55 % in T aufweist. Das starke Absinken der Gehalte an Zucker bis zu 1. Öffnung resultiert aus der raschen Umwandlung dieser in Gärsäuren innerhalb der 1. Woche der Silierung. Während der Gärung ist die Differenz zwischen den Maissilagen mit Durchschnittswerten von 1,76 und 0,66 % in T nicht mehr so gravierend. Auch der Verlauf des Zuckergehaltes während der

Silierung ist in beiden Fällen gleich. Woher allerdings der große Unterschied bei dem Ausgangsmaterial herrührt, lässt sich schwer erklären. Möglicherweise hat er sich während des etwa 3tägigen Auftauprozesses z. T. verflüchtigt, obwohl dies bei einer Auftautemperatur von 4 °C kaum denkbar scheint.

Die Zuckergehalte des Silomaises entsprechen aber trotzdem in beiden Fällen den Erfahrungswerten von 5 – 14 % in T. Die Werte des fertig silierten Maises liegen bei der Variante aus frischem Material im Durchschnitt (1,63 % in T) etwas über den von der UNIVERSITÄT HOHENHEIM (1997) ermittelten Werten von 6 – 15 g/kg T, die der Silage aus zuvor gefrorenem Silomais passen dagegen gut in diese Spanne.

Die **Rohaschegehalte** der untersuchten Maissilagen und des Silomaises stimmen bis auf die der letzten Öffnung fast vollständig überein, aber auch die am Ende der Silierung aufgetretene Differenz von lediglich 0,55 % in T zwischen beiden Varianten ist zu vernachlässigen. Die Mittelwerte von 4,42 und 4,28 % in T passen gut zusammen und liegen sogar unter dem Richtwert von höchstens 45 g/kg T, den DUNKER (2010) aufführt.

Die Gehalte des Silomaises und der untersuchten Maissilagen an **Neutraler Detergentienfaser** stimmen mit Durchschnittswerten von 400,2 und 401,5 g/kg T überein. Allerdings traten etwas größere Unterschiede nach 4 und 6 Wochen Silierdauer von 40,1 und 44,8 g/kg T auf, wobei sich die Gehalte der beiden Varianten gegenläufig entwickeln. Nach 1 Woche Gärung waren in beiden Fällen sehr große Differenzen von über 100 g/kg T zwischen den parallel geöffneten Gläsern zu verzeichnen. Dabei ist jeweils das Glas 1 mit Gehalten von nur 309,94 bzw. 326,94 g/kg T als viel zu niedrig und somit als Ausreißer zu bewerten. Der Verlauf beider Kurven wäre nach dem Rausrechnen dieser Werte viel gemäßigter.

Insgesamt verhält sich der Gehalt an Neutraler Detergentienfaser vor und während der Gärung ungefähr gegensätzlich zu dem der Enzymlöslichen Organischen Substanz. Er liegt nach Abschluss der Silierung etwas über den von DUNKER (2010) empfohlenen Gehalten von 350 – 400 g/kg T.

Der **Rohfettgehalt** der beiden Silagevarianten und des Ausgangsmaterials liegt mit Differenzen zwischen analogen Öffnungen von maximal 1,59 g/kg T und Mittelwerten von 35,3 und 34,6 g/kg T auf gleichem Niveau. Die Rohfettgehalte des Silomaises liegen mit 35,0 und 34,7 g/kg T, laut den von der UNIVERSITÄT HOHENHEIM (1997) ermittelten Werten von 23 – 29 g/kg T, etwas zu hoch. Nach der Gärung liegen die Rohfettgehalte im oberen Bereich der Richt- und Erfahrungswerte von 25 – 36 g/kg T aus Tabelle 1, bzw. etwas darüber.

Mit Unterschieden zwischen gleichen Öffnungen von maximal 8,8 g/kg T und Durchschnittswerten von 74,35 und 80,28 g/kg T stimmt der **Rohproteingehalt** der untersuchten Maissilagen und des Ausgangsmaterials nahezu überein. Dabei liegen die Werte der fertigen Maissilagen optimal unter den allgemeinen Empfehlungen von höchstens 90 g/kg T, die des Silomaises (74,6 / 78,3 g/kg T) an der unteren Grenze der Erfahrungswerte von 77 – 90 g/kg T (s. Tabelle 1).

Der Gehalt der beiden Silagevarianten sowie des Silomaises an **Enzymlöslicher Organischer Substanz** bewegt sich mit Durchschnittswerten von 664,0 und 659,5 g/kg T auf gleichem Niveau. Allerdings trat nach 4 Wochen Silierdauer ein etwas größerer Unterschied von 33,9 g/kg T auf. Nach einer sowie nach 6 Wochen Gärung waren bei der Silage aus frischem Mais außerdem recht große Differenzen zwischen den parallel geöffneten Gläsern zu verzeichnen. Dabei liegt Glas 2 mit einem ELOS-Gehalt von 705,1 g/kg T zu hoch und Glas 6 mit 595,1 g/kg T viel zu niedrig. Beide sind als Ausreißer zu bewerten. Nach dem Rausrechnen dieser würden die Gehalte der beiden Silagen zum Zeitpunkt der 1. und 3. Öffnung in etwa übereinstimmen.

Wie oben bereits erwähnt, verhält sich der ELOS-Gehalt ungefähr gegensätzlich zu dem der Neutralen Detergentienfaser. Er liegt laut dem Richtwert von DUNKER (2010), nach welchem für Maissilagen mehr als 700 g/kg T angestrebt werden sollten, etwa 50 g/kg T zu niedrig. Auch dies verhält sich entgegengesetzt zum NDForg-Gehalt, welcher etwas zu hoch liegt.

Die **Energiegehalte** der beiden Maissilagen stimmen mit Mittelwerten von 11,11 und 11,06 MJ ME/kg T sowie 6,71 und 6,67 MJ NEL/kg T absolut überein. Die Kurven zeigen jeweils die gleiche gegenläufige Entwicklung wie die des Gehaltes an ELOS. Dies bestätigt DUNKER (2010) in ihrer Aussage, dass ELOS den größten Einfluss auf den NEL-Gehalt von Maissilagen ausübt. Der Verlust an Energie ist mit maximal 3 % als sehr gering zu bewerten, da die laut ZIMMER (1946; in DLG, 2006) unvermeidbaren Verluste von 5 – 12 % nicht annähernd erreicht werden.

5.2 Grassilage

Der **Gärverlust** ist mit Durchschnittswerten von 1,13 und 1 % bei den untersuchten Silagen und Unterschieden zwischen analogen Öffnungen von maximal 0,2 % als gleich zu betrachten. Er liegt relativ niedrig und der nur leicht ansteigende Verlauf der Kurven bestätigt, wie bereits bei der Maissilage erwähnt, PAHLOW (2003) in seiner Aussage, die Hauptgärphase sei nach 1 Woche üblicherweise abgeschlossen.

Die **Sensorische Bewertung** der Grassilagen ergab eine relativ große Differenz von 2 Punkten Abzug bei der 1. Öffnung nach 1 Woche. Dieser Unterschied kann allerdings auch auf die im Gegensatz zur Untersuchung der Maissilagen sehr geringe Anzahl an Prüfern (s. Anhang) zurückzuführen sein. Außerdem beruht die Sensorische Bewertung auf der subjektiven Wahrnehmung der Prüfer und auf einer recht groben Abstufung. Weiterhin war kein direkter Vergleich der jeweiligen Öffnungen der beiden Silagevarianten möglich. Dies alles kann zu größeren Unterschieden bei der Bewertung der Sensorischen Eigenschaften führen.

Die unterschiedliche Bewertung des Geruchs nach Essigsäure findet sich daneben auch nicht wieder in der analytischen Bestimmung dieser Gärsäure. Hier sind beide Varianten während des gesamten Silierverlaufes als gleich zu betrachten. Es ist demzufolge anzunehmen, dass es sich bei der Bewertung der 1. Öffnung der frischen Variante um einen Fehler handeln muss. Insgesamt wäre dann die Beurteilung der Sensorischen Eigenschaften der Grassilagen übereinstimmend.

Der **Trockensubstanzgehalt** der Grassilagen sowie des unsilierten Grases ist bis auf die 1. Öffnung als gleich zu betrachten. Der Mittelwert der Variante aus frischem Material nach 1 Woche Silierdauer kann allerdings als Ausreißer bewertet werden. Hier ist auch ein recht großer Unterschied zwischen den beiden untersuchten Gläsern zu erkennen (41,0 und 41,8 %). Möglicherweise ist das Probenmaterial nicht ausreichend durchmischt worden oder auch relativ viel trockeneres Siliergut in die jeweiligen Gläser eingefüllt worden.

Insgesamt ist der Trockensubstanzgehalt, welcher im Durchschnitt der Öffnungen zwischen 37,9 und 41,4 % liegt, nach den in Tabelle 2 aufgeführten Richtwerten (30–40 %) als gut bzw. etwas zu hoch einzuschätzen, was daran liegen könnte, dass es sich bei dem verwendeten Gras um einen recht späten 3. Schnitt handelt. Der Verlust an Trockensubstanz liegt mit maximal 0,9 % laut WEISSBACH (1993) auf recht niedrigem Niveau, welcher bei gutem Gärungsverlauf für Siliergut mit mehr als 30 % Trockensubstanz 5 % Verlust veranschlagt.

Der **Milchsäuregehalt** der Grassilagen ist zwar während der Gärung leicht gegenläufig, allerdings mit Differenzen zwischen gleichen Öffnungen von maximal 0,68 % in T und mit Mittelwerten von 4,45 bzw. 4,02 % in T als gleich anzusehen. Er ist in beiden Fällen relativ konstant im Verlauf der Silierung, was wiederum die Aussage von PAHLOW (2003) bestätigt, die Hauptgärphase sei nach 1 Woche üblicherweise abgeschlossen. Der Milchsäuregehalt liegt etwas unter dem Richtwert von > 5 % in T (s. Tabelle 2), dies lässt sich aber möglicherweise durch die relativ geringen Zuckergehalte begründen. Nach GERHOLD und MEUSBURGER (2007) liegen solch hohe Gehalte außerdem meist nur dann vor, wenn das Siliergut stark mit frei vorkommenden Milchsäurebakterien behaftet ist, was beim verwendeten Gras demzufolge wohl nicht der Fall war. Es wurde auch nicht zusätzlich mit Milchsäurebakterien geimpft.

Der **Essigsäuregehalt** der Grassilagen ist mit Differenzen zwischen gleichen Öffnungen von maximal 0,26 % in T und mit Mittelwerten von 1,53 bzw. 1,69 % in T als gleich anzusehen. Er ist wie auch der Milchsäuregehalt relativ konstant im Verlauf der Silierung, was nochmals die Aussage von PAHLOW (2003) (s. o.) bestätigt. Der Essigsäuregehalt liegt außerdem zwischen 10 und 30 g/kg T, was laut GERHOLD und MEUSBURGER (2007) als normal anzusehen und nach dem DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen (DLG, 2006) als sehr gut zu bewerten ist.

Der Gehalt an **Buttersäure** wurde bei der Untersuchung der Grassilagen nicht ermittelt. Es ist aber anzunehmen, dass er nur sehr gering gewesen sein kann, da sich die Gehalte an Milch- und Essigsäure sowie auch der pH-Wert in guten bis optimalen Bereichen bewegen, was auf einen insgesamt guten Silierverlauf hinweist.

Die **Summe der Gärsäuren** (Milch- und Essigsäure) ist für die beiden Grassilagen mit Differenzen von maximal 0,55 % in T zwischen gleichen Öffnungen und Mittelwerten von 5,98 und 5,71 % in T als gleich anzusehen. Das **Verhältnis der Gärsäuren** liegt bei 74,36 bzw. 70,27 % Milchsäure und 25,64 bzw. 29,73 % Essigsäure. Dies entspricht laut WILHELM (1999) dem Optimum für das Verhältnis zwischen Milch-, Essig- und Buttersäure von 3 : 1 : 0. Nach GERHOLD und MEUSBURGER (2009) ist dieses Verhältnis allerdings etwas zu eng. Sie sprechen von guten Silagen, wenn 80 – 90 % Milchsäure, 10 – 20 % Essigsäure und möglichst keine Buttersäure vorhanden sind.

Der **pH-Wert** der Grassilagen stimmt über den gesamten Silierverlauf mit Mittelwerten von 4,38 und 4,37 absolut überein. Es ist ein minimaler Anstieg zu verzeichnen, was wiederum PAHLOW (2003) in seiner Aussage bestätigt, die Hauptgärphase sei nach 1 Woche üblicher

weise abgeschlossen. Auch Abbildung 1 (MÜLLER, 2006) zeigt, dass beim Gärverlauf einer stabilen Silage der pH-Wert zumindest nach etwa 10 Tagen in etwa konstant bleibt. Nach dem DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen (DLG, 2006) ist der pH-Wert in Bezug auf die ermittelten Trockenmassen von durchschnittlich 39,6 % und 38,4 % mit Werten kleiner als 4,5 als sehr gut zu bewerten.

Der **Zuckergehalt** des Grases und der Grassilagen ist mit maximal 1,43 % in T Differenz zwischen den beiden Ausgangsmaterialien und Mittelwerten von 2,93 und 2,32 % in T als gleich zu bewerten. Das starke Absinken des Gehaltes an Zuckern bis zur 1. Öffnung hängt zusammen mit der schnellen Umwandlung dieser in Gärsäuren innerhalb der 1. Woche der Gärung. Genau wie die Gärsäuren bleibt dieser während der weiteren Silierung auf etwa gleichem Niveau, was erneut PAHLOW (2003) bestätigt. Der Gehalt an Zuckern ist im Vergleich mit den Richt- und Erfahrungswerten aus Tabelle 2 sowohl vor als auch nach Abschluss der Silierung relativ gering. Dies liegt möglicherweise daran, dass es sich beim verwendeten Siliergut um Gras aus einem recht späten 3. Schnitt handelt.

Der **Rohaschegehalt** der Grassilagen sowie des unsilierten Grases ist mit einer maximalen Differenz zwischen den beiden 1. Öffnungen von 1,16 % in T und Mittelwerten von 10,08 und 9,52 % in T als gleich zu betrachten. Er liegt außerdem optimal unter den von HOFFMANN und RICHARDT (2003) maximal geforderten 140 g/kg T.

Der **Gehalt an Saurer Detergentienfaser** der untersuchten Grassilagen und des Ausgangsmaterials liegt mit Abweichungen von maximal 11,29 g/kg T zwischen gleichen Öffnungen und Durchschnittswerten von 270,02 und 278,96 g/kg T auf gleichem Niveau. Er liegt außerdem im von DUNKER (2010) geforderten Bereich von 250 – 300 g/kg T.

Auch die **Rohfettgehalte** beider Grasvarianten und Grassilagen stimmen überein, mit einer maximalen Differenz zwischen 2 gleichen Öffnungen von nur 3,8 g/kg T und Mittelwerten von 30,5 und 31,8 g/kg T. Sie liegen nach den von DUNKER (2010) geforderten 30 – 50 g/kg T eher im niedrigeren aber noch akzeptablen Bereich.

Der **Rohproteingehalt** der untersuchten Grassilagen und des Ausgangsmaterials ist ebenfalls als gleich zu betrachten mit einem maximalen Unterschied von 1,5 % in T zwischen gleichen Öffnungen und Durchschnittswerten von 20,3 und 21,3 % in T. Allerdings liegt er laut den Richt- und Erfahrungswerten aus Tabelle 2 viel zu hoch.

Der **Gehalt an Enzymlöslicher Organischer Substanz** stimmt für die beiden Grassilagen und deren Ausgangsmaterial mit Durchschnittswerten von 640,1 und 631,6 g/kg T überein. Allerdings ist die Differenz bei der 2. Öffnung mit 34,3 g/kg T recht hoch. Aber auch Gläser, die parallel geöffnet wurden, weichen zum Teil recht stark in ihrem ELOS-Gehalt voneinander ab (bis 31,6 g/kg T, 1. Öffnung, Grassilage gefroren). Somit ist der Unterschied nach 4 Wochen Silierdauer möglicherweise nicht so relevant. Laut AELF PASSAU-ROTTHALMÜNSTER (2009) sollten Grassilagen mehr als 70 % ELOS in der T aufweisen. Dass die untersuchten Grassilagen um etwa 8 bzw. 7 % in T darunter liegen, hängt damit zusammen, dass es sich hierbei um Gras aus einem späten 3. Schnitt handelt, bei welchem der Gehalt an Faserbestandteilen tendenziell höher und der Anteil an verdaulichen Bestandteilen somit geringer ausfällt.

Die **Energiegehalte** der beiden Grassilagen und des unsilierten Grases stimmen mit Mittelwerten von 9,99 und 9,95 MJ ME/kg T sowie 5,97 und 5,93 MJ NEL/kg T absolut überein. Die Kurven zeigen jeweils die gleiche gegenläufige Entwicklung wie die des Gehaltes an ELOS. Dies zeigt, dass ELOS nicht nur bei Maissilagen einen sehr großen Einfluss auf den Energiegehalt ausübt, wie DUNKER (2010) angibt. Der Verlust an Energie ist mit maximal 2 % als sehr gering zu bewerten, da die laut ZIMMER (1946; in DLG, 2006) unvermeidbaren Verluste von 5 – 12 % nicht annähernd erreicht werden.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit ging es darum, herauszufinden, ob es möglich ist, Mais- und Grassilagen im Rahmen von wissenschaftlichen Silierversuchen, zur Betrachtung der Entwicklung verschiedener Gärparameter, wichtiger Inhaltsstoffe und Energiegehalte im Silierverlauf, nicht nur aus frischem Material herzustellen, sondern alternativ auch aus zuvor eingefrorenem und wieder aufgetautem Material, um dadurch eine Erleichterung der Arbeitsorganisation in Forschungseinrichtungen erzielen zu können. Hierfür wurde eine Mischung aus Silomais bzw. Gras des 3. Schnittes zum einen Teil direkt einsiliert und zum anderen Teil erst nach Einfrieren und späterem Auftauen einsiliert. Von den jeweiligen Silagen wurden anschließend während des Silierverlaufes die Gehalte an Milch-, Essig- und Buttersäure, der pH-Wert, der Gärverlust sowie die Sensorischen Eigenschaften nach jeweils 1, 4 und 6 Wochen bestimmt. Die Gehalte an Trockensubstanz, Stärke (bei Mais), Zucker, Rohasche, Neutraler (bei Mais) und Saurer (bei Gras) Detergentienfaser, Rohfett, Rohprotein, Enzymlöslicher Organischer Substanz sowie Metabolischer Energie und Netto-Energie-Laktation wurden zusätzlich auch beim Ausgangsmaterial erfasst.

Nach Auswertung der Ergebnisse der Maissilagen ergaben sich größere Unterschiede zwischen den beiden Varianten vor allem beim Gärverlust sowie bei der Sensorischen Bewertung. Hierbei war es die Maissilage aus zuvor gefrorenem Silomais, welche wesentlich schlechter bewertet wurde. Beim Einsilieren des wieder aufgetauten Silomaises kam es allerdings zu verstärktem Saftaustritt, was z. T. auch zum Überschwappen der Siliergläser beim Einfüllen führte. Die Unterschiede zur Silage aus frischem Silomais sind vermutlich auf diesen Sachverhalt zurückzuführen. Daher ist zu empfehlen, den Versuch noch einmal zu wiederholen. Hierbei sollte dann die Einwaage des Silomaises in die Silagegläser etwas verringert werden, wobei aber trotzdem auf eine ausreichende Verdichtung des Materiales geachtet werden muss, um optimale Gärbedingungen erzielen zu können. Allerdings war auch beim Zuckergehalt des unsilierten Maises ein recht großer Unterschied zu verzeichnen, wobei der wieder aufgetaute Silomais nur etwa 2 Drittel der Zucker enthielt, welche im frischen Silomais bestimmt wurden. Dies hatte aber auf andere untersuchte Parameter, wie es z. B. bei den Gärsäuregehalten denkbar gewesen wäre, keinen weiteren Einfluss. Alle weiteren Inhaltsstoffe lagen in ihren Gehalten bei den beiden Ausgangsmaterialien jeweils auf etwa gleichem Niveau. Bei einer Wiederholung des Versuches unter angepassten Silierebedingungen wird sich an der Differenz der Zuckergehalte vor der Gärung höchstwahrscheinlich nichts ändern und auch eine Optimierung der Auftaubedingungen lässt sich kaum bewerkstelligen. Wenn aber die übrigen untersuchten Parameter ansonsten übereinstimmen, könnte man möglicherweise den Zuckergehalt einfach außer Betracht lassen.

Aus der Auswertung der Ergebnisse der Grassilage ergab sich dagegen, dass es durchaus möglich ist, Gras zunächst einzufrieren und erst nach dem Auftauen einzusilieren. Hier waren lediglich geringe Unterschiede zwischen den beiden Silagevarianten zu verzeichnen. Bei einigen Parametern stimmten die Werte sogar völlig überein. Zwar war auch hier wie beim Mais ein Unterschied der Zuckergehalte des unsilierten Grases aufgetreten, wobei die Werte des wieder aufgetauten Grases niedriger lagen. Allerdings war hier die Differenz recht gering und schließlich zu vernachlässigen.

Allgemein ist zu empfehlen, dass bei der Wiederholung solcher Versuche bzw. der Anwendung der Methodik des Einfrierens des Siliergutes vor der Silierung unbedingt Doppelbestimmungen bei den jeweiligen Untersuchungen vorgenommen werden sollten, um Fehler besser zu erkennen und rausrechnen zu können. Außerdem sollten für die Sensorische Bewertung der Silagen immer ausreichend und möglichst die gleichen Prüfer zur Verfügung gestellt werden, welche am besten auch über Erfahrung mit dieser Arbeit verfügen, da diese Beurteilung auf subjektiver Wahrnehmung beruht, welche dadurch leicht mit Fehlern behaftet sein kann. Weiterhin wäre zu beachten, dass immer alle Öffnungen der Silierung in die Betrachtung mit einbezogen werden sollten, um größere aber gegenläufige Schwankungen, wie sie in dieser Arbeit z. B. bei Stärke und bei der Enzymlöslichen Organischen Substanz aufgetreten sind, erkennen und rausrechnen zu können.

Literaturübersicht

AELF CHAM (2009):

Neuerungen bei der Futteruntersuchung des LKV. letztes Update: 01.07.2010, URL: http://www.alf-ch.bayern.de/tierhaltung/31787/linkurl_4.pdf

AELF PASSAU-ROTTTHALMÜNSTER (2009):

Erfolgreich füttern – Grassilage 2009. letztes Update: 30.06.2010, URL: http://www.aelf-pa.bayern.de/tierhaltung/21392/erfolgreich_fuettern.pdf

DLG (Hrsg.) (2006):

Praxishandbuch Futterkonservierung – Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. 7. Auflage; DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

DUNKER, MARION (2010):

Silagequalitäten des Erntejahres 2009 – abschließende Bewertung. In: LMS-aktuell – Nr. 2/ April 2010. LMS Landwirtschaftsberatung MV/SH GmbH, Rostock

DUNKER, MARION (2009):

Silagequalitäten des Erntejahres 2009. In: LMS-aktuell – Nr. 6/ Dezember 2009. LMS Landwirtschaftsberatung MV/SH GmbH, Rostock

FLEISCHERZEUGERRING TRAUENSTEIN E. V. (2009):

Ringbrief Nr. 2 / 2009. letztes Update: 01.07.2010, URL: http://www.aelf-ts.bayern.de/tierhaltung/20211/linkurl_5.pdf

GERHOLD, KARL HEINZ; MEUSBURGER, CHRISTIAN (2007):

Aus (Silage)fehlern lernen. Bauernjournal West, 20.11.2007, letztes Update: 28.04.2010, URL: <http://www.bmlfuw.gv.at/article/articleview/62357/1/4996/>

GFE (Hrsg.) (2008):

Proceedings of the Society of Nutrition Physiology – Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Band 17, 2008; DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

GROSS, FRIEDRICH; STAUDACHER, WALTER (1990):

Futterkonservierung. In: Zscheischler, et. al: Handbuch Mais: Umweltgerechter Anbau, Wirtschaftliche Verwertung. 4. Auflage; DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

HOFFMANN, MANFRED; RICHARDT, WOLFRAM (2003):

Anforderungen an Futterwert und Qualität von Silagen für die Rinderfütterung. In: Hansen, Chr. (Hrsg.): Bemerkungen über das Silieren. 1. Auflage; Joachim Behrens Scheeßel GmbH, Scheeßel

JEROCH et. al (1999):

Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere: Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

LÜTKE ENTRUP, NORBERT; OEMICHEN, JOBST (Hrsg.) (2000):

Lehrbuch des Pflanzenbaues – Band 2: Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer / AgroConcept GmbH, Bonn

LWK HANNOVER – Futterberatungsdienst Hannover e.V. (Hrsg.) (1999):

Rinder: Futter, Fütterung. Hannover

MÜLLER, JÜRGEN (2006):

Futterkonservierung. In: Die Landwirtschaft – Band: Pflanzliche Erzeugung. BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München

MÜLLER, JÜRGEN (2003):

Bedeutung des Ausgangsmaterials für die Gärqualität. In: Hansen, Chr. (Hrsg.): Bemerkungen über das Silieren. 1. Auflage; Joachim Behrens Scheeßel GmbH, Scheeßel

PAHLOW, GÜNTHER (2003):

Gärungsbiologische Grundlagen der Silagebereitung und ihre Auswirkungen auf die Silierpraxis. In: Hansen, Chr. (Hrsg.): Bemerkungen über das Silieren. 1. Auflage; Joachim Behrens Scheeßel GmbH, Scheeßel

UNIVERSITÄT HOHENHEIM – Dokumentationsstelle (1997):

DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Auflage; DLG-Verlag, Frankfurt am Main

VON LENGERKEN, JÜRGEN (2004):

Qualität und Qualitätskontrolle bei Futtermitteln – Methodik, Analytik, Bewertung. Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main

WALTHER, BARBARA (2006):

Milchsäure in Lebensmitteln und ihre Bedeutung für die menschliche Ernährung. In: ALP science 2006, Nr. 505; Online im Internet. URL: http://www.db-alp.admin.ch/de/publikationen/docs/pub_WaltherB_2006_16320.pdf (Stand: 09.02.2010)

WEISSBACH, FRIEDRICH (1993):

Grünfütter und Grünfütterkonservate. In: Jeroch, Heinz et al. (Hrsg.): Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

WILHELM, HERBERT; WURM, KARL (1999):

Futtermittelkonservierung und –qualität – Silagebereitung, Heuwerbung, Getreide- und Maistrocknung. Leopold Stocker Verlag, Graz

ZIMMER, ERNST (1993):

Gärbiologie bei Gras- und Maissilagen. In: BAL (Hrsg.): Bericht über die „Österreichweite Silagetagung“; Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irndning

ZIMMER, ERNST (1987):

Futtermittelwerbung und Konservierung. In: Voigtländer, Gerhard; Jacob, Helmut (Hrsg.): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart

Anhang

Sinnenschlüssel Maissilage

Probe:

Im Hinblick auf den Konservierungsprozess beste Maissilage:

- riecht angenehm säuerlich (aromatisch, brotartig), nicht nach Alkohol oder Buttersäure,
- sie hat auch keinen wahrnehmbaren Essigsäuregeruch und ist frei von Fremdgerüchen,
- sie riecht weder nach Hefe noch schimmelig und
- sie hat je nach Sortentyp eine mehr goldgelbe Farbe (Kompakttypen) bis gelb – olive Farbe (stay-green-Typen).

Geruch

Punkte für Qualitätsabzug Glas

angenehm säuerlich, aromatisch, brotartig	0		
leicht alkoholisch oder leichter Essigsäuregeruch	1		
stark alkoholischer oder Röstgeruch	3		
muffig oder leichter Buttersäuregeruch	5		
widerlich, Fäulnisgeruch, jauchig	7		

Gefüge

unverändert (wie das Ausgangsmaterial)	0		
leicht angegriffen, Pflanzenteile mürbe	1		
stark angegriffen, schmierig, schleimig	2		
verrottet	4		

Farbe

dem Ausgangsmaterial ähnliche Farbe	0		
Farbe wenig verändert	1		
Farbe stark verändert	2		

Schimmel

sichtbarer Schimmelbefall: Silage nicht verfüttern !	7		
--	---	--	--

Summe Punkte für Qualitätsabzug			
---------------------------------	--	--	--

Sinnenschlüssel Grassilage

Im Hinblick auf den Konservierungsprozess beste Grassilage:

- riecht angenehm säuerlich (aromatisch, würzig); ist frei von Buttersäure; hat keinen wahrnehmbaren Essigsäuregeruch und ist frei von anderen Fremdgerüchen (Stall, muffig etc.).
- Herbstsilagen können davon abweichend auch durch fehlende oder schwache Vergärung grasartig und frisch riechen und weisen dann generell nur geringe Lagerstabilität auf.

Geruch:

Punkte für Qualitätsabzug

Prüfung auf Fehlgärung, Erwärmung, Hefen- und Schimmelbildung

Probe				
-------	--	--	--	--

a) Buttersäure (Geruch nach Schweiß, ranziger Butter)

nicht wahrnehmbar	0			
schwach, erst nach Fingerprobe (Reiben) wahrnehmbar	1			
auch ohne Fingerprobe schwach wahrnehmbar	3			
aus ca. 1 m Entfernung deutlich wahrnehmbar	5			
schon aus einiger Entfernung stark wahrnehmbar, fäkalartig	7			

b) Essigsäure (stechender, beißender Geruch, Geruch nach Essig)

nicht wahrnehmbar	0			
schwach wahrnehmbar	1			
deutlich wahrnehmbar	2			
stark wahrnehmbar	4			

c) Erwärmung (Röstgeruch)

nicht wahrnehmbar	0			
schwacher Röstgeruch, angenehm	1			
deutlicher Röstgeruch, leicht rauchig	2			
starker Röstgeruch, brandig, unangenehm	4			

d) Hefen (mostartig, gärer Geruch)

nicht wahrnehmbar	0			
schwach wahrnehmbar	1			
deutlich wahrnehmbar	2			
stark wahrnehmbar	4			

e) Schimmel (muffiger Geruch)

nicht wahrnehmbar	0			
-------------------	---	--	--	--

schwach wahrnehmbar	3			
deutlich wahrnehmbar	5			
stark wahrnehmbar	7			

Summe Punkte für Qualitätsabzug				
Alkohol wahrnehmbar				

Übertragung Punkte für Qualitätsabzug				
--	--	--	--	--

Farbe:

Prüfung auf Witterungseinflüsse beim Welken und auf Fehlgärungen oder Schimmel

Hinweis:

Nasse, blattreiche Silage hat eine dunklere Farbe als trockene, stängelreiche Silage. Das führt nicht zwingend zu Punktabzügen. Silage wird zudem durch Fehlgärungen dunkler.

a) Bräunung

normale Farbe	0			
bräunlicher als normal	1			
deutlich gebräunt	2			
stark gebräunt	4			

b) Vergilbung

normale Farbe	0			
gelblicher als normal	1			
deutlich ausgebleichen	2			
stark ausgebleichen	4			

c) sonstige Beobachtungen

giftgrün durch starke Buttersäuregärung	7			
sichtbarer Schimmelbefall: Silage nicht verfüttern!	7			

Gefüge:

Prüfung auf mikrobielle Zersetzung der Pflanzenteile und Schimmel

Pflanzenteile nicht angegriffen	0			
Pflanzenteile nur an Schnittstellen leicht angegriffen	1			
Blätter deutlich angegriffen, schmierig	2			
Blätter und Halme stark angegriffen, verrottet, mistartig	4			

Summe Punkte für Qualitätsabzug				
--	--	--	--	--

Ermittlung des Gärverlustes der Maissilagen:

Probe Nr.	1. Öffnung					2. Öffnung				3. Öffnung			
	EW in g	RW in g	Gärverlust in g in g T in %			RW in g	Gärverlust in g in g T in %			RW in g	Gärverlust in g in g T in %		
Maissilage frisch													
Glas 1	872,9	849,1	23,8	8,2	2,7								
Glas 2	836,8	834,9	1,9	0,7	0,2								
Glas 3	851,4	843,4	8,0	2,8	0,9	842,9	8,5	2,9	1,0				
Glas 4	902,7	856,6	46,1	15,9	5,1	855,9	46,8	16,1	5,2	855,4	47,3	16,3	5,2
Glas 5	839,5	828,9	10,6	3,6	1,3	828,1	11,4	3,9	1,4				
Glas 6	832,9	831,1	1,8	0,6	0,2	830,7	2,2	0,8	0,3	830,4	2,5	0,9	0,3
Glas 7	890,4	859,9	30,5	10,5	3,4	859,5	30,9	10,6	3,5	859,1	31,3	10,8	3,5
Glas 8	821,8	819,9	1,9	0,7	0,2	819,3	2,5	0,9	0,3	818,9	2,9	1,0	0,4
Glas 9	869,9	854,2	15,7	5,4	1,8	853,8	16,1	5,5	1,9	853,4	16,5	5,7	1,9
MW	857,6	842,0	15,6	5,4	1,8	841,5	16,9	5,8	1,9	843,4	20,1	6,9	2,3
Maissilage gefroren													
Glas 1	851,7	817,5	34,2	11,6	4,0								
Glas 2	879,6	839,1	40,5	13,8	4,6								
Glas 3	884,0	824,4	59,6	20,3	6,7	824,1	59,9	20,6	6,8	824,0	60,0	20,4	6,8
Glas 4	840,2	811,3	28,9	9,8	3,4	810,9	29,3	10,1	3,5				
Glas 5	854,5	823,3	31,2	10,6	3,7	823,0	31,5	10,8	3,7				
Glas 6	922,8	848,1	74,7	25,4	8,1	847,9	74,9	25,8	8,1	847,8	75,0	25,5	8,1
Glas 7 (Schimmel)	840,6	812,4	28,2	9,6	3,4	811,6	29,0	10,0	3,4	811,3	29,3	10,0	3,5
Glas 8	833,7	809,4	24,3	8,3	2,9	808,9	24,8	8,5	3,0	808,8	24,9	8,5	3,0
Glas 9	851,5	813,3	38,2	13,0	4,5	813,0	38,5	13,2	4,5	813,0	38,5	13,1	4,5
MW	862,1	822,1	40,0	13,6	4,6	819,9	41,1	14,1	4,7	821,0	45,5	15,5	5,2

Ermittlung der Sensorischen Qualitätsabzüge der Maissilagen:

	Probe	Geruch	Gefüge	Farbe	Schimmel	Summe Abzug	MW
Maissilage frisch							
1. Öffnung	Glas 1	1	1	1	0	3	1,40
		2	0	1	0	2	
		3	1	1	0	3	
		4	0	1	0	2	
		5	0	0	1	1	
		6	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	
		8	0	0	1	1	
		9	0	0	1	1	
		10	0	0	1	1	
	Glas 2	1	1	1	0	3	1,70
		2	1	1	0	3	
		3	1	1	0	3	
		4	0	1	1	2	

		5	0	1	1	0	2	
		6	0	0	1	0	1	
		7	0	0	0	0	0	
		8	0	0	1	0	1	
		9	0	0	1	0	1	
		10	0	0	1	0	1	
	MW		0,25	0,45	0,85			1,55
2. Öffnung	Glas 3	1	0	0	1	0	1	1,67
		2	1	0	1	0	2	
		3	0	0	1	0	1	
		4	0	0	1	0	1	
		5	0	0	1	0	1	
		6	1	0	1	0	2	
		7	1	1	1	0	3	
		8	1	0	1	0	2	
		9	1	0	1	0	2	
	Glas 5	1	0	1	1	0	2	1,33
		2	0	0	1	0	1	
		3	0	0	2	0	2	
		4	0	0	1	0	1	
		5	0	0	1	0	1	
		6	0	0	1	0	1	
		7	0	0	1	0	1	
		8	0	0	1	0	1	
		9	0	1	1	0	2	
	MW		0,28	0,17	1,06			1,50
3. Öffnung	Glas 6	1	0	1	1	0	2	1,25
		2	0	0	1	0	1	
		3	0	0	1	0	1	
		4	0	0	1	0	1	
	Glas 8	1	0	1	1	0	2	1,50
		2	1	0	1	0	2	
		3	0	0	1	0	1	
		4	0	0	1	0	1	
	MW		0,13	0,25	1,00			1,38
Maissilage gefroren								
1. Öffnung	Glas 1	1	0	1	1	0	2	1,80
		2	1	0	1	0	2	
		3	1	0	1	0	2	
		4	0	0	1	0	1	
		5	1	0	1	0	2	
	Glas 2	1	0	0	1	0	1	2,20
		2	0	1	1	0	2	
		3	1	0	1	0	2	
		4	1	1	1	0	3	
		5	1	1	1	0	3	
	MW		0,60	0,40	1,00			2,00
2. Öffnung	Glas 4	1	1	1	2	0	4	3,33
		2	1	0	2	0	3	
		3	1	0	2	0	3	
	Glas 5	1	1	1	2	0	4	3,67
		2	1	2	1	0	4	
		3	1	0	2	0	3	
	MW		1,00	0,67	1,83			3,50

3. Öffnung	Glas 8	1	1	0	2	0	3	3,00
		2	1	0	2	0	3	
		3	1	0	2	0	3	
	Glas 9	1	1	0	2	0	3	
		2	1	0	2	0	3	
		3	1	0	2	0	3	
MW			1,00	0,00	2,00		3,00	

Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes der Maissilagen:

Probe	Tüte in g	EW OS ges. in g	g trocken	T in g	T in % OS	MW T in % OS	MW T je Öffnung
Mais erntefrisch							
frisch	6,9	356,7	126,7	119,8	33,6	33,0	
	6,8	271,1	94,8	88,0	32,5		
gefroren	6,7	259,2	92,3	85,6	33,0	32,9	
	6,9	261,7	92,5	85,6	32,7		
Maissilage frisch							
1. Öffnung Glas 1	6,7	132,8	52,7	46,0	34,6	34,6	33,6
1. Öffnung Glas 2	6,7	134,2	50,4	43,7	32,6	32,6	
2. Öffnung Glas 3	6,7	106,8	37,6	30,9	28,9	28,9	30,9
2. Öffnung Glas 5	6,9	100,4	39,8	32,9	32,8	32,8	
3. Öffnung Glas 6	7,1	155,6	56,6	49,5	31,8	31,8	32,0
3. Öffnung Glas 8	6,9	164,5	59,8	52,9	32,2	32,2	
Maissilage gefroren							
1. Öffnung Glas 1	6,7	138,0	52,5	45,8	33,2	33,2	34,5
1. Öffnung Glas 2	6,7	136,4	55,5	48,8	35,8	35,8	
2. Öffnung Glas 4	6,8	146,2	57,1	50,3	34,4	34,4	34,5
2. Öffnung Glas 5	7,0	150,3	58,9	51,9	34,5	34,5	
3. Öffnung Glas 8	6,7	158,8	60,3	53,6	33,8	33,8	34,0
3. Öffnung Glas 9	6,7	162,5	62,3	55,6	34,2	34,2	

Ermittlung des Milchsäuregehaltes der Maissilagen:

	Pr.	T in g/kg	Extinktion				Gehalt Milchsäure in					MW MS je Öffng.
			E1	E2	E2-E1	D E G	g/l	g/kg FM	g/kg T	% T	MW % T	
Probenvolumen in ml	0,02											
Testvolumen in ml	2,24											
MG in g/mol	90,1											
Leerwert	1		323	378	0,055							
	2		337	392	0,055							
Maissilage frisch												
1. Öffng. Glas 1	1	346,39	369	1022	0,653	0,598	0,958	9,58	33,18	3,32	3,31	3,18
	2	346,39	359	1008	0,649	0,594	0,951	9,51	32,96	3,30		
1. Öffng. Glas 2	1	325,63	350	986	0,636	0,581	0,931	9,31	30,30	3,03	3,05	
	2	325,63	375	1018	0,643	0,588	0,942	9,42	30,67	3,07		
2. Öffng. Glas 3	1	289,33	357	986	0,629	0,574	0,919	9,19	26,60	2,66	2,69	2,85
	2	289,33	368	1010	0,642	0,587	0,940	9,40	27,20	2,72		
2. Öffng. Glas 5	1	327,69	356	978	0,622	0,567	0,908	9,08	29,76	2,98	3,01	
	2	327,69	379	1014	0,635	0,580	0,929	9,29	30,44	3,04		
3. Öffng. Glas 6	1	318,12	350	937	0,587	0,532	0,852	8,52	27,11	2,71	2,73	2,76
	2	318,12	363	957	0,594	0,539	0,863	8,63	27,47	2,75		
3. Öffng. Glas 8	1	321,58	345	928	0,583	0,528	0,846	8,46	27,20	2,72	2,80	
	2	321,58	361	974	0,613	0,558	0,894	8,94	28,74	2,87		
Maissilage gefroren												
1. Öffng. Glas 1	1	331,88	356	936	0,580	0,525	0,841	8,41	27,91	2,79	2,79	2,94
	2	331,88	357	936	0,579	0,524	0,839	8,39	27,86	2,79		
1. Öffng. Glas 2	1	357,77	357	923	0,566	0,511	0,819	8,19	29,28	2,93	3,09	
	2	357,77	360	983	0,623	0,568	0,910	9,10	32,55	3,26		
2. Öffng. Glas 4	1	344,05	357	962	0,605	0,550	0,881	8,81	30,31	3,03	3,03	3,04
	2	344,05	364	968	0,604	0,549	0,879	8,79	30,25	3,03		
2. Öffng. Glas 5	1	345,31	358	970	0,612	0,557	0,892	8,92	30,81	3,08	3,06	
	2	345,31	361	966	0,605	0,550	0,881	8,81	30,42	3,04		
3. Öffng. Glas 8	1	337,53	408	1016	0,608	0,553	0,886	8,86	29,90	2,99	3,01	3,10
	2	337,53	389	1006	0,617	0,562	0,900	9,00	30,38	3,04		
3. Öffng. Glas 9	1	342,15	383	1028	0,645	0,590	0,945	9,45	32,34	3,23	3,18	
	2	342,15	366	991	0,625	0,570	0,913	9,13	31,24	3,12		

Ermittlung der Essig- und Buttersäuregehalte der Maissilagen:

Probe	T in %	Verbr. (50ml)	D1	Verbr. (20ml)	D2	ES	ES in % T	BS	BS in % T	rel. Fehler in %	MW ES in % T
Maissilage frisch											
1. Öffnung Glas 1	34,64	5,60	11,20	3,10	7,75	0,51	1,46	-0,044	0	-2,59	1,45
		5,90	11,80	3,10	7,75	0,49	1,43	-0,018	0		
1. Öffnung Glas 2	32,56	5,90	11,80	3,20	8,00	0,52	1,59	-0,035	0	-0,83	1,59
		6,00	12,00	3,20	8,00	0,51	1,58	-0,027	0		
2. Öffnung Glas 3	28,93	3,80	7,60	1,80	4,50	0,27	0,94	0,022	0	40,58	1,26
		5,10	10,20	2,80	7,00	0,46	1,58	-0,036	0		
2. Öffnung Glas 5	32,77	4,00	8,00	2,10	5,25	0,33	1,02	-0,012	0	5,58	1,05
		4,10	8,20	2,20	5,50	0,35	1,08	-0,021	0		
3. Öffnung Glas 6	31,81	6,20	12,40	3,30	8,25	0,53	1,66	-0,027	0	1,31	1,68
		6,60	13,20	3,40	8,50	0,54	1,69	-0,009	0		
3. Öffnung Glas 8	32,16	6,40	12,80	3,40	8,50	0,55	1,69	-0,026	0	-8,48	1,63
		7,40	14,80	3,40	8,50	0,50	1,56	0,060	0		
Maissilage gefroren											
1. Öffnung Glas 1	33,19	5,30	10,60	3,00	7,50	0,50	1,49	-0,053	0	23,85	1,73
		7,30	14,60	4,00	10,00	0,65	1,96	-0,051	0		
1. Öffnung Glas 2	35,78	5,50	11,00	3,05	7,63	0,50	1,40	-0,044	0	18,82	1,56
		7,30	14,60	3,85	9,63	0,61	1,72	-0,025	0		
2. Öffnung Glas 4	34,40	5,60	11,20	3,00	7,50	0,48	1,40	-0,027	0	16,79	1,55
		6,70	13,40	3,60	9,00	0,58	1,69	-0,034	0		
2. Öffnung Glas 5	34,53	7,00	14,00	3,70	9,25	0,59	1,71	-0,026	0	3,24	1,74
		7,10	14,20	3,80	9,50	0,61	1,77	-0,034	0		
3. Öffnung Glas 8	33,75	7,20	14,40	3,85	9,63	0,62	1,83	-0,034	0	-6,32	1,78
		7,50	15,00	3,75	9,38	0,58	1,73	0,009	0		
3. Öffnung Glas 9	34,22	7,55	15,10	3,90	9,75	0,62	1,80	-0,012	0	0,91	1,81
		7,70	15,40	3,95	9,88	0,62	1,82	-0,008	0		

Ermittlung des pH-Wertes der Maissilagen:

	pH-Wert	MW pH-Wert
Maissilage frisch		
1. Öffnung Glas 1	3,79	3,79
1. Öffnung Glas 2	3,79	
2. Öffnung Glas 3	3,84	3,85
2. Öffnung Glas 5	3,85	
3. Öffnung Glas 6	3,90	3,90
3. Öffnung Glas 8	3,89	
Maissilage gefroren		
1. Öffnung Glas 1	3,81	3,82
1. Öffnung Glas 2	3,82	
2. Öffnung Glas 4	3,91	3,91
2. Öffnung Glas 5	3,91	
3. Öffnung Glas 8	3,92	3,93
3. Öffnung Glas 9	3,93	

Ermittlung der Zucker- und Stärkegehalte der Maissilagen:

	Stärke in % T	MW Stärke	Zucker in % T	MW Zucker	Glucose in % T	Fructose in % T	Saccharose in % T
Mais erntefrisch							
frisch	21,58		11,96		4,30	3,58	4,08
gefroren	23,33		7,55		2,47	2,61	2,48
Maissilage frisch							
1. Öffnung Glas 1	25,98	31,78	1,78	1,68	0,68	0,55	0,55
1. Öffnung Glas 2	37,57		1,59		0,58	0,50	0,50
2. Öffnung Glas 3	28,12	24,34	2,32	1,97	0,79	0,56	0,96
2. Öffnung Glas 5	20,55		1,61		0,58	0,21	0,82
3. Öffnung Glas 6	28,56	28,90	1,27	1,63	0,59	0,31	0,37
3. Öffnung Glas 8	29,23		1,99		0,78	0,28	0,94

Maissilage gefroren							
1. Öffnung Glas 1	30,44	27,97	0,27	0,23	0,11	0,03	0,13
1. Öffnung Glas 2	25,51		0,19		0,11	0,00	0,07
2. Öffnung Glas 4	26,91	27,03	0,65	0,82	0,35	0,04	0,26
2. Öffnung Glas 5	27,15		0,99		0,38	0,03	0,57
3. Öffnung Glas 8	23,12	25,66	0,85	0,93	0,53	0,02	0,31
3. Öffnung Glas 9	28,20		1,00		0,48	0,03	0,49

Ermittlung des Rohaschegehaltes der Maissilagen:

Probe	EW in g	RW in g	RW in g/kg	XA in %	Diff. <1% rel.	XA in g/kg	T in g/kg	XA in g/kg T	XA in % T	MW je Öffng.
erntefrisch										
Mais frisch	3,0008	0,1219	40,62	4,06	0,65	40,49	871,1	46,48	4,65	
	3,0006	0,1211	40,36	4,04						
Mais gefroren	3,0012	0,1224	40,78	4,08	-0,44	40,87	869,2	47,02	4,70	
	3,0002	0,1229	40,96	4,10						
Maissilage frisch										
1. Öffng. Glas 1	3,0011	0,1081	36,02	3,60	0,84	36,17	857,3	42,19	4,22	4,13
	3,0008	0,109	36,32	3,63						
1. Öffng. Glas 2	3,0005	0,1026	34,19	3,42	0,94	34,36	851,9	40,33	4,03	
	3,0014	0,1036	34,52	3,45						
2. Öffng. Glas 3	3,0006	0,1117	37,23	3,72	-0,06	37,24	852,8	43,66	4,37	4,30
	3,0042	0,1119	37,25	3,72						
2. Öffng. Glas 5	3,0005	0,1095	36,49	3,65	-0,83	36,34	857,6	42,38	4,24	
	3,0006	0,1086	36,19	3,62						
3. Öffng. Glas 6	3,0060	0,1245	41,42	4,14	-0,34	41,35	885,3	46,70	4,67	4,62
	2,9993	0,1238	41,28	4,13						
3. Öffng. Glas 8	3,0029	0,1222	40,69	4,07	-0,76	40,69	889,4	45,76	4,58	
	3,0010	0,1212	40,39	4,04						
Maissilage gefroren										
1. Öffng. Glas 1	3,0008	0,108	35,99	3,60	-0,15	35,96	893,8	40,24	4,02	4,09
	2,9996	0,1078	35,94	3,59						
1. Öffng. Glas 2	3,0035	0,1117	37,19	3,72	0,74	37,33	896,2	41,65	4,16	
	3,0001	0,1124	37,47	3,75						

2. Öffng. Glas 4	3,0008	0,123	40,99	4,10	-0,10	41,01	945,2	43,39	4,34	4,26
	3,0002	0,1231	41,03	4,10						
2. Öffng. Glas 5	3,0031	0,1186	39,49	3,95	-0,87	39,32	938,6	41,89	4,19	
	3,0012	0,1175	39,15	3,92						
3. Öffng. Glas 8	3,0041	0,1134	37,75	3,77	-0,84	37,59	900,8	41,73	4,17	
	3,0025	0,1124	37,44	3,74						
3. Öffng. Glas 9	3,0023	0,1079	35,94	3,59	-1,14	35,94	905,3	39,70	3,97	
	3,0000	0,1066	35,53	3,55						

Ermittlung des NDForg-Gehaltes der Maissilagen:

Probe	Fritten- masse in g	EW =W1 in g	Trocken=W2 in g	Asche =W3 in g	NDF org in g/kg	Fehler <3% rel.	MW NDF in g/kg	T in g/kg	NDF in g/kg T	MW NDF je Öffng.
Mais										
ernte frisch	29,9081	0,5033	30,1137	29,9006	423,41	1,4	426,47	871,1	371,50	
frisch	28,8102	0,5003	29,0160	28,8011	429,54					
gefroren	29,6778	0,5006	29,8835	29,6703	425,89	0,6	427,20	869,2	371,34	
gefroren	29,5240	0,5008	29,7298	29,5152	428,51					
Maissilage										
frisch										
1.Öffng.Glas 1	29,3343	0,5001	29,5061	29,3253	361,53	0,0	361,53	857,3	309,94	367,92
1.Öffng.Glas 1	29,3343	0,5001	29,5061	29,3253	361,53					
1.Öffng.Glas 2	30,2033	0,5034	30,3827	30,2000	362,93	-0,1	362,81	851,9	425,89	
1.Öffng.Glas 2	29,9719	0,5018	30,1596	29,9776	362,69					
2.Öffng.Glas 3	29,8841	0,5017	30,0544	29,8761	355,39	-1,3	353,06	852,8	413,99	
2.Öffng.Glas 3	30,2925	0,5001	30,4704	30,2950	350,73					
2.Öffng.Glas 5	29,5454	0,4999	29,7159	29,5357	360,47	-1,6	357,64	857,6	417,03	
2.Öffng.Glas 5	29,7254	0,5062	29,9009	29,7213	354,80					
3.Öffng.Glas 6	30,1990	0,5022	30,3999	30,1992	399,64	0,3	400,32	885,3	452,20	
3.Öffng.Glas 6	30,2507	0,5000	30,4520	30,2515	401,00					
3.Öffng.Glas 8	30,1195	0,5047	30,3119	30,1159	388,35	1,4	391,08	889,4	439,72	
3.Öffng.Glas 8	29,7857	0,5043	29,9771	29,7785	393,81					
Maissilage										
gefroren										
1.Öffng.Glas 1	29,7453	0,5017	29,9239	29,7413	363,96	1,0	365,79	893,8	326,94	377,96
1.Öffng.Glas 1	30,2525	0,5008	30,4369	30,2528	367,61					
1.Öffng.Glas 2	29,6822	0,5006	29,8807	29,6903	380,34	2,1	384,46	896,2	428,97	
1.Öffng.Glas 2	29,0495	0,5008	29,2330	29,0384	388,58					

2. Öffng. Glas 4	30,1941	0,5021	30,4092	30,1898	436,96	0,2	437,44	945,2	462,80	455,57	
	29,9686	0,5026	30,1912	29,9711	437,92						
2. Öffng. Glas 5	29,8716	0,5016	30,0760	29,8630	424,64	-1,8	420,82	938,6	448,34		
	29,9576	0,5000	30,1583	29,9498	417,00						
3. Öffng. Glas 8	28,7989	0,5023	28,9695	28,7848	367,71	-2,3	363,53	900,8	403,58		
	29,0381	0,4998	29,2098	29,0302	359,34						
3. Öffng. Glas 9	29,6801	0,5000	29,8630	29,6810	364,00	-1,7	360,97	905,3	398,75		401,16
	29,6668	0,4998	29,8394	29,6605	357,94						

Ermittlung des Rohfettgehaltes der Maissilagen:

Probe	Becher- masse in g	EW in g	EW ges. in g	XL in %	Fehler <0,2% abs.	MW XL in %	XL in g/kg	T in g/kg	XL in g/kg T	MW XL je Öffng. in g/kg T
Mais erntefrisch frisch	45,5836	1,0182	45,6151	3,0937	-0,09	3,0504	30,5	871,1	35,0	
	46,7253	1,0043	46,7555	3,0071						
gefroren	47,2114	1,0022	47,2416	3,0134	0,01	3,0196	30,2	869,2	34,7	
	46,5281	1,0014	46,5584	3,0258						
Maissilage frisch										
1. Öffnung Glas 1	45,2733	1,0051	45,3029	2,9450	0,16	3,0258	30,3	857,3	35,3	
	45,5612	1,0043	45,5924	3,1066						
1. Öffnung Glas 2	45,8206	1,0022	45,8507	3,0034	-0,03	2,9867	29,9	851,9	35,1	
	45,5011	1,0000	45,5308	2,9700						
2. Öffnung Glas 3	45,3270	1,0009	45,3577	3,0685	0,00	3,0675	30,7	852,8	36,0	
	45,4925	1,0011	45,5232	3,0666						
2. Öffnung Glas 5	45,4757	1,0005	45,5040	2,8286	0,10	2,8784	28,8	857,6	33,6	
	45,3136	1,0040	45,3430	2,9283						
3. Öffnung Glas 6	46,5167	1,0032	46,5500	3,3194	-0,16	3,2417	32,4	885,3	36,6	
	45,3216	1,0019	45,3533	3,1640						
3. Öffnung Glas 8	45,4936	1,0008	45,5255	3,1875	0,07	3,2246	32,2	889,4	36,3	
	45,4705	1,0025	45,5032	3,2618						
Maissilage gefroren										
1. Öffnung Glas 1	45,5093	1,0003	45,5402	3,0891	-0,19	2,9932	29,9	893,8	33,5	
	45,8297	1,0009	45,8587	2,8974						
1. Öffnung Glas 2	45,8280	1,0013	45,8579	2,9861	0,06	3,0183	30,2	896,2	33,7	
	45,5968	1,0031	45,6274	3,0505						
2. Öffnung Glas 4	45,6636	1,0007	45,6954	3,1778	0,05	3,2026	32,0	945,2	33,9	
	45,8170	1,0008	45,8493	3,2274						

2. Öffnung Glas 5	45,7656	1,0008	45,7968	3,1175	-0,03	3,1039	31,0	938,6	33,1	36,6
	46,5705	0,9999	46,6014	3,0903						
3. Öffnung Glas 8	46,8724	0,9996	46,9047	3,2313	-0,13	3,2313	32,3	900,8	35,9	
	45,5083	1,0001	45,5749							
3. Öffnung Glas 9	45,3340	0,9993	45,3685	3,4524	-0,13	3,3857	33,9	905,3	37,4	
	45,3220	1,0003	45,3552	3,3190						

Ermittlung des Rohproteingehaltes der Maissilagen:

Probe	EW in g	W1 in ml	W2 in ml	W3 in mmol/zN	W	XP in g/kg	XP in %	Fehler <0,2% abs.	MW XP in g/kg	T in g/kg	XP in g/kg T	MW XP je Öffng.
Mais erntefrisch												
frisch	1,0002	40,1900	9,8100	13,7340	85,8375	85,8	8,6	-0,03	85,7	871,1	74,6	
	1,0022	40,2000	9,8000	13,7200	85,7500	85,6	8,6					
gefroren	1,0006	39,6000	10,4000	14,5600	91,0000	90,9	9,1	-0,17	90,1	869,2	78,3	
	1,0000	39,8000	10,2000	14,2800	89,2500	89,3	8,9					
Maissilage frisch												
1.Öffng.Glas 1	1,0046	40,2300	9,7700	13,6780	85,4875	85,1	8,5	0,17	85,9	857,3	73,7	
	1,0022	40,0600	9,9400	13,9160	86,9750	86,8	8,7					72,1
1.Öffng.Glas 2	1,0006	40,8500	9,1500	12,8100	80,0625	80,0	8,0	0,53	82,7	851,9	70,4	
	0,9998	40,2500	9,7500	13,6500	85,3125	85,3	8,5					
2.Öffng.Glas 3	1,0001	40,0600	9,9400	13,9160	86,9750	87,0	8,7	0,05	87,2	852,8	74,4	
	1,0007	40,0000	10,0000	14,0000	87,5000	87,4	8,7					74,2
2.Öffng.Glas 5	1,0001	40,1900	9,8100	13,7340	85,8375	85,8	8,6	0,10	86,3	857,6	74,1	
	1,0002	40,0700	9,9300	13,9020	86,8875	86,9	8,7					
3.Öffng.Glas 6	1,0035	40,6000	9,4000	13,1600	82,2500	82,0	8,2	0,67	85,3	885,3	75,5	
	1,0020	39,8500	10,1500	14,2100	88,8125	88,6	8,9					76,5
3.Öffng.Glas 8	1,0047	40,0000	10,0000	14,0000	87,5000	87,1	8,7	-0,01	87,1	889,4	77,4	
	1,0056	40,0000	10,0000	14,0000	87,5000	87,0	8,7					
Maissilage gefroren												
1.Öffng.Glas 1	1,0002	39,7400	10,2600	14,3640	89,7750	89,8	9,0	0,03	89,9	938,6	84,4	
	1,0018	39,6900	10,3100	14,4340	90,2125	90,1	9,0					80,9
1.Öffng.Glas 2	0,9999	39,5300	10,4700	14,6580	91,6125	91,6	9,2	-0,17	90,8	851,9	77,3	
	1,0000	39,7200	10,2800	14,3920	89,9500	90,0	9,0					
2.Öffng.Glas 4	1,0011	39,7000	10,3000	14,4200	90,1250	90,0	9,0	0,17	90,9	905,3	82,3	82,7
	1,0011	39,5000	10,5000	14,7000	91,8750	91,8	9,2					

2.Öffng.Glas 5	1,0025	39,7700	10,2300	14,3220	89,5125	89,3	8,9	-0,13	88,7	938,6	83,2	79,2
	1,0021	39,9200	10,0800	14,1120	88,2000	88,0	8,8					
3.Öffng.Glas 8	1,0029	39,9900	10,0100	14,0140	87,5875	87,3	8,7	-0,08	86,9	900,8	78,3	
	1,0017	40,0900	9,9100	13,8740	86,7125	86,6	8,7					
3.Öffng.Glas 9	1,0022	40,0800	9,9200	13,8880	86,8000	86,6	8,7	0,35	88,4	905,3	80,0	
	1,0002	39,7000	10,3000	14,4200	90,1250	90,1	9,0					

Ermittlung des ELOS-Gehaltes der Maissilagen:

Probe	Fritten- masse in g	EW =W1 in g	Trocken =W2 in g	CTW in %	rel. Fehler <3%	MW CTW in %	T in g/kg	CTW in %T	XA in % T	ELOS in g/kg T	MW ELOS je Öffng	
Mais erntefrisch												
Mais frisch	30,1455	0,3010	30,2226	25,6146	-1,1	25,75	871,1	29,56	4,6	657,9		
	29,7912	0,3001	29,8689	25,8914								
Mais gefroren	30,5710	0,3006	30,6440	24,2848	-1,8	24,50	869,2	28,19	4,7	671,1		
	30,8889	0,3009	30,9633	24,7258								
Maissilage frisch												
1.Öffng.Glas 1	30,9930	0,3009	31,0652	23,9947	-2,8	24,33	857,3	28,38	4,2	674,0		689,6
	30,4513	0,3008	30,5255	24,6676								
1.Öffng.Glas 2	30,9244	0,3004	30,9904	21,9707	2,6	21,68	851,9	25,46	4,0	705,1		
	30,8171	0,3000	30,8813	21,4000								
2.Öffng.Glas 3	30,7557	0,3009	30,8251	23,0641	0,6	23,00	852,8	26,97	4,4	686,6		
	29,6537	0,3004	29,7226	22,9361								
2.Öffng.Glas 5	30,8298	0,3009	30,8991	23,0309	-2,0	23,26	857,6	27,13	4,2	686,3		
	31,0046	0,3000	31,0751	23,5000								
3.Öffng.Glas 6	30,3890	0,3034	30,4721	27,3896	3,1	31,70	885,3	35,82	4,7	595,1		
	30,8167	0,3019	30,8968	26,5320								
3.Öffng.Glas 8	31,2484	0,3000	31,3287	26,7667	-2,7	27,13	889,4	30,51	4,6	649,2		
	31,0211	0,3029	31,1044	27,5008								
Maissilage gefroren												
1.Öffng.Glas 1	31,0242	0,3006	31,1020	25,8816	2,8	25,51	893,8	28,55	4,0	674,2	667,7	
	30,4531	0,3009	30,5288	25,1579								
1.Öffng.Glas 2	30,5902	0,3033	30,6712	26,7062	0,5	26,64	896,2	29,73	4,2	661,1		
	30,7088	0,3029	30,7893	26,5764								
2.Öffng.Glas 4	29,8107	0,3001	29,8946	27,9573	0,7	27,85	945,2	29,47	4,3	661,9		
	30,9240	0,3005	31,0074	27,7537								
2.Öffng.Glas 5	30,8716	0,2999	30,9604	29,6099	0,4	29,55	938,6	31,49	4,2	643,3		
	30,8214	0,2997	30,9098	29,4962								

3.Öffng.Glas 8	30,7550	0,3028	30,8330	25,7596	1,5	31,70	900,8	35,20	4,2	606,2	646,7
	30,1453	0,3016	30,2218	25,3647							
3.Öffng.Glas 9	29,5629	0,3018	29,6369	24,5195	-1,7	24,72	905,3	27,31	4,0	687,2	
	30,9924	0,3004	31,0673	24,9334							

Ermittlung des Energiegehaltes der Maissilagen:

Probe	T	XA	NDF	XL	XP	ELOS	ME	MW ME	NEL	MW NEL
	in % OS	in g/kg T					in MJ/kg T			
Mais erntefrisch frisch	33,0	46,5	371,5	35,0	74,6	657,9	11,1		6,7	
Maissilage frisch										
1. Öffnung Glas 1	34,6	42,2	309,9	35,3	85,9	674,0	11,4	11,3	6,9	6,9
1. Öffnung Glas 2	32,6	40,3	425,9	35,1	82,7	705,1	11,3		6,8	
2. Öffnung Glas 3	28,9	43,7	414,0	36,0	87,2	686,6	11,2	11,2	6,8	6,8
2. Öffnung Glas 5	32,8	42,4	417,0	33,6	86,3	686,3	11,1		6,7	
3. Öffnung Glas 6	31,8	46,7	452,2	36,6	85,3	595,1	10,6	10,8	6,3	6,5
3. Öffnung Glas 8	32,2	45,8	439,7	36,3	87,1	649,2	10,9		6,6	
Mittelwert	32,1	43,5	409,8	35,5	85,8	666,1	11,1		6,7	
Mais erntefrisch gefroren	32,9	47,0	371,3	34,7	78,3	671,1	11,2		6,8	
Maissilage gefroren										
1. Öffnung Glas 1	33,2	40,2	326,9	33,5	89,9	674,2	11,3	11,1	6,9	6,7
1. Öffnung Glas 2	35,8	41,6	429,0	33,7	77,3	661,1	11,0		6,6	
2. Öffnung Glas 4	34,4	43,4	462,8	33,9	90,9	661,9	10,9	10,8	6,5	6,5
2. Öffnung Glas 5	34,5	41,9	448,3	33,1	83,2	643,3	10,8		6,5	
3. Öffnung Glas 8	33,8	41,7	403,6	35,9	78,3	606,2	10,8	11,1	6,5	6,7
3. Öffnung Glas 9	34,2	39,7	398,8	37,4	80,0	687,2	11,3		6,9	
Mittelwert	34,3	41,4	411,6	34,6	83,3	655,7	11,0		6,6	

Ermittlung des Gärverlustes der Grassilagen:

Probe Nr.	1. Öffnung					2. Öffnung				3. Öffnung			
	EW in g	RW in g	Gärverlust			RW in g	Gärverlust			RW in g	Gärverlust		
			in g	in g T	in %		in g	in g T	in %		in g	in g T	in %
Grassilage frisch													
Glas 1	781,2	773,2	8,0	3,3	1,0								
Glas 2	689,2	682,7	6,5	2,7	0,9								
Glas 3	755,3	748,2	7,1	2,9	0,9	746,4	8,9	3,4	1,2				
Glas 4	766,3	759,2	7,1	2,9	0,9	757,9	8,4	3,2	1,1				
Glas 5	821,0	812,8	8,2	3,4	1,0	810,1	10,9	4,2	1,3	809,7	11,3	4,4	1,4
Glas 6	789,5	781,8	7,7	3,2	1,0	780,3	9,2	3,5	1,2	780,0	9,5	3,7	1,2
Glas 7	862,5	854,0	8,5	3,5	1,0	852,1	10,4	4,0	1,2	851,8	10,7	4,2	1,2
Glas 8	752,5	745,4	7,1	2,9	0,9	743,4	9,1	3,5	1,2	743,0	9,5	3,7	1,3
Glas 9	789,9	782,2	7,7	3,2	1,0	781,1	8,8	3,4	1,1	780,8	9,1	3,5	1,2
MW	778,6	771,1	7,5	3,1	1,0	781,6	9,4	3,6	1,2	793,1	10,0	3,9	1,2
Grassilage gefroren													
Glas 1	776,2	769,3	6,9	2,7	0,9								
Glas 2	792,8	785,5	7,3	2,8	0,9								
Glas 3	811,9	804,9	7,0	2,7	0,9	804,0	7,9	3,0	1,0				
Glas 4	837,9	830,4	7,5	2,9	0,9	829,6	8,3	3,2	1,0				
Glas 5	784,5	777,6	6,9	2,7	0,9	776,8	7,7	3,0	1,0	776,6	7,9	3,0	1,0
Glas 6	821,4	814,0	7,4	2,8	0,9	813,0	8,4	3,2	1,0	812,8	8,6	3,3	1,0
Glas 7	808,3	800,9	7,4	2,8	0,9	799,5	8,8	3,4	1,1	799,2	9,1	3,5	1,1
Glas 8	819,0	811,4	7,6	2,9	0,9	810,2	8,8	3,4	1,1	809,9	9,1	3,5	1,1
Glas 9	842,9	835,2	7,7	3,0	0,9	834,3	8,6	3,3	1,0	834,0	8,9	3,4	1,1
MW	810,5	803,2	7,3	2,8	0,9	809,6	8,4	3,2	1,0	806,5	8,7	3,3	1,1

Ermittlung der Sensorischen Qualitätsabzüge der Grassilagen:

		Probe	Geruch	Gefüge	Farbe	Schimmel	Summe Abzug	MW
Grassilage frisch								
1. Öffnung	Glas 1	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	
	Glas 2	1	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	
MW			0	0	0			0
2. Öffnung	Glas 3	1	1	0	1	0	2	2
		2	1	0	1	0	2	

	Glas 5	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2	2
MW			1	0	1			2
3. Öffnung	Glas 6	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2	2
		Glas 7	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2
MW			1	0	1			2
Grassilage gefroren								
1. Öffnung	Glas 1	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2	2
		Glas 2	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2
MW			1	0	1			2
2. Öffnung	Glas 3	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2	2
		Glas 4	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2
MW			1	0	1			2
3. Öffnung	Glas 5	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2	2
		Glas 6	1 2	1 1	0 0	1 1	0 0	2 2
MW			1	0	1			2

Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes der Grassilagen:

Probe	Tüte in g	EW OS gesamt in g	g trocken	T in g	T in % OS	MW T in % OS	MW je Öffnung
Gras erntefrisch							
Gras frisch	6,9	212,8	88,7	81,8	39,7	39,6	
	6,9	198,7	82,7	75,8	39,5		
Gras gefroren	6,8	127,7	53,7	46,9	38,8	38,8	
	6,9	240,2	97,5	90,6	38,8		
Grassilage frisch							
1. Öffnung Glas 1	6,9	373,3	157,3	150,4	41,0	41,0	41,4
1. Öffnung Glas 2	6,8	270,5	117,1	110,3	41,8		
2. Öffnung Glas 3	6,7	130,0	54,1	47,4	38,4	38,4	38,7
2. Öffnung Glas 4	6,8	129,7	54,8	48,0	39,1		

3. Öffnung Glas 6	6,7	149,4	62,0	55,3	38,8	38,8	38,8
3. Öffnung Glas 7	6,7	141,0	58,8	52,1	38,8	38,8	
Grassilage gefroren							38,6
1. Öffnung Glas 1	6,7	138,5	57,0	50,3	38,2	38,2	
1. Öffnung Glas 2	6,7	134,9	56,8	50,1	39,1	39,1	
2. Öffnung Glas 3	6,8	158,6	64,6	57,8	38,1	38,1	
2. Öffnung Glas 4	6,8	155,7	63,0	56,2	37,7	37,7	
3. Öffnung Glas 5	6,7	157,5	64,6	57,9	38,4	38,4	
3. Öffnung Glas 6	6,7	160,3	65,7	59,0	38,4	38,4	

Ermittlung des Milchsäuregehaltes der Grassilagen:

	Pr.	T in %	Extinktion				Gehalt Milchsäure in					MW MS je Öffng.
			E1	E2	E2- E1	D E G	g/l	g/kg FM	g/kg T	% T	MW % T	
Probenvolumen in ml	0,02											
Testvolumen in ml	2,24											
MG in g/mol	90,1											
Leerwert	1		323	378	0,055							
	2		290	346	0,056							
	3		297	323	0,026							
Grassilage frisch												
1. Öffng. Glas 1	1	41,05	374	1532	1,158	1,103	1,767	17,67	43,04	4,30	4,23	4,43
	2	41,05	354	1476	1,122	1,066	1,707	17,07	41,60	4,16		
1. Öffng. Glas 2	1	41,83	380	1616	1,236	1,181	1,892	18,92	45,23	4,52	4,63	
	2	41,83	381	1674	1,293	1,237	1,981	19,81	47,37	4,74		
2. Öffng. Glas 3	1	38,44	361	1614	1,253	1,198	1,919	19,19	49,92	4,99	5,00	
	2	38,44	357	1614	1,257	1,201	1,924	19,24	50,04	5,00		
2. Öffng. Glas 4	1	39,06	351	1374	1,023	0,968	1,551	15,51	39,70	3,97	4,08	
	3	39,06	346	1396	1,050	1,024	1,640	16,40	42,00	4,20		
3. Öffng. Glas 6	1	38,75	349	1474	1,125	1,070	1,714	17,14	44,23	4,42	4,52	
	3	38,75	350	1492	1,142	1,116	1,788	17,88	46,13	4,61		
3. Öffng. Glas 7	1	38,79	341	1414	1,073	1,018	1,631	16,31	42,03	4,20	4,22	
	2	38,79	352	1434	1,082	1,026	1,643	16,43	42,36	4,24		

Grassilage gefroren												
1. Öffng. Glas 1	1	38,16	346	1308	0,962	0,907	1,453	14,53	38,07	3,81	3,86	3,88
	2	38,16	352	1338	0,986	0,930	1,490	14,90	39,03	3,90		
1. Öffng. Glas 2	1	39,08	346	1336	0,990	0,935	1,498	14,98	38,32	3,83	3,90	
	2	39,08	356	1380	1,024	0,968	1,551	15,51	39,68	3,97		
2. Öffng. Glas 3	1	38,08	341	1240	0,899	0,844	1,352	13,52	35,50	3,55	3,62	
	3	38,08	329	1234	0,905	0,879	1,408	14,08	36,98	3,70		
2. Öffng. Glas 4	3	37,74	332	1346	1,014	0,988	1,583	15,83	41,93	4,19	4,10	
	2	37,74	343	1344	1,001	0,945	1,514	15,14	40,10	4,01		
3. Öffng. Glas 5	1	38,40	343	1444	1,101	1,046	1,675	16,75	43,64	4,36	4,47	
	2	38,40	348	1502	1,154	1,098	1,759	17,59	45,81	4,58		
3. Öffng. Glas 6	1	38,41	341	1396	1,055	1,000	1,602	16,02	41,70	4,17	4,14	
	2	38,41	336	1378	1,042	0,986	1,579	15,79	41,12	4,11		

Ermittlung des Essigsäuregehaltes der Grassilagen:

	Pr.	T in %	Extinktion						Gehalt Essigsäure in					MW ES je Öffng.
			E0	E1	E2	E2- E0	E1- E0	D E	g/l	g/kg FM	g/kg T	% T	% T	
Probenvol. in ml	0,1													
Testvolumen in ml	3,23													
MG in g/mol	60,05													
Leerwert	1		99	303	344	0,245	0,204							
	2		100	300	343	0,243	0,200							
Grassilage frisch														
1.Öffng.Glas 1	1	41,05	256	455	2105	1,849	0,199	1,8	0,540	5,40	13,14	1,31	1,34	1,40
	2	41,05	264	458	2170	1,906	0,194	1,8	0,557	5,57	13,56	1,36		
1.Öffng.Glas 2	1	41,83	299	497	2370	2,071	0,198	2,0	0,609	6,1	14,55	1,46	1,46	
2.Öffng.Glas 3	1	38,44	206	408	2210	2,004	0,202	1,9	0,588	5,9	15,28	1,53	1,63	
	2	38,44	246	447	2510	2,264	0,201	2,2	0,667	6,7	17,36	1,74		
2.Öffng.Glas 4	1	39,06	238	443	2390	2,152	0,205	2,1	0,633	6,3	16,22	1,62	1,62	
3.Öffng.Glas 6	1	38,75	212	417	2055	1,843	0,205	1,7	0,537	5,4	13,86	1,39	1,49	
	2	38,75	233	432	2345	2,112	0,199	2,0	0,620	6,2	16,01	1,60		
3.Öffng.Glas 7	1	38,79	253	453	2420	2,167	0,200	2,1	0,638	6,4	16,45	1,65	1,65	

Grassilage gefroren														
1.Öffng.Glas 1	1	38,16	243	445	2400	2,157	0,202	2,1	0,635	6,4	16,64	1,66	1,66	1,66
1.Öffng.Glas 2	1	39,08	245	448	2430	2,185	0,203	2,1	0,644	6,4	16,47	1,65	1,65	
2.Öffng.Glas 3	1	38,08	348	538	3000	2,652	0,190	2,6	0,789	7,9	20,73	2,07	1,79	1,73
	2	38,08	207	407	2180	1,973	0,200	1,9	0,577	5,8	15,16	1,52		
2.Öffng.Glas 4	1	37,74	233	436	2370	2,137	0,203	2,0	0,629	6,3	16,66	1,67	1,67	
3.Öffng.Glas 5	1	38,40	218	422	2450	2,232	0,204	2,1	0,658	6,6	17,15	1,71	1,71	
3.Öffng.Glas 6	1	38,41	215	418	2400	2,185	0,203	2,1	0,644	6,4	16,76	1,68	1,68	1,70

Ermittlung des pH-Wertes der Grassilagen:

	pH-Wert	MW pH-Wert
Grassilage frisch		
1. Öffnung Glas 1	4,34	4,33
1. Öffnung Glas 2	4,32	
2. Öffnung Glas 3	4,37	4,37
2. Öffnung Glas 4	4,37	
3. Öffnung Glas 6	4,41	4,45
3. Öffnung Glas 7	4,49	
Grassilage gefroren		
1. Öffnung Glas 1	4,32	4,34
1. Öffnung Glas 2	4,35	
2. Öffnung Glas 3	4,36	4,37
2. Öffnung Glas 4	4,37	
3. Öffnung Glas 5	4,41	4,41
3. Öffnung Glas 6	4,41	

Ermittlung des Zuckergehaltes der Grassilagen:

	Zucker in % T	MW Zucker in % T	Glucose in % T	Fructose in % T	Saccharose in % T
Gras erntefrisch					
frisch	9,90		3,09	4,05	2,75
gefroren	8,46		2,38	3,85	2,23

Grassilage frisch					
1. Öffnung Glas 1	0,84	1,14	0,20	0,46	0,18
1. Öffnung Glas 2	1,44		0,31	0,83	0,30
2. Öffnung Glas 3	0,36	0,36	0,12	0,16	0,07
2. Öffnung Glas 4	0,36		0,10	0,16	0,11
3. Öffnung Glas 1	0,31	0,31	0,11	0,14	0,07
3. Öffnung Glas 2	0,30		0,08	0,13	0,09
Grassilage gefroren					
1. Öffnung Glas 1	0,23	0,24	0,09	0,13	0,00
1. Öffnung Glas 2	0,26		0,10	0,15	0,01
2. Öffnung Glas 3	0,20	0,38	0,06	0,09	0,05
2. Öffnung Glas 4	0,56		0,06	0,11	0,40
3. Öffnung Glas 5	0,15	0,18	0,06	0,08	0,01
3. Öffnung Glas 6	0,20		0,07	0,08	0,05

Ermittlung des Rohaschegehaltes der Grassilagen:

Probe	EW in g	RW in g	RW in g/kg	XA in %	Diff. <1% rel.	XA in g/kg	T in g/kg	XA in g/kg T	XA in % T	MW je Öffng.
Gras erntefrisch										
Gras frisch	3,0009	0,2632	87,71	8,77	0,41	87,53	950,3	92,10	9,21	
	3,0006	0,2621	87,35	8,73						
Gras gefroren	3,0003	0,2577	85,89	8,59	-0,17	85,97	948,9	90,59	9,06	
	3,0009	0,2582	86,04	8,60						
Grassilage frisch										
1. Öffng. Glas 1	3,0009	0,2979	99,27	9,93	-0,08	99,23	932,4	106,43	10,64	10,64
	2,9993	0,2975	99,19	9,92						
1. Öffng. Glas 2	3,0008	0,2975	99,14	9,91	0,40	99,34	933,2	106,45	10,65	
	2,9997	0,2986	99,54	9,95						

2. Öffng. Glas 3	3,0000	0,2807	93,57	9,36	0,23	93,46	909,8	102,73	10,27	10,25																																																																																																																																				
	2,9994	0,2800	93,35	9,34							2. Öffng. Glas 4	2,9998	0,2847	94,91	9,49	-0,03	94,89	927,9	102,26	10,23	3,0007	0,2847	94,88	9,49	3. Öffng. Glas 6	3,0007	0,2728	90,91	9,09	0,36	91,08	930,8	97,85	9,78	3,0008	0,2738	91,24	9,12	3. Öffng. Glas 7	2,9995	0,2985	99,52	9,95	-0,69	99,52	935,5	106,38	10,64	3,0000	0,2965	98,83	9,88	Grassilage gefroren											1. Öffng. Glas 1	3,0003	0,2662	88,72	8,87	-0,69	88,72	933,8	95,01	9,50	9,48	3,0005	0,2644	88,12	8,81	1. Öffng. Glas 2	3,0002	0,2567	85,56	8,56	0,07	85,56	904,4	94,61	9,46	3,0005	0,2569	85,62	8,56	2. Öffng. Glas 3	3,0006	0,2731	91,02	9,10	-0,04	91,02	938,4	96,99	9,70	3,0007	0,2730	90,98	9,10	2. Öffng. Glas 4	3,0004	0,2732	91,05	9,11	-0,12	91,05	936,4	97,24	9,72	3,0007	0,2729	90,95	9,09	3. Öffng. Glas 5	3,0002	0,2749	91,63	9,16	0,63	91,63	933,6	98,14	9,81	3,0009	0,2767	92,21	9,22	3. Öffng. Glas 6	3,0007	0,2748	91,58	9,16	-0,76	91,58	931,8
2. Öffng. Glas 4	2,9998	0,2847	94,91	9,49	-0,03	94,89	927,9	102,26	10,23																																																																																																																																					
	3,0007	0,2847	94,88	9,49							3. Öffng. Glas 6	3,0007	0,2728	90,91	9,09	0,36	91,08	930,8	97,85	9,78	3,0008	0,2738	91,24	9,12	3. Öffng. Glas 7	2,9995	0,2985	99,52	9,95	-0,69	99,52	935,5	106,38	10,64	3,0000	0,2965	98,83	9,88	Grassilage gefroren											1. Öffng. Glas 1	3,0003	0,2662	88,72	8,87	-0,69	88,72	933,8	95,01	9,50	9,48	3,0005	0,2644	88,12	8,81	1. Öffng. Glas 2	3,0002	0,2567	85,56	8,56	0,07	85,56	904,4	94,61		9,46	3,0005	0,2569	85,62	8,56	2. Öffng. Glas 3	3,0006	0,2731	91,02	9,10	-0,04	91,02	938,4	96,99	9,70	3,0007	0,2730	90,98	9,10	2. Öffng. Glas 4	3,0004	0,2732	91,05	9,11	-0,12	91,05	936,4	97,24	9,72	3,0007	0,2729	90,95	9,09	3. Öffng. Glas 5	3,0002	0,2749	91,63	9,16	0,63	91,63	933,6	98,14	9,81	3,0009	0,2767	92,21	9,22	3. Öffng. Glas 6	3,0007	0,2748	91,58	9,16	-0,76	91,58	931,8	98,28	9,83	3,0005	0,2727	90,88	9,09							
3. Öffng. Glas 6	3,0007	0,2728	90,91	9,09	0,36	91,08	930,8	97,85	9,78																																																																																																																																					
	3,0008	0,2738	91,24	9,12																																																																																																																																										
3. Öffng. Glas 7	2,9995	0,2985	99,52	9,95	-0,69	99,52	935,5	106,38	10,64																																																																																																																																					
	3,0000	0,2965	98,83	9,88																																																																																																																																										
Grassilage gefroren																																																																																																																																														
1. Öffng. Glas 1	3,0003	0,2662	88,72	8,87	-0,69	88,72	933,8	95,01	9,50	9,48																																																																																																																																				
	3,0005	0,2644	88,12	8,81																																																																																																																																										
1. Öffng. Glas 2	3,0002	0,2567	85,56	8,56	0,07	85,56	904,4	94,61	9,46																																																																																																																																					
	3,0005	0,2569	85,62	8,56																																																																																																																																										
2. Öffng. Glas 3	3,0006	0,2731	91,02	9,10	-0,04	91,02	938,4	96,99	9,70																																																																																																																																					
	3,0007	0,2730	90,98	9,10																																																																																																																																										
2. Öffng. Glas 4	3,0004	0,2732	91,05	9,11	-0,12	91,05	936,4	97,24	9,72																																																																																																																																					
	3,0007	0,2729	90,95	9,09																																																																																																																																										
3. Öffng. Glas 5	3,0002	0,2749	91,63	9,16	0,63	91,63	933,6	98,14	9,81																																																																																																																																					
	3,0009	0,2767	92,21	9,22																																																																																																																																										
3. Öffng. Glas 6	3,0007	0,2748	91,58	9,16	-0,76	91,58	931,8	98,28	9,83																																																																																																																																					
	3,0005	0,2727	90,88	9,09																																																																																																																																										

Ermittlung des ADForg-Gehaltes der Grassilagen:

Probe	Fritten- masse in g	EW=W1 in g	Trocken =W2 in g	Asche =W3 in g	ADF org in g/kg	Fehler <3% rel.	MW ADF in g/kg	T in g/kg	ADF in g/kg T	MW ADF je Öffng.
Gras erntefrisch Gras frisch	29,5330	0,5007	29,6732	29,5389	268,22	-3,3	263,98	950,3	250,87	
	29,3100	0,5009	29,4454	29,3153	259,73					
Gras gefroren	30,3475	0,5004	30,4888	30,3517	273,98	0,8	275,07	948,9	261,03	
	29,9530	0,5008	30,0937	29,9554	276,16					
Grassilage frisch 1. Öffnung Glas 1	28,6303	0,5008	28,7418	28,6072	268,77	2,2	271,74	932,4	253,37	
	29,7389	0,5009	29,8832	29,7456	274,71					
1. Öffnung Glas 2	29,8616	0,5004	29,9961	29,8668	258,39	1,6	260,46	933,2	279,10	
	29,8474	0,5009	29,9848	29,8533	262,53					

2. Öffnung Glas 3	29,5918	0,5002	29,7259	29,5960	259,70	1,7	261,92	909,8	287,90	281,58																																																																																																																																													
	29,0147	0,5005	29,1524	29,0202	264,14						2. Öffnung Glas 4	30,1930	0,5003	30,3250	30,1992	251,45	3,1	255,42	927,9	275,25	29,6575	0,5008	29,7919	29,6620	259,38	3. Öffnung Glas 6	30,2889	0,5003	30,4238	30,2949	257,65	0,3	258,07	930,8	277,25	29,7626	0,5002	29,8972	29,7679	258,50	3. Öffnung Glas 7	29,3751	0,5007	29,5150	29,3808	268,02	-0,7	267,13	935,5	285,55	29,6476	0,5003	29,7853	29,6521	266,24	Grassilage gefroren											1. Öffnung Glas 1	29,5562	0,5009	29,6874	29,5596	255,14	-0,4	254,69	933,8	272,75	29,8999	0,5003	30,0292	29,9020	254,25	1. Öffnung Glas 2	29,5350	0,5005	29,6630	29,5357	254,35	0,7	255,30	904,4	282,29	30,3168	0,5003	30,4509	30,3227	256,25	2. Öffnung Glas 3	29,9070	0,5005	30,0473	29,9126	269,13	1,2	270,81	938,4	288,59	29,8756	0,5002	30,0158	29,8795	272,49	2. Öffnung Glas 4	30,0516	0,5005	30,1965	30,0571	278,52	-1,8	276,05	936,4	294,79	30,6253	0,5004	30,7678	30,6309	273,58	3. Öffnung Glas 5	29,9673	0,5006	30,1072	29,9730	268,08	1,1	269,58	933,6	288,74	29,6575	0,5006	29,7974	29,6617	271,07	3. Öffnung Glas 6	29,9704	0,5005	30,1076	29,9760	262,94	0,2	263,21	931,8	282,46
2. Öffnung Glas 4	30,1930	0,5003	30,3250	30,1992	251,45	3,1	255,42	927,9	275,25																																																																																																																																														
	29,6575	0,5008	29,7919	29,6620	259,38						3. Öffnung Glas 6	30,2889	0,5003	30,4238	30,2949	257,65	0,3	258,07	930,8	277,25	29,7626	0,5002	29,8972	29,7679	258,50	3. Öffnung Glas 7	29,3751	0,5007	29,5150	29,3808	268,02	-0,7	267,13	935,5	285,55	29,6476	0,5003	29,7853	29,6521	266,24	Grassilage gefroren											1. Öffnung Glas 1	29,5562	0,5009	29,6874	29,5596	255,14	-0,4	254,69	933,8	272,75	29,8999	0,5003	30,0292	29,9020	254,25	1. Öffnung Glas 2	29,5350	0,5005	29,6630	29,5357	254,35	0,7	255,30	904,4	282,29	30,3168	0,5003	30,4509	30,3227	256,25	2. Öffnung Glas 3	29,9070	0,5005	30,0473	29,9126	269,13	1,2	270,81	938,4	288,59	29,8756	0,5002	30,0158	29,8795	272,49	2. Öffnung Glas 4	30,0516	0,5005	30,1965	30,0571	278,52	-1,8	276,05	936,4	294,79	30,6253	0,5004	30,7678	30,6309	273,58	3. Öffnung Glas 5	29,9673	0,5006	30,1072	29,9730	268,08	1,1	269,58	933,6	288,74	29,6575	0,5006	29,7974	29,6617	271,07	3. Öffnung Glas 6	29,9704	0,5005	30,1076	29,9760	262,94	0,2	263,21	931,8	282,46	29,7343	0,5006	29,8714	29,7395	263,48										
3. Öffnung Glas 6	30,2889	0,5003	30,4238	30,2949	257,65	0,3	258,07	930,8	277,25																																																																																																																																														
	29,7626	0,5002	29,8972	29,7679	258,50																																																																																																																																																		
3. Öffnung Glas 7	29,3751	0,5007	29,5150	29,3808	268,02	-0,7	267,13	935,5	285,55																																																																																																																																														
	29,6476	0,5003	29,7853	29,6521	266,24						Grassilage gefroren											1. Öffnung Glas 1	29,5562	0,5009	29,6874	29,5596	255,14	-0,4	254,69	933,8	272,75	29,8999	0,5003	30,0292	29,9020	254,25	1. Öffnung Glas 2	29,5350	0,5005	29,6630	29,5357	254,35	0,7	255,30	904,4	282,29	30,3168	0,5003	30,4509	30,3227	256,25	2. Öffnung Glas 3	29,9070	0,5005	30,0473	29,9126	269,13	1,2	270,81	938,4	288,59	29,8756	0,5002	30,0158	29,8795	272,49	2. Öffnung Glas 4	30,0516	0,5005	30,1965	30,0571	278,52	-1,8	276,05	936,4	294,79	30,6253	0,5004	30,7678	30,6309	273,58	3. Öffnung Glas 5	29,9673	0,5006	30,1072	29,9730	268,08	1,1	269,58	933,6	288,74	29,6575	0,5006	29,7974	29,6617	271,07	3. Öffnung Glas 6	29,9704	0,5005	30,1076	29,9760	262,94	0,2	263,21	931,8	282,46	29,7343	0,5006	29,8714	29,7395	263,48																																								
Grassilage gefroren																																																																																																																																																							
1. Öffnung Glas 1	29,5562	0,5009	29,6874	29,5596	255,14	-0,4	254,69	933,8	272,75																																																																																																																																														
	29,8999	0,5003	30,0292	29,9020	254,25																																																																																																																																																		
1. Öffnung Glas 2	29,5350	0,5005	29,6630	29,5357	254,35	0,7	255,30	904,4	282,29																																																																																																																																														
	30,3168	0,5003	30,4509	30,3227	256,25																																																																																																																																																		
2. Öffnung Glas 3	29,9070	0,5005	30,0473	29,9126	269,13	1,2	270,81	938,4	288,59																																																																																																																																														
	29,8756	0,5002	30,0158	29,8795	272,49																																																																																																																																																		
2. Öffnung Glas 4	30,0516	0,5005	30,1965	30,0571	278,52	-1,8	276,05	936,4	294,79																																																																																																																																														
	30,6253	0,5004	30,7678	30,6309	273,58																																																																																																																																																		
3. Öffnung Glas 5	29,9673	0,5006	30,1072	29,9730	268,08	1,1	269,58	933,6	288,74																																																																																																																																														
	29,6575	0,5006	29,7974	29,6617	271,07																																																																																																																																																		
3. Öffnung Glas 6	29,9704	0,5005	30,1076	29,9760	262,94	0,2	263,21	931,8	282,46																																																																																																																																														
	29,7343	0,5006	29,8714	29,7395	263,48																																																																																																																																																		

Ermittlung des Rohfettgehaltes der Grassilagen:

Probe	Becher- masse in g	EW in g	EW ges. in g	XL in g/kg	XL in %	Fehler abs. < 0,2%	MW XL in %	XL in g/kg	T in g/kg	XL in g/kg T	MW XL je Öffng.																																																						
Gras erntefrisch Gras frisch	46,6687	1,0001	46,6909	22,1978	2,2198	0,03	2,2344	22,3	950,3	23,5	28,8																																																						
	46,8752	1,0004	46,8977	22,4910	2,2491							Gras gefroren	47,2222	1,0003	47,2468	24,5926	2,4593	-0,03	2,4437	24,4	948,9	25,8	46,5228	1,0008	46,5471	24,2806	2,4281	Grassilage frisch												1. Öffnung Glas 1	45,5366	1,0004	45,5647	28,0888	2,8089	-0,04	2,7893	27,9	932,4	29,9	45,6854	1,0001	45,7131	27,6972	2,7697	1. Öffnung Glas 2	45,4755	1,0004	45,5015	25,9896	2,5990	-0,04	2,5790	25,8	933,2
Gras gefroren	47,2222	1,0003	47,2468	24,5926	2,4593	-0,03	2,4437	24,4	948,9	25,8																																																							
	46,5228	1,0008	46,5471	24,2806	2,4281							Grassilage frisch												1. Öffnung Glas 1	45,5366	1,0004	45,5647	28,0888	2,8089	-0,04	2,7893	27,9	932,4	29,9	45,6854	1,0001	45,7131	27,6972	2,7697	1. Öffnung Glas 2	45,4755	1,0004	45,5015	25,9896	2,5990	-0,04	2,5790	25,8	933,2	27,6	45,3228	1,0004	45,3484	25,5898	2,5590										
Grassilage frisch																																																																	
1. Öffnung Glas 1	45,5366	1,0004	45,5647	28,0888	2,8089	-0,04	2,7893	27,9	932,4	29,9																																																							
	45,6854	1,0001	45,7131	27,6972	2,7697																																																												
1. Öffnung Glas 2	45,4755	1,0004	45,5015	25,9896	2,5990	-0,04	2,5790	25,8	933,2	27,6																																																							
	45,3228	1,0004	45,3484	25,5898	2,5590																																																												

2. Öffnung Glas 3	45,4563	1,0004	45,4878	31,4874	3,1487	0,00	3,1494	31,5	909,8	34,6	33,3
	45,6689	1,0000	45,7004	31,5000	3,1500						
2. Öffnung Glas 4	46,9075	1,0002	46,9375	29,9940	2,9994	-0,06	2,9694	29,7	927,9	32,0	
	45,5001	1,0002	45,5295	29,3941	2,9394						
3. Öffnung Glas 6	46,8793	1,0003	46,9168	37,4888	3,7489	-0,14	3,6787	36,8	930,8	39,5	36,3
	45,6669	1,0004	45,7030	36,0856	3,6086						
3. Öffnung Glas 7	45,5619	1,0005	45,5925	30,5847	3,0585	0,08	3,0986	31,0	935,5	33,1	
	45,5514	1,0004	45,5828	31,3874	3,1387						
Grassilage gefroren											
1. Öffnung Glas 1	45,3209	1,0006	45,3542	33,2800	3,3280	-0,12	3,2690	32,7	933,8	35,0	32,6
	45,4746	1,0000	45,5067	32,1000	3,2100						
1. Öffnung Glas 2	45,8154	1,0000	45,8428	27,4000	2,7400	-0,03	2,7243	27,2	904,4	30,1	
	45,2700	1,0005	45,2971	27,0865	2,7086						
2. Öffnung Glas 3	47,3545	1,0002	47,3877	33,1934	3,3193	-0,08	3,2785	32,8	938,4	34,9	34,2
	46,6997	1,0007	46,7321	32,3773	3,2377						
2. Öffnung Glas 4	75,3252	1,0002	75,3561	30,8938	3,0894	0,09	3,1339	31,3	936,4	33,5	
	75,9233	1,0005	75,9551	31,7841	3,1784						
3. Öffnung Glas 5	45,4901	1,0006	45,5230	32,8803	3,2880	-0,07	3,2529	32,5	933,6	34,8	34,7
	76,3626	1,0007	76,3948	32,1775	3,2177						
3. Öffnung Glas 6	76,9603	1,0008	76,9927	32,3741	3,2374	-0,05	3,2127	32,1	931,8	34,5	
	77,0115	1,0006	77,0434	31,8809	3,1881						

Ermittlung des Rohproteingehaltes der Grassilagen:

Probe	EW in g	W1 in ml	W2 in ml	W3 in mmol/zN	W	XP in g/kg	Fehler <0,2% abs.	MW XP in g/kg	T in g/kg	XP in g/kg T	XP in % T
Gras erntefrisch											
Gras frisch	1,0003	29,5600	20,4400	28,6160	178,8500	178,8	0,01	179,5	950,3	188,9	18,9
	1,0008	29,3900	20,6100	28,8540	180,3375	180,2					
Gras gefroren	1,0004	28,0000	22,0000	30,8000	192,5000	192,4	-0,01	191,9	948,9	202,2	20,2
	1,0004	28,1300	21,8700	30,6180	191,3625	191,3					
Grassilage frisch											
1. Öffng. Glas 1	1,0009	29,0200	20,9800	29,3720	183,5750	183,4	0,02	184,6	932,4	197,9	19,8
	1,0008	28,7600	21,2400	29,7360	185,8500	185,7					
1. Öffng. Glas 2	1,0004	28,5200	21,4800	30,0720	187,9500	187,9	0,01	188,1	933,2	201,6	20,2
	1,0005	28,4600	21,5400	30,1560	188,4750	188,4					

2.Öffng.Glas 3	1,0005	28,2200	21,7800	30,4920	190,5750	190,5	0,01	190,8	909,8	209,7	21,0
	1,0002	28,1500	21,8500	30,5900	191,1875	191,1					
2.Öffng.Glas 4	1,0005	27,6000	22,4000	31,3600	196,0000	195,9	-0,02	195,0	927,9	210,2	21,0
	1,0008	27,7900	22,2100	31,0940	194,3375	194,2					
3.Öffng.Glas 6	1,0004	27,3200	22,6800	31,7520	198,4500	198,4	0,01	198,7	930,8	213,4	21,3
	1,0006	27,2500	22,7500	31,8500	199,0625	198,9					
3.Öffng.Glas 7	1,0003	27,4100	22,5900	31,6260	197,6625	197,6	-0,01	197,2	935,5	210,8	21,1
	1,0003	27,5100	22,4900	31,4860	196,7875	196,7					
Grassilage gefroren											
1.Öffng.Glas 1	1,0008	27,1100	22,8900	32,0460	200,2875	200,1	0,00	200,3	933,8	214,5	21,4
	1,0006	27,0800	22,9200	32,0880	200,5500	200,4					
1.Öffng.Glas 2	1,0006	27,6300	22,3700	31,3180	195,7375	195,6	-0,01	195,3	904,4	216,0	21,6
	1,0007	27,6900	22,3100	31,2340	195,2125	195,1					
2.Öffng.Glas 3	1,0002	26,7800	23,2200	32,5080	203,1750	203,1	0,01	202,6	938,4	215,9	21,6
	1,0005	26,9000	23,1000	32,3400	202,1250	202,0					
2.Öffng.Glas 4	1,0007	26,8000	23,2000	32,4800	203,0000	202,9	0,00	203,0	936,4	216,8	21,7
	1,0007	26,7700	23,2300	32,5220	203,2625	203,1					
3.Öffng.Glas 5	1,0009	26,4000	23,6000	33,0400	206,5000	206,3	0,02	207,3	933,6	222,0	22,2
	1,0003	26,2000	23,8000	33,3200	208,2500	208,2					
3.Öffng.Glas 6	1,0000	27,1000	22,9000	32,0600	200,3750	200,4	-0,02	201,2	931,8	215,9	21,6
	1,0006	26,9000	23,1000	32,3400	202,1250	202,0					

Ermittlung des ELOS-Gehaltes der Grassilagen:

Probe	Fritten- masse in g	EW =W1 in g	Trocken =W2 in g	CTW in %	rel. Fehler <3%	MW CTW in %	XA in % T	ELOS	T in g/kg	ELOS in g/kg T	MW ELOS je Öffng.
Gras erntefrisch											
Gras frisch	30,8880	0,3003	30,9746	28,8378	1,90	28,5645	9,2	62,23	950,3	654,8	
	29,6301	0,3008	29,7152	28,2912							
Gras gefroren	29,7672	0,3007	29,8574	29,9967	-3,03	30,4508	9,1	60,49	948,9	637,4	
	30,1699	0,3006	30,2628	30,9049							
Grassilage frisch											
1. Öffng.Glas 1	29,6397	0,3004	29,7294	29,8602	0,08	29,8485	10,6	59,51	932,4	638,2	634,6
	29,6525	0,3003	29,7421	29,8368							
1. Öffng.Glas 2	29,5639	0,3003	29,6547	30,2364	-1,55	30,4708	10,6	58,88	933,2	631,0	
	30,9232	0,3006	31,0155	30,7053							

2. Öffng.Glas 3	30,3893	0,3005	30,4792	29,9168	0,79	29,7985	10,3	59,93	909,8	658,7	650,4
	30,9920	0,3002	31,0811	29,6802							
2. Öffng.Glas 4	30,8171	0,3007	30,9073	29,9967	-1,35	30,1998	10,2	59,57	927,9	642,0	
	30,5489	0,3003	30,6402	30,4029							
3. Öffng.Glas 6	31,0232	0,3003	31,1193	32,0013	0,90	31,8568	9,8	58,36	930,8	627,0	620,7
	30,4526	0,3002	30,5478	31,7122							
3. Öffng.Glas 7	29,4665	0,3003	29,5608	31,4019	-3,01	31,8745	10,6	57,49	935,5	614,5	
	30,7931	0,3008	30,8904	32,3471							
Grassilage gefroren											
1. Öffng.Glas 1	30,5896	0,3006	30,6851	31,7698	-0,06	31,7788	9,5	58,72	933,8	628,8	644,6
	31,1542	0,2998	31,2495	31,7879							
1. Öffng.Glas 2	31,0216	0,3004	31,1147	30,9920	1,13	30,8167	9,5	59,72	904,4	660,4	
	30,2445	0,3009	30,3367	30,6414							
2. Öffng.Glas 3	30,7083	0,3003	30,8099	33,8328	2,30	33,4444	9,7	56,86	938,4	605,9	616,2
	30,5454	0,3004	30,6447	33,0559							
2. Öffng.Glas 4	30,7069	0,3009	30,8032	32,0040	2,47	31,6083	9,7	58,67	936,4	626,5	
	30,1456	0,3002	30,2393	31,2125							
3. Öffng.Glas 5	30,8212	0,3006	30,9185	32,3686	3,30	31,8343	9,8	58,35	933,6	625,0	628,0
	30,6669	0,3000	30,7608	31,3000							
3. Öffng.Glas 6	30,8158	0,3005	30,9090	31,0150	-2,25	31,3644	9,8	58,81	931,8	631,1	
	30,7894	0,3005	30,8847	31,7138							

Ermittlung des Energiegehaltes der Grassilagen:

Probe	T	XA	ADF	XL	XP	ELOS	ME	MW ME	NEL	MW NEL	
	in % OS	in g/kg T					in MJ/kg T				
Gras erntefrisch frisch	39,6	92,1	250,9	23,5	188,9	654,8	10,1		6,0		
Grassilage frisch											
1. Öffnung Glas 1	41,0	106,4	253,4	29,9	197,9	638,2	10,0	9,9	6,0	5,9	
1. Öffnung Glas 2	41,8	106,5	279,1	27,6	201,6	631,0	9,8		5,8		
2. Öffnung Glas 3	38,4	102,7	287,9	34,6	209,7	658,7	10,2	10,1	6,1	6,0	
2. Öffnung Glas 4	39,1	102,3	275,3	32,0	210,2	642,0	10,0		6,0		

3. Öffnung Glas 6	38,8	97,8	277,2	39,5	213,4	627,0	10,1		6,0	
								9,9		5,9
3. Öffnung Glas 7	38,8	106,4	285,5	33,1	210,8	614,5	9,8		5,8	
Mittelwert	39,6	102,0	272,8	31,5	204,6	638,0	10,0		6,0	
Gras erntefrisch gefroren	38,8	90,6	261,0	25,8	202,2	637,4	9,9		5,9	
Grassilage gefroren										
1. Öffnung Glas 1	38,2	95,0	272,7	35,0	214,5	628,8	10,0		6,0	
								10,1		6,0
1. Öffnung Glas 2	39,1	94,6	282,3	30,1	216,0	660,4	10,1		6,1	
2. Öffnung Glas 3	38,1	97,0	288,6	34,9	215,9	605,9	9,8		5,8	
								9,8		5,8
2. Öffnung Glas 4	37,7	97,2	294,8	33,5	216,8	626,5	9,9		5,9	
3. Öffnung Glas 5	38,4	98,1	288,7	34,8	222,0	625,0	9,9		5,9	
								10,0		5,9
3. Öffnung Glas 6	38,4	98,3	282,5	34,5	215,9	631,1	10,0		6,0	
Mittelwert	38,4	95,8	281,5	32,7	214,7	630,7	10,0		5,9	

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel verfasst habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Bachelor-Arbeit in der Hochschulbibliothek eingestellt und damit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Ort, Datum

Unterschrift