

Universität für Bodenkultur

Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

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

**VERGLEICH DER FUTTERQUALITÄTEN BEI GRASSILAGE, GÄRHEU
UND HEU FÜR DIE PFERDEFÜTTERUNG**

**COMPARISON OF THE FORAGE QUALITIES OF SILAGE,
HAYLAGE AND HAY IN HORSE FEEDING**

MASTERARBEIT

Zur Erlangung akademischen Grades

DIPLOMINGENIEURIN

in der Studienrichtung Nutztierwissenschaften
an der Universität für Bodenkultur

Vorgelegt von

Bakk. techn. Carina Andrea HOISEL

Wien, Januar 2010



Universität für Bodenkultur
Lehr- und Forschungszentrum Raumberg – Gumpenstein
Bundesgestüt Piber

Masterstudiengang Nutztierwissenschaften

**VERGLEICH DER FUTTERQUALITÄTEN BEI GRASSILAGE,
GÄRHEU UND HEU FÜR DIE PFERDEFÜTTERUNG**

**COMPARISON OF THE FORAGE QUALITIES OF SILAGE,
HAYLAGE AND HAY IN HORSE FEEDING**

Masterarbeit

vorgelegt von

Bakk. techn. Carina Andrea HOISEL

Wissenschaftlicher Betreuer und Begutachter:

Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich Carina Andrea HOISEL versichere,

dass ich die von mir vorgelegte Masterarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

dass ich dieses Masterarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Datum

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die mir in der Zeit der Erstellung dieser Arbeit zur Seite gestanden sind und mich unterstützt haben.

So gilt mein besonderer Dank:

- Meiner Familie, die mir dieses Studium ermöglicht und mich auf jede nur erdenkliche Art und Weise unterstützt hat.
- All meinen Freunden sowie Studienkollegen, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen.
- Stefanie Holzer, die für mich so wertvolle Vorarbeit bei der Auswertung der Ergebnisse geleistet hat.
- Sämtlichen Mitarbeitern des LFZ Raumberg – Gumpenstein für die herzliche Aufnahme und enorme Hilfsbereitschaft.
- Dipl. Ing. Alfred Pöllinger für sein offenes Ohr und fachlichen Beistand.
- Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber für die ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung und für den Ansporn zu immer besseren Leistungen.

Herzlichen Dank!

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abkürzungsverzeichnis.....	4
1. Einleitung.....	6
1.1. Landwirtschaftliche Struktur in Österreich.....	6
1.2. Bedeutung des Grünlandes.....	7
1.3. Futterkonservierung.....	10
1.3.1. Heuwerbung.....	11
1.3.2. Silagewerbung.....	14
1.4. Futterqualität und Futterhygiene.....	20
1.4.1. Futterrechtliche Bestimmungen.....	20
1.4.2. Futterhygiene von Pferdegrundfutter.....	21
1.5. Grundlagen der Pferdefütterung.....	24
1.5.1. Pferdebestand in Österreich.....	24
1.5.2. Bedeutung des Grundfutters für das Pferd.....	24
1.5.3. Nachteile der Heufütterung.....	26
1.5.4. Nachteile der Silagefütterung.....	31
1.5.5. Gärheu als Alternative.....	33
1.6. Problem- und Fragestellungen.....	36
2. Material und Methoden.....	37
2.1. Standort Steiermark.....	37
2.1.1. Landschaft, Geologie und Boden.....	38
2.1.2. Klima.....	39
2.1.3. Landwirtschaft in der Steiermark.....	41
2.1.4. Bundesgestüt Piber und Außenstelle des LFZ Raumberg – Gumpenstein.....	42
2.1.5. Versuchsflächen.....	43
2.2. Pflanzenbestand.....	44
2.2.1. Bonitur nach Schechtner.....	44
2.2.2. Pflanzenbestandsaufnahme auf den Versuchsflächen.....	45
2.3. Ablauf und Versuchsvarianten.....	46
2.3.1. Zeitlicher Ablauf der Arbeiten beim ersten und zweiten Schnitt.....	46
2.3.2. Versuchsvarianten beim Versuch in Piber.....	46

2.4.	Ertragsermittlung	49
2.4.1.	Ernteertrag	50
2.4.2.	Bröckel- und Atemverluste.....	50
2.4.3.	Bruttoertrag	51
2.5.	Ernteverfahren.....	53
2.5.1.	Mähen, Zetten, Wenden und Schwaden.....	53
2.5.2.	Pressen	57
2.5.3.	Lagerung und Belüftung	59
2.6.	Analytische Bewertung der Futterqualität	62
2.6.1.	TM – Bestimmung (Feuchtigkeitsmessung).....	62
2.6.2.	Weender-Analyse.....	65
2.6.3.	Ermittlung der Verdaulichkeit und Futterenergie durch in vitro-Methodik	66
2.6.4.	Nachweis von Gärsäuren	68
2.7.	Sensorische Beurteilung der Futterqualität	69
2.7.1.	Ermittlung des Artengruppenverhältnisses	70
2.7.2.	Ermittlung des Vegetationsstadiums.....	70
2.7.3.	Ermittlung des Stängel-/Blattverhältnisses.....	71
2.7.4.	Schätzung der Futtergehaltswerte	71
2.7.5.	Silage- und Heubewertung nach Sinnenprüfung ÖAG-Schlüssel	73
2.7.6.	Erweiterte sensorische Analyse auf Staubbildung	76
2.7.7.	Erweiterte sensorischen Analyse auf „Bluamachanteil“	77
2.8.	Statistische Auswertung und Datenaufbereitung	78
3.	Ergebnisse und Diskussion.....	79
3.1.	Bodenkundliche Beschreibung und Bodenwerte.....	79
3.2.	Witterung.....	81
3.3.	Pflanzenbestand.....	83
3.3.1.	Bewertung des Pflanzenbestandes	83
3.3.2.	Artengruppenverhältnis	86
3.3.3.	Vegetationsstadium bei der Ernte.....	88
3.3.4.	Stängel-/Blattverhältnis.....	89
3.4.	Ertragspotential	92
3.4.1.	Erträge beim ersten Schnitt am Lindenacker	93
3.4.2.	Erträge beim zweiten Schnitt am Zeltenacker.....	94
3.5.	Bröckel- und Atmungsverluste.....	95
3.5.1.	Bröckel- und Atmungsverluste beim ersten Schnitt am Lindenacker.....	95
3.5.2.	Bröckel- und Atmungsverluste beim zweiten Schnitt am Zeltenacker	96

3.6.	Futterqualitätsparameter	98
3.6.1.	Inhaltsstoffe	98
3.6.2.	Futterverschmutzung	103
3.7.	Futterhygiene	106
3.7.1.	Schimmelpilze und Hefen	106
3.7.2.	Staubentwicklung	110
3.7.3.	Bewertung des Bluamachanteils	113
3.7.4.	Gärqualität.....	113
3.8.	Sensorische Futterbewertung und Futterwertzahl.....	117
3.8.1.	Sensorische Beurteilung nach ÖAG Sinnenprüfung für Heu und Silage und Ermittlung der Futterwertzahlen.....	118
3.8.2.	Vergleich der Ergebnisse der sensorischen und der analytischen Beurteilung der Inhaltsstoffe.....	123
4.	Ausblick	126
5.	Zusammenfassung.....	129
6.	Abstract.....	132
7.	Literaturverzeichnis	134
8.	Abbildungs-, Foto- und Tabellenverzeichnis.....	138
8.1.	Abbildungsverzeichnis	138
8.2.	Fotoverzeichnis	140
8.3.	Tabellenverzeichnis.....	141
9.	Anhang.....	143

Abkürzungsverzeichnis

BHK	Berghöfekataster
BS	Buttersäure
bzw.	Beziehungsweise
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlendioxid
DE	Verdauliche Energie
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DOM	Verdaulichkeit der organischen Masse
ES	Essigsäure
etc.	et cetera (lat.)
FM	Frischmasse
FWZ	Futterwertzahl
°C	Grad Celsius
g	Gramm
h	Stunde
ha	Hektar
HBLFA	Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
KBE	Koloniebildende Einheiten
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
lfm	Laufmeter
LFZ	Lehr- und Forschungszentrum
m	Meter
mm	Millimeter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MJ	Megajoule
Mrd.	Milliarden
MS	Milchsäure
NEL	Nettoenergie Laktation
Nr.	Nummer

ÖAG	Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau
OM	Organische Masse
%	Prozent
t	Tonne
TM	Trockenmasse
u. a.	Unter anderem
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
z. B.	Zum Beispiel
z. T.	Zum Teil

1. Einleitung

1.1. Landwirtschaftliche Struktur in Österreich

Von den land- und forstwirtschaftlichen Betrieben werden rund 90% (7.569.000 ha) der österreichischen Gesamtfläche (8.385.800 ha) bewirtschaftet. Davon entfallen auf die forstwirtschaftlich genutzte Fläche 3.310.330 ha und auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche 3.267.833 ha. Diese Fläche wird von 189.591 land- und forstwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet.

Die österreichische Landwirtschaft ist sehr kleinteilig strukturiert. So bewirtschaften 61%, das sind 115.541 Betriebe, eine Kulturfläche von weniger als 20 ha. Mehr als 100 ha Kulturfläche bewirtschaften nur 3,6%, das sind 6.896 Betriebe. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche von 18,8 ha pro Betrieb.

Hinsichtlich der Rechtsform überwiegen die Einzelunternehmen (95,6%), wovon 41,1% (74.504 Betriebe) im Haupterwerb und 58,9% (106.836 Betriebe) im Nebenerwerb geführt werden.

Aufgrund der Berghöfekatasterpunkte (BHK-Punkte) werden 72.153 Betriebe (38,1%) als Bergbauernbetriebe ausgewiesen.

Der Anteil der Biobetriebe beträgt 11,5% der landwirtschaftlichen Betriebe, das sind 19.997 Betriebe (BMLFUW, 2008).

Betrachtet man die geografische Struktur Österreichs, so bedecken die Alpen und das Alpenvorland den Großteil der österreichischen Fläche. In diesen Gebieten ist aufgrund der Bodenverhältnisse, der Steilheit der Flächen oder der kurzen Vegetationsperiode Ackerbau gar nicht oder nur eingeschränkt möglich.

Auch die klimatischen Bedingungen beeinflussen die Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen. In Österreich herrscht größtenteils kühl gemäßigtes mitteleuropäisches Klima. Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt zwischen 600 und 2000 mm pro Jahr und hängt stark von der Lage und Höhe der jeweiligen Region ab (HARLFINGER, 1999).

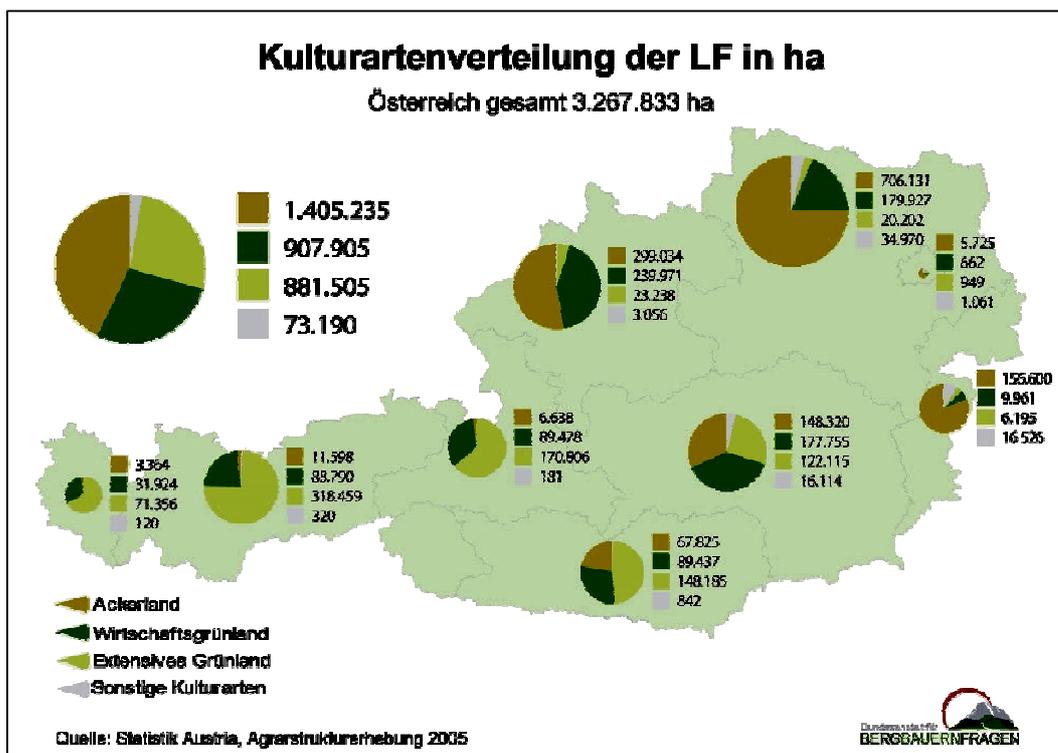
1.2. Bedeutung des Grünlandes

Das österreichische Grünland erstreckt sich von den niederschlagreichen Berggebieten im Westen bis hin zu den pannonischen flachhügeligen Gebieten rund um den Neusiedlersee im Osten Österreichs. Dem Grünland zugehörig sind 55% der landwirtschaftlich genutzten Fläche, wobei sich rund 80% davon im Alpengebiet befinden.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche teilt sich, wie in Abbildung 1 dargestellt, wiederum auf in 1.405.235 ha Ackerland, 1.789.410 ha Dauergrünland (Wirtschaftsgrünland und extensiv genutztes Grünland) und 73.190 ha sonstige Kulturarten wie Weingärten, Obstanlagen, Hausgärten, Reb- und Baumschulen sowie Forstbaumschulen (BMLFUW, 2008).

Wie ebenfalls aus Abbildung 1 ersichtlich, nimmt das Grünland besonders in den Bundesländern Vorarlberg (97%), Tirol (97%), Salzburg (97%), Kärnten (78%) und der Steiermark (65%) den Großteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ein, wobei in den genannten Bundesländern, mit Ausnahme der Steiermark, der Anteil des extensiv genutzten Grünlandes überwiegt.

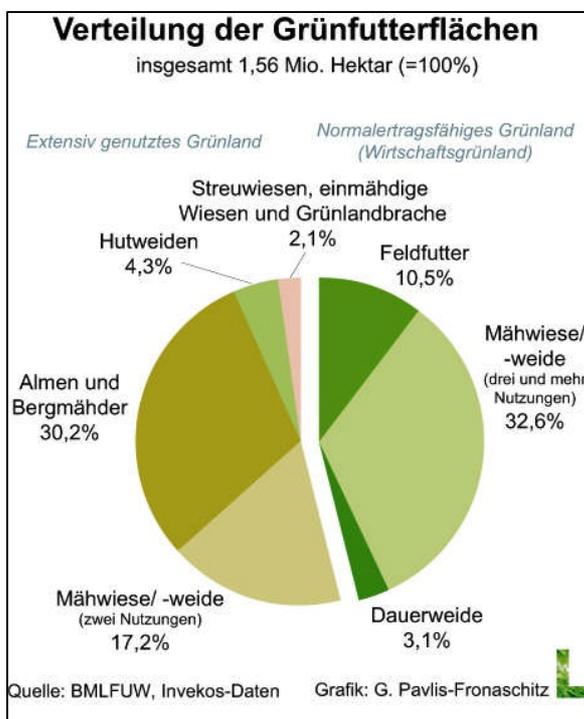
Abbildung 1: Kulturartenverteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Österreich (BMLFUW, 2008)



Betrachtet man die landschaftliche Struktur dieser Bundesländer, so wird deutlich, dass sich hier das Gebiet der Hoch- und Voralpen befindet und in diesem Gebiet kein Ackerbau betrieben werden kann. In diesen Gebieten sind alle Bergbauernbetriebe der BHK-Gruppe 4 sowie der Großteil der Bergbauernbetriebe der BHK-Gruppe 3 zu finden und annähernd das gesamte Gebiet dieser Bundesländer ist als benachteiligtes Gebiet (gemäß Verordnung EG Nr. 1257/99) zu bezeichnen (BMLFUW, 2008).

Die österreichische Grünfutterfläche beträgt rund 1,56 Mio. ha und kann, wie in Abbildung 2 ersichtlich, aufgeteilt werden (BMLFUW, 2008).

Abbildung 2: Verteilung der österreichischen Grünfutterflächen (BMLFUW, 2008)



Mehrmähdige Wiesen, von den traditionell bewirtschafteten Zweischnittflächen in Berglagen bis hin zu intensiv genutzten Vielschnittflächen in Gunstlagen, sowie die Kulturweiden werden zur Gruppe des normalertragsfähigen Grünlandes (Wirtschaftsgrünland) zusammengefasst und ergeben, mit einer Fläche von 720.720 ha, einen Anteil von 46,2% des Grünlandes. Auch der Feldfutterbau (nur Flächen, auf denen Grünlandarten als Reinkultur oder in Form von Mischungen für einen maximal fünfjährigen Nutzungszeitraum angebaut wurden) zählen zu dieser Kategorie. Almen, Bergmähder, Hutweiden, einmähdige Wiesen und Streuwiesen zählen hingegen zum extensiv genutzten Grünland und stellen, mit einer Fläche von 839.280 ha, 53,8% der Grünlandfläche dar (BMLFUW, 2008).

Das Grünland liefert rund 72% des gesamten Grundfutterbedarfes und ist deshalb von maßgeblicher Bedeutung für die Viehwirtschaft. Das daraus gewonnene Grünfutter (Weide, Heu, Grummet, Silage) bildet die Futtergrundlage für 2.000.196 Rinder, 87.072 Pferde, 351.329 Schafe und 60.487 Ziegen (BMLFUW, 2008). Nach PÖTSCH (2007) ergeben sich bei einem Ertrag im Wirtschaftsgrünland von 6,9 Tonnen Trockenmasse pro ha und Jahr somit rund 6,2 Millionen Tonnen Trockenmasse, die jährlich gewonnen werden.

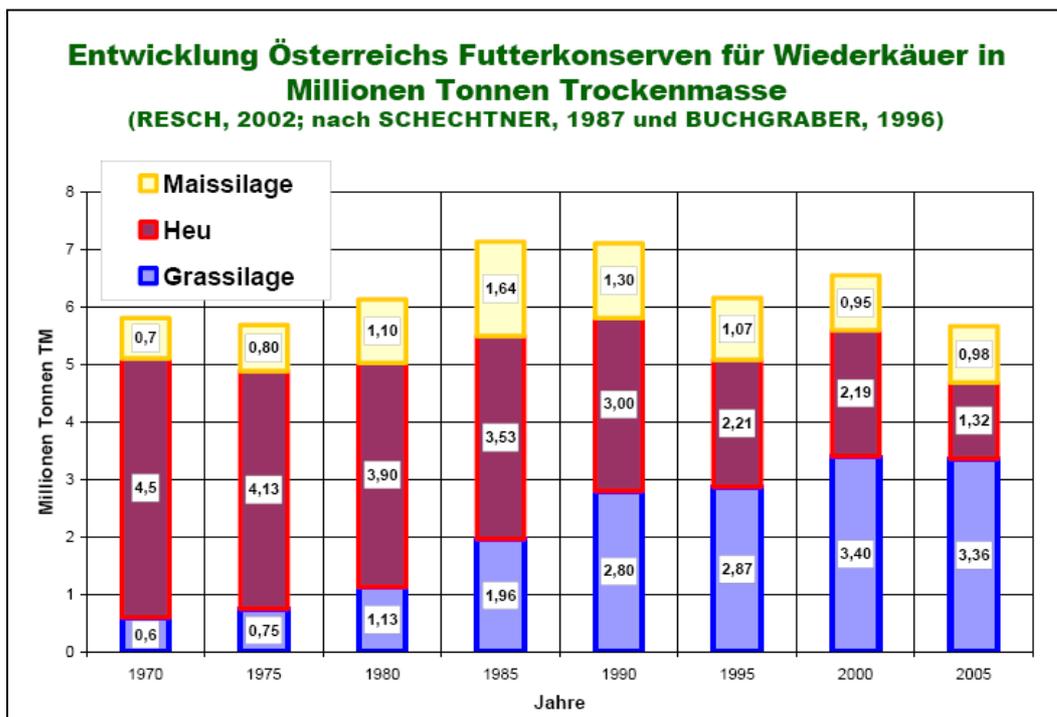
Anhand dieser Gegebenheiten wird deutlich welche große Rolle das Grünland für die österreichische Landwirtschaft spielt. Nicht nur bildet es die Einkommensgrundlage und Basis der bäuerlichen Familienstruktur für rund 115.000 Grünland-Viehbauern, sondern erfüllt auch Funktionen, wie den Schutz vor Bodenerosion, Lieferung und Speicherung von Sauerstoff und ist Lebensraum für viele Pflanzen- und Tierarten. Darüber hinaus spielt das Grünland eine wichtige Rolle als Kulturlandschaft, Landschaftselement und Erholungsgebiet und leistet somit auch einen wichtigen Beitrag zur touristischen Beliebtheit Österreichs.

1.3. Futterkonservierung

Die Futterkonservierung in den Grünlandregionen wird mit großem Fachwissen weiterentwickelt. Neben Silage und Trockenfutter wurde in der Konservierungsperiode 2007 auch ansatzweise Gärheu in der Praxis mit Erfolg hergestellt (BMLFUW, 2008).

Grassilage und Trockenfutter (Heu und Grummet) stellen in der Wiederkäuer- und Pferdefütterung den größten Anteil der Rationen, besonders in der Winterfütterung, dar. Die Entwicklung in der Futterkonservierung ist in Abbildung 3 ersichtlich und lässt für die Zukunft einen weiteren Anstieg des Grassilageanteils zu Lasten des Heuanteils erwarten (BUCHGRABER, 2008).

Abbildung 3: Entwicklung der österreichischen Futterkonserven für Wiederkäuer (BUCHGRABER, 2008)



Die in Abbildung 3 dargestellte Entwicklung der Futterkonservierung für Wiederkäuer (hauptsächlich Rinder) unterscheidet sich wesentlich von jener der Pferdefütterung, bei der Heu nach wie vor den Hauptanteil des verwendeten Grundfutters einnimmt.

1.3.1. Heuwerbung

Heu ist die älteste Konservierungsart des Grünfutters. In unterschiedlichen Trocknungsverfahren wird der Wassergehalt des Grünfutters auf unter 14% vermindert (BENDER, 2008). Nicht nur der Rohfasergehalt macht Heu zu einem wertvollen Futtermittel. Auch andere Inhaltstoffe wie Rohprotein, Mengen- und Spurenelemente, Vitamine und wichtige Fettsäuren sind von Wichtigkeit. Hochwertiges Heu kann den Erhaltungsbedarf decken und die Gabe von Kraftfutter und Zusatzstoffen reduzieren.

Das Artenverhältnis hat einen erheblichen Einfluss auf den späteren Futterwert. Im Idealfall setzen sich Pferdewiesen zur Heugewinnung aus 60 bis 80% Gräsern, 10 bis 30% Kräutern und etwa 10% Leguminosen zusammen (ERASIMUS et al., 2007). In der Praxis sind Pferdewiesen aber oft gräserreicher, sodass ein Gräseranteil von 90% oder darüber erreicht wird.

Während die Gräser des ersten Schnittes struktur- und rohfaserreicher sind, sinkt in den nachfolgenden Aufwüchsen der Rohfaseranteil in den Obergräsern aufgrund des höheren Blattanteils in den feineren Mittel- und Untergräser, welche in Folgeaufwüchsen vermehrt zur Ernte kommen. Mengen- und Spurenelemente sind hauptsächlich in den Kräutern, Rohprotein hauptsächlich in Leguminosen zu finden. So muss bei der Rationsgestaltung beachtet werden, dass ein um 10% erhöhter Kleeanteil um fünf Gramm mehr Rohprotein pro 1000 g/TM bedeutet (ERASIMUS et al. 2007).

Neben der botanischen Zusammensetzung der Futterflächen wird die Futterqualität auch vom Schnittzeitpunkt erheblich beeinflusst. Als Richtwert gilt: Je fortgeschrittener das Vegetationsstadium, desto höher der Rohfaseranteil, und desto niedriger der Energie- und Proteingehalt. Für die Erzeugung von Pferdeheu eignet sich als Schnittzeitpunkt besonders das Vegetationsstadium „Beginn bis Mitte der Blüte“ von Knautgras aufgrund des idealen Rohfasergehalts von 27 bis 30% der Trockenmasse.

Bei einer späteren Mahd kommt es insbesondere bei den Obergräsern zu einer vermehrten Einlagerung von Lignin und Pektinen, was zu einer schlechteren Futtermittelverwertung beim Pferd führt. Auch der Rohproteingehalt sinkt mit fortschreitendem Vegetationsstadium, welcher allerdings auch vom Düngungszustand (Stickstoff) und dem Leguminosengehalt abhängig ist.

Frühgeerntetes Futter im Vegetationsstadium „Schossen“ spielt aufgrund des hohen Eiweißgehalts aus ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten nur in der Fohlen- und Zuchtstutenernährung eine Rolle (MEYER & COENEN, 2002). Die Rohfaser- und Rohproteinrichtwerte, sowie Verdaulichkeit und Energiegehalte im Laufe der Vegetationsperiode sind in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1: Richtwerte bei Heu unter Berücksichtigung des Schnitzeitpunktes (BUCHGRABER & GINDL, 2004)

Schnitzeitpunkt	Verdaulichkeit der Org. Masse in %	Rohfaser in % in der TM am Bestand ¹	Energiewert MJ DE je kg TM ²	Rohprotein % in der TM
Schossen	Über 74	Unter 21	Über 11,7	20
Ähren-Rispenschieben	74-72	21-24	11,0	15
Beginn Blüte	71-67	24-27	10,1- 11,0	14
Mitte Blüte	66-65	27-30	9,2-9,9	12
Ende Blüte	64-62	30-33	8,5-9,0	11
Später	Unter 61	Über 33	Unter 8,5	Unter 10

1 Nach der Ernte bis hin zur Einlagerung können je nach Bearbeitung des Trockenfutters 1 bis 4 % hinzugeschlagen werden.

2 Durch die Ernteschritte und Einlagerung kann die Energie um 0,2 bis 0,5 MJ DE/kg TM fallen.

Ein weiterer Aspekt der sauberen Futterernte ist es, Verschmutzungen zu vermeiden. Damit das Erntegut nicht durch Erde verunreinigt geerntet wird, müssen die Mähgeräte auf fünf bis sieben Zentimeter Schnitthöhe eingestellt werden. Eine Mähtiefe unter fünf Zentimeter würde zu erhöhten erdigen Verschmutzungen führen, da Bodenunebenheiten abgetragen werden und die Grasnarbe geschädigt wird (ERASIMUS et al., 2007).

Bei der Heuwerbung werden die Arbeitsschritte Mähen, Zetten, Wenden und Schwaden angewandt. Ein sinnvoller Einsatz dieser Arbeitsvorgänge und deren Häufigkeit müssen vom Landwirt situationsgerecht bestimmt werden, um eine gute Qualität mit geringen Verlusten zu erzielen. Auch die Auswahl der Geräte muss überdacht werden, denn auf dem Markt finden sich zahlreiche Werbegeräte, welche dem angedachten Standort passend gekauft werden sollten. So setzt, etwa ein Landwirt im Alpengebiet andere Geräte, als ein Landwirt in Gunstlagen ein.

Grundsätzlich gilt, dass am ersten Tag alle zweieinhalb bis drei Stunden gewendet werden sollte, um in dieser wichtigen Phase eine optimale Trocknung (rascher Trocknungsverlauf) zu erzielen, damit Atmungsverluste minimiert werden können.

Bei diesen Arbeitsgängen hält sich das Entstehen von Bröckelverlusten noch deutlich in Grenzen und „verzeiht“ somit eine intensive Bearbeitung. Bereits am zweiten Tag, wo das Futter schon weitgehend abgetrocknet ist, entstehen bei jedem Arbeitsschritt massive Erhöhungen der Bröckelverluste. Da das Futter durch die fortgeschrittene Trocknung bereits spröde geworden ist, fallen besonders bei kräuterreichen Beständen Pflanzenteile zu Boden und verbleiben dort auch nach der Ernte. Somit sollte von diesem Zeitpunkt an jeder zusätzliche Arbeitsgang genau abgewogen werden.

Eine Trocknung der Grünmasse bis zu einem Feuchtigkeitsgehalt von höchstens 12% führt zu lagerfähigem Raufutter, optimalerweise geschieht dies innerhalb von zwei bis drei Tagen. Ob dieses Ziel erreicht werden kann, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Ein harmonischer Pflanzenbestand trocknet schneller ab als ein Bestand mit erhöhtem Kräuter- und Leguminosenanteil. Die verzögerte Trocknung eines solchen Futters ist bedingt durch den höheren Wassergehalt der Kräuter und Leguminosen, sowie eine kompaktere Lage am Feld durch die zarteren Bestandteile. Die Verwendung eines Aufbereiters ist sehr vorteilhaft, da er die Kutikula der Blätter schädigt und somit das Wasser besser austreten und verdunsten kann. Auch die dadurch entstandene lockere Lagerung am Feld trägt zu einer besseren Trocknung bei. Der größte Effekt ist in den ersten vier bis sechs Stunden zu erzielen.

Folgende Trocknungsverfahren werden unterschieden:

- **Bodentrocknung** ist die häufigste Form der Trocknung. Sie ist jedoch stark wetterabhängig und die Heuqualität hängt davon ab, wie stark die Trocknung am ersten Tag voranschreitet. Hier ist eine intensive Bearbeitung erforderlich, welche auch verstärkt Bröckelverluste generiert. Die Lage der Futterflächen spielt eine große Rolle, besonders geeignet sind Südhänge, weniger geeignet sind Mulden und feuchte Böden.
- **Gerüsttrocknung** ist eine Form der Trocknung, bei welcher Bröckelverluste sehr gering gehalten werden. Der extrem hohe Arbeitsaufwand macht diese Arbeitsweise jedoch unwirtschaftlich. Gelegentlich wird sie noch auf kleinen Wiesen eingesetzt.

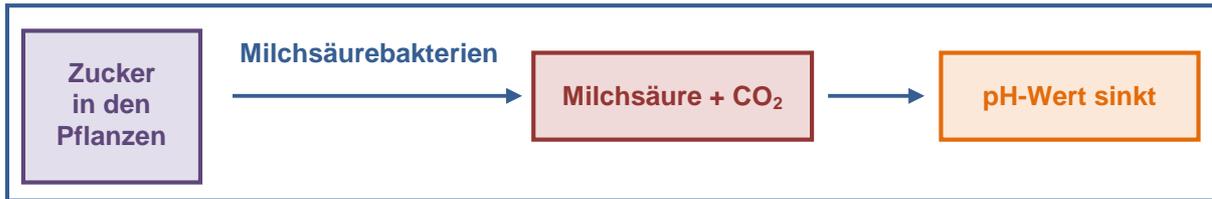
- **Heubelüftung** wird häufig angewandt, wenn der nötige Trockenmassegehalt bei der Bodentrocknung nicht erreicht werden konnte und eine Belüftung notwendig wird, um lagerfähiges Futter zu erhalten. Die Heuwerbung wird durch diese Möglichkeit nicht so stark wetterabhängig und es können Ballen mit einem Feuchtigkeitsgehalt von 20 bis 25% eingefahren werden. Durch die Belüftung wird es möglich den optimalen Schnittzeitpunkt zu wählen. Die Fermentation wird unterbunden und die Bröckelverluste aufgrund einer geringeren mechanischen Bearbeitung minimiert. Demgegenüber stehen aber hohe Investitions- und Betriebskosten. Es muss im Einzelfall entschieden werden, ob sich diese hohen Betriebskosten lohnen. Auf dem Markt gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher technisch ausgereifter Heubelüftungssysteme (BUCHGRABER & GINDL 2004).

1.3.2. Silagewerbung

Silieren bedeutet, vereinfacht gesagt, die Vergärung von in der Pflanze enthaltenem Zucker mit Hilfe von erwünschten Milchsäurebakterien unter Luftabschluss. Die so entstehenden Säuren machen das Futter unter Luftabschluss haltbar. D.h. für die Herstellung von Silage nützt man die Prozesse der Milchsäuregärung, was im Wesentlichen der Herstellung von Sauerkraut für die menschliche Ernährung entspricht. Daher sind die pflanzliche Zusammensetzung der Futterpartien, die Inhaltsstoffe des Futters sowie speziell das Verhältnis von Zucker und Rohprotein nicht nur für den energetischen Futterwert, sondern auch für die erforderliche pH-Wertabsenkung von entscheidender Bedeutung.

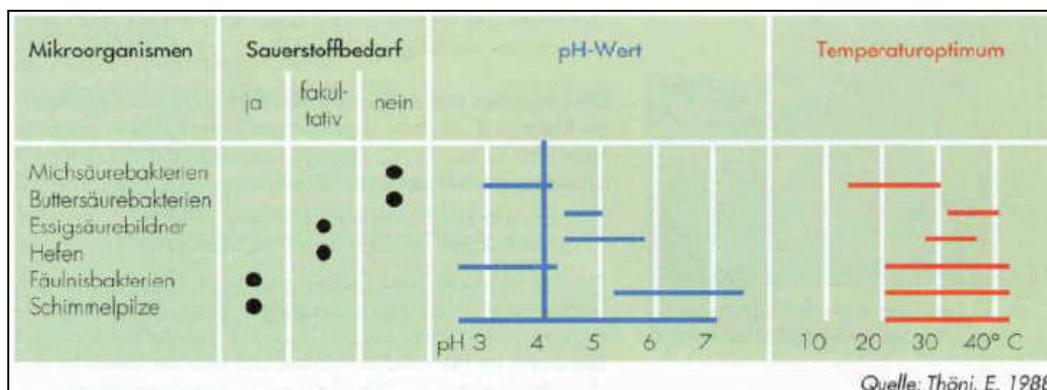
Die Milchsäurebakterien sollen rasch und nachhaltig die konservierende Milchsäure bilden und so die Gärung im Futterstock tragen. Die Pflanzen im Futterstock (Silo oder Siloballen) veratmen den noch vorhandenen Sauerstoff und sterben dann ab. Der dann austretende zuckerhaltige Zellsaft dient den Milchsäurebakterien als Futter um sich bei Luftabschluss und bei einem Temperaturoptimum von 20°C rasch vermehren zu können und die gewünschte pH-Wertabsenkung zu erreichen. Durch das Absenken auf einen bestimmten pH-Wert (Nass- und Feuchtsilagen maximaler pH-Wert 4,2, Anwelksilagen und Gärheu maximaler pH-Wert 4,5) werden alle Mikroorganismen, mit Ausnahme der Hefen, ausgeschaltet (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Dieser Vorgang ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt.

Abbildung 4: Gärverlauf bei der Silagebereitung (BUCHGRABER et. al., 2003)



Neben den Milchsäurebakterien kann es bei der Silagebereitung noch zum Auftreten anderer Mikroorganismen kommen, welche den Gärverlauf negativ beeinflussen können und als Gärschädlinge bezeichnet werden. Ihre Lebensansprüche sind in Abbildung 5 vereinfacht dargestellt und richten sich nach Sauerstoffverfügbarkeit, Säureverträglichkeit, kritischem pH-Wert und Temperaturanspruch (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Abbildung 5: Lebensansprüche der Mikroorganismen (BUCHGRABER & GINDL, 2004)



Folgende Gärschädlinge können als Gegenspieler und Nahrungskonkurrenten der Milchsäurebakterien auftreten (BUCHGRABER & GINDL, 2004):

– **Buttersäurebildner (Clostridien)**

Clostridien gelangen vorwiegend durch Futterschmutzung ins Futter und bewirken die Bildung von Buttersäure aus Pflanzenzucker bzw. Milchsäure unter einem Energieverlust von 20%. Weiters werden Proteine abgebaut wobei als unerwünschte Endprodukte Amine und Ammonium entstehen. Als Folge werden der Geruch und bei hohen Konzentrationen der Geschmack der Silage wesentlich beeinflusst.

– **Essigsäurebildner (Enterobakterien und Colibakterien)**

Enterobakterien und Colibakterien produzieren besonders in der Anfangsphase des Gärverlaufs Essigsäure, Ethanol und CO₂ unter Freisetzung von Energie und Wärme. Durch die dadurch entstehende Erwärmung wird die Temperatur im Futterstock angehoben, was den Temperaturansprüchen der Gärschädlinge entspricht, für die Milchsäurebakterien jedoch ungünstig ist. Geringe Mengen an Essigsäure werden auch von heterofermentativen Milchsäurebakterien gebildet.

– **Fäulnisbakterien und Proteinzerersetzer**

Durch Proteinzerersetzer stark gefährdet sind sehr proteinhaltige Silagen, sowie Nass- und Feuchtsilagen, da Protein zu Ammoniak abgebaut und somit der pH-Wert angehoben wird. Die Aktivität von Fäulnisbakterien (aerob) kann durch Luftabschluss und Säurebildung unterbunden werden.

– **Schimmel- und Hefepilze**

Aerobe Bedingungen (Luftzutritt oder Restluft) begünstigen das Auftreten von Hefen und Schimmelpilzen im Futterstock. Schlecht verdichtetes, altes, grobstängeliges Futter mit hohem Anwelkgrad ist hierbei besonders gefährdet. Schimmelpilze führen zu starken Nährstoffverlusten, Verlust der Schmackhaftigkeit und gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Tiere. Hefen sind aufgrund ihrer hohen Säuretoleranz verantwortlich für Nacherwärmung und die Instabilität der Silage nach der Öffnung. Weiters begünstigen sie durch Temperatur- und pH-Wertanhebung weitere Fehlgärungen.

Um hochwertige Silage herstellen zu können, muss die Produktionstechnik, sowie die Bedingungen bei der Ernte, möglichst optimal gestaltet werden. Eine wesentliche Grundlage bildet ein harmonischer Pflanzenbestand mit dichter, geschlossener Grasnarbe. Laufende Beobachtung der Zusammensetzung und rechtzeitiges und gezieltes Setzen von Maßnahmen (z.B. Nach- oder Übersaat, Unkrautregulierung) sind hier unabdingbar. Gemäht werden sollte, wenn sich rund 50% der Leitgräser im Vegetationsstadium „Ähren- bzw. Rispen-schieben“ befinden. So kann gewährleistet werden, dass ausreichend Zucker für die Milchsäuregärung vorhanden ist und Inhaltsstoffe, Mengen- und Spurenelemente, sowie Vitamine in hohem Maße vorliegen. Auf die Vermeidung von erd- und mistartige Verschmutzungen ist zu achten, da dadurch eine hohe Anzahl von Gärschädlingen ins Futter gelangen, welche sowohl bei der Gärung als auch bei der Verfütterung zu Problemen führen können.

Weiters ist optimales Anwelken (30 bis 35% TM, bei kurzen Häcksellängen bis maximal 40% TM) eine gute Voraussetzung für eine rasche Milchsäuregärung, da durch die Verdunstung des in der Pflanze gebundenen Wassers die Zuckerkonzentration im Zellsaft erhöht, die Gärfähigkeit gesteigert und die schädlichen Buttersäurebakterien unterdrückt werden. Der Futterwert, die Strukturwirksamkeit und die Futterraufnahme sprechen für die Anwelksilage, sowie die Geringhaltung von Gärverlusten.

Durch den Einsatz von Mähauflbereitern kann der Abtrocknungsprozess, welcher durch Witterung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, etc.) und Futtermenge beeinflusst wird, beschleunigt werden. Einen weiteren Vorteil stellt die Zerkleinerung von stark angewelktem und/oder spät geernteten, groben Futter dar, da so eine bessere Verdichtung und somit ein rascher Gärverlauf erreicht werden kann.

Bei Anwelksilagen mit mehr als 30% TM ist auch bei einer Futterlänge von einem Zentimeter noch eine ausreichende Strukturwirksamkeit gegeben. Im Zuge der Ernte kommen zu diesem Zweck Ladewagen (Kurz-, Mittel- und Langschnitt), Ballenpresse (mit und ohne Schneidwerk) und Feldhäcksler zum Einsatz.

Nur bei rascher Befüllung und guter, sorgfältiger Verdichtung kann der Sauerstoff ausreichend und nachhaltig aus dem Futterstock verdrängt werden um die Pflanzenatmung zu verkürzen, Nährstoffverluste zu vermindern und optimale Bedingungen für die Milchsäurebakterien zu schaffen. Besonders bei Flachsilo sind Gewicht und Leistung des Walztraktors auf die Schlagkraft am Feld abzustimmen, damit genügend Zeit für die zügige Befüllung und ordentliche Verdichtung bleibt. Nach Abschluss der Befüllung und Verdichtung soll der Silo mit geeigneten Abdeckfolien abgedeckt und beschwert werden um vollständigen Luftabschluss zu gewähren.

Bis zur Öffnung des Silos ist eine Wartezeit von mindestens drei Wochen einzuhalten. Bei Rundballen, welche innerhalb von drei Tagen verfüttert werden, kann eine Öffnung bereits zehn Tage nach der Silierung erfolgen. Um die Silage auch nach dem Öffnen stabil zu halten, ist ein Vorschub von mindestens 70 cm bei Flachsilo (im Winter, im Sommer das Doppelte) bzw. 10 cm im Hochsilo unterste Grenze. Ungünstig bei der Entnahme sind Geräte, die den verbleibenden Futterstock auflockern.

Der Einsatz von Silierzusätzen sollte erfolgen um Fehlgärungen bei nicht optimal eingebrachten Silagen zu verhindern oder die Qualität bei guten Voraussetzungen zu verbessern. Hierbei sind der Einsatzbereich der unterschiedlichen Silierzusätze (Bakterienzusätze, Säure und Salze, zuckerhaltige Zusätze, Kombinationsprodukte) sowie Dosierung und Verteilung zu beachten (BUCHGRABER et. al., 2003).

Die Siloformen Flachsilo (Fahrsilo), Hoch- und Tiefsilo und Ballensilage kommen am öftesten zum Einsatz. Bei der Entscheidung für oder gegen eine Siloform sind die räumlichen Gegebenheiten, das zu silierende Erntegut, sowie Maschinen-, Kosten- und Zeitaufwand zu berücksichtigen (WILHELM & WURM, 1999).

Hoch- und Tiefsilo

Vorteile:

- Geringer Platzbedarf
- Geringe Schlagkraft erforderlich
- Gasdichte Lagerung
- Bei kleineren Futtermengen

Nachteile:

- Hohe Errichtungskosten
- Aufwendige Mechanisierung
- Begrenzte Förderleistung
- Gärgas- und Unfallgefahr
- Schwierige Entnahme
- Keine Rationsgestaltung möglich

Flachsilo (Fahrsilo)

Vorteile:

- Kostengünstige Bauweise
- Überbetrieblicher Maschineneinsatz
- Draufsilieren mehrerer Schnitte bzw. Futtermittel (Rationsgestaltung)
- Gute Verdichtung
- Geringe Unfall- und Gärgasgefahr

Nachteile:

- Großer Platzbedarf
- Schmutzfreie Zu- und Abfahrt nötig
- Verschmutzungsgefahr bei undichten Walzgeräten
- Zusätzlicher Maschinenaufwand

(Rund-) Ballensilage

Vorteile:

- Kein baulicher Aufwand
- Für kleine Flächen
- Als Packung verkaufsfähig
- Geringe Nacherwärmungsgefahr
- Zur Beifütterung auf der Weide / im Auslauf
- Hohe Flächenleistung
- Überbetrieblicher Einsatz

Nachteile:

- Störung des Landschaftsbildes
- Folie empfindlich
- Keine Gärstoffabflussmöglichkeit
- Hoher Folienverbrauch
- Maschinenauslastung (sofern nur innerbetrieblich)

Die vorhin genannten Voraussetzungen für die Produktion von qualitativ hochwertigen Silagen können zu folgenden Silierregeln zusammengefasst werden:

- Dichte Grasnarbe mit einem hohen Untergrasanteil, keine Lücken im Pflanzenbestand, bei Bedarf Grünlandverbesserungsmaßnahmen durchführen
- Flächen im Frühjahr optimal pflegen (rechtzeitige Mäusebekämpfung, nicht zu früh abschleppen)
- Richtigen Erntezeitpunkt wählen, beim ersten Aufwuchs im Ähren-Rispschieben
- Abgetrocknetes Futter mähen (später Vormittag oder Nachmittag)
- Mäh- und Werbegeräte richtig einstellen, Mindestschritthöhe von 5 bis 7 cm einhalten
- Anwelkungsgrad bei der Ernte beachten (30 bis 40% TM)
- Futterschmutzungen vermeiden
- Grobes und trockenes Futter bei Bedarf zerkleinern
- Schlagkraft am Feld und Walzleistung aufeinander abstimmen um Wartezeiten zu vermeiden
- Sorgfältig und rasch verteilen, verdichten und abdecken (totaler Luftabschluss)
- Silierzusätze richtig und sachgerecht einsetzen
- Bei Entnahme auf genügend Vorschub und geeignete Geräte achten

1.4. Futterqualität und Futterhygiene

Eine optimale Futterwerbung hat nicht nur einen starken Einfluss auf den Ertrag, sondern beeinflusst auch in einem großen Maß die Futterqualität und -hygiene.

1.4.1. Futterrechtliche Bestimmungen

Hinweise zu Anforderungen an die Futtermittelhygiene sind im Futtermittelgesetz von 1999 und in der Futtermittelhygieneverordnung (EG) Nr. 183/2005, die mit 1. Januar 2006 in Kraft getreten ist, zu finden. Gemäß FMG 1999, Allgemeine Bestimmungen, § 3, ist es verboten, Futtermittel, Vormischungen oder Zusatzstoffe herzustellen, in Verkehr zu bringen oder an Nutztiere zu verfüttern, die dazu geeignet sind, die Qualität der von Nutztieren gewonnenen Erzeugnisse – insbesondere im Hinblick auf ihre Unbedenklichkeit für die menschliche Gesundheit – nachteilig zu beeinflussen oder die Gesundheit von Tieren zu schädigen. Ein weiterer Punkt dieser allgemeinen Bestimmungen definiert ein Fütterungsverbot für Futtermittel, die verdorben oder in ihrem Wert bzw. ihrer Brauchbarkeit erheblich gemindert sind. Gemäß Futtermittelhygieneverordnung sind Maßnahmen und Vorkehrungen zu treffen, um die Futtermittelsicherheit zu gewährleisten. Hierzu zählt unter anderem auch die Vermeidung von Kontaminationen mikrobiologischen Ursprungs (Bakterien und Pilzen). Es ist darauf hinzuweisen, dass von diesen futtermittelrechtlichen Bestimmungen auch hofeigene Grundfuttermittel, wie z.B. Heu und Silagen, sowie die Verfütterung am Hof betroffen sind.

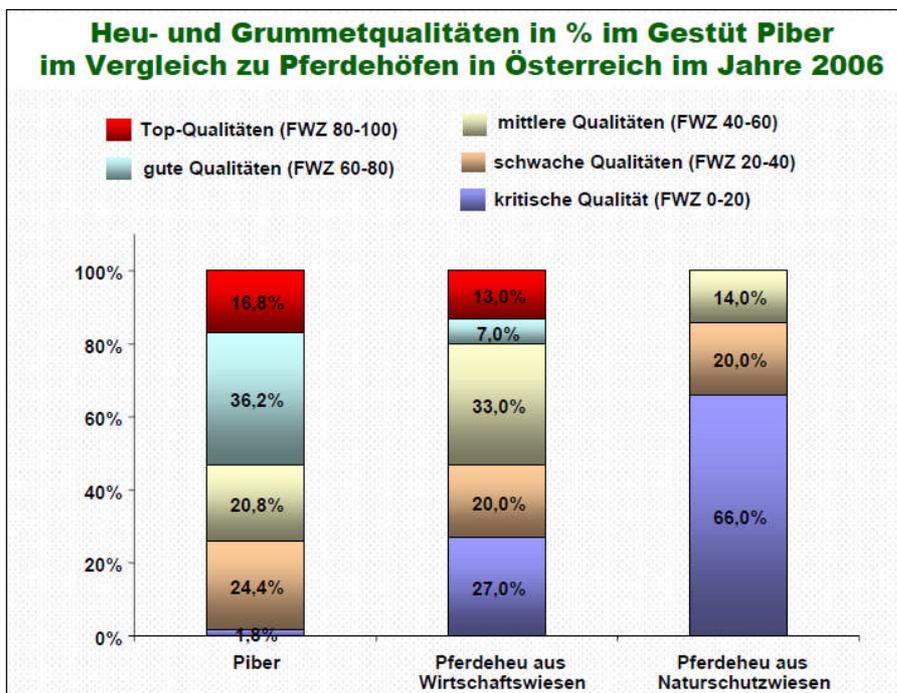
Diese Regelungen sollen einheitliche Standards für die Rahmenbedingungen zur Herstellung von Futtermitteln garantieren und die Käufer und die zu fütternden Tiere vor gesundheitlichen Schädigungen schützen. Aus diesem Grund sieht das Futtermittelrecht hauptsächlich Zulassungsbestimmungen, hygienische Vorschriften und Regeln zur einheitlichen Bezeichnung einzelner Futtermitteln vor. Auch die Deklaration von Inhaltsstoffen und Verwendungsbestimmungen sowie Mindest- und Höchstbestandteile einzelner Futtermittel sind hier geregelt (BENDER, 2008).

1.4.2. Futterhygiene von Pferdegrundfutter

Die hygienische Beschaffenheit von Pferdefuttermitteln, und somit auch von Pferdeheu, zählt zu den wichtigsten Qualitätskriterien, da das Pferd sich gegenüber verdorbenen und kontaminierten Futtermitteln besonders empfindlich erweist. Hygienische Mängel ergeben sich aus einem erhöhten und unspezifischen Besatz mit Mikroorganismen und Parasiten, sowie einer möglichen Kontamination mit Schadstoffen. Die größte Bedeutung kommt veränderten Gehalten an Bakterien, Schimmelpilzen und Milben zu, die im Verlauf des Futtermittels von durch Trocknen oder Silieren konserviertem Futter entstehen (MEYER & COENEN, 2002).

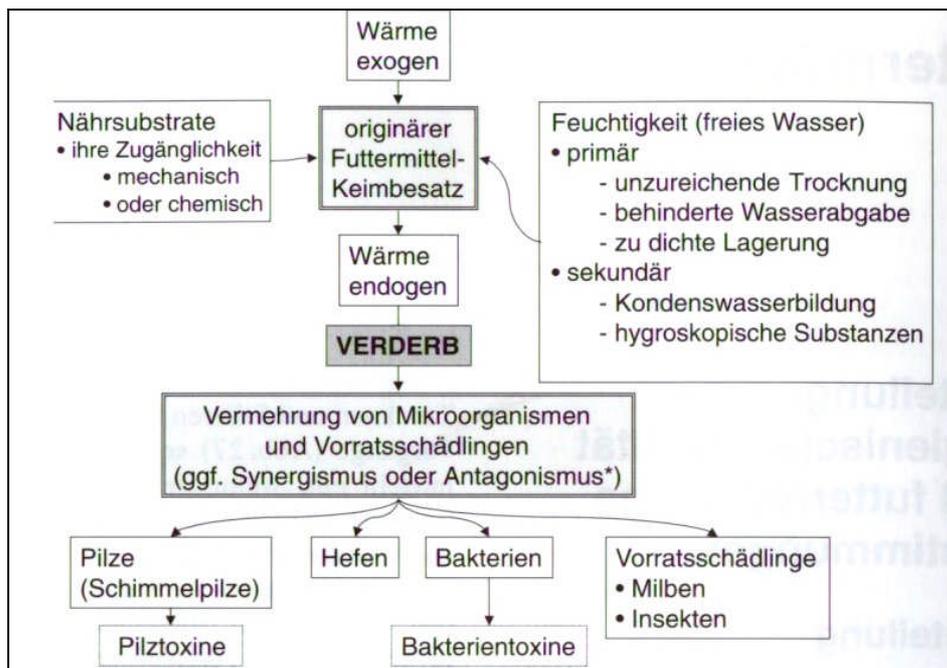
Tatsache ist, dass in der Praxis den Pferden oft qualitativ und hygienisch minderwertiges Grundfutter vorgelegt wird, wie in Abbildung 6 verdeutlicht wird. Betrachtet man die erzeugten Futterqualitäten, so muss darauf hingewiesen werden, dass das in der Praxis verfütterte Pferdeheu großteils aus Naturschutzwiesen stammt.

Abbildung 6: Erzeugte Pferdeheuqualitäten aus Wirtschafts- und Naturschutzwiesen im Vergleich zu Piber (BUCHGRABER, 2008)



In vielen Fällen ist dieses meist sehr spät geerntete Futter bereits durch Pilzbefall (siehe auch Kapitel 1.5.3.) verdorben. Die Aufnahme von solch verdorbenen Futtermitteln stellt heute eine der häufigsten Ursachen für Störungen im Verdauungskanal dar. Aber auch systemische Erkrankungen können die Folge sein. Die Ursachen des Verderbs sind in Abbildung 7 veranschaulicht.

Abbildung 7: Futtermittelverderb – Ursachen und Folgen (MEYER & COENEN, 2002)



Durch verschimmeltes und verschmutztes Futter werden neben spastischen Dickdarmverstopfungen und Magenüberladungen sowie Magen-Darm-Katarrhen und schweren Koliken, auch die sehr gefürchtete Hufrehe hervorgerufen. Zunehmend in den Vordergrund des Interesses rücken aber zweifellos die Erkrankungen der Atemwegsorgane, die durch Faktoren wie verschimmelte und verstaubte Futtermittel, schlechtes Stallklima mit zu langer Stallhaltung und zu wenig Bewegung und Auslauf im Freien hervorgerufen werden. Der Anteil an chronischen und therapieresistenten Atemwegserkrankungen hat besonders in Ställen mit großer Pferdedichte stark zugenommen und wird von Tierärzten als COPD (chronische obstruktive Lungenerkrankung) beschrieben. Verminderte Lebensqualität und Unbrauchbarkeit im Sport, oft auch tödlicher Ausgang sind die Folge. Weiters führt die schlechte Futterqualität auch zu einer allgemeinen Abwehrschwäche, zu Leistungsabfall und höheren Infektionsraten. Die Pferde verlieren zudem an Glanz, Vitalität und Ausstrahlung (ERASIMUS et al., 2007).

Im Verdachtsfall oder bei Erkrankungen kann eine mikrobiologische Untersuchung der Futtermittel Aufschluss über die Zahl der lebensfähigen Bakterien, Schimmelpilze, Hefen und über die Art der Keime und der von ihnen gebildeten Toxine geben.

Mikrobiell veränderte oder verdorbene Futtermittel werden häufig nur zögernd aufgenommen oder nicht akzeptiert. Diese durchaus sinnvolle Reaktion des Pferdes wird laut MEYER & COENEN (2002) jedoch meist durch Fehler in der Fütterung unterbunden, wenn die Ration z.B. wenig Raufutter enthält und ein starkes Kaufbedürfnis besteht, wird auch verdorbenes Heu oder Stroh gefressen. Nicht einwandfreie Futtermittel werden auch dann gefressen, wenn zuwenig Futter zugeteilt wird oder ein erhöhter Bedarf vorliegt.

Anhand der angeführten Gegebenheiten wird deutlich, dass die Vorlage von qualitativ und hygienisch hochwertigem Grundfutter selbstverständlich und Grundvoraussetzung in der Pferdefütterung sein sollte.

1.5. Grundlagen der Pferdefütterung

1.5.1. Pferdebestand in Österreich

Neben den Hauptrassen Haflinger, Noriker, Österreichisches Warmblut und den Lipizzanern werden in Österreich weitere achtundvierzig Pferderassen von dreißig anerkannten Zuchtverbänden betreut. Rund 10.845 Pferdezüchter halten etwa 14.200 Zuchtstuten. Die Anzahl der in Österreich gehaltenen Pferde hat sich in den letzten zwanzig Jahren mehr als verdoppelt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Pferdebestand und Pferdehalter in Österreich (BMLFUW, 2008)

Pferdebestand und Halter						
Jahre	1980	1990	1995	1998	1999	2003
Pferde insgesamt	40.406	49.270	72.491	75.347	81.566	87.072
Halter von Pferden	18.146	16.708	20.040	19.622	19.990	17.566

Zum Zwecke der Förderung des österreichischen Pferdewesens wurde das Pferdezentrum Stadl-Paura gegründet und ist ein Zentrum für die Durchführung von Leistungsprüfungen (Stuten und Hengste), für die Ausbildung und Vermarktung österreichischer Pferde, für Veranstaltungen (Zucht und Sport), Schulungen und Weiterbildung. Aus einer neu aufgelegten Studie des industriewissenschaftlichen Institutes geht hervor, dass die Pferdewirtschaft in Österreich eine Produktion bis zu 1,26 Milliarden Euro und eine Wertschöpfung von bis zu 674 Millionen Euro generiert und bis zu 24.300 Arbeitsplätze schafft (BMLFUW, 2008).

1.5.2. Bedeutung des Grundfutters für das Pferd

Das Pferd verdankt seine Fähigkeit unterschiedlichste Futtermittel zu verdauen der allmählichen Veränderung des Nahrungsspektrums und dem daraus resultierenden differenziert aufgebauten Verdauungskanal. Diese Vielseitigkeit, verschiedene Pflanzeninhaltsstoffe zu verwerten, ging aber auf Kosten der Effizienz in der Ausnutzung spezieller Stoffe, besonders der pflanzlichen Fasern.

Ein Vergleich der Verdauungskapazität von Pferden und Wiederkäuern zeigt, dass das Pferd Produkte mit hohem Rohfasergehalt, wenig Eiweiß und geringen Mengen an Zucker, Stärke oder Fetten nicht so gut verdaut und verwertet wie das Rind. Diese Nachteile werden z. T. dadurch abgeschwächt, dass sie selektiv grasen und hohe Futtermengen pro Tag aufnehmen. Darüber hinaus können Pferde wertvolle Inhaltsstoffe in jungem Gras direkt nutzen, indem sie es zwischen den Backenzähnen ausquetschen und die löslichen Stoffe im Dünndarm verdauen. Die Stallhaltung und die intensive Nutzung des Pferdes als Arbeits-, Trag-, Wagen- und Reittier im Laufe der Zeit erfordert jedoch eine immer bessere Futterauswahl und Fütterungstechnik. Der steigende Energiebedarf kann allein durch Raufutter nicht mehr gedeckt werden, da das Pferd durch die lange Futteraufnahmezeit sonst nur begrenzt nutzbar ist. Hafer setzte sich dank günstiger Anbaumöglichkeiten und seiner guten verdauungsphysiologischen Eignung, neben Gerste, Roggen, Pferdebohnen, etc. als Körnerfutter durch (MEYER & COENEN, 2002).

Das Pferd erhielt im Laufe der Evolution keineswegs immer nur wenige ausgesuchte Futtermittel, sondern musste sich auf unterschiedliche Gegebenheiten im Nahrungsangebot einstellen. Für die heutige Fütterungspraxis bedeutet dies, dass wir einerseits die durchaus bestehende Elastizität des Verdauungskanals des Pferdes gegenüber verschiedenen Futtermitteln nutzen können, andererseits aber die entstandenen anatomischen und ernährungsphysiologischen Voraussetzungen beachten müssen (MEYER & COENEN, 2002).

Pferdefutter wird nach BENDER (2008) heute in Grundfuttermittel, das sind Weidefutter, Raufutter und Grünfutter, sowie in Zusatzfuttermittel, wozu alle Arten von Kraftfutter gehören, unterteilt. Wesentliches Unterscheidungskriterium ist dabei, dass ein Pferd unter Erhaltungsbedingungen von qualitativ und quantitativ ausreichenden Rationen der Grundfutterarten (Heu, Grummet, Gärheu, Silage und Gras) existieren kann, von Zusatzfutter jedoch nicht. Grundfutter ist also so genanntes Erhaltungsfutter. Auch bei Hochleistungspferden mit hohem Zusatzfutterbedarf (= Kraftfutter) muss Grundfutter mit einem Mindestanteil von etwa 50% in der Tagesration enthalten sein. Bei qualitativ hochwertigem Grundfutter lässt sich ein bedeutender Teil an Kraftfutter einsparen.

Im Vergleich zu anderen Tierarten sind Pferde anspruchsvoller im Bezug auf die Raufutterqualität. Folgende Liste von Qualitätsanforderungen mit abnehmender Priorität ist feststellbar (THAYSEN & RICHTER, 2006):

- Frei von Hefen, Schimmelpilzen und deren Stoffwechselprodukten
- Keine Verschmutzung durch Sand/Erde, Mist und Staub
- Keine feuchten Futterpartien (< 35% TM)
- Keine nachwärmenden Futterpartien
- Struktureich
- Niedriger Eiweißgehalt
- Ausreichender Energie-, Mineral- und Carotingehalt

1.5.3. Nachteile der Heufütterung

Heu zählt bis heute zu den wichtigsten und am häufigsten eingesetzten Futtermitteln für Pferde. Somit hängen von seiner Qualität Wohlbefinden und Gesundheit der Tiere maßgeblich ab.

Ungenügende Trocknung auf dem Feld und damit verbundene Restfeuchtigkeit im Futterstock, die nicht vollständig nach außen entweichen kann, stellt die Hauptursache von Verderbnis bei Raufuttermitteln dar, wobei blattreiches, stängelarmes Heu (Grummet) besonders disponiert ist. Aber auch in Hochdruckballen können sich aufgrund dieser Ursachen Schimmelnester bilden (MEYER & COENEN, 2002).

Verluste bei der Heuwerbung

Auch bei sorgsamer Arbeitsweise entstehen zwangsläufig Verluste, seien es qualitative oder quantitative Verluste. Dazu zählen Bröckel-, Atmungs-, Schlechtwetter-, Fermentations- und Krippenverluste. Eine optimale Einschätzung der Wetterverhältnisse und Festlegung des Schnittzeitpunktes, sowie der gezielte Einsatz von Maschinen, welche schonend mit dem Futter umgehen, können die Feldverluste drastisch minimieren.

Nährstoffverlust bei der Heutrocknung entsteht nach BENDER (2008) durch:

- Oxidation leicht löslicher Kohlehydrate
- Verlust von β -Carotin bei hohen Wassergehalten
- Verlust der nährstoffreichen Blattanteile (Bröckelverluste) aufgrund von mechanischer Erntemaßnahmen (vor allem bei stark getrocknetem Grünfutter)
- Auswaschung von leicht löslichen Kohlehydraten und Mineralstoffen durch Regen
- Gärprozesse mit starker Erwärmung oder Schimmelbildung aufgrund hohen Wassergehalts
- Nacherwärmung (so genanntes Schwitzen)

Auch das Trocknungsverfahren hat einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der Verluste, wie in Tabelle 3 zusammengefasst ist.

Tabelle 3: Nährstoffverluste bei Grünfutterkonservierung (BENDER, 2008)

Trocknungsverfahren	Verluste in %
Bodentrocknung	30 – 55 %
Gerüsttrocknung	20 – 45 %
Künstliche Trocknung (Belüftung)	5 – 15 %

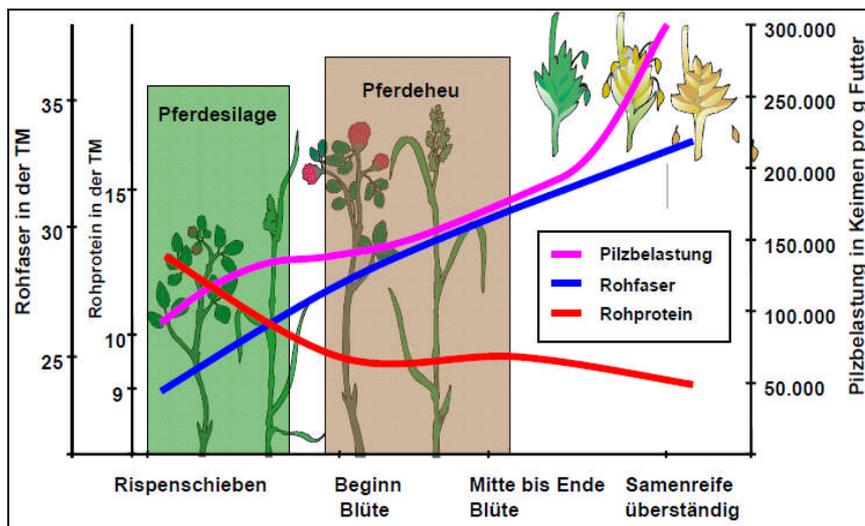
Schimmelpilzbelastung

Als Folge von Schimmelbildung im Grundfutter nennt RICHTER (2006) Nährstoffverluste, Minderung der Nährstoffkonzentration sowie eine reduzierte Futtermittelaufnahme und setzt einen einwandfreien hygienischen Zustand des Futters, d.h. vor allem keine verschimmelten Futtermittel, für eine bedarfsgerechte Rationsgestaltung voraus. Er weist auch darauf hin, dass das Vorkommen von Schimmelpilzen in Grundfuttermitteln auf Mängel in der Konservierung und Lagerung schließen lässt.

Insbesondere bei Heu ist die Einhaltung eines hohen Qualitätsniveaus aus Witterungsgründen oftmals schwierig. Untersuchungen des Futtermittellabors Rosenau zufolge weisen Heuproben den höchsten Anteil an schlechten Qualitäten auf, wobei die Qualitätsmängel ausschließlich auf überhöhte Schimmelpilzkeimgehalte mit Lagerpilzen zurückzuführen sind und Lagerschäden charakterisieren. Grassilageproben weisen ein überraschend zufrieden stellendes Ergebnis auf (WIEDNER, 2009).

Aufgrund der in der Praxis vorherrschenden Gegebenheiten, dass Pferdeheue oft erst im Vegetationsstadium „Mitte bis Ende der Blüte“ geerntet wird oder aus überständigen Naturschutzwiesen stammt, ist es prädestiniert für erhöhten Schimmelpilzbefall. Abbildung 8 zeigt den Zusammenhang von später Ernte und erhöhtem Pilzgehalt.

Abbildung 8: Entwicklung von Rohfaser, Rohprotein und Pilzbelastung im Laufe der Vegetationsperiode (BUCHGRABER, 2008)



Bei Zuteilung von schimmelpilzbefallenen Futtermitteln besteht das Risiko für Mykosen und Mykotoxikosen und nach Inhalation auch die Gefahr der Sensibilisierung (Allergie). Daneben wirken sie teilweise immundepressiv und lähmen die Abwehrleistung des Organismus (MEYER & COENEN, 2002). Die für Pferde bisher bekannten toxischen Schimmelpilzprodukte beeinflussen meistens spezifisch verschiedene Organe wie in Tabelle 4 angeführt.

Tabelle 4: Mykotoxine – Vorkommen und Wirkungen beim Pferd (MEYER & COENEN, 2002)

Mykotoxin	Pilz	Vorkommen	Klinische Folgen
Aflatoxin	Aspergillus flavus	Erdnusschrot, Mais, Baumwollsaat	Futterverweigerung, Leberschädigung
Fumonisin B1	Fusarium moniliforme	Maispflanze	Ataxie, Blindheit
Satratoxin	Stachybotris atra	Stroh, Heu	Veränderungen an Lippen, Zunge, Maulhöhle, Schwierigkeiten bei Futteraufnahme, Kauen, Schlucken
Zearalenon, Desoxynivalenol	Fusarienarten	Maisprodukte, Getreide	Futterverweigerung, Fertilitätsstörungen
Zitrinin	Penicillium citrinum u.a.	Verschiedene Getreidearten	Nierenschädigung, Diurese
Trichothezene	Fusariumarten	Verschiedene Getreidearten	Darmschädigungen, Verdauungsstörungen
Ergotalkaloide	Claviceps purpurea, Claviceps paspali	Gramineen	Durchblutungsstörungen, ZNS- Störungen, Milchmangel, Fertilitätsstörungen

Ein eindeutige Bewertung des Risikos von Leistungsminderung und möglicher Beeinträchtigung der Gesundheit der Tiere ist nur schwer oder gar nicht möglich, da das Futter bei Auftreten von Schäden meist nicht mehr vorhanden ist. Auch der exakte Grad der Belastung lässt sich durch das Vorkommen von mehreren Schimmelpilzen und Mykotoxinen in unterschiedlicher Höhe nicht mehr abschätzen (RICHTER, 2006).

So stehen für RICHTER (2006) aufgrund der Risiken für Leistung und Gesundheit der Tiere die Vermeidung von Schimmelbefall in Futtermitteln eindeutig im Vordergrund und er betont, dass erkennbar verschimmeltes Futter zum Schutz von Tier (und Verbraucher) nicht verfüttert werden darf und zu verwerfen ist.

Staubentwicklung

Luftgetragene Partikel sind allgegenwärtig und werden üblicherweise im alltäglichen Sprachgebrauch zusammenfassend als Staub bezeichnet. Überall auf der Welt ist die Luft voller Staubteilchen, doch die Anzahl ist von Ort zu Ort verschieden.

So genannte Bioaerosole setzen sich aus belebten und unbelebten Bestandteilen zusammen. Die Partikel haben biologischen Ursprung und entwickeln biologische Aktivität. Die unbelebten Anteile werden als Staub bezeichnet und sind disperse Verteilungen fester Stoffe in Gasen, die durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelung entstehen. Die belebten Bestandteile des Staubes umfassen die Gruppe der Mikroorganismen, wie Bakterien, Pilze, Viren, Milben oder auch Protozoen (SEEDORF & HARTUNG, 2002).

Die Partikel können als Vehikel oder Substrat dienen. Die Mikroorganismen selbst sind in der Lage durch ihre Stoffwechselprodukte oder Zellbestandteile die Qualität des Bioaerosols nachhaltig zu beeinflussen. Demnach muss einem Bioaerosol ein Potential der Infektiosität, Allergisierung, Toxizität oder auch pharmakologischer Wirkung zugesprochen werden. Die Partikelgrößen solcher Bioaerosole variieren im Allgemeinen zwischen 0,5 und 100 µm (HIRST, 1995).

Häufige Luftstäube in der Pferdehaltung sind beispielsweise Sand- oder Staube, der in Reithallen, auf Reitplätzen, Paddocks und Ausläufen entstehen kann. Diese Stäube sind für Pferde jedoch nicht sehr problematisch. Sie bestehen aus großen Partikeln, deren Durchmesser über 5 µm liegt. Die allergene Wirkung von organischen Stäuben (vor allem Sporen von Schimmelpilzen und anderen Mikroorganismen) ist ausgesprochen hoch. Daher können Schimmelpilzsporen als die Hauptursache für chronischen Husten, Dämpfigkeit und damit dem Tod vieler Pferde bezeichnet werden (BARTZ, 2004).

Bei den Quellen des Stallstaubes nimmt Futter eine wesentliche Rolle ein (PEARSON & SHARPLES, 1995) und stellt mit einem Anteil von 80 bis 90% neben Einstreu (55 bis 68%) die größte Gruppe im Bioaerosol der Stallluft ein.

Erhöhte Staubgehalte entstehen, in Abhängigkeit von Einstreuart und Qualität, vermehrt im Zusammenhang mit der Fütterung, beispielsweise von Heu, so dass Art und Qualität des Futters in der Pferdehaltung eine besondere Bedeutung zukommt (CLEMENTS & PIRIE, 2007). Dies ist auch bedeutsam, da Pferde etwa 40% des Tages mit der Futteraufnahme verbringen und dabei über die Nüstern ständig Kontakt mit dem Futter besteht (VANDEPUT et al., 1997). BARTZ (1992) konnte zeigen, dass die Gesamtsubstratkonzentration in der Einatemluft eines Pferdes etwa dreimal höher liegt als in der umgebenden Raumluft.

Dies ist ein wichtiger Hinweis dafür, dass das Futter der Pferde von hoher Qualität sein sollte. Auch bei der Säuberung und Aufarbeitung von Einstreu können erhebliche Belastungen auftreten (ZEITLER, 1986). Die Luft von Pferdeställen kann etwa 2,4 mg/m³ einatembaren und durchschnittlich 0,68 mg/m³ alveolengängigen Staub enthalten (ZEITLER, 1986).

Grundsätzlich gelten hohe Staubgehalte in der Luft von Pferdeställen als wesentlicher Träger allergener Substanzen (CLARKE, 1987) und werden im direkten Zusammenhang mit dem Auftreten von Atemwegserkrankungen bei Pferden, beispielsweise der chronisch obstruktiven Bronchitis (COPD) gesehen (ART et al., 2002).

Staubminderungsmaßnahmen im Pferdestall sollten bei der Art und Qualität des angebotenen Futters und der Einstreu ansetzen. Bei der Fütterung von Heu sollte stets auf gute Qualität geachtet werden.

Für hustende Pferde ist die tierärztliche Therapie eine wichtige Unterstützung zu Beginn der Krankheit. Der entscheidende Faktor im Hinblick auf die dauerhafte Heilung und Gesunderhaltung des Tieres ist aber einzig und allein die verbesserte und artgerechte Haltung im Allgemeinen und die Vermeidung von Staub, vor allem Staub aus Heu und Stroh im Besonderen (BARTZ, 2004).

Auch THAYSEN & RICHTER (2006) nennen die stark negative Staubbelastung von Heu, welche auch durch Befeuchten des Heus nicht wesentlich verringert werden kann, als Nachteil gegenüber richtig bereiteter Silage und verweisen auf die Wichtigkeit einer sensorischen Prüfung vor dem Einsatz von Heu und Silage, um schlechte Qualitäten vor der Verfütterung erkennen zu können.

1.5.4. Nachteile der Silagefütterung

Silage wird seit etlichen Jahren mit großem Erfolg in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung eingesetzt. Erst vor etwa 10 Jahren erlangt die Silage auch für die Pferdefütterung in nichtlandwirtschaftlichen Haltungen größere Bedeutung.

Noch stellt Gärfutter aber in der Pferdefütterung eher eine Ausnahme dar. So füttern nur zwei von zehn der von NIESKEN (2007) untersuchten Betriebe Silage. Die Hälfte der Betriebe hatte Silage noch nicht ausprobiert.

Als Bedenken gegenüber diesem Futtermittel nannten sie:

- Zweifel an der Qualität
- Probleme in der Lagerung
- Schlechte Akzeptanz
- Erhöhter Eiweißgehalt
- Mangelnde Erfahrung
- Komplizierte Handhabung
- Unangenehmer Geruch

Die genannten Vorbehalte lassen schlechte Futterqualitäten (z.B. schlechter Geruch und Inakzeptanz durch Buttersäure) vermuten und es wird erkennbar, dass es hier sowohl an Fachwissen als auch an Erfahrung in der Gärfutterbereitung mangelt.

Botulismus (*Clostridium botulinum*)

Auch Futtermittelvergiftungen (Botulismus) werden von den Pferdewirten oft als Grund für den Verzicht auf Silagefütterung angegeben, da oft spektakuläre Vergiftungen mit Pferdeverlusten publiziert werden. Botulismus mit der Folge von Organlähmungen wird durch die Aufnahme des Nervengiftstoffes Botulin hervorgerufen, der von Clostridien ausgeschieden wird. Clostridien sind anaerobe Bakterien, die überall in der Natur als Reduzenten an Fäulnisprozessen beteiligt sind und auch bei anderen Erkrankungen wie Durchfallerkrankungen, Wundinfektionen und bei der Entstehung des Wundstarrkrampfes beteiligt sein können. Sie gedeihen im Mist, in der Erde, aber auch im Darm vieler Lebewesen sowie in luftdicht abgeschlossenen, unhygienisch geernteten Futtermitteln.

Als Ursachen für Botulismuserkrankungen nennt BENDER (2008):

- Aufnahme von Futter und Wasser, das von Ratten oder Mäusen durch Exkremente kontaminiert wurde
- Aufnahme von fauligem Futter jeder Art z.B.
 - a) Silage, die hygienisch und handwerklich nicht ordnungsgemäß geerntet wurde und in der dadurch die Milchsäuregärung nicht vollständig ablief
 - b) Silage oder Heu/Stroh mit eingepressten faulenden, clostridienbehafteten Kadavern oder Kadaverteilen
 - c) Feucht-muffigem Heu oder Stroh, dessen Pressballenkern den Keimen gute Vermehrungsbedingungen bietet
 - d) Zu lange in warmer Umgebung eingeweichte Trockenrübenschnitzel
 - e) Getreide oder Mischfuttermitteln, die in feuchten Behältnissen aufbewahrt wurden

Die Folgen der Botulismuserkrankung können in kurzer Zeit durch Atemlähmung zum Tod führen, wobei länger andauernde Lähmungen mit Schluckbeschwerden und Bewegungsstörungen typische Symptome sind. Eine erfolgversprechende Therapie, z.B. durch ein Gegengift, wird in den USA erforscht, wo Pferde inzwischen gegen Botulismus geimpft werden können.

Im Hinblick auf den Kostenaufwand und im Interesse des Pferdes bleibt jedoch Vorbeugung, d.h. fachgemäße Ernte und Lagerung von Futtermittel und Einhaltung der hygienischen Anforderungen die einzige vertretbare Vorgehensweise (BENDER, 2008).

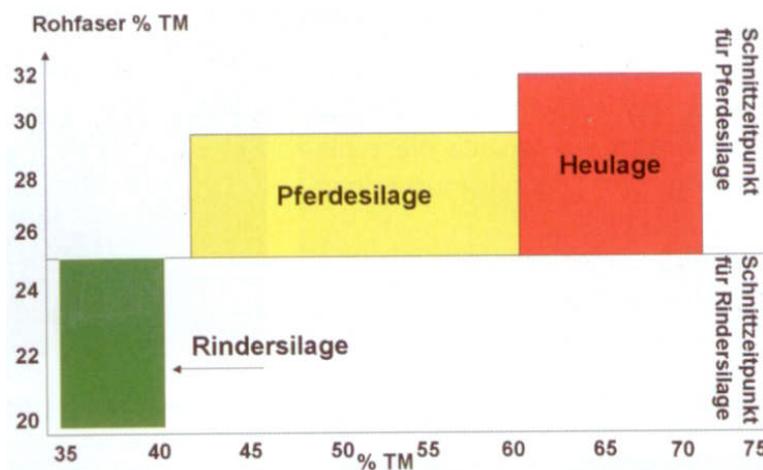
1.5.5. Gärheu als Alternative

Was ist Gärheu?

Gärheu wird im deutschsprachigen Raum oftmals auch als Heulage bezeichnet. Seinen Ursprung hat es in den Almregionen, wo Heu oft nicht ganz trocken eingelagert werden konnte. Man ließ es bewusst nachgären und es entstand ein besonders gutes aber vor allem besonders aromatisches Futter durch den hohen Kräuteranteil. Charakteristisch waren ebenfalls die braune Farbe, sowie der „brandige“ Geruch durch die Karamellisierung des Zuckers (HOLZER, 2009).

Die Abgrenzung zu Heu und zu Silage lässt sich am besten über den Trockenmassegehalt definieren. Grassilage sollte mit einem TM-Gehalt von 30 bis 40% eingefahren werden. Bodenheu wird im Heustock mit einem Wassergehalt von 17 bis 18% (Rundballen mit 13%) eingelagert. In Abhängigkeit von der Futterart und von der Leistung der Belüftungsanlage sollte Belüftungsheu (Warmbelüftung) mit maximal 35% Restfeuchte auf die Belüftungsanlage kommen. Gärheu wird mit einem TM-Gehalt zwischen 60 und 70% geerntet (Abbildung 9). Silagen mit einem TM-Gehaltswert von 40 bis 60% bezeichnet THAYSEN (2006) als „Pferdesilagen“.

Abbildung 9: Abgrenzung Rindersilage, Pferdesilage und Heulage (Gärheu) – Optimaler Schnitzeitpunkt und Anwelkungsgrad (THAYSEN & RICHTER, 2006)



Für Gärheu empfiehlt THAYSEN (2006) eine maximale Feldliegezeit von weniger als drei Tagen, sowie Rundballen als Konservierungsverfahren, da kleine Portionen mit hoher Dichte (größer 200 kg TM/m³) luftdicht abgeschlossen werden können. Diese sollten achtlagig gewickelt werden.

Kombination der Vorteile Heu und Silage

Die bisher aufgezeigten Vor- und Nachteile der einzelnen Grundfuttermittel werden in Tabelle 5 nochmals zusammengefasst um zu verdeutlichen, wie Gärheu die Vorteile von Grassilage und Heu in sich vereinen kann.

Tabelle 5: Vor- und Nachteile von Grassilage, Heu und Gärheu

	Grassilage	Heu	Gärheu
Arbeitsaufwand	Geringer Arbeitsaufwand bei geringen Feldzeiten	Hoher Arbeitsaufwand bei längeren Feldzeiten	Mittlerer Arbeitsaufwand bei mittleren Feldzeiten
Trocknungsdauer	Kurz	Lang	Mittel
Wetterrisiko	Gering (1 Tag)	Hoch (2 bis 4 Tage)	Mittel (2 Tage)
Erntemöglichkeit	Ernte nur im Schossen und Rispschieben	Ernte in allen Vegetationsstadien	Ernte von Rispschieben bis Mitte Blüte
Verluste	Geringe Atmungs-, Bröckel- und Lagerverluste (ca. 5%)	Hohe Atmungs-, Bröckel- und Lagerverluste (ca.20%)	Mittlere Atmungs-, Bröckel- und Lagerverluste (ca. 10%)
Strukturwirksamkeit	Geringe Strukturwirksamkeit	Hohe Strukturwirksamkeit	Mittlere Strukturwirksamkeit
Futterhygiene	Gefahr von Fehlgärungen (u.a. Clostridien) und Botulismus	Gefahr von Hefen und Schimmelpilzen	Geringe Gefahr von Fehlgärungen, Hefen und Schimmelpilzen
Staubbelastung	Geringe Staubbelastung	Hohe Staubbelastung	Reduzierte Staubbelastung
Inhaltsstoffe	Hoher Rohproteingehalt, niedriger Rohfasergehalt	Niedriger Rohproteingehalt, hoher Rohfasergehalt	Niedriger Rohproteingehalt, hoher Rohfasergehalt

Von NIESKEN (2007) untersuchte Gärheuproben erreichten bei der sensorischen Futterbeurteilung die Höchstpunktzahl, eine hohe Verdaulichkeit (70%) und so eine überdurchschnittliche Futterwertzahl. Dies zeigt, dass es in der Praxis sehr wohl möglich ist Gärheu von höchster Qualität zu erzeugen.

Aufgrund der Vorteile, verbunden mit wichtiger Aufklärung über die hohen Ansprüche des Pferdes an die Qualität dieses Grundfutters, wird die Fütterung von Gärfutter weiter zunehmen und das traditionell übliche Heu stärker verdrängen. In erster Linie für solche Pferde, die unter chronischer Bronchitis/Stauballergie leiden, ist qualitativ hochwertige Silage oder Gärheu ein ausgezeichnetes Grundfutter.

1.6. Problem- und Fragestellungen

Infolge der in Kapitel 1 angeführten Problematik in der Pferdefütterung stellt sich die Frage, ob eine Kombination der Vorteile der Heu- und Silagewerbung in Form von Gärheu eine Alternative in der Grundfuttermittellversorgung von Pferden spielen kann.

Aus diesem Grund wurde die Thematik Gärheu aufgegriffen und beziehungsweise auf die vom LFZ Raumberg – Gumpenstein am Bundesgestüt Piber durchgeführte Versuchsreihe, von mir in dieser Arbeit erörtert.

Dazu werden folgende Fragestellungen behandelt:

- Was ist bei der Produktion von Gärheu als Grundfutter besonders zu beachten?
- Wie unterscheidet sich die Futterqualität von Grassilage, Gärheu und Heu bei gleicher Ausgangssituation und unterschiedlicher Futterwerbung?
- Welche Vorteile kann Gärheu im Vergleich zu Heu und Grassilage bieten?
- Welche der durchgeführten Varianten stellt die optimalen Produktionsbedingungen für Gärheu dar?
- Kann Gärheu hinsichtlich der Inhaltsstoffe, Bröckelverluste, Staub- und Schimmelpilzbelastung als optimales Grundfutter für Pferde bezeichnet werden?

2. Material und Methoden

Die Versuchsreihe, welche die Grundlage für diese Arbeit bildet, wurde vom LFZ Raumberg – Gumpenstein, welches eine Außenstelle in Piber führt, auf den Flächen des Bundesgestüts Piber durchgeführt. Der Versuchszeitraum erstreckt sich von Mai 2008, wo mit den ersten Vorarbeiten begonnen wurde bis Oktober 2008 mit der sensorischen Beurteilung der Proben. An der Versuchsreihe beteiligt waren Mitarbeiter des LFZ Raumberg – Gumpenstein und deren Außenstelle in Piber, Mitarbeiter des LFZ Francisco Josephinum Wieselburg, Mitarbeiter des Bundesgestütes Piber, Schüler der HBLFA Raumberg und Studenten der Universität für Bodenkultur und der Veterinärmedizinischen Universität Wien.

Im folgenden Teil werden die Bedingungen für die Durchführung der Versuchsreihe, sowie die Arbeitsschritte und die, bei der Versuchsdurchführung und –auswertung verwendeten, Methoden erläutert.

2.1. Standort Steiermark

Zu Beginn soll das Gebiet, in dem die Versuchsreihe durchgeführt wurde, sowie die dort vorherrschenden landschaftlichen und klimatischen Bedingungen genauer beschrieben werden.

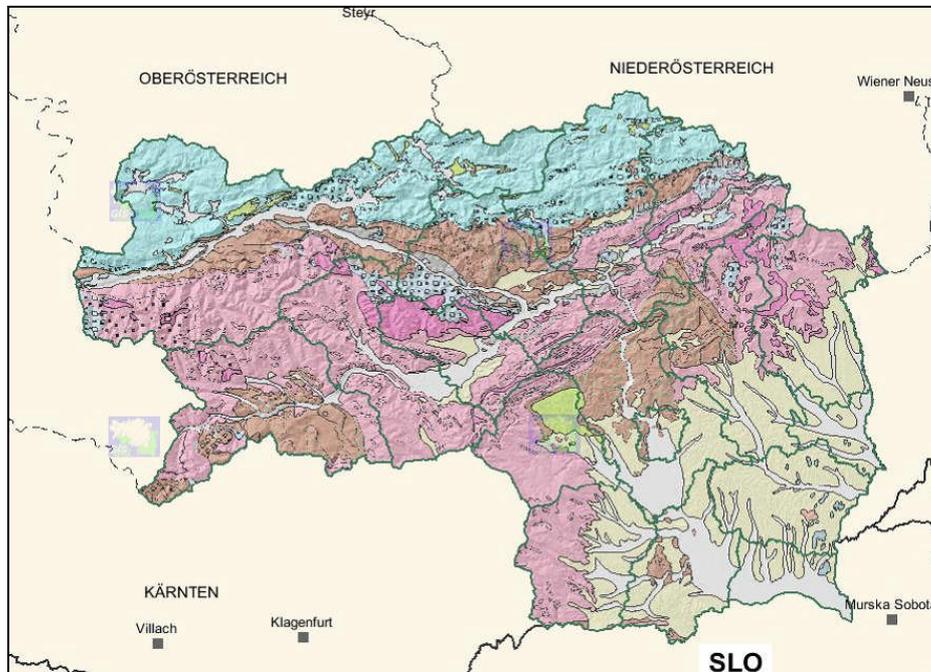
Mit einer Fläche von rund 16.400 km² stellt die Steiermark, als Teil der Republik Österreich das zweitgrößte Bundesland, dar. Angrenzend an die Bundesländer Oberösterreich, Niederösterreich, Salzburg, Burgenland und Kärnten liegt die Steiermark mittig in Österreich. Sie wird aufgrund des hohen Wald- und Grünlandanteils auch „das grüne Herz Österreichs“ genannt. Fast zur Hälfte besteht die „grüne Mark“ aus Gebirgen, der Rest umfasst das südoststeirische Hügelland, das Grazer und Leibnitzer Feld und minimale Anteile der pannonischen Tiefebene.

Als Hauptfluss ist die Mur zu nennen, welche ihren Ursprung im Lungau nimmt, die Obersteiermark durchquerend, über Graz nach Süden verläuft und schließlich in Slowenien in die Drau mündet (www.umwelt.steiermark.at, 2009).

2.1.1. Landschaft, Geologie und Boden

Die sehr unterschiedliche geologische Gliederung der Steiermark wird in Abbildung 10 dargestellt.

Abbildung 10: Geologische Karte der Steiermark



Quelle: GIS Land Steiermark (<http://gis.steiermark.at>)

Weite Teile der Steiermark werden von den Ostalpen durchzogen. Diese sind in vier geologische Zonen eingeteilt. Zum einen sind es die nördlichen Kalkalpen, die im Norden verlaufen, an sie schließen Richtung Süden die Grauwackenzone, die Zentralalpen und die südlichen Kalkalpen an.

Das Dachsteinmassiv, mit seiner höchsten Erhebung, dem Hohen Dachstein mit 2.995 m zählt zu den Nördlichen Kalkalpen und bildet den höchsten Berg der Steiermark. Entlang des Ennstales erstreckt sich die Grauwackenzone, sie verläuft weiter über Eisenerz bis schließlich hin zum Semmering und ist besonders reich an Bodenschätzen wie Eisenerz, Kupfer, Graphit und Talk.

Zu den Zentralalpen gehören die Niederen Tauern, die Seetaler Alpen, die Gleinalpe und die Koralpe, die Fischbacher Alpen und der Wechsel.

Die Beckenlandschaften der Steiermark entstanden durch Meeresflutungen vor rund zehn Millionen Jahren. Sedimente, die sich damals ablagerten bilden heute die Kohlelagerstätten um Voitsberg, Köflach und Fohnsdorf. Auch Vulkangestein findet man im Steirischen Oberland, von ihrer Tätigkeit zeugen heute die vielen entstandenen Thermen in diesem Gebiet (HEILIGE et al., 1986).

Der Standort Piber ist ein Stadtteil von Köflach und liegt in der Weststeiermark im Bezirk Voitsberg. Köflach befindet sich in direkter Nachbarschaft zum Randgebirge der Glein- und Stubalpe, und somit auch am Rande des Voitsbach-Köflacher Beckens, welches das Zentrum dieses Bezirks bildet. Die im Randgebirge liegenden Anteile gehören bereits zum Alpengebiet, welches den Bezirk umrandet, die bereits erwähnte Glein- und Stubalpe schließt im Norden und Nordwesten, die Packalpe im Westen und die Hebalpe im Süden an (RAUMPLANUNG STEIERMARK, 2009).

Der Landschaftsraum Piber wird als Berg- und Hügelland, auf Verebnungen und Hängen als Tertiär-Hügelland beschrieben. Der Bodentyp ist eine kalkfreie Lockersediment-Braunerde, welche aus feinem Tertiär-Material entstanden ist (HOLZER, 2009).

2.1.2. Klima

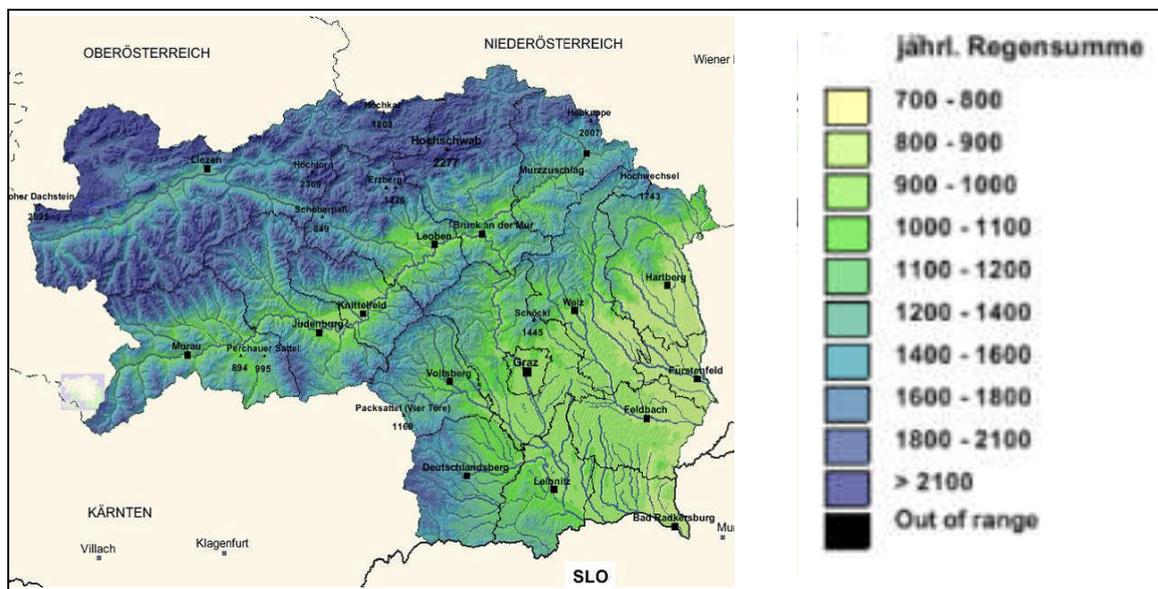
Das Klima der Steiermark kann in zwei Zonen unterteilt werden. Während im Norden das alpine Klima vorherrscht, zeichnet sich der südliche Landesteil vor allem durch pannonische Einflüsse aus. Das alpine Klima wird bestimmt durch kurze, feucht- kühle Sommer, trockene Herbstperioden sowie schneereiche, lange Winter. Typisch für dieses Klima sind auch die Winde. Die kältesten Gebiete sind das obere Murtal sowie das Talbecken von Admont und das Mitterndorfer Becken. Im Gegensatz dazu zählt die Südoststeiermark zu den wärmsten Gebieten in Österreich. Als Merkmale dieses pannonischen Klimas sind vor allem schneearme Winter, sommerliche Gussregen und hohe Sommertemperaturen zu nennen. Milde Herbsttemperaturen und geringe Niederschlagsmengen übers Jahr kommen vor allem dem Wein- und Obstbau zugute (DVORAK et al., 2003).

Die Klimaregion in der Piber liegt, nennt sich Voitsbach-Köflacher Becken. Diese Lage prägt auch stark das Klima in der Region, wobei Piber eher in der Beckenumrahmung nahe dem Randgebirge und somit nicht in der klimatisch ungünstigen Beckensohle liegt.

Der Winter ist recht windarm, die Hauptwindrichtungen werden stark von den tageszeitlich unterschiedlichen Windrichtungen beeinflusst, tagsüber herrschen vorwiegend Taleinwinde und in der Nacht Talauwinde. Es herrscht eine starke Nebelbildung in den Tälern und deutliche Minustemperaturen bis minus 30° C sind möglich. Da Piber nahe dem Randgebirge liegt und nicht in der Beckensohle, sind diese Bedingungen etwas abgeschwächt, der Standort ist besser durchlüftet und daher nicht so stark von der Nebelbildung betroffen (GIS Steiermark, 2009).

Die durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen in der Steiermark in Abbildung 11 dargestellt.

Abbildung 11: Jahresniederschlagsmengen in der Steiermark



Quelle: GIS Land Steiermark (<http://gis.steiermark.at>)

So ergibt sich für den Standort Piber eine durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge von 833 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur in Piber beträgt 7,9°C.

Bei der Außenstelle des LFZ Raumberg – Gumpenstein in Piber wurde eine eigene Wetterstation, welche Temperatur im und über Boden sowie relative Luftfeuchtigkeit misst, installiert. Die für den ersten und zweiten Schnitt relevanten Wetterdaten von 26. bis 28. Mai und 25. bis 27. August 2008 sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Wetterdaten der Station Piber zum 1. und 2. Schnitt 2008 (PÖLLINGER, 2009)

Schnitt / Datum	Tagesmitteltemperatur in °C	Rel. Luftfeuchtigkeit in %
1. Schnitt / 26. Mai 2008	19,3	70
1. Schnitt / 27. Mai 2008	22,4	44
1. Schnitt / 28. Mai 2008	23,3	38
2. Schnitt / 25. August 2008	15,1	71
2. Schnitt / 26. August 2008	18,9	67
2. Schnitt / 27. August 2008	19,5	66

2.1.3. Landwirtschaft in der Steiermark

Wie in Abbildung 12 veranschaulicht ist der größte Anteil der steirischen Fläche Wald (57%), 7% sind Almen und 24% werden landwirtschaftlich genutzt, das entspricht einer Fläche von 1.451.912 ha. Davon sind wiederum 292.424 ha Grünland. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe beträgt 42.370, wobei 18% der Betriebe Bergbauernbetriebe sind (www.agrar.steiermark.at, 2009).

Abbildung 12: Flächenverteilung der Steiermark in Prozent im Jahr 2007



Quelle: www.agrar.steiermark.at

Die Größe der land- und forstwirtschaftlichen Gesamtfläche des Bezirkes Voitsberg beträgt rund 58.300 ha (davon rund 6% Ackerland bzw. Dauerkulturen, 28% Grünland und 62% forstwirtschaftliche Fläche), jene des Ackerlandes rund 3.000 ha. Davon entfällt der überwiegende Teil (rund 85%) auf Getreide und Feldfutterbau. Im Jahr 1999 gab es im Bezirk Voitsberg 2.393 land- und forstwirtschaftliche Betriebe bei einem Anteil der Haupterwerbsbetriebe von 31% (RAUMINFORMATIONSSYSTEM STEIERMARK, 2009).

2.1.4. Bundesgestüt Piber und Außenstelle des LFZ Raumberg – Gumpenstein

Das Gestüt Piber liegt im gleichnamigen Stadtteil Piber, der zur Gemeinde Köflach gehört. Köflach befindet sich im Bezirk Voitsberg in der Weststeiermark, zirka 20 km westlich der Landeshauptstadt Graz.

Das Bundesgestüt Piber bildet als zentraler Zuchtstandort für Lipizzaner, neben den vier Außenstationen Wilhelm, Reinthalerhof, Kampl und Grub, die Basis für die Spanische Hofreitschule in Wien. Piber beherbergt die Mutterstuten und Gestütshengste und zeichnet sich für die Ausbildung der Lipizzaner verantwortlich (LEHRNER, 1977).

Dem Gestüt Piber steht eine Fläche von 260 ha Grünland- und Ackerfläche für die landwirtschaftliche Produktion zur Verfügung. Rund 60 ha dienen als Ackerfläche, die restliche Fläche von 200 ha wird als Grünland- und Weidefläche genutzt.

Foto 1: Lipizzanerstuten mit Fohlen auf der Weide am Gestüt Piber im Sommer 2008



Was die Landwirtschaft und Futtermittellieferung betrifft, war das Gestüt Piber 1977 weitgehend autark. Der Bedarf an Grundfutter konnte weitgehend selbst gedeckt werden, das Kraftfutter wurde zugekauft, da für die Eigenproduktion die Voraussetzungen nicht geeignet und die Erträge zu gering waren (LEHRNER, 1977). Heute wird der Großteil des Grundfutters immer noch selbst erzeugt. Der Bedarf an Heu und Grummet beträgt rund 690 t/Jahr.

Angrenzend an das Bundesgestüt Piber befindet sich eine Außenstelle des LFZ Raumberg – Gumpenstein, wo im Rahmen der Forschungstätigkeiten seit dem Jahr 1961 Grünlandversuche (Dauergrünland, Düngung und Nutzungsintensitäten, Fruchtfolgeversuche, amtliche Sortenwertprüfungen und Basisvermehrung von Futterpflanzensämereien) durchgeführt werden (www.raumberg-gumpenstein.at, 2009).

2.1.5. Versuchsflächen

Als Versuchsflächen wurden uns vom Bundesgestüt Piber der „Lindenacker“ für den ersten Schnitt und der „Zeltenacker“ für den zweiten Schnitt zur Verfügung gestellt. Der Lindenacker, eine Dauerwiese, liegt westlich des Gestüts, hat eine Größe von 6,49 ha und wird zur Gewinnung von Raufutter (zwei Schnitte) und als Nachweide verwendet. Eine Düngung erfolgt alle zwei Jahre (im Jahr 2008 erfolgte keine Düngung) mit rund 15 bis 20 m³ Pferdemitkompost pro ha. Der Zeltenacker befindet sich im Süden des Gestüts und ist eine Wechselwiese im zweiten Hauptnutzungsjahr. Im Anlagejahr wurde mit dem Handelsdünger „Linzer Star“ und seither neben dem Pferdemit nicht mehr gedüngt. Die Lage der beiden Flächen ist in Abbildung 13 ersichtlich.

Abbildung 13: Luftaufnahme der Versuchsflächen in Piber 2009



Quelle: GIS Steiermark (<http://gis.steiermark.at>)

2.2. Pflanzenbestand

Eine genaue Bestimmung des Pflanzenbestandes im Grünland ist, einerseits kurz vor der Ernte für die Einschätzung des Ertrages und der Futterqualität und andererseits laufend zur frühzeitigen Erkennung von Bewirtschaftungsfehlern unerlässlich.

2.2.1. Bonitur nach Schechtner

SCHECHTNER (1958) beschreibt die Flächenprozentschätzung als Notwendigkeit für die pflanzensoziologische Aufnahme von Grünlandbeständen. Dadurch besteht die Möglichkeit den Pflanzenbestand über längere Perioden zu beobachten. Es wird dabei zwischen Deckung, Gesamtdeckung und projektiver Deckung unterschieden.

Als Deckung wird jene Fläche, die bei der vertikalen Projektion von der gesamten oberirdischen Pflanzenmasse auf den Boden bedeckt wird, definiert. Die Gesamtdeckung ist die Summe der Deckprozente aller Bestandspartner. Die Gesamtdeckung kann auch über 100% betragen, da die Deckungsgrade für jede Art einzeln eingeschätzt werden. Bei gut wüchsigen, geschlossenen Beständen kann die Gesamtdeckung bei 130 bis 140% liegen. Wird der Bestand bei der Schätzung von oben betrachtet, so werden oft Lücken vorhanden sein. Diese lückenhaften Anteile werden von der gesamten Aufnahme­fläche subtrahiert, woraus sich die projektive bzw. sichtbare Deckung ergibt.

$$\text{Aufnahme­fläche} = \text{Sichtbare Deckung} + \text{Lückenanteil}$$

In der Praxis wird jedoch zuerst die projektive Deckung bzw. der Lückenanteil ermittelt. Dabei werden die sichtbaren Lücken von 100 abgezogen. Alle vorhandenen Arten des Feldstücks werden notiert und in Ober-, Mittel- und Untergräser unterteilt. Danach erfolgt die Schätzung in Flächenprozent der einzelnen Arten, woraus die Summe für eine gesamte Artengruppe gebildet wird.

Mögliche Kontrollschritte für diese Methode sind der Vergleich mit der Gesamtdeckung, Teilsummen der Artenliste, sowie Verhältniszahlen zweier Arten bzw. Artengruppen. Die Aufnahme­fläche sollte eine Fläche von 25 m² nicht überschreiten, da die korrekte Schätzung sonst zu schwierig wird. Im Bedarfsfall muss die Bestandsaufnahme an einer anderen Stelle wiederholt werden.

Die Bestandsaufnahmen sollten nicht zu lange vor dem Schnittermin erfolgen, da der Pflanzenbestand während der Vegetationsperiode Veränderungen unterliegt.

Zusätzliche Informationen, wie etwa Vegetationsstadium der Leitgräser, stellen eine hilfreiche Ergänzung dar. Bei den Folgeaufwüchsen ist eine Ergänzung der Artenliste sinnvoll, genauso wie eine Gewichtsprozentenschätzung. Dadurch können Veränderungen der Artengruppen in den einzelnen Aufwüchsen dokumentiert werden.

2.2.2. Pflanzenbestandsaufnahme auf den Versuchsflächen

Am Lindenacker wurde einige Tage vor der Ernte eine Pflanzenbestandsaufnahme von Herbert Buchgraber, Stefanie Holzer und Carina Hoisel durchgeführt. Es wurden das Artengruppenverhältnis (Gräser, Kräuter, Leguminosen) und die jeweiligen Gewichtsprozentanteile sowie die Anteile der vorhandenen Arten nach Flächenprozenten erfasst. Weiters wurden die Gesamtdeckung und der Lückenanteil, sowie das Vegetationsstadium des Leitgrases aufgenommen. Zur korrekten Bestimmung der vorkommenden Arten wurde der „Bestimmungsschlüssel für Grünpflanzen während der ganzen Vegetationszeit“ von Anton Deutsch verwendet.

Die Bonitur wurde nach SCHECHTNER (1958) durchgeführt, wobei der Anteil der Artenzusammensetzungen an der bonitierten Fläche geschätzt wurde. Die Gesamtfläche betrug immer 100%, da Überlappungen der einzelnen Arten nicht berücksichtigt wurden. Je nach Nutzungsintensität (ein- bis zweimal/Jahr) wurde bei jeder Bonitur der Anteil der Pflanzengruppen an der Fläche geschätzt. Aus diesen Werten wurde jeweils für den ersten Aufwuchs und die Folgeaufwüchse der Mittelwert errechnet.

Aufgrund des einheitlichen Pflanzenbestandes wurde auf dem Zeltenacker auf eine derartige Bonitur verzichtet und die Artengruppen und vorhandenen Arten bei der sensorischen Bewertung der fertigen Proben mitbestimmt.

2.3. Ablauf und Versuchsvarianten

2.3.1. Zeitlicher Ablauf der Arbeiten beim ersten und zweiten Schnitt

Die Mahd des ersten Aufwuchses wurde am 26. Mai 2008 durchgeführt. Am selben Tag wurde das gemähte Futter zweimal gezettet und gekreiselt, damit es locker und luftig auf der Grasnarbe liegt. Am 27. Mai 2008 wurde es gewendet, um eine optimale Trocknung zu erreichen. Anschließend erfolgte das Schwaden des Futters, welches am nächsten Morgen zur 40% Trockenmassestufe gepresst werden sollte. Leider gab es am 28. Mai 2008 Verzögerungen bei der Ankunft der Pressen und so konnte das Futter für die gedachte 40% Trockenmassestufe erst um elf Uhr gepresst werden.

Für den zweiten Schnitt wurde die Mahd am 25. August 2008 durchgeführt. Am selben Tag wurde das gemähte Futter zweimal gezettet und gekreiselt. Am 26. August 2008 wurde es gewendet um eine optimale Trocknung zu erreichen. Das gemähte Futter aus dem die Silageballen (40% TM) gepresst wurden, schwadete man bereits vor einem weiteren Wendevorgang. Anschließend erfolgte das Schwaden der restlichen Fläche, wobei zirka die Hälfte in Form eines Nachtschwades angelegt wurde. Dies wird vorgenommen, da gegen Herbst hin, durch die stärkere Abkühlung der Luft in den Nächten, eine verstärkte Tau- und Nebelbildung erfolgt, was natürlich eine erhöhte Luftfeuchtigkeit mit sich bringt. Um die Befeuchtung des Erntegutes durch die verkleinerte Oberfläche zu verringern, wird ein so genannter Nachtschwad am späteren Nachmittag angelegt (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Am nächsten Tag wurde der Rest der Fläche geschwadet und das Erntegut in zeitlichen Abständen mit der jeweiligen Trockenmassestufe gepresst. Die Bearbeitung erfolgte hier ebenfalls durch die landwirtschaftlichen Mitarbeiter des Bundesgestüts Piber (HOLZER, 2009).

2.3.2. Versuchsvarianten beim Versuch in Piber

Es kamen in den einzelnen TM-Stufen verschiedene Pressmethoden zur Anwendung, d.h. unterschiedliche Pressdichte, mit und ohne Einsatz von Schneidmessern, sowie variable und feste Presssysteme. Eine Übersicht über die Versuchsvarianten ist in Tabelle 7 für den ersten Schnitt und in Tabelle 8 für den zweiten Schnitt abgebildet. So wurden bei allen TM-Stufen (40, 60, 80 und 86% TM) die Hälfte der Rundballen mit variablem und die andere Hälfte mit festem Presssystem gepresst.

Schneidmesser wurden bei den Gärheuballen mit einem TM-Gehalt von 60% eingesetzt, um die verbesserte Verdichtung zu testen. Bezüglich der Pressdichte wurden die Silageballen fest gepresst, ebenfalls vier der Gärheuballen und acht Heuballen mit dem 86% TM-Gehalt aus der Bodentrocknung. Mit lockerer Pressdichte wurden weitere vier der Gärheuballen gepresst. Bei den sechs Heuballen mit einem 80% TM-Gehalt kam eine Pressdichte von 110-120 kg/m³ zum Einsatz.

Bei der Heutrocknung wurden also sechs Ballen mit einem Trockenmassegehalt von 80% gepresst, welche anschließend zur weiteren Trocknung in die Belüftungsanlage gebracht wurden. Bei weiteren acht Heuballen mit einem Trockenmassegehalt von 86% erfolgte die Konservierung mittels Bodentrocknung. Da ein solcher Freiluftversuch von vielen Faktoren abhängig ist, konnten aufgrund der zu schnellen Trocknung und der verspäteten Ankunft der Pressen beim ersten Schnitt keine Rundballen mit einem Trockenmassegehalt von 40% gemacht werden. Das heißt, die ursprünglich geplante 40% TM-Stufe wurde durch die verlängerte Trocknungszeit zur 60% TM-Stufe und die 60% TM-Stufe zur 80% TM-Stufe. Die geplante 80% TM-Stufe wurde gestrichen. Daraus ergab sich eine Ballengesamtanzahl von achtunddreißig Ballen, anstatt der ursprünglich vorgesehenen sechsundvierzig Ballen.

Tabelle 7: Versuchsraster 1. Schnitt am Lindenacker im Gestüt Piber im Jahre 2008

Variablen	Silage		Gärheu				Heutrocknung			
TM-Stufen in %	(40) / <u>60</u>		(60) / <u>80</u>				80		86	
Pressdichte fest (180-220kg/m ³) gering (130-150kg/m ³)	fest		fest	locker	fest		110-120 kg/m ³		fest	
Schneidmesser mit (12) / ohne	ohne		ohne		mit	ohne	ohne		ohne	
Pressensystem fest/variabel	variabel	fest	variabel			fest	variabel	fest	variabel	fest
Ballenanzahl	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4

Beim Folgeaufwuchs kamen dieselben Variablen bezüglich Pressdichte, Schneidmesser und Pressensystem zur Anwendung wie beim ersten Schnitt.

Infolge organisatorischer Gründe konnte beim zweiten Schnitt keine Gärheurundballen mit einem 60% Trockenmassegehalt produziert werden. Das heißt, die ursprünglich geplante 60% TM-Stufe wurde durch die verlängerte Trocknungszeit zur 80% TM-Stufe. Aus diesem Grund wurde auf die Produktion von acht weiteren Gärheuballen mit einem Trockenmassegehalt von 80% verzichtet. Die Heutrocknung erfolgte wie beim ersten Schnitt, außer dass statt der ursprünglich acht geplanten Heuballen mit einem Trockenmassegehalt von 86% nur zwei tatsächlich gepresst wurden. Daraus ergab sich eine Ballengesamtanzahl von zweiunddreißig Ballen statt der ursprünglichen vorgesehenen sechsundvierzig Ballen (HOLZER, 2009).

Tabelle 8: Versuchsraster 2. Schnitt am Zeltenacker im Gestüt Piber im Jahre 2008

Variablen	Silage		Gärheu				Heutrocknung			
TM-Stufen in %	40 (tats. 43-46)		(60) / <u>80</u>				80		86	
Pressdichte fest (180-220kg/m ³) locker (130-150kg/m ³)	fest		fest	locker	fest		110-120 kg/m ³		fest	
Schneidmesser mit (12) / ohne	ohne		ohne		mit	ohne	ohne		ohne	
Pressensystem fest/variabel	variabel	fest	variabel			fest	variabel	fest	variabel	fest
Ballenanzahl	4	4	4	4	4	4	3	3	1	1

Das ursprüngliche Versuchsschema mit den geplanten TM-Gehalten konnte unter freiem Himmel bei guten Wetterbedingungen nicht gehalten werden. Das spiegelt eigentlich nur die Situation wider, wie sie der Pferdewirt bei seiner Heu- und Grummeternte vorfindet.

2.4. Ertragsermittlung

Der Bewuchs eines Feldes gleicht bei weitem nicht dem Qualitätsertrag, da nach der Ernte am Feld, wie in Tabelle 9 angeführt ist, mit zahlreichen Verlusten zu rechnen ist. Dem sollte durch möglichst schonende Arbeitsweise entgegengewirkt werden (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Tabelle 9: Erträge und Verlustmöglichkeiten bei der Raufutterproduktion (BUCHGRABER & GINDL, 2004)

Ernteertrag in kg TM/ha am Bestand
- Bröckelverluste
- Atmungsverluste
↳ Bruttoertrag in kg TM/ha
- Lagerungsverluste (Fermentations- und Gärungsverluste) - Krippenverluste
↳ Nettoertrag in kg TM/ha
Nettoertrag in kg TM/ha x MJ DE/kg TM
↳ Qualitätsertrag in MJ DE/ha TM

Die Ernte- und Bruttoerträge, sowie die Bröckelverluste wurden im Zuge der Versuchsreihe ermittelt. Der Netto- und der Qualitätsertrag können nur anhand von Literaturwerten geschätzt werden.

Die Gesamtverluste bei der Ernte am Feld können nach Literaturangabe zwischen 5 und 30% und bei Verwitterung des Futters auch höher liegen. Mit dem Einbringen und Lagern des Futters ist mit weiteren Verlusten, nämlich Fermentations-, Gärungs- und Krippenverlusten zu rechnen unter dessen Abzug sich der Nettoertrag bilden lässt. Je nach Konservierungsverfahren und Futterqualität fallen in der Praxis auch 5 bis 40% an (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Unter Einbezug der verdaulichen Energie (MJ DE) ergibt sich der Qualitätsertrag, nach BUCHGRABER und GINDL (2004) beträgt der Qualitätsertrag auf Zweischnittflächen mit Nachweide jährlich 30.000 MJ NEL/ha, also 52.222 MJ DE/ha.

2.4.1. Ernteertrag

Der Ernteertrag, welcher die oberirdische Biomasse, die auf der Fläche gebildet wird bezeichnet, wurde bei der Grünmasseerhebung am Versuchsfeld erhoben.

Der mögliche Ernteertrag wurde an fünf bis zehn Punkten im Versuchsfeld mittels Quadratmeter-Messungen erhoben. Darunter versteht man, dass man einen großen Stahlrahmen mit einer Größe von einem Quadratmeter an einer rein zufälligen Stelle innerhalb der Versuchsfläche platziert. Das Futter innerhalb des Rahmens wurde in fünf Zentimeter Schnitthöhe per Hand mit einer Sichel gemäht und anschließend die Frischmasse gewogen. Der beschriebene Vorgang wurde an fünf bis zehn zufälligen Punkten des Versuchsfeldes wiederholt. Auf diesem Wege erhielten wir die Futtermasse pro Quadratmeter. Aus dem Futterertrag pro Quadratmeter wurde eine 500g Mischprobe für die Ermittlung des Trockenmassegehaltes genommen, die Futterprobe sodann unter Dach getrocknet und danach die Trockenmasse im Labor ermittelt. So konnte exakt der Trockenmasseernteertrag pro m² erhoben und dieser auf ein Hektar hochgerechnet werden.

2.4.2. Bröckel- und Atemverluste

Die Bröckelverluste wurden während der gesamten Ernte, also zwischen den Schwaden, am Schwad und beim Pressen ermittelt.

Die Proben für die Bröckelverluste zwischen den Schwaden und am Schwad wurden mittels der Staubsaugermethode direkt am Versuchsfeld genommen. In der Regel wurden vier bis sechs Wiederholungen im Abstand von zehn m je Trockensubstanzvariante vorgenommen. Hierbei wurde ein Stahlrahmen verwendet, mit dem die Quadratmeter abgesteckt wurden. Diese gekennzeichneten Stellen wurden mit einem Industriestaubsauger, welcher mittels Notstromaggregat betrieben wurde, in einer Saughöhe von drei bis fünf cm abgesaugt.

Foto 2 und Foto 3: Aufnahme der Bröckelverluste mit der Staubsaugermethode in Piber 2008



Darüber hinaus wurden, um die Bröckelverluste beim Pressen zu ermitteln, die Pressen mit „Windeln“, also Plastikplanen, versehen, um das beim Pressen abfallende Material aufzufangen.

Foto 4 und 5: Aufnahme der Bröckelverluste beim Pressen in Piber 2008



Das gesamte Material wurde einzeln in Probesäckchen gesammelt und genau beschriftet. In der Trocknungsanlage im LFZ Raumberg – Gumpenstein wurden diese anschließend stabil getrocknet.

Nach diesem Trocknungsvorgang der gezogenen Proben erfolgte die Trennung der tatsächlichen Pflanzenbestandteile von der mit eingesaugten Rohasche, mittels Windsichter. Zur Bestimmung der Trockenmasse wurde vom Nettogewicht 9% Restfeuchte abgezogen.

2.4.3. Bruttoertrag

Der Bruttoertrag ist der um die Bröckel- und Atmungsverluste verringerte Ernteertrag. Also jener Futterertrag, der nach der Ernte am Feld übrig bleibt (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Um den Bruttoertrag auf einem anderen Weg zu errechnen, wurden die Schwadabstände sowie sie Schwadlängen gemessen. Die Länge des Schwades und die Breite der Arbeitsfläche des Schwaders wurden miteinander multipliziert, sodass die bearbeitete Fläche in m² ermittelt werden konnte. Diese Bruttoernteermittlung wurde fünfmal am Feld durchgeführt. Aus den Ballen wurden 300g Mischproben gezogen, um exakt den Trockenmassegehalt zu ermitteln. Nun galt es die ermittelten Ballengewichte (in kg TM) durch diese erhaltene Fläche in m² zu dividieren. Dadurch lässt sich der Quadratmeter-TM-Bruttoertrag berechnen. Dieser Wert wurde mit 10.000 multipliziert, um den Trockenmasseertrag pro Hektar zu erhalten (= Bruttoertrag).

Um das gesamte Datenpotential auszunützen und die Versuchsergebnisse noch genauer darstellen zu können, wurden die fehlenden Schwadlängenmessungen der 60% TM-Stufe des ersten Schnittes über die Ermittlung des Schwadgewichtes errechnet. Aus den einzelnen Variantenblöcken wurden die Ballengewichte in kg TM/ha durch die jeweils zugehörigen Schwadlängen dividiert. Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Varianten wurde aus diesen vierundzwanzig Einzelwerten das mittlere Schwadgewicht in kg TM/lfm ermittelt, womit auf die mittleren Schwadlängen geschlossen werden konnte.

Zusätzlich wurde vom errechneten Bruttoertrag über die jeweilige Schwadlänge des Ballens und des mittleren Schwadabstandes auf den Ernteertrag in kg TM/ha am Bestand zurückgerechnet. Dies erfolgte durch die Addition der ermittelten Bröckelverluste (in kg TM/ha) und der errechneten Atmungsverluste (in %) mit dem Bruttoertrag. Diese Methode der Ertragsermittlung wurde zusätzlich angewandt, um die Genauigkeit der Quadratmeter-Messungen zu kontrollieren. Diese Berechnungen wurden für jede Variante der Ertrags- und Bröckelverlusterberhebung vorgenommen (HOLZER, 2009).

2.5. Ernteverfahren

Die Raufutterernte hängt wesentlich von den Einflüssen der Witterung ab und ist damit der Gefahr von Nährstoffverlusten durch den Futtermittelverderb ausgesetzt. So muss die Gewinnung von hochwertigem Futter die wichtigste Forderung an die Verfahren bei der Raufutterernte sein (EICHHORN, 1999).

Die Bearbeitungsintensität und -häufigkeit, die Einstellung der Werbegeräte sowie der Schnitzeitpunkt spielen eine wichtige Rolle, vor allem im Bezug auf die Bröckelverluste und die Futtermittelverschmutzung.

Im Rahmen der Heuwerbung wurden die Arbeitsschritte Mähen, Zetten, Wenden, Schwaden und Pressen angewandt. Im folgenden Kapitel sind die verwendeten Geräte und deren Einsatz während der Siliage-, Gärheu- und Heuwerbung beschrieben.

2.5.1. Mähen, Zetten, Wenden und Schwaden

Vor dem Mähen sind alle Maßnahmen des Wildschutzes, die ein Töten von Tieren während des Mähvorganges verhindern können, so etwa das Abgehen der Mähfläche mit Hunden vor der Mahd, zu ergreifen. Dies ist nicht nur aus der Sicht des Naturschutzes, sondern vor allem im Pferdebereich auch aus der Sicht der Entstehung von Botulismustoxinen erforderlich (THAYSEN, 2006).

Das Gras wurde bei einer Schnitthöhe von fünf bis sieben Zentimeter gemäht. Die Einhaltung dieser Schnitthöhe ermöglicht einerseits eine geringe Verschmutzung und andererseits ein zügiges Nachwachsverhalten des Bestandes.

Gemäht wurde mit zwei Scheibenmähdwerken der Firma Pöttinger mit Aufbereiter, dem Heckmähdwerk NOVOCAT 265 mit Mittelaufhängung und dem Frontmähdwerk NOVOCAT 306 F, deren technische Daten in Tabelle 10 zusammengefasst sind.

Tabelle 10: Technische Daten des bei der Mahd verwendeten Heckmähwerkes " Novocat 265 H" und des verwendeten Frontmähwerkes " Novocat 306F" (POETTINGER, 2007)

	NOVOCAT 265 H	NOVOCAT 306F
Arbeitsbreite	2,62 m	3,04 m
Flächenleistung ungefähr	2,6 ha/h	3,0 ha/h
Mähscheiben	6	7
Klingen/Mähscheibe	2	2
Schlepper ab KW/PS	44/60	44/60
Zapfenwellendrehzahl U/min	540 (1000)	540 (1000)
Schwadbreite ungefähr	1,10-1,70 m	1,10-2,10 m
Gewicht(kg)	725	688

Zum Zetten sowie zum Wenden wurde der Giroheuer GF 6401 MHO der Firma Kuhn, dessen technische Daten in Tabelle 11 aufgelistet sind, verwendet. Das gemähte Futter wurde gezettet und gekreiselt, damit es locker und luftig auf der Grasnarbe liegt. So konnte eine optimale Trocknung erfolgen. Dieser Vorgang wurde am ersten Tag zweimal und in den Folgetagen, je nach Wetterlage ein bis zweimal durchgeführt.

Tabelle 11: Technische Daten des zum Zetten verwendeten Gerätes " Giroheuer GF 6401 MHO" (KUHN, 2007)

	Giroheuer GF 6401 MHO
Arbeitsbreite	6,40 m
Anzahl der Kreisel	6
Zinkarme pro Kreisel	6
Kreiselantrieb	DIGIDRIVE®-Fingerklauenkupplung
Dreipunktanbock	Schwenkkopf
Bereifung	Ballonreifen 15*600-6 und Megaballonreifen 220/50-6
Umstellung auf Schräglauf	hydraulisch
Gewicht	880

Mit diesem Gerät lassen sich drei Mähbahnen auf einmal anstreuen, wobei die Räder nicht über das Heu fahren, was wiederum zusätzliche unnötige Bröckelverluste hervorrufen könnte. Durch den Seitensstabilisator bleibt der Giroheuer auch bei schwierigem Gelände immer in der Spur des Traktors und ermöglicht so eine präzise Arbeitsweise.

Das verwendete Gerät verfügt über einen Gelenkrahmen sowie relativ kleine Kreisel, dadurch kann sauber gearbeitet werden, denn durch die gute Anpassung an Unebenheiten wird die Erde nicht aufgewühlt und das Futter dadurch nicht verschmutzt (KUHN, 2007).

Foto 6: Am Schwad liegendes Futter am Lindenacker in Piber 2008



Ist das Futter im Anwelkgrad (bei Silage 30 bis 40% TM, Gärheu 50 bis 80% TM, Trockenfutter über 80% TM) reif, so wird das angestreute Futter zu Schwaden zusammengereicht. Von diesen Schwaden kann dann das Futter von den Pressen oder Ladewagen über das Pick-up aufgenommen werden. Zum Schwaden wurde der Eurotop 771A mit Multilastbereifung der Firma Pöttinger verwendet, dessen technische Daten in Tabelle 12 zusammengefasst sind.

Tabelle 12: Technische Daten des zum Schwaden des Futters auf dem Lindenacker verwendeten Gerätes "Eurotop 771A" (POETTINGER, 2007)

	EUROTOP 771A
Anbau	Unterlenker
Schwadablage	Mitte
Kreiselfahrwerk	Tandem
Arbeitsbreite	7,00-7,80 m
Kreisel	2
Arme pro Kreisel	12+12
Zapfenwelle U/min	540

Der hier verwendete Schwader verfügt über ein so genanntes Multilastrad, dieses fährt direkt vor den Zinken und sorgt so für eine bessere Bodenanpassung. Durch die Verwendung eines solchen Rades wird versucht einer Futterschmutzung aufgrund einer Zerstörung der Grasnarbe durch die Zinken vorzubeugen.

Zusätzlich ist das Gerät mit einer vollgelenkigen Tandemachse ausgerüstet, welche eine gute Bodenpassung auch in Hanglagen gewährleisten soll (POETTINGER, 2007).

Die bei den jeweiligen Schnitten geleisteten Vorarbeiten Mähen, Zetten, Wenden und Schwaden am Lindenacker und Zeltenacker sind in den folgenden Tabellen 13 und 14 nach ihrem zeitlichen Ablauf dargestellt. Weiters enthalten die Tabellen nochmals die technischen Daten zu den verwendeten Traktoren und Werbegeräten.

Tabelle 13: Vorarbeiten beim 1. Schnitt am Lindenacker von 26. bis 28. Mai 2008

Vorarbeiten am Lindenacker (1. Schnitt)	
26. Mai 2008	
Mähen	Mit John Deere 6310 Allrad 100 PS Frontmäherwerk Novacat 306 von Pöttinger, 1000 Zapfwelle ca 2200U/min bei 10km/h von 12.00 - 16.00 Uhr
Zetten	mit Steyr 8075 ohne Allrad 75 PS Wender von Kuhn GF 4201 MH digidrive, 540 Zapfwelle ca 520U/min bei 10km/h von 15.00 - 17.30 Uhr
27. Mai 2008	
Wenden	Mit Steyr 8075 ohne Allrad 75 PS Wender von Kuhn GF 4201 MH digidrive, 540 Zapfwelle ca 500U/min bei 9,5km/h von 12.00 - 14.30 Uhr
Schwaden	Mit John Deere 6310 Allrad 100PS Schwader von Pöttinger Euro Top 771 A multitast, 540 Zapfwelle 400U/min bei 10km/h von 14.00 - 15.00 Uhr
28. Mai 2008	
Schwaden	Mit John Deere 6310 Allrad 100PS mit Schwader von SIP STAR 850/26, 540 Zapfwelle ca 400U/min bei 10km/h von 12.00 - 13.30 Uhr

Tabelle 14: Vorarbeiten beim 2. Schnitt auf der Zeltenacker von 25. bis 27. August 2008

Vorarbeiten am Zeltenacker (2. Schnitt)	
25. August 2008	
Mähen	Mit John Deere 6310 Allrad 100 PS, Frontmähwerk Novacat 306 von Pöttinger, 1000 Zapfwelle ca 2200U/min bei 10km/h von 15 - 17.00 Uhr Mit John Deere 6310 Allrad 100 PS, Heckmähwerk Novacat 265 von Pöttinger, 540 Zapfwelle ca 2200U/min bei 9,5 km/h von 15 - 17.00 Uhr
Zetten	Geotrac Allrad 83 PS + Kuhnwender, 540 Zapfwelle mit ca 520 U/min bei 10 km/h von 15 - 17.00 Uhr
26. August 2008	
Wenden	John Deere 6310 Allrad 100 PS + Kuhnwender, GF 6401 MHO Digidrive, 540 Zapfwelle mit ca 500 U/min bei 9,5 km/h von 13.30 - 15.00 Uhr
Schwaden	John Deere 6310 Allrad 100 PS + Doppelschwader Pöttinger Eurotop 771 A, multitast 540 Zapfwelle 400U/min bei 10km/h von 11.00 - 12.00 Uhr, für 8 Silageballen
Schwaden	John Deere 6310 Allrad 100 PS + Doppelschwader Pöttinger Eurotop 771 A, multitast, 540 Zapfwelle 400U/min bei 10km/h von 15.00 - 16.30 Uhr, ca die Hälfte für Nachtschwad
27. August 2009	
Schwaden	John Deere 6310 Allrad 100 PS + Doppelschwader Pöttinger Eurotop 771 A, multitast, 540 Zapfwelle 400U/min bei 10km/h von 11.00 - 12.00 Uhr, den Rest

2.5.2. Pressen

Nach dem Schwaden wurde das Anwelkgut mit den entsprechenden Trockenmassegehalten zu Rundballen gepresst. Entscheidend für die Qualität und Haltbarkeit ist ein möglichst rascher und vollständiger Luftabschluss, der durch eine hohe Verdichtung ($> 200 \text{ kg TM/m}^3$) gekennzeichnet ist (THAYSEN, 2006). Je höher der Trockenmassegehalt ist, desto höher muss die Verdichtung sein. Schneidwerke an den Pressen erhöhen die Verdichtbarkeit.

Bei den Versuchen in Piber kamen zwei unterschiedliche Pressen zum Einsatz. Es wurde zum Einen eine Fixkammerpresse des Typus RP 235 PROFI und zum Anderen eine variable Kammerpresse des Typus RP 435 MASTER, welche beide von der Firma Welger zur Verfügung gestellt wurden, verwendet.

Foto 7 und 8: Fixkammerpresse mit Auffangsack für Bröckelverluste und Variable Kammerpresse der Firma Welger beim Versuch in Piber 2008



Die technischen Daten der beiden verwendeten Pressen "RP 235 PROFI" (Fixkammerpresse) und "RP 435 MASTER" (variable Kammerpresse) der Firma Welger sind in Tabelle 15 aufgelistet.

Tabelle 15: Technische Daten der zum Pressen des Futters verwendeten Geräte "RP 235 PROFI" und "RP 435 MASTER" in Piber 2008 (WELGER, 2008)

	RP 235 PROFI	RP 435 MASTER
Ballenkammer Durchmesser	1,25 m	0,90 – 1,60 m
Breite	1,23 m	1,23 m
Volumen	Ca. 2,5 m ³	ca. 2,5 m ³
Bindemittel Netz	Lauflänge 2000 oder 3000 m	Lauflänge 2000 oder 3000 m
Breite	1,23 oder 1,30 m	1,23 oder 1,30 m
Aufsammler	2,25 m/2 m	2,25 m
Zapfenwelle U/min	540 U/min	540 U/min

Größtenteils wurde mit maximalem Pressdruck und ohne Schneidwerke gearbeitet. Es wurden jedoch auch Gärheuballen mit lockerer Pressdichte oder mit Schneidmessern gepresst. Bei der Heuballenproduktion wurde mit einer mittleren Pressdichte von 110 kg/m³ gepresst.

Die Pressdichte ist ein wichtiger Beurteilungsparameter für die Presstechnik. Insbesondere bei steigendem TM-Gehalt des Futters steigt auch die Notwendigkeit für hohe Pressdichten von über 200 kg TM/m³ (THAYSEN, 2006).

Die Ermittlung der Pressdichte erfolgte durch Umfangmessungen an drei Messpunkten pro Ballen, der Ermittlung der Ballenbreite, des Ballengewichtes und der Bestimmung des TM-Gehaltes des Futters. Dabei ist zu beachten, dass auch die Fahrtgeschwindigkeit die Pressdichte wesentlich beeinflusst (PÖLLINGER, 2009).

2.5.3. Lagerung und Belüftung

Neben der ordnungsgemäßen Herstellung der Rundballen ist, sowohl bei Heu, als auch bei Silage die saubere Lagerung für das Gelingen entscheidend. Nur so kann das Risiko von Verschimmelung, Nacherwärmung oder Fehlgärungen gering gehalten und Lagerungsverluste vermieden werden (BUCHGRABER, 1996).

Die Silage- und Gärheuballen wurden ein bis drei Stunden nach dem Pressvorgang mit einem Wickelarmgerät gewickelt. Dazu wurden die Ballen in vier Wickelgängen, also achtagig gewickelt um einen optimalen Schutz gegen das Eindringen von Luft und Wasser zu gewährleisten.

Die Lagerung erfolgte am Gelände der Außenstelle des LFZ Raumberg – Gumpenstein in Piber. Um Beschädigungen durch Kleinnagetiere oder Feuchtigkeit von Boden zu verhindern wurde zur Lagerung der Ballen eine Unterlagsmatte verwendet.

Foto 9: Lagerung der Silage- und Gärheuballen in Piber 2008



Die Ballen der Bodenheuproduktion (86% TM) wurden ebenfalls am Gelände der Außenstelle des LFZ Raumberg – Gumpenstein in Piber gelagert. Dazu stand eine dreiseitig geschlossene, überdachte Lagerhalle zur Verfügung.

Die Heuballen zur Belüftung (80% TM) wurden in der Heulagerhalle des Bundesgestüts Piber getrocknet. Dazu stand eine Belüftungsanlage für die Untenbelüftung von sechs Rundballen der Firma LASCO zur Verfügung. Während der Untersuchungen des ersten Schnittes wurde die Anlage mit Kaltluft betrieben, während des zweiten Schnittes war ein Luftentfeuchter mit eigenem Gebläse vorgesetzt.

Foto 10, 11 und 12: Belüftungsheuballen auf der Trocknungsanlage des Bundesgestüts Piber 2008



Die Ballen wurden zwanzig bis dreißig Minuten von unten belüftet, wobei unter den Ballen der statische Druck (= Strömungswiderstand) kontinuierlich gemessen wurde, sowie auch der Luftdurchsatz, die Temperatur und die Feuchte der Trocknungsluft. Während des zweiten Schnittes wurde auch die Entfeuchtungs- und Anwärmwirkung der Wärmepumpe miterfasst (PÖLLINGER, 2008).

Wie aus dem, in Abbildung 14 abgebildeten, Versuchsplan zur Erfassung der Messdaten ersichtlich wird, wurden die Feuchtigkeitsmessungen an unterschiedlichen Stellen vier Tage lang in Intervallen von sechs bzw. zwölf Stunden durchgeführt und erfasst. Dazu wurde eine Feuchtigkeitsmesssonde verwendet. Weiters wurde auch der Temperaturverlauf in den Ballen erfasst.

Abbildung 14: Versuchsplan für die Rundballentrocknung in Piber 2008

Versuchsplan für Rundballentrocknung auf der LASCO Anlage							
Gärheuersuch 2008, Piber						Datum: _____	
						Messzeit: _____	
Temperatur Mitte Ballen: _____							
AnalysenNr.							LASCO Gebläse
WH							
Presssystem							
Feuchtigkeit oben 20 cm Tiefe							
Feuchtigkeit oben 50 cm Tiefe							
Feuchtigkeit Mitte 20 cm Tiefe							
Feuchtigkeit Mitte 50 cm Tiefe							
Druck Pascal:							

2.6. Analytische Bewertung der Futterqualität

Um die Futtergehaltswerte wie Rohprotein, Rohfaser, Rohfett, Rohasche, Mengen- und Spurenelemente (Fe, Mn, Cu, Zn), Energiegehalt, Verdaulichkeit der organischen Masse, sowie TM-Gehalt und das Vorhandensein von Gärssäuren zu bestimmen, wurden eine Reihe von zertifizierten Analysen im Labor des LFZ Raumberg – Gumpenstein durchgeführt. Die verwendeten Analyseverfahren werden in Folge angeführt und kurz erklärt.

Im abgebildeten Probenflussdiagramm (Abbildung 15) sind die Probennahme und die durchgeführten Analysen dargestellt.

Abbildung 15: Probenflussdiagramm der in Piber durchgeführten Versuchsreihe 2008 (PÖLLINGER, 2009)

Beginn						Ende
Probenart	Ausgangsbestand		Anweilfutter		Silage, Gärheu, Heu	
Aktivität	Proben vom Bestand nehmen Quadratmeter	Mähen, Zetten, Schwaden, Pressen	Probe aus dem Ballen stechen	Silierung Heutrocknung Lagerung	Proben vom Ballen stechen	
Analysen	Weender, In-vitro-Verdaulichkeit				zusätzl. Gärssäuren u. sensorische Beurteilg.	
Anmerkung	Die Proben der 4 Wiederholungen wurden zusammengelegt	1. - 3. Tage Trocknung	für Heuballen wurde die Probe vom Schwad genommen	8 – 10 Wochen Lagerungsdauer	Gärssäuren nur bei Silagen und Gärheu	

2.6.1. TM – Bestimmung (Feuchtigkeitsmessung)

Die Bestimmung des Trockenmasse- bzw. Feuchtigkeitsgehalts des am Feld liegenden Futters war für den Versuchsablauf unerlässlich, um das Futter für die verschiedenen Varianten zum richtigen Zeitpunkt ernten zu können. So wurden neben der Laboranalyse auch Schnelltests zur TM-Messung direkt vor Ort verwendet.

Feuchtigkeitsschnellbestimmung am Feld

Um eine korrekte Auswertung der Proben zu gewährleisten, wurden sie mit einer kleinen Küchenmaschine zerkleinert. So wurde eine Durchmischung der Probe (Stängel-/Blatt) erzielt, um einen Durchschnittswert erhalten zu können.

Nach dem Zerkleinern wurden mit einer Pinzette zirka zwei Gramm des Futters rein zufällig genommen und in das Analysegerät gelegt. Wichtig war hierbei, dass die Probe nicht mit den Händen aufgelegt wurde, um den Feuchtigkeitsaustausch möglichst gering zu halten.

Gemessen wurde mit einem Moisture Analyzer Denver Instrument IR-35, zur Verfügung gestellt von der ÖAG, dreißig Minuten bei 130°C. Die Proben wurden erhitzt und der dabei, durch Verdunstung entstehende Masseverlust, gemessen.

Nach dreißig Minuten wurde die Trockenmasse und Feuchtigkeit angezeigt. Der Trockenmassegehalt bzw. Trockensubstanz (TS) errechnet sich folgendermaßen (HOLZER, 2009):

$$TS + W = 1 = 100\% \quad TS = \frac{m_T}{m_{ges}} = \frac{m_T}{m_{ges}} \cdot 100\% \quad W = \frac{m_W}{m_{ges}} = \frac{m_W}{m_{ges}} \cdot 100\%$$

(m_{ges} : Gesamtmasse der Probe [TM kg^{-1}], m_W : Masse des Wassers, m_T : Masse der Trockensubstanz, TS: Gewichtsanteil der Trockensubstanz, W: Wassergehalt [%])

Diese Schnellmethode war notwendig, um den TM-Gehalt für die Varianten zu erhalten und die Arbeitsschritte zeitgerecht zu setzen.

Praktische TM - Bewertungsmöglichkeit während der Ernte

Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung des Trockenmassegehaltes direkt am Feld ist die Griff- und Wringprobe. Diese Methode wird in der Silageproduktion zur Überprüfung des Anwelkgrades angewendet. Bei der Wringprobe wird das Futter mit den Händen zusammengepresst. Je nach Griff der Silage und austretenden Pflanzensaft lässt sich der Trockenmassegehalt, anhand der in Abbildung 16 angegebenen Richtwerte, schätzen.

Abbildung 16: Griff- und Wringprobe für die grobe praktische Prüfung des TM-Gehaltes in der Silage
(BUCHGRABER, 2008)

20 bis 28 % TM Anwelksilage	Hier tritt schon bei kräftigem Händedruck Pflanzensaft bzw. Gärssaft aus, das Futter tropft, die Hände sind stark befeuchtet. Der Futterknäuel bleibt nach dem Auspressen geschlossen.
28 bis 40 % TM Normale Anwelksilage	Die Hände werden nur bei stärkstem Pressen und kräftigem Winden feucht – gegen 40 % TM tritt beim Auswinden kein Pflanzensaft mehr aus. Der gepreßte Futterknäuel geht wieder auf.
40 bis 50 % TM Starke Anwelksilage	Trotz starkem Auspressen und Winden bleiben die Hände trocken – es tritt kein Pflanzensaft mehr aus.
Über 50 % TM Gärheu	Greift sich bereits wie Heu an und sieht von der Farbe auch schon so aus.

Als Kritikpunkt dieser Methode wird angeführt, dass sie für die Heuwerbung nur beschränkt anwendbar sei, da sie zur Schätzung der TM-Gehalte bei Silage bis 50% konzipiert ist. Bei Heu wird durch eine Griffprobe, wie sie bei der Heubewertung durchgeführt wird, der Trocknungsgrad geschätzt. Als Parameter dienen dabei die „Reschheit“ und das „Rascheln“ des Heus. Um dabei den richtigen Zeitpunkt zum Wenden bzw. Pressen richtig beurteilen zu können, ist jedoch sehr viel Erfahrung notwendig. Eine praktikable Alternative zur Griffprobe um den TM-Gehalt schnell und sicher feststellen zu können, existiert derzeit noch nicht (HOLZER, 2009).

TM – Bestimmung im Labor

Die 500g Proben wurden vom Feld mittels eines Plastiksacks gezogen, um einen Feuchtigkeitsaustausch zwischen Probe und Aufbewahrungsmedium zu verhindern, wie es beim Papiersack sicherlich der Fall gewesen wäre. Es wurde ungefähr ein halbes Kilogramm Futterproben an drei bis fünf Punkten am Versuchsfeld genommen und vor der Feuchtigkeitsbestimmung exakt auf 500g eingewogen. Die 500g wurden unter Dach getrocknet und anschließend im Labor auf die exakte Trockenmasse analysiert.

Foto 13: Probennahme für die TM-Bestimmung am Schwad kurz vor dem Pressen in Piber 2008

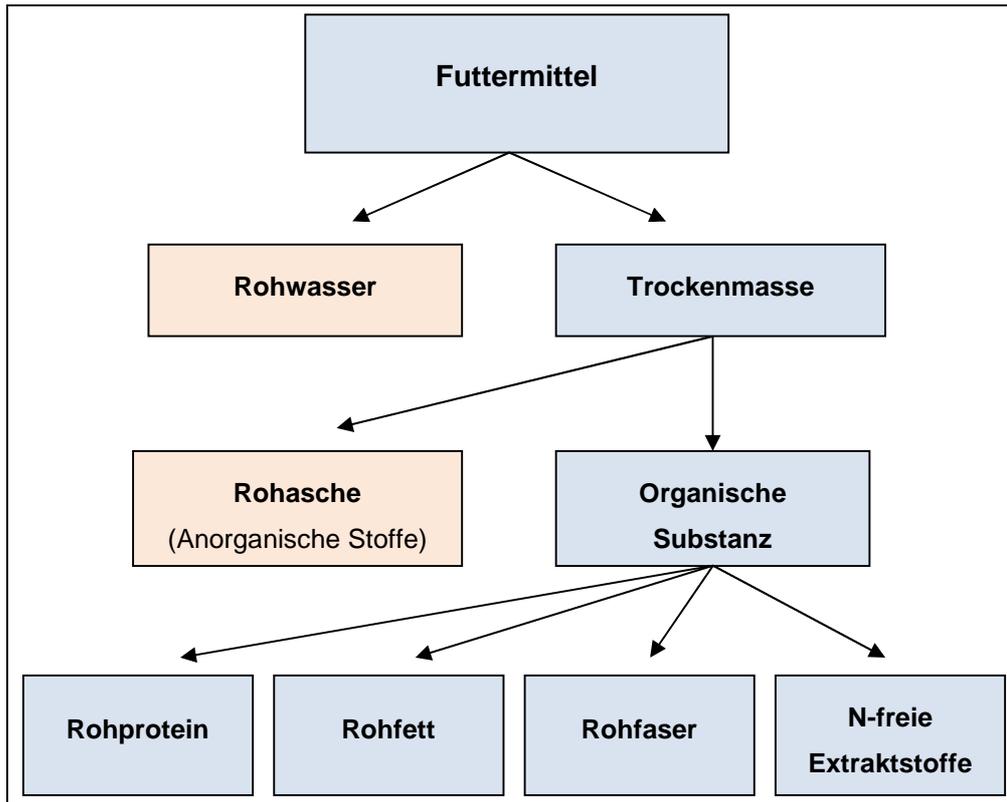


2.6.2. Weender-Analyse

Die Weender-Futtermittelanalyse wurde von Henneberg und Strohmann 1860 an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Weende bei Göttingen zur Analyse der Nährstoffe im Futter entwickelt. Bei diesem relativ einfachen Verfahren werden jedoch nicht alle Nährstofffraktionen analytisch-chemisch bestimmt, sondern einige auch rechnerisch als Differenz ermittelt.

Im Analysengang werden zunächst Wasser und Trockenmasse unterschieden. Die Trockenmasse umfasst sowohl anorganische Stoffe, die als Rohasche bezeichnet werden und organische Stoffe, die die organische Masse (oder organische Substanz) bilden. Der Anteil des Rohproteins wird über den Stickstoffgehalt bestimmt, das Rohfett als Etherextrakt definiert. Der in Säuren und Laugen unlösliche fett-, stickstoff- und aschefreie Rückstand der Trockenmasse wird als Rohfaser erfasst und umfasst Cellulose, Lignin, Pentosane usw. Ein Teil dieser Stoffe geht jedoch nicht in Lösung und wird somit der Gruppe der N-freien Extraktstoffe zugerechnet. Sie umfasst alle leichtlöslichen Stoffe, die bei den anderen Bestimmungen nicht erfasst wurden und wird nur rechnerisch durch Differenzrechnung ermittelt (KIRCHGESSNER, 2008). Eine schematische Darstellung der Weender-Futtermittelanalyse zeigt Abbildung 17.

Abbildung 17: Schematische Darstellung der Weender-Futtermittelanalyse (KIRCHGESSNER, 2008)



Obwohl die Weender-Futtermittelanalyse einige Mängel, wie z. B. die unzureichende Aufschlüsselung der Kohlenhydrate, aufweist, bildet sie nach wie vor die Basis der Fütterungslehre und wird meist mit dem Analysesystem von Van Soest ergänzt. So wurde diese Methode auch bei dieser Versuchsreihe zur Ermittlung der Nährstoffgehalte angewendet.

2.6.3. Ermittlung der Verdaulichkeit und Futterenergie durch in vitro-Methodik

Die exakte Verdaulichkeit von Nährstoffen und Futterenergie kann eigentlich nur mit Hilfe von Fütterungsversuchen in vivo (also am Tier) ermittelt werden. Hierzu werden die Nährstoffe des Futtermittels sowie der Ausscheidungsprodukte (Kot und Harn) analysiert. Aus der Differenz von Ausgangsmaterial (= Futtermittel) zu Ausscheidungsprodukt erhält man die gewünschten Parameter.

Solche Fütterungsversuche sind mit hohen Kosten verbunden, bilden jedoch die wissenschaftliche Grundlage für in vitro-Labor-Methoden. Die, in Tabelle 16 angeführten, in vitro-Methoden haben gemeinsam, dass Proben mit bekannter in vivo-Verdaulichkeit sowie ME (metabolische Energie) und NEL (Nettoenergie-Laktation) in MJ benötigt werden. Denn erst die Berechnung der Beziehung (Regressionsanalyse) zwischen in vivo und in vitro-Werten ermöglicht die genaue Schätzung der Futterqualität (RESCH, 2000).

Tabelle 16: In vitro-Methoden zur Bestimmung der Verdaulichkeit und Futterenergie (RESCH, 2000)

Name der Methode	Begründer	Begründungsjahr	Herkunftsland
Methoden mit Pansensaft:			
2-Stufenmethode	Tilly & Terry	1963	England
Hohenheimer Futterwerttest (HFT)	Menke & Steingäß	1988	Deutschland
Methoden ohne Pansensaft:			
Cellulase-Methode	De Boever et al.	1986	Belgien

Eine kurze Beschreibung der angeführten in vitro-Methoden folgt nun.

Zwei Stufenmethode nach Tilly & Terry 1963

Mit Rinderpansensaft, Salzsäure und Pepsin wird die Verdaulichkeit der organischen Masse von Futtermitteln erhoben. Zu beachten ist, dass der Pansensaft von mehreren Rindern stammen sollte. Die Entnahme muss sehr rasch erfolgen. Dieses Verfahren beinhaltet mehrere Phasen, die die Proben durchlaufen. Durch anschließendes Filtrieren bzw. Trocknung und Veraschung bestimmt man die organische Masse (OM). Die in vitro-Verdaulichkeit in Prozent erhält man, indem die Differenz zwischen eingewogener und rückgewogener OM betrachtet wird (RESCH, 2000).

Wie bereits erwähnt, bilden genaue in vivo-Ergebnisse die Grundlage für die hier beschriebenen Analysen, welche die Berechnung (Regressionsanalyse) und dadurch die genaue Schätzung der Qualität der Proben ermöglicht. Als Endergebnis erhält man also einen geschätzten in vivo Wert der Verdaulichkeit der OM und der Futterenergie (ROHRER, 2006).

2.6.4. Nachweis von Gärsäuren

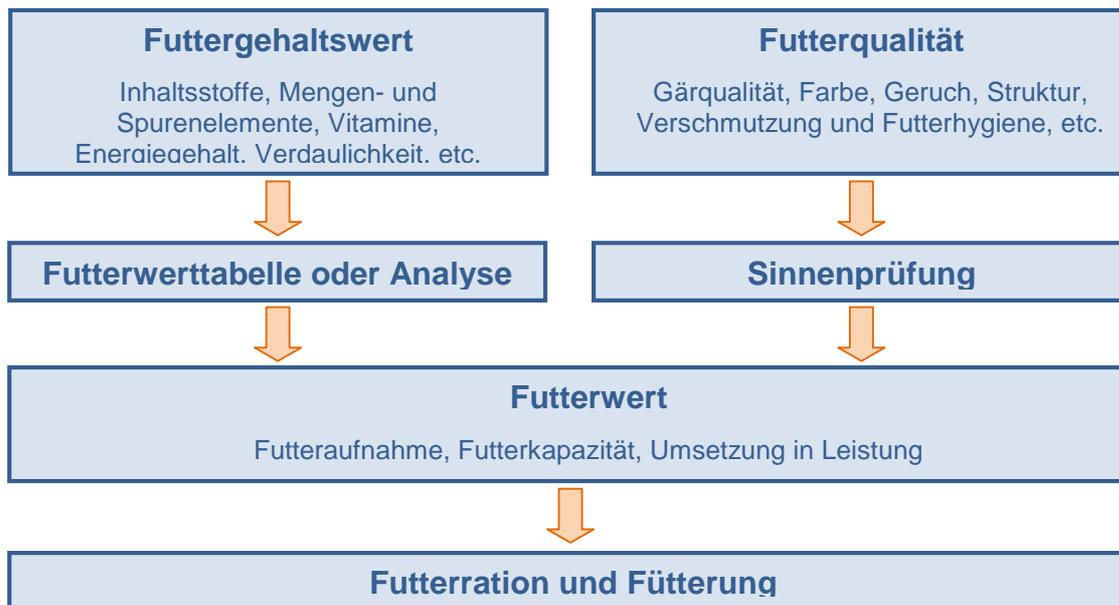
Das Vorkommen von Milchsäure-, Essigsäure- und Buttersäurebakterien beeinflusst die Qualität von Gärfutter maßgeblich. So ist eine Analyse zum Nachweis Gärsäuren, Milchsäure (MS), Essigsäure (ES) und Buttersäure (BS), zur Beurteilung der Gärqualität des Futters unerlässlich.

Eine Analyse auf Gärsäuren wurde ebenfalls im Labor des LFZ Raumberg – Gumpenstein mittels Gärsäurenspektrum durchgeführt. Dazu wird zuerst aus den Proben Wasser extrahiert und anschließend mit dem Gaschromatographen der Gehalt an Milch-, Essig- und Buttersäure festgestellt.

2.7. Sensorische Beurteilung der Futterqualität

Eine gesamtheitliche Futterbewertung enthält neben den Futtergehaltswerten auch die Feststellung der Futterqualität und -hygiene, welche durch eine sensorische Futterbewertung vom jedem selbst ermittelt werden kann. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 18 dargestellt (BUCHGRABER, 2003).

Abbildung 18: Grundfutterbewertung für Heu, Grummet und Silagen (BUCHGRABER, 2008)



Die sensorische Futterbewertung erfolgte am 30. Oktober 2008 am Bundesgestüt Piber und wurde von Dr. Karl Buchgraber, Herbert Buchgraber, DI Alfred Pöllinger, Stefanie Holzer und Carina Hoisel durchgeführt. Die Bewertung fand im Freien unter Dach bei Sonnenlicht statt. Von den aufgeschnittenen Ballen (Silage, Gärheu und Heu) wurde eine Mischprobe von zirka drei Kilo vorsichtig an unterschiedlichen Stellen entnommen und am Untersuchungsteller der Bewertungs-Gruppe anonym vorgelegt.

Foto 14: Sensorische Bewertung des konservierten Futters am 30. Oktober 2008 in Piber



Zur Beurteilung der Silageproben wurde der ÖAG-Schlüssel zur Sinnenprüfung zur Silagebewertung und zur Beurteilung der Heuproben der entsprechende Schlüssel für die Heubewertung herangezogen. Da für Gärheu kein eigener Bewertungsschlüssel existiert und es weder definitiv der Silage oder dem Heu zuzuordnen ist, wurde die Proben nach beiden Schlüsseln bewertet. Mit dem Bewertungsschlüssel für Heu konnten die Qualitätsmerkmale des Gärheus jedoch besser erfasst werden und so wurde dieser für die Beurteilung herangezogen. Es ist anzumerken, dass eine derartige Beurteilung nicht optimal ist und ein entsprechender Bewertungsschlüssel speziell für Gärheu von Vorteil wäre.

2.7.1. Ermittlung des Artengruppenverhältnisses

Das Artengruppenverhältnis im Pflanzenbestand gibt bereits Aufschluss über die Nährstoffgehalte und die Qualität des Futters, da z. B. ein hoher Anteil an Leguminosen auf einen hohen Proteingehalt des Futters schließen lässt oder ein sehr grasreicher Bestand als eher rohfaserreicher eingestuft werden kann (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

So wurde als erster Schritt der sensorischen Futterbewertung die in der Futterprobe vorhandenen Arten wie z. B. Knautgras, Gold- und Glatthafer, Weißklee, Kuhblume ermittelt. Dann wurden die Proben auf Gräser-, Kräuter- und Leguminosenanteil untersucht und das Artengruppenverhältnis geschätzt. Es wurde auch der Anteil an unerwünschten Arten wie Gemeine Rispel oder Fremdeile wie Erdklumpen oder Moos festgehalten.

2.7.2. Ermittlung des Vegetationsstadiums

Da sich die Nährstoffzusammensetzung im Laufe der Vegetationsperiode verändert und der Schnitzeitpunkt diese somit stark beeinflusst, ist es für die Einschätzung der Futtergehaltswerte und –qualität unerlässlich das Vegetationsstadium der Futterpartie zu kennen.

Das Vegetationsstadium des Pflanzenbestandes bei der Ernte wird anhand des vorherrschenden Leitgrases bestimmt. In den Grünlandlagen unter 600 m Seehöhe und besonders in der Pferdefütterung stellt das Knautgras (*Dactylis glomerata*) das Leitgras dar (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

In den Futterproben wurde nach Knautgras gesucht, dessen Vegetationsstadium bestimmt und so das Vegetationsstadium bei der Ernte ermittelt.

2.7.3. Ermittlung des Stängel-/Blattverhältnisses

Auch anhand des Stängel-/Blattverhältnisses können Rückschlüsse auf die Futtergehaltswerte gezogen werden, da mit zunehmendem Stängelanteil und geringem Blattanteil zwar der Rohfasergehalt zunimmt, der Rohprotein- und Energiegehalt jedoch abnehmen (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Das Verhältnis zwischen Stängel und Blatt wurde im Zuge der sensorischen Futterbewertung mittels der Schätzungsmethode festgestellt.

2.7.4. Schätzung der Futtergehaltswerte

Die Futtergehaltswerte wurden einerseits, wie bereits in vorangegangenen Kapiteln beschrieben im Labor ermittelt, andererseits aber auch bei der sensorischen Futterbewertung geschätzt.

Zur Orientierung und Unterstützung können Futterwerttabellen wie z. B. „Futterwerttabellen für das Grünfutter im Alpenraum“, „DLG-Futterwerttabellen“ oder die in Tabelle 17 angeführten Werte verwendet werden.

Tabelle 17: Schätzungsrahmen für Rohfaser, Rohprotein und Energie nach den Vegetationsstadien des Knaulgrases bei Pferdeheuh (ERASIMUS et al., 2007)

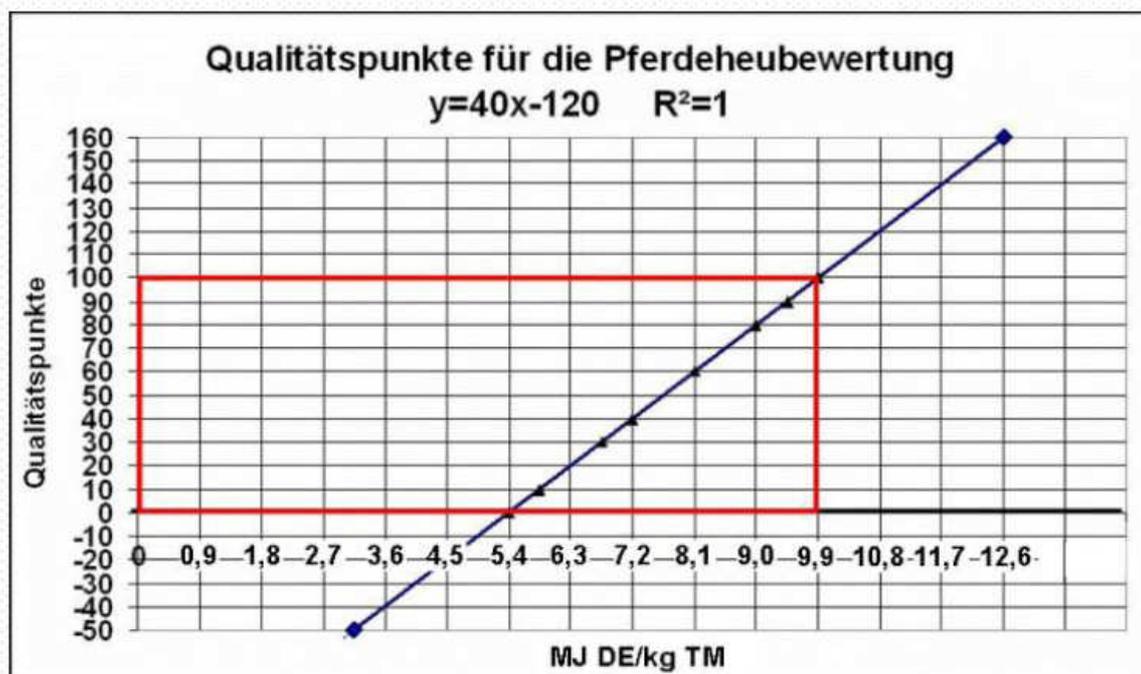
Vegetationsstadium nach dem Leitgras „Knaulgras“	Pferdewiesen Heu			Pferdewiesen Grummet und Heu aus Pferdeweiden		
	Rohfaser in %	Rohprotein in %	Energie in MJ DE/kg TM	Rohfaser in %	Rohprotein in %	Energie in MJ DE/kg TM
Beginn bis Mitte Blüte	30	11	9,0	25	14	10,4
Ende Blüte	33	10	8,1	29	12	9,9
Überständig „Samenreife“	35	9	7,2	32	11	9,0

Folgende Futtergehaltswerte wurden im Zuge der sensorischen Futterbewertung von der Bewertungsgruppe unter Berücksichtigung des Artengruppenverhältnisses, des Vegetationsstadiums des Leitgrases und dem Stängel-/Blattverhältnisses geschätzt:

- Rohprotein
- Rohfaser
- Rohfett
- Rohasche
- Verdaulichkeit der organischen Masse
- Energiegehalt in MJ NEL und MJ DE

Der Energiegehalt des Futters ist die Grundlage für die Einstufung im Punktesystem. Anhand der in Abbildung 19 dargestellten Regressionsgleichung kann der ermittelte Energiegehalt in Qualitätspunkte übertragen werden (BUCHGRABER, 2003).

Abbildung 19: Grundfutterbewertung mit einer Punktezuordnung (Faktoren für die Berechnung der Punkte aus einer Regressionsgleichung) auf Grund der verdaulichen Energie in MJ DE (ERASIMUS et al., 2007)



2.7.5. Silage- und Heubewertung nach Sinnenprüfung ÖAG-Schlüssel

Die sensorische Futterbewertung mit den Sinnesorganen auf Geruch, Farbe und Struktur sowie Verschmutzungsgrad kann wertvolle Aussagen über die Futterqualität, insbesondere auch die Futterhygiene betreffend, liefern. Dafür wurde der ÖAG-Schlüssel zur Sinnenprüfung von Silage und Heu (Abbildung 21 und 22) verwendet.

Dazu werden in den Kategorien Geruch, Gefüge und Farbe bei Silage und Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigungen bei Heu und Grummet die jeweilige Punkteanzahl vergeben, wobei Zwischenpunkte möglich sind (BUCHGRABER, 2003).

Aufgrund der Gesamtpunkteanzahl kann die Futterpartie der jeweiligen Güteklasse (Abbildung 20) und dem entsprechenden Qualitätsfaktor zugeordnet werden.

Abbildung 20: Punktevergabe nach der sensorischen Bewertung (ÖAG-Schlüssel) bei Silage und Heu bzw. Grummet (BUCHGRABER, 2008)

Güteklasse	Punkte	Qualitätsfaktor
sehr gut	20 bis 18	1,0
bis gut	17 bis 16	0,9
befriedigend	15 bis 13	0,8
	12 bis 10	0,7
mäßig	9 bis 8	0,6
	7 bis 5	0,4
verdorben	4 bis -3	0,0

Aus den Punkten der Energiebewertung (Qualitätspunkte) aus den Futtergehaltswerten und dem ermittelten Qualitätsfaktor der Sinnenprüfung kann nun der Futterwert ermittelt werden. Dazu werden nun die Qualitätspunkte mit dem Qualitätsfaktor der Sinnenprüfung multipliziert und ergeben die Futterwertzahl (BUCHGRABER, 2003).

Qualitätspunkte aus den Futtergehaltswerten	x	Qualitätsfaktor aus der Sinnenprüfung	=	Futterwertzahl (FWZ)
--	----------	--	----------	-----------------------------

Abbildung 21: ÖAG-Bewertungsschlüssel zur Sinnenprüfung bei Silagen (BUCHGRABER, 1997)

Silagebewertung nach Sinnenprüfung ÖAG-Schlüssel¹⁾, 2001

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

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

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

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

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

1) Abgeleitet nach dem DLG-Schlüssel

Abbildung 22: ÖAG-Bewertungsschlüssel zur Sinnenprüfung bei Heu und Grummet
(BUCHGRABER, 1997)

Heubewertung nach Sinnenprüfung ÖAG-Schlüssel¹⁾, 2001

1. GERUCH:		<i>Punkte</i>
<input type="checkbox"/>	außerordentlich guter, aromatischer Heugeruch	5
<input type="checkbox"/>	guter, aromatischer Heugeruch	3
<input type="checkbox"/>	fad bis geruchlos	1
<input type="checkbox"/>	schwach muffig, brandig	0
<input type="checkbox"/>	stark muffig (schimmelig) oder faulig	-3
2. FARBE:		
<input type="checkbox"/>	einwandfrei, wenig verfärbt	5
<input type="checkbox"/>	verfärbt, ausgebleichen	3
<input type="checkbox"/>	stark ausgebleichen	1
<input type="checkbox"/>	gebräunt bis schwärzlich oder schwach schimmelig	0
3. GEFÜGE:		
<input type="checkbox"/>	blattreich (Klee-, Kräuter- und Grasblätter erhalten, ebenso Knospen u. Blütenstände), weich und zart im Griff	7
<input type="checkbox"/>	blattärmer, wenig harte Stängel, etwas hart im Griff	5
<input type="checkbox"/>	sehr blattarm, viele harte Stängel, rau und steif im Griff	2
<input type="checkbox"/>	fast blattlos, viele verholzte Stängel grob und überständig	0
4. VERUNREINIGUNG:		
<input type="checkbox"/>	keine (keine Staubentwicklung)	3
<input type="checkbox"/>	mittlere (geringe Staubentwicklung)	1
<input type="checkbox"/>	starke (Erde- bzw. Mistreste)	0
Die unter 1., 2., 3. und 4. erreichten Punkte werden addiert		
Punkte: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Güteklasse: <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Wertminderung durch Heubereitung
20 - 16	1 sehr gut bis gut	gering
15 - 10	2 befriedigend	mittel
9 - 5	3 mäßig	hoch
4 - 0	4 verdorben	sehr hoch
<small>1) Abgeleitet nach dem DLG-Schlüssel</small>		

Erst die Gesamtpunkte im Futterwert geben umfassend Auskunft über den tatsächlichen Wert des Grundfutters. Sowohl die Gehaltswerte wie auch die Futterqualität und -hygiene sind in diese Futterwertzahl eingeflossen (BUCHGRABER, 2003).

Um Aufschluss über die Qualität und die Möglichkeit zur Verfütterung zu erhalten, können die in Abbildung 23 abgebildeten Empfehlungen nach Zuordnung der FWZ verwendet werden.

Abbildung 23: Futterwertzahlen als Grundlage für die Empfehlung in der Heufütterung bei Pferden (ERASIMUS et al., 2007)

Futterwertzahl	Pferde mit unterschiedlichen Bedürfnissen	Aufwuchs¹
FWZ 100–80	Spitzenpferde in Sport und Zucht Warm- bzw. Vollblutpferde vom Absetzfohlen bis zum Jährling	1. Schnitt 1. + 2. Schnitt
FWZ 80–60	Sportpferde mit hoher und mittlerer Arbeitsbelastung, Hengste, trächtige Stuten und Mutterstuten Jungpferde in der Aufzucht	1. + 2. Schnitt
FWZ 60–40	Sportpferde mit geringer Arbeitsbelastung, Reit- und Fahrpferde, Robustrassen (Noriker, Haflinger, Fjordpferde, Pony etc.)	1. + 2.
FWZ 40–20	Freizeitpferde mit gelegentlicher und geringer Arbeitsbelastung, Robustpferde (Noriker, Haflinger, Fjordpferde, Pony etc.)	1. + 2.
FWZ 20–0	Verfütterung und Einstreu bedenklich; am ehesten zur Ergänzung der Weide	

¹Anmerkung: Der 3. Schnitt in normalen Lagen ist meist unzureichend strukturiert und führt leicht zu Verdauungsproblemen.

2.7.6. Erweiterte sensorische Analyse auf Staubbildung

Da der Staubgehalt des Futters die Futterhygiene stark beeinflusst, wurde im Zuge der sensorischen Futterbewertung auch der Besatz mit Staub der einzelnen Futterproben ermittelt.

Dazu wurde die Schüttelprobe angewendet, wobei die Probe hochgehoben und wieder fallengelassen wird. Bei ausreichenden Lichtverhältnissen, welche bei der Beurteilung gegeben waren, kann nun die entstandene Staubentwicklung, wie in Tabelle 18 aufgelistet, nach einer Punkteskala eingestuft werden. Es können null bis vier Punkte vergeben werden, wobei eine Verfütterung bei einer Punkteanzahl von mehr als drei bereits als kritisch einzustufen ist.

Tabelle 18: Staubbewertungsschema für Heu- und Grummetproben (NIESCKEN, 2007)

Punkte	Stärke der Staubentwicklung
0	keine Staubentwicklung
1	geringe Staubentwicklung, meist nur bei stärkerem Schütteln
2	mittlere Staubentwicklung
3	starke Staubentwicklung schon bei leichtem Schütteln, Einatmen wird unangenehm
4	extrem staubig, Staubwolken schon bei leichter Berührung, Einatmen hat unmittelbares Husten zur Folge

2.7.7. Erweiterte sensorischen Analyse auf „Bluamachanteil“

Ein weiterer Faktor zur Beurteilung der Futterqualität ist die Erfassung des so genannten „Bluamachanteils“. Dieser beschreibt den Abrieb der Blätter und Blütenknospen, die am Feld noch nicht verloren gegangen sind, jedoch meist nicht gefressen werden können, weil sie bei der Lagerung am Lagerplatz (meist Boden) zurückbleiben. Durch den Bluamachanteil kann eine Einschätzung des Verlustes der darin enthaltenen Nährstoffe und die mögliche Staubbelastung getroffen werden.

Bei der sensorischen Futterbewertung wurde jener Anteil des Futters, der auf dem Untersuchungsteller liegen blieb, als Bluamachanteil geschätzt und anhand der Punkteskala in Tabelle 19 bewertet.

Tabelle 19: Bluamachbewertungsschema bei Heu und Grummet (KARRER, 2008)

Punkte	Vorhandensein von Bluamach
1	wenig
2	gering
3	durchschnittlich, mittel
4	viel
5	sehr viel

2.8. Statistische Auswertung und Datenaufbereitung

Als Datenbasis dienen die Ergebnisse aus den im Labor des LFZ Raumberg – Gumpenstein durchgeführten Analysen, sowie die sensorische Bewertung des Erntegutes.

Die statistische Auswertung und Darstellung erfolgte mittels der Programme Excel und SPSS 8.0 (Statistical Package of the Social Sciences). Das EDV-Programm SPSS ist ein modular aufgebautes Programmpaket zur statistischen Analyse von Daten. SPSS ermöglicht ein grundlegendes Datenmanagement sowie statistische und graphische Datenanalysen mit den gängigsten statistischen Verfahren (WIKIMEDIA FOUNDATION INC. 2009, s.p.). Der Datensatz wird meist durch Messen oder Zählen ermittelt und die Ergebnisse als Mittelwert und Standardabweichung (Streuungsmaß) tabellarisch oder als Kurve bzw. Diagramm dargestellt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Kapitel dieser Arbeit werden die Ergebnisse, welche beim stattgefundenen Gärheuversuch 2008 des LFZ Raumberg – Gumpenstein in Piber erarbeitet wurden, dargelegt. Die Qualitäten der Futterproben werden bewertet und einander gegenübergestellt. Auf mögliche Ursachen der entstandenen Qualitätsunterschiede wird eingegangen und die erlangten Ergebnisse werden mit vorhandenen Literaturquellen verglichen und diskutiert.

3.1. Bodenkundliche Beschreibung und Bodenwerte

Bodentyp, Bodenart, Struktur und Gründigkeit des Bodens spielen neben den Bodenwasserverhältnissen, dem Gehalt an verfügbaren Nährstoffen sowie weiteren physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften für den Erfolg der Grünlandbewirtschaftung eine große Rolle. Die Bodenverhältnisse werden vom Ausgangsgestein wesentlich mitbestimmt (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Die Bodenwerte stammen aus der digitalen Bodenkarte von Österreich, welche vom Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft erstellt wurde. Der Aufbau der österreichischen digitalen Bodenkarte besteht im Wesentlichen aus der Übernahme aller graphisch und textlich vorliegenden Informationen der seit 1958 systematisch durchgeführten Bodenkartierung.

Der Landschaftsraum in Piber wird als Berg- und Hügelland, auf Verebnungen und Hängen als Tertiär-Hügelland beschrieben. Der Bodentyp ist eine kalkfreie Lockersediment-Braunerde, welche aus feinem Tertiär-Material entstanden ist. Bezüglich der Wasserverhältnisse ist der Boden gut versorgt. Er weist eine hohe Speicherkraft mit einer mäßigen Durchlässigkeit auf. In den hängigen Südlagen besteht jedoch in Schönwetterperioden die Gefahr der Krumentrockenheit. Die Bodenart wird als schluffiger Lehmboden mit stellenweise geringem bis mäßigem Grobanteil (Kies, Schotter) beschrieben.

Der Boden zeigt Reaktionen von schwach sauer über sauer bis hin zu stark sauer. Die Humusverhältnisse sind mit einem mittleren bis starkem Humusanteil angegeben. Woraus sich ein natürlicher Bodenwert eines mittelwertigen Grünlandes ergibt (HOLZER, 2009).

Im Grünland sollte der pH-Wert zwischen 5,0 und 6,5 liegen. Diese Werte sind jedoch stark von der Bodenart abhängig. Mit steigendem pH-Wert nimmt die Verfügbarkeit der meisten Nährstoffe ab. Deshalb sollte bei der Düngung bei zu hohen pH-Werten höhere Nährstoffgehalte angestrebt werden. Ist der pH-Wert jedoch unter 5,0 sollte eine Kalkung erfolgen (BOHNER et al., 2002). Der am Lindenacker gemessene pH-Wert betrug 6,12 und liegt somit im optimalen Bereich.

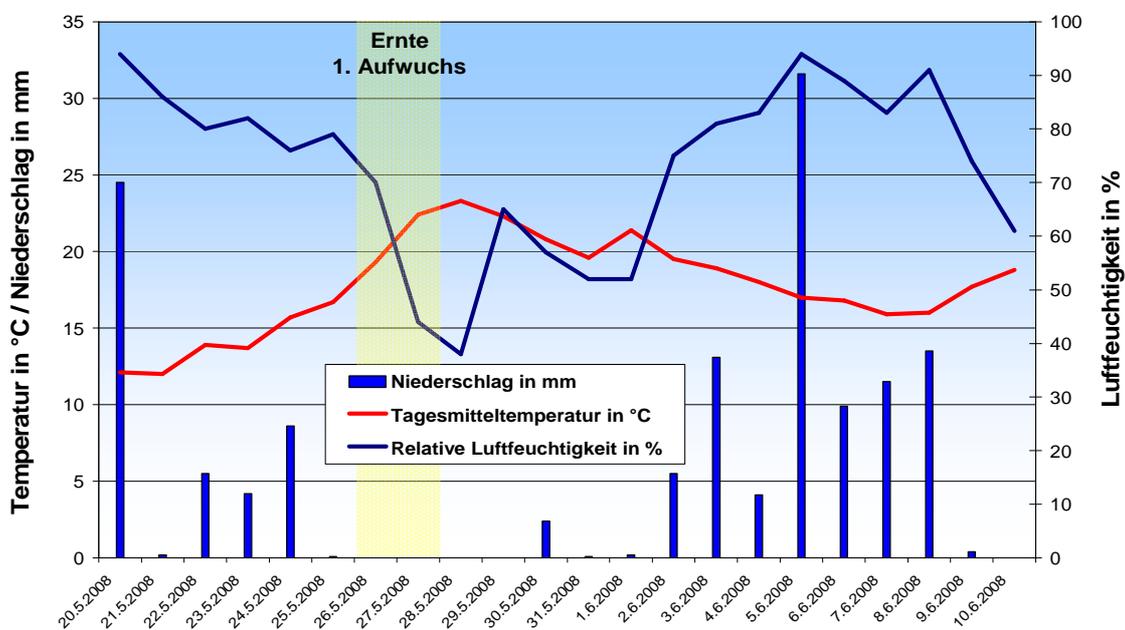
Der Humusgehalt in Böden beeinflusst nicht nur die biologische Aktivität, sondern auch die Höhe der Stickstoffnachlieferung. Die organische Substanz befindet sich vorwiegend im Oberboden und ihr Gehalt hängt vor allem von äußeren Umwelteinflüssen wie dem Klima, aber auch von der Nutzung durch den Menschen ab. Der Humusgehalt auf Dauergrünland liegt durchschnittlich zwischen 3 und 7% (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Die Bodenanalyse des Lindenackers ergab einem Humusgehalt von 5,22%, welcher somit ebenfalls im Optimalbereich liegt.

Auch Phosphor ist ein wichtiger Baustein für viele Verbindungen und fördert in erster Linie die Wurzelbildung. Kalium aktiviert viele Enzyme in wachsenden Pflanzengeweben und stärkt die Zellwände (BENDER, 2008). Um eine Mangelsituation in der Versorgung des Grünlandes und somit eine Einschränkung des Pflanzenwachstums zu vermeiden, sollte ihr Gehalt zwischen 10 und 15mg pro 100g Feinboden betragen. Der Phosphorgehalt des Lindenackers wies mit 7,98 mg/100 g Feinboden eine doch deutliche Unterversorgung, der Kaliumgehalt hingegen mit 23,34 mg/100g Feinboden eine deutliche Überversorgung auf. Eine Unterversorgung schwächt vor allem die Kleearten, was sich am Lindenacker im geringen Anteil an Leguminosen bestätigt (BUCHGRABER & GINDL, 2004). Um diese Abweichungen auszugleichen, sollte eine standortangepasste Düngemaßnahme ergriffen und die Nutzung dementsprechend angepasst werden.

3.2. Witterung

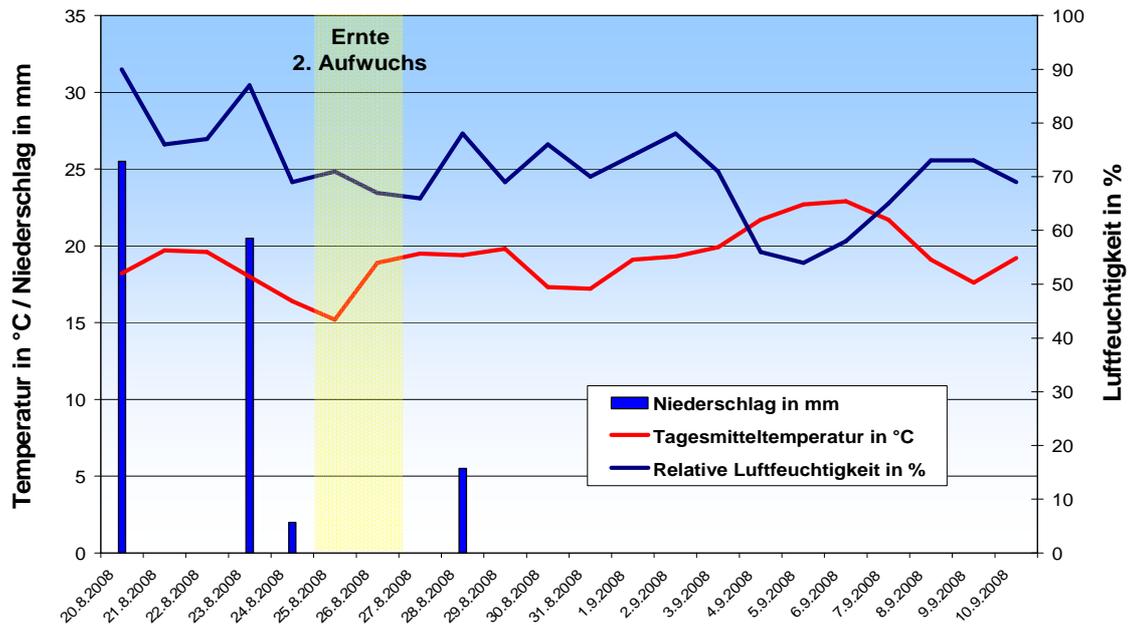
Das Wetter gestaltete sich sowohl beim ersten Schnitt im Zeitraum von 26. bis 28. Mai 2008, als auch bei der Grummeternte in der Zeit von 25. bis 27. August 2008 als stabil und optimal für die Ernte. Hohe Tagesmittelwerte und ein Abfall der relativen Luftfeuchtigkeit zur Zeit der Trocknung am Feld wurden im Mai vorgefunden. Im August hingegen wurden niedrigere Tagesmittelwerte und eine höhere relative Luftfeuchtigkeit gemessen.

Abbildung 24: Niederschlag, Tagestemperaturmittelwerte und relative Luftfeuchtigkeit im Zeitraum der Ernte des ersten Aufwuchses im Gestüt Piber 2008 (HOLZER, 2009)



Wie in Abbildung 24 ersichtlich, war während der Mahd der Heuernte am 26. Mai 2008 eine durchschnittliche Tagestemperatur von 19,3°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 70% gegeben. Am 27. Mai 2008 wurde eine durchschnittliche Tagestemperatur von 22,4°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 44% gemessen. Unter diesen Bedingungen konnten die weiteren Bearbeitungsschritte, wie das Wenden und Schaden problemlos durchgeführt werden. Auch das Schwaden und Pressen des Erntegutes stand am 28. Mai 2008 unter optimalen Witterungsvoraussetzungen. Die durchschnittliche Tagestemperatur betrug an diesem Tag 23,3°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 38%. An allen drei Tagen wurde kein Niederschlag gemessen.

Abbildung 25: Niederschlag, Tagestemperaturmittelwerte und relative Luftfeuchtigkeit im Zeitraum der Ernte des zweiten Aufwuchses im Gestüt Piber 2008 (HOLZER, 2009)



Am 25. August 2008 konnte die Mahd des Folgeaufwuchses bei einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 15,1°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 71% erfolgen. Der Grund für diese Werte ist Niederschlag von 20,5 mm zwei Tage zuvor. Am 26. August 2008 war eine durchschnittliche Tagestemperatur von 18,9°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 67%, am 27. August 2008 eine durchschnittliche Tagestemperatur von 19,5°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 66% messbar. Auch an diesen Tagen war kein Niederschlag zu verzeichnen. Dies führte zu einer qualitativ guten Ernte des Folgeaufwuchses, da die Bearbeitungsschritte optimal gesetzt werden konnten.

3.3. Pflanzenbestand

Die Grünlandbestände setzen sich aus vielen Pflanzenarten und je nach Standort auch aus vielen Pflanzengesellschaften zusammen. Nicht nur die natürlichen Standortfaktoren beeinflussen die Anzahl der Pflanzengesellschaften im Pflanzenbestand und den Anteil der einzelnen Arten im Pflanzenbestand, sondern auch die Bewirtschaftungsform (Nutzung und Düngung) prägt die vorhandenen Pflanzengesellschaften (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

3.3.1. Bewertung des Pflanzenbestandes

Beobachtung, Kontrolle und Pflege des Pflanzenbestandes ist für die Produktion von qualitativ hochwertiger Silage oder Heu und Grummet unerlässlich. So können einerseits Voraussagen auf die Qualität und Menge des später konservierten Futters getroffen werden, andererseits kann durch frühzeitiges Erkennen und Beseitigen von Lücken oder unerwünschten Arten eine zeit- und kostenaufwendige Grünlanderneuerung erspart bleiben.

Bei den Pflanzenbestandserhebungen vor der Mahd am Lindenacker am 13. Mai 2008 wurden die in Tabelle 20 dargestellten Werte ermittelt.

Tabelle 20: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom 1. Schnitt am Lindenacker in Piber 2008

Prüfnummer	1	2	3	Ø
Projektive Deckung	85	90	90	88
Offener Boden in %	15	10	10	12
WHV in cm	60	65	60	62
Gräser in Gewichtsprozent	83	80	85	82
Leguminosen in Gewichtsprozent	5	10	8	8
Kräuter in Gewichtsprozent	12	10	7	10

Als Hauptbestandbildner können eindeutig Gräser, allen voran das Knautgras (*Dactylis glomerata*), genannt werden, wobei auch Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und Timothe (*Phleum pratense*) zu den dominierenden Obergräsern gezählt werden können (Tabelle 21). Für Pferdeheu ist diese Zusammensetzung des Bestandes nach BUCHGRABER und GINDL (2004) durchaus harmonisch.

Durch die geringen Anteile von Leguminosen (8%) und Kräuter (10%) ist die Gefahr von Bröckelverlusten nicht erhöht. Ein höherer Kleeanteil könnte sich jedoch positiv auf den Eiweißgehalt des Futters auswirken. Das Fehlen von Unkräutern wie z. B. Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) ist als positiv zu bewerten.

Bedenklich erweist sich allerdings das fast vollständige Fehlen von Untergräsern, z. B. konnte Wiesenrispe (*Poa pratensis*) nur in sehr geringem Ausmaß gefunden werden. Dieser Umstand spiegelt sich auch im relativ großen Anteil von Lücken (12%) im Bestand wider, da Untergräser vordergründig für eine geschlossene Grasnarbe verantwortlich sind. Nach BUCHGRABER & GINDL (2004) begünstigt auch eine ständige späte Mahd, wie sie auf dem Lindenacker praktiziert wird, die Verdrängung der Wiesenrispe.

Weiters wirkt sich der hohe Anteil von 23% Gemeiner Rispe (*Poa trivialis*) nachteilig aus. Die Lücken der Grasnarbe werden von diesem ausdauernden Untergras mit oberirdischen Ausläufern geschlossen. Weiters wird geerntetes Futter mit hohen Anteilen durch den muffigen Geruch von Tieren schlechter angenommen und vermindert die Futteraufnahme (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Um diese Mängel zu beheben, sollte eine umbruchlose Grünlanderneuerung mit einer geeigneten Nachsaatmischung (z. B. ÖAG NA bei 20 bis 25 kg/ha) und einer Bearbeitung mit einem speziellen Striegelkombinationsgerät (z.B. von Güttler) erfolgen. Zur Erhaltung des hoffentlich erreichten harmonischen Pflanzenbestand, sollte die Wiese durch rechtzeitigen Schnitt und mehrmaliges Ausbringen von kleinen Mengen an Wirtschaftsdünger in ihrem Pflanzenbestand und der regenerierten Grasnarbe erhalten werden (BUCHGRABER et al., 1995).

Tabelle 21: Pflanzenbestandsaufnahme in Flächen % vom 1. Schnitt am Lindenacker in Piber 2008

Prüfnummer	1	2	3	Ø
Obergräser				
Knautgras (<i>Dactylis glomerata</i>)	20	15	25	20
Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	8	15	8	10
Wiesenschwingel (<i>Festuca pratensis</i>)	2	1	1	1
Timothe (<i>Phleum pratense</i>)	8	10	10	9
Goldhafer (<i>Trisetum flavescens</i>)	2	0	2	2
Bastardraygras (<i>Lolium boucheanum</i>)	1	1	1	1
Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)	1	1	0	1
Untergräser				
Wiesenrispe (<i>Poa pratensis</i>)	1	1	1	1
Ungräser				
Quecke (<i>Elymus repens</i>)	3	0	1	2
Gemeine Rispe (<i>Poa trivialis</i>)	23	25	20	23
Weiche Tresse (<i>Bromus hordeaceus</i>)	2	1	2	2
Leguminosen				
Hornklee (<i>Lotus corniculatus</i>)	3	5	7	5
Weißklee (<i>Trifolium repens</i>)	3	3	3	3
Vogelwicke (<i>Vicia cracca</i>)	3	3	3	3
Zaunwicke (<i>Vicia sepium</i>)	2	2	2	2
Rotklee (<i>Trifolium pratense</i>)	1	1	1	1
Kräuter				
Wiesenpippau (<i>Crepis biennis</i>)	8	5	5	6
Wiesenlabkraut (<i>Galium album</i>)	1	2	1	1
Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)	2	2	2	2
Spitzwegerich (<i>Plantago lanceolata</i>)	2	3	2	2
Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	2	5	3	3
Ehrenpreis (<i>Veronica arvensis</i>)	1	1	1	1
Hornkraut (<i>Cerastium holosteoides</i>)	1	1	1	1
Gesamtdeckung	100	100	100	100

Bezüglich des Pflanzenbestandes weist der Zeltenacker als Wechselwiese einen sehr homogenen Pflanzenbestand mit Knautgras und Goldhafer als dominierende Arten auf. Der Bestand zeigte sich sehr harmonisch mit nur 1% Lücken (Tabelle 22).

Tabelle 22: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom 2. Schnitt am Zeltenacker in Piber 2008

Prüfnummer	1	2	3	4	5	Ø
Projektive Deckung	98	99	98	99	99	99
Offener Boden in %	2	1	2	1	1	1
WHV in cm	58	56	53	57	57	56
Gräser in Gewichtsprozent	98	99	95	70	100	92
Leguminosen in Gewichtsprozent	0	1	5	30	0	7
Kräuter in Gewichtsprozent	2	0	0	0	0	0

3.3.2. Artengruppenverhältnis

Neben dem Vorkommen der einzelnen Pflanzenarten spielt auch das Wissen um das Verhältnis der Artengruppen zu einander eine wesentliche Rolle. Einerseits kann durch eine Einschätzung der Artengruppen kann der Nährstoffgehalt des Futters geschätzt werden, sowie Rückschlüsse auf Bröckelverluste und Verluste durch Blumach gezogen werden.

Nach ERASIMUS et al. (2007) setzt sich ein idealer, leistungsfähiger Bestand im Dauergrünland für Rinder, Schafe und Ziegen aus einem Artengruppenverhältnis von 50 bis 60% Gräsern, 10 bis 30% Leguminosen und 10 bis 30% Kräutern zusammen (Abbildung 26). Da sich die Nährstoffansprüche für Pferde von denen für Rinder unterscheiden, sollte der Pflanzenbestand für Pferdewiesen zur Heugewinnung einen höheren Grasanteil von rund 80% und einem geringeren Leguminosenanteil von 5%, bei einem Kräuteranteil von zirka 15% aufweisen.

Abbildung 26: Zusammensetzung eines idealen, leistungsfähigen Dauergrünlandbestandes (BUCHGRABER & GINDL, 2004)

- | |
|--|
| <p>50 – 60 % Gräser</p> <ul style="list-style-type: none"> • 15 – 25 % Untergräser (Wieserispe, Rotschwingel, etc.) • 15 – 20 % Mittelgräser (Goldhafer, Timothe, etc.) • 20 – 30 % Obergräser (Knautgras, Wiesenschwingel, etc.) <p>10 – 30 % Leguminosen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weißklee, Wiesenrotklee, Hornklee, Wicken, etc. <p>10 – 30 % Kräuter</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Problemunkräuter (Ampfer, Geißfuß, etc.)! • hohe Erträge bei guter Qualität • gute Voraussetzungen für die Konservierung • eingeschränkte Artenvielfalt |
|--|

Diese Empfehlungen konnten bei den Versuchen in Piber weder beim ersten Schnitt am Lindenacker noch beim zweiten Schnitt am Zeltenacker erreicht werden, da die Pflanzenbestände zwar von Gräsern dominiert wurden, jedoch Kräuter und Leguminosen kaum vorhanden waren.

Betrachtet man jedoch nicht nur das Artengruppenverhältnis im Futter, sondern vergleicht dieses mit dem Artengruppenverhältnis vor der Mahd so wird deutlich, dass sich dieses Verhältnis verändert hat. So zeigte das Artengruppenverhältnis bei der Pflanzenbestandserhebung am 13. Mai 2008 am Lindenacker folgendes:

Gräser	82 %
Leguminosen	8 %
Kräuter	10 %

Bei der sensorischen Bewertung der Futterproben des ersten Schnittes am 30. Oktober 2008 war aber folgendes Artengruppenverhältnis vorzufinden:

Gräser	97 %
Leguminosen	0 %
Kräuter	3 %

Auch beim zweiten Schnitt zeigte sich eine ähnliche Entwicklung. Waren im Pflanzenbestand vor der Mahd noch geringe Anteile von Leguminosen und Kräutern vorhanden, konnten diese bei der sensorischen Bewertung nicht mehr nachgewiesen werden. Das Artengruppenverhältnis der Futterproben des zweiten Schnittes bei der sensorischen Bewertung am 30. Oktober 2008 betrug 100% Gräser, 0% Leguminosen und 0% Kräuter.

Als Begründung dafür können Bröckelverluste bei der Ernte genannt werden, da die Blätter der Kräuter und Leguminosen gegenüber den Blättern der Gräser empfindlicher sind und somit bei den Werbemaßnahmen eher verloren gehen (BOGS, 2007). Deshalb ist nicht nur eine schonende Ernte, sondern auch ein höherer Anteil dieser beiden Artengruppen im Pflanzenbestand am Feld anzustreben, da sich vermeintlich zu hohe Kleeanteile am Feld im Laufe der Werbekette ohnehin reduzieren.

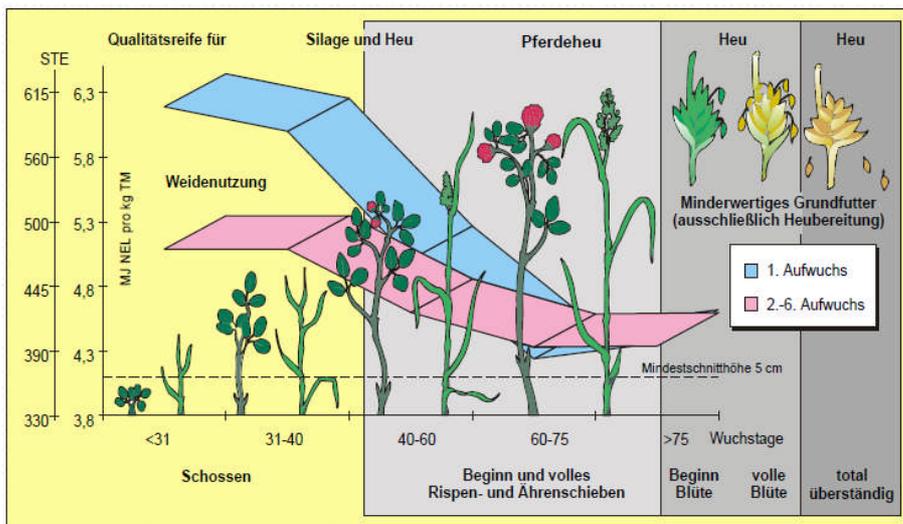
3.3.3. Vegetationsstadium bei der Ernte

Das Vegetationsstadium zur Ernte, insbesondere beim ersten Schnitt, ist ein entscheidender Faktor für die Futterqualität und bei Silage auch für die Gärqualität.

Anhand von phänologischen Merkmalen des Knautgras (*Dactylis glomerata*) als Leitgras kann das Vegetationsstadium eines Bestandes definiert und eingeordnet werden. Dieses hat gravierende Auswirkungen auf die Inhaltsstoffe und Qualität des Futters. Die Gehaltswerte von Rohfaser und Rohprotein verhalten sich gegenläufig, da der Rohfasergehalt mit fortschreitendem Vegetationsstadium zunimmt, der Rohproteingehalt fällt und mit ihm die Verdaulichkeit und der Energiegehalt.

Weiters problematisch zeigt sich die Anfälligkeit gegenüber Pilzbefall, welche im Laufe der Vegetationsperiode entscheidend ansteigt. ERASIMUS et al. (2007) empfiehlt als idealen Schnittzeitpunkt für Pferdeheue das Vegetationsstadium „Beginn der Blüte“ um für das Pferde eine ideale Zusammensetzung der Inhaltsstoffe und des Energiegehalts vorzufinden (Abbildung 27).

Abbildung 27: Nutzungsstadien und Energiegehalt des Grünlandfutters (BUCHGRABER et al., 1999)



Diese Auffassung vertritt auch THAYSEN (2006), welcher ebenfalls eine Mahd zu „Beginn der Blüte“ der Hauptbestandbildner empfiehlt und von einer Verfütterung von sehr früh geschnittenen Silagen für die Milchviehfütterung aufgrund des zu hohen Proteingehalts abrät. Auch eine Nutzung von überständigem Gras hält er aus hygienischen Gründen und aufgrund des geringen Energiegehaltes für nicht empfehlenswert, wobei THAYSEN seine Angaben auf Raygrasbestände in Norddeutschland bezieht.

Zum Zeitpunkt der Ernte des ersten Schnittes stand das Knautgras bereits in der Blüte, was sich erwartungsgemäß in sehr hohem Rohfasergehalt und niedrigem Rohproteingehalt zeigt. Dies bestätigt sich auch beim zweiten Schnitt, welcher im Vegetationsstadium „Beginn Rispenschieben“ geerntet wurde und deutlich höhere Rohproteinwerte bei entsprechend niedrigeren Werten der Rohfaser aufweist.

3.3.4. Stängel-/Blattverhältnis

Das Verhältnis zwischen Stängel und Blatt und dessen Veränderung wurde mittels Schätzungsmethode ermittelt, wobei der Pflanzenbestand, der Schnittzeitpunkt und die Güte der Feldarbeit bei den Ergebnissen zum Ausdruck kamen.

In Tabelle 23 sind die anzustrebenden Normbereiche des Stängel-/Blattverhältnisses beim ersten und zweiten Schnitt bei den unterschiedlichen Konservierungsverfahren dargestellt.

Tabelle 23: Ø Stängel-/Blattanteile in den einzelnen Aufwüchsen sowie bei unterschiedlichen Schnittterminen und Konservierungsverfahren (BUCHGRABER, DEUTZ & GASTEINER, 2009)

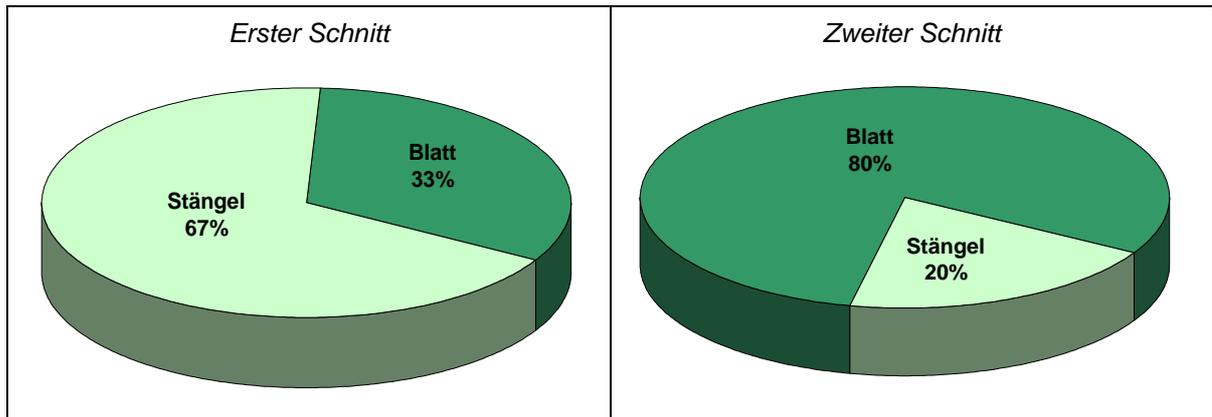
Konservierungsverfahren und Vegetationsstadium	Stängel-/Blattanteile beim 1. Aufwuchs in %	Stängel-/Blattanteile beim Folgeaufwuchs in %
Silagen und Gärheu <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ähren-Rispenschieben ➤ Blüte 	50:50 (60:40)	25:75 30:70
Trockenfutter Bodentrocknung <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ähren-Rispenschieben ➤ Blüte ➤ Überständig 	65:35 70:30 80:20	40:60 50:50 60:40
Trockenfutter Belüftung <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ähren-Rispenschieben ➤ Blüte 	55:45 65:35	30:70 35:65

Betrachtet man die Ergebnisse vom ersten Schnitt, so zeigt sich bei der Variante Gärheu mit 60% TM-Gehalt bei einem Ballen ein Stängel-/Blattverhältnis von 65:35 und bei einem zweiten Ballen dieser Variante ein Verhältnis von 55:45, was beim vorliegenden Vegetationsstadium „Mitte Blüte“ im Normbereich liegt. Die anderen Varianten des ersten Schnittes zeigten mit 70:30 ein optimales Stängel-/Blattverhältnis.

Beim zweiten Schnitt im Vegetationsstadium „Beginn Rispenschieben“ wurde ein absolut homogenes Verhältnis diesbezüglich festgestellt. Bei allen Varianten, von der Silage mit 40% TM, dem Gärheu mit 80% TM, dem Belüftungsheu mit 80% TM bis hin zum Heu mit 86% TM aus der Bodentrocknung, wurde ein einheitliches Stängel-/Blattverhältnis von 20:80 ermittelt. Die Tatsache, dass sich hohe Rohproteingehalte in einem hohen Blattanteil und niedrigem Stängelanteil erreichen lassen, offenbart sich in 123 g/kg TM bei diesem Aufwuchs.

In Abbildung 28 ist das durchschnittlich ermittelte Stängel-/Blattverhältnis beim ersten Schnitt am Lindenacker und beim zweiten Schnitt am Zeltenacker prozentual dargestellt und verglichen. Hierbei wird auch deutlich, wie sich das Verhältnis vom stängelbetontem ersten Schnitt gravierend zum blattbetontem zweiten Schnitt verändert.

Abbildung 28: Stängel-/Blattverhältnis beim ersten und zweiten Schnitt in Piber 2008 (HOLZER, 2009)



Dies sind interessante Ergebnisse in Hinblick auf die Futterrationsgestaltung, da sich dadurch der Rohfaser- und Rohproteingehalt sowie die Verdaulichkeit und Energie des Futtermittels verändert.

So konnte beim ersten Schnitt ein durchschnittlicher Rohproteingehalt von 100 g/kg TM und Rohfasergehalte zwischen 310 bis 340 g/kg TM ermittelt werden. Der zweite Schnitt wies mit 123 g/kg TM einen deutlich höheren Wert für Rohprotein und einen dementsprechend niedrigeren Wert von 230 g/kg TM für Rohfaser auf.

Unterschiede zwischen den beiden Schnitten zeigten sich auch im Bezug auf die Pressdichte. Vergleicht man die Pressdichten der beiden Schnitte, so wird deutlich, dass sich der zweite, blattbetonte Schnitt mit einer mittleren Pressdichte von 172,2kg TM/m³, gegenüber dem ersten, stängelreichen Schnitt mit einer mittleren Pressdichte von 149kg TM/m³, besser verdichten ließ. Dieser Umstand ist nicht unerheblich, da eine optimale Verdichtung und damit ein rascher Luftabschluss nach WILHELM & WURM (1999) zu den wichtigsten Maßnahmen bei der Silagebereitung zählt, da so eine sofortige Schaffung von optimalen Bedingungen für die gewünschte Milchsäuregärung erfolgen kann und Fehlgärungen gering gehalten werden können.

3.4. Ertragspotential

Jedes Grünland lässt eine spezifische Nutzungsform zu, in der es bestimmte Erträge und Futterqualitäten liefert. Neben den natürlich gegebenen Standortunterschieden (Geologie, Klima, Topografie, Höhenlage, Position) beeinflussen der Pflanzenbestand, die Intensität und Art der Nutzung, die Düngung, sowie Pflege- und Erneuerungsmaßnahmen das Ertragspotential des Grünlandes maßgeblich und führen so zu einer großen Bandbreite an erzielbaren Erträgen, welche in Tabelle 24 dargestellt sind (BUCHGRABER & GINDL, 2004).

Tabelle 24: Brutto-, Netto- und Qualitätserträge im Grünland (BUCHGRABER, 2008)

Nutzungsformen am Grünland	Bruttoerträge in dt TM/ha		Nettoerträge		Qualitätserträge	
	Streuung	Ø Ertrag ¹⁾	Ø dt TM/ha	Verlust in %	In MJ DE/ha	Ø Energiedichte in der Praxis in MJ DE/kg TM
Einschnittfläche						
Einschnittfläche mit Nachweide	20-40	30	25	20	23.000	9,18
Magerwiesen	20-35	30	20	30	14.500	7,2
Feuchtwiesen	25-45	35	30	20	20.500	6,84
Streuwiesen	35-60	50	50	Kein FM	(29.000) ²⁾	5,76
Zweischnittflächen						
Extensivierte Dreischnittfläche	40-60	55	45	20	34.000	7,56
Zweischnittfläche	40-60	50	40	20	37.500	9,36
Zweischnittfläche mit Nachweide	45-65	55	45	20	43.000	9,54
Dreischnittfläche						
Landesübliche Wirtschaftswiese	60-85	75	60	20	60.500	10,08
Gehobene Wirtschaftswiese	75-90	85	70	15	72.000	10,26
Mehrschnittflächen						
Vier- und Fünfschnittflächen	85-110	95	80	15	83.500	10,44
Mähweiden						
1 Schnitt mit 2 Weidegängen	60-70	65	55	15	57.500	10,44
2 Schnitte mit 2 Weidegängen	70-90	80	70	15	73.000	10,44
Kulturweiden						
Drei Weidegänge	46-65	55	45	20	50.000	11,16
Vier und fünf Weidegänge	70-90	85	70	15	79.500	11,34
Hutweiden						
Ein Weidegang	10-25	20	15	40	14.000	9,36
Zwei Weidegänge	20-40	35	20	40	18.500	9,36
Almweiden	1-30	10	5	50	4.500	9,0
Bergmähder	10-30	20	15	25	13.500	9,0
Feldfutter						
Rotkleegräser	80-120	100	85	15	92.000	10,8
Luzernegräser	70-100	90	70	20	69.500	9,9
Wechselwiesen	75-100	85	70	15	73.000	10,44

¹⁾ Durchschnittlicher Ertrag wurde nach der Häufigkeit in der Natur im gewogenen Mittel festgelegt.

²⁾ Streuwiesen liefern Einstreu

3.4.1. Erträge beim ersten Schnitt am Lindenacker

Beim ersten Schnitt 2008 auf dem Lindenacker des Gestüts Piber konnte ein durchschnittlicher Gesamternteertrag von 2.752kg TM/ha ermittelt werden.

Durch Erhebung der jeweiligen Schwadlängen, des mittleren Schwadabstandes, der sich daraus ergebenden bearbeiteten Fläche (in m²) und dem zugeordneten durchschnittlichen Ballengewicht der einzelnen Varianten konnte der Bruttoertrag exakt errechnet werden. Der Bruttoertrag kann durch die Lagerungs- und Krippenverluste in der Höhe von 10% geschmälert werden und führte in unserem Fall letztendlich zu einem tatsächlichen Nettoertrag von 1.916kg TM/ha. Für die zusätzliche Berechnung des Qualitätsertrages, wird der Nettoertrag mit dem aus der Sensorik ermittelten durchschnittlichen Energiegehalt von 9,0 (in MJ DE/kg TM) des Futters multipliziert und so der Energiewert Futters pro Hektar berechnet.

Beim ersten Schnitt am Lindenacker 2008 betrug dieser 17.245 MJ DE/ha. In Tabelle 25 sind die Ernte-, Brutto- und Qualitätserträge der unterschiedlichen Konservierungsformen nochmals zusammengefasst.

Tabelle 25: Ernte-, Bruttoerträge und Qualitätserträge des ersten Schnitt am Lindenacker 2008 (HOLZER, 2009)

	Ernteertrag	Bruttoertrag	Nettoertrag	Qualitätsertrag
	in kg TM/ha			MJ DE/ha
Gärheu 60%	2707	2129	1916	17245
Gärheu 80%	2955	2237	2013	18120
Belüftungsheu 80%	2376	1840	1656	14904
Gesamt	2752	2129	1916	17245

Vergleicht man die erzielten Erträge mit den von BUCHGRABER (2008) angegebenen Werten für Zweischnittflächen mit Nachweide, so wird deutlich, dass jene aus dem ersten Schnitt groß sind.

Hinsichtlich der unterschiedlichen Konservierungsform zeigen die beiden Gärheuvarianten ähnliche Ertragspotentiale, das Belüftungsheu liegt darunter. Dieser verhältnismäßig niedrige Wert lässt sich schlicht dadurch erklären, dass bei dieser Variante im Gegensatz zu den Gärheuvarianten mit jeweils zwölf Ballen, nur sechs Ballen gepresst wurden.

Von den Heuballen mit 86% TM-Gehalt standen für eine aussagekräftige Berechnung nicht genügend Daten zur Verfügung.

3.4.2. Erträge beim zweiten Schnitt am Zeltenacker

Beim zweiten Schnitt 2008 auf dem Zeltenacker des Gestüts Piber konnte ein durchschnittlicher Gesamtertrag von 3.093kg TM/ha ermittelt werden.

Die Brutto-, Netto- und Qualitätserträge wurden ebenfalls wie in Kapitel 3.4.1. beschrieben ermittelt und in Tabelle 26 zusammengefasst. Der Nettoertrag dieses Schnittes ergab 2.155kg TM/ha, was multipliziert mit einem durchschnittlichen Energiegehalt von 10,01 (in MJ DE/kg TM) einen Qualitätsertrag von 21.568 MJ DE/ha ergab.

Tabelle 26: Ernte-, Bruttoerträge und Qualitätserträge des zweiten Schnitt am Zeltenacker 2008 (HOLZER, 2009)

	Ernteertrag	Bruttoertrag	Nettoertrag	Qualitätsertrag
	in kg TM/ha			MJ DE/ha
Silage 40%	4150	3447	3102	31054
Gärheu 80%	2616	1880	1692	16937
Belüftungsheu 80%	2734	2062	1856	18577
Bodenheu 86%	2832	2155	1940	19414
Gesamt	3093	2394	2155	21568

Bei der Silageproduktion mit 40% TM wurde ein im Vergleich zu den anderen Varianten höherer Wert erreicht. Ursachen sind zum einen die für die Silageproduktion herangezogen äußersten Schwaden, die so genannten „Randschwaden“ des Versuchsfeldes, bei denen möglicherweise eine etwas breitere Schwadbreite anzunehmen wäre und zum Anderen eine üblicherweise doppelte Düngung dieser Randschwaden, was an diesen Stellen zu einem üppigeren Pflanzenbestand und somit zu höherem Ertrag führte.

Die Werte von Gärheu mit 80% TM und dem geernteten Heu sind sehr homogen und lassen erkennen, dass der durchschnittliche Gesamternteertrag durch den verhältnismäßig sehr hohen Ertrag bei der Silageproduktion stark beeinflusst wird.

3.5. Bröckel- und Atmungsverluste

Nach BUCHGRABER & GINDL (2004) liegen die Bröckelverluste bei der Ernte zwischen 10 – 20% bei durchschnittlichen Bedingungen und führen somit häufig zur gravierenden Verminderung der Erntemasse, aber auch deren Qualität. Grund dafür ist, dass diese Verluste hauptsächlich aus nährstoffreichen Bestandteilen der Pflanze, z. B. Blättern bestehen. Daher sind klee- und kräuterreiche Bestände stärker betroffen als ausgewogene und grasreiche Bestände (HÖHN, 1989). Nach den Untersuchungen von BOGS (2007) ist vor allem nach dem Zetten und Wenden ein starker Anstieg der Bröckelverluste zu verzeichnen. Ebenfalls verändert sich die Zusammensetzung des Bestandes im Zuge der Mäharbeiten. Einbußen sind vor allem bei den Kräutern und Leguminosen zu verzeichnen, da hier durch den höheren Blattanteil schneller Bröckelverluste entstehen.

Durch eine sorgfältige Einstellung der Erntegeräte, schonenden Umgang mit dem Erntegut während der gesamten Erntekette und dem Verzicht auch nicht zwingend notwendige Bearbeitungsschritte, besonders bei hohem Trocknungsgrad, kann der Anteil der Bröckelverluste gering gehalten werden.

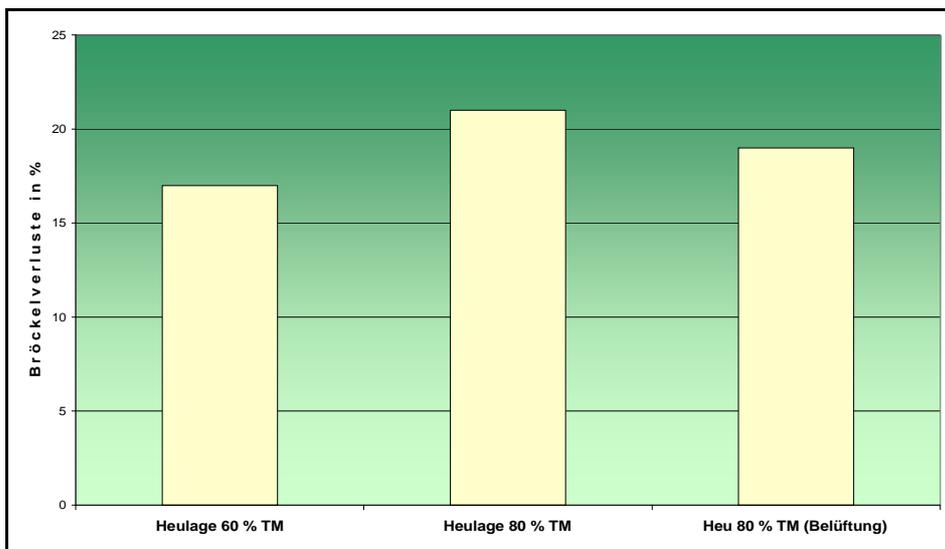
Als Atmungsverluste bezeichnet man den Energieverlust durch Atmungsprozesse der Pflanzen während der Trocknung. Um diese Verluste möglichst gering zu halten empfiehlt sich die Verwendung eines Mähaufbereiters, wodurch die Trocknung beschleunigt werden kann. Die Höhe der Verlust beläuft sich nach BUCHGRABER & GINDL (2004) auf ein bis zehn Prozent.

3.5.1. Bröckel- und Atmungsverluste beim ersten Schnitt am Lindenacker

Die bei der Versuchreihe ermittelten Bröckelverluste liegen an der oberen Grenze des von BUCHGRABER & GINDL (2004) genannten Normbereichs (Abbildung 29).

Die Bröckelverluste bei der Gärheuproduktion mit 60% TM-Gehalt belaufen sich auf 472kg TM/ha. Das waren prozentuell zum Ernteertrag gesehen 17%. Das gewogene Mittel der Bröckelverluste bei der Gärheuproduktion mit 80% TM-Gehalt ergab 606kg TM/ha, was 21% vom jeweiligen Ernteertrag waren. Entgegen der Erwartungen, stiegen die Bröckelverluste bei der Produktion der Belüftungsheuballen (80% TM) nicht weiter an, sondern gingen sogar mit 469kg TM/ha deutlich zurück. Dies entsprach 19% vom Ernteertrag.

Abbildung 29: Bröckelverluste beim ersten Schnitt am Lindenacker in Piber 2008 (HOLZER, 2009)

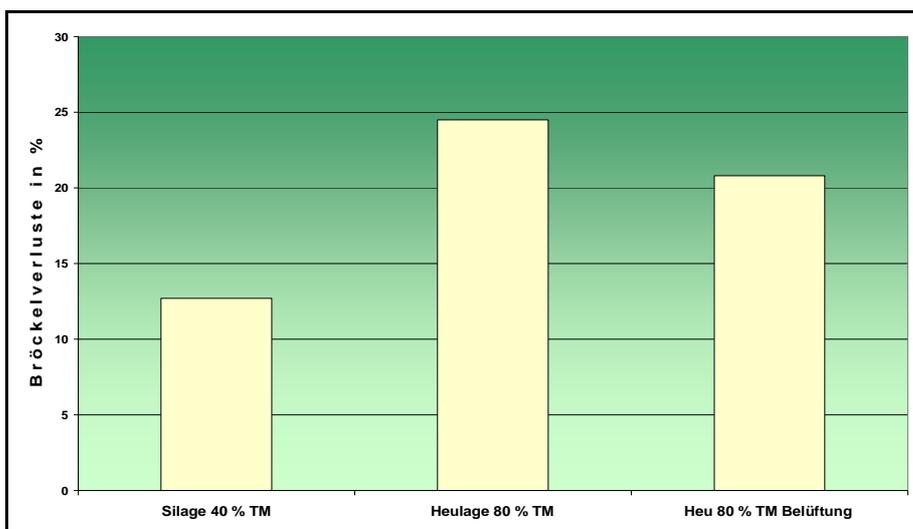


Durch die exakte Ermittlung der Bröckelverluste, konnten auch die Atmungsverluste errechnet werden. Diese ergaben durchschnittlich 4% und liegen somit genau im durchschnittlichen Normbereich laut Literaturangabe von BUCHGRABER und GINDL (2004).

3.5.2. Bröckel- und Atmungsverluste beim zweiten Schnitt am Zeltenacker

In Abbildung 30 sind die Bröckelverluste beim zweiten Schnitt am Zeltenacker prozentuell dargestellt.

Abbildung 30: Bröckelverluste beim zweiten Schnitt am Zeltenacker in Piber 2008 (HOLZER, 2009)



Die Bröckelverluste bei der Silageproduktion mit 40% TM belaufen sich auf 530kg TM/ha. Das waren prozentuell zum Ernteertrag gesehen 12,7%, was nach BUCHGRABER & GINDL (2004) in Normbereich liegt.

Das gewogene Mittel der Bröckelverluste bei der Gärheuproduktion mit 80% TM ergab 642kg TM/ha, was 24,5% vom jeweiligen Ernteertrag waren. Dieser ausgesprochen hohe Wert könnte aufgrund zweier zusätzlich erforderlichen Bearbeitungsgänge entstanden sein. Da am Vortag (26. August 2008) zu viel Erntegut für die Silageproduktion geschwadet wurde, musste das Futter am Abend noch einmal auseinander gestreut werden, um den gewünschten Trocknungsgrad für die 80%-Variante zu erreichen. Am Tag des Pressens (27. August 2008) wurde das Futter erneut geschwadet, was diese hohen Bröckelverluste wahrscheinlich geradezu provozierte.

Die Bröckelverluste bei der Produktion der Belüftungsheuballen (80% TM) stiegen gegenüber der Produktion der Silagerundballen mit 569kg TM/ha auf 20,8% an. Bei den Heuballen mit 86% TM-Gehalt wurden diesbezüglich keine Messungen durchgeführt, da bei dieser Variante nur zwei Ballen gepresst wurden.

Die hohen Werte bei der Gärheu- und Heuproduktion dieses Aufwuchses sind nicht weiter verwunderlich. Im Vergleich zur Silageproduktion steigen die Bröckelverluste mit zunehmenden Trocknungsgrad an und im Vergleich mit den Verlusten des ersten Aufwuchses liegt die Erklärung im hohen Blattanteil von 80%, was die Entstehung von Bröckelverlusten begünstigt.

Auch beim zweiten Schnitt konnten durch die exakte Ermittlung der Bröckelverluste, die Atmungsverluste errechnet werden. Diese lagen durchschnittlich bei 4% und befinden sich somit genau im durchschnittlichen Normbereich laut Literaturangabe von BUCHGRABER & GINDL (2004).

3.6. Futterqualitätsparameter

Um die Qualität eines Futtermittels bestimmen zu können, sind die Gehaltswerte der Inhaltsstoffe, wie Rohprotein, Rohfaser, Rohfett und Energie ausschlaggebend. Es darf jedoch der Grad der Futterschmutzung bei der Beurteilung eines Futtermittels nicht außer Acht gelassen werden, da dieser die Qualität und verbunden damit die Futteraufnahme und die Leistung der Tiere maßgeblich beeinflusst.

3.6.1. Inhaltsstoffe

Wie in Kapitel 2.6.2. beschrieben, erfolgte die Ermittlung der Inhaltsstoffe nach der Weender-Analyse. Anhand dieses Verfahrens können die Gehaltswerte im Futter exakt ermittelt und so die bewerteten Futterpartien in der Rationsgestaltung optimal eingesetzt werden. Nach WIEDNER (2009) können Analysen immer nur so gut sein wie dies die Genauigkeit bei der Probenziehung zulässt, denn hier liegt die häufigste Fehlerquelle bei Abweichungen der Analyseergebnisse von den tatsächlich im Futter vorhandenen Werten. WIEDNER (2009) merkt auch an, dass Futterproben aus der Praxis in der Regel nur knapp, mit Angabe der Futterart, der Tierart an die das Futter verfüttert wird und der gewünschten Untersuchung deklariert sind, so dass von den Untersuchungsergebnissen keine gesicherten Rückschlüsse auf die Ursachen für futterhygienische Mängel (Pflanzenbestand, Ernteverfahren, Siliertechnik, etc.) gezogen werden können.

Energie- und Nährstoffgehalt können in Heu und Silage erheblich variieren, ähnlich wie in Grünfutter. Nach MEYER & COENEN (2002) werden an verdaulicher Energie pro kg TM bei früher Ernte von jungem Aufwuchs bis 9,5 MJ DE, bei überständigem, spät geerntetem, ausgewachsenem Material mit hohen Bröckelverlusten weniger als 6 MJ DE erreicht. Ähnlich ist es mit den Nährstoffgehalten (Eiweiß, Mineralien, Vitaminen). Schwankungen im Proteingehalt von 50 bis 150 g/kg TM sind zu beobachten.

BUCHGRABER (2008) empfiehlt für Pferdeheu folgende Nährstoff- und Energiegehalte:

Rohfaser in g/kg TM	270 – 310
Rohprotein in g/kg TM	100 – 120
Rohasche in g/kg TM	90 – 100
Rohfett in g/kg TM	19 – 23
Energiegehalt in MJ DE/kg TM	8,5 – 10,5

THAYSEN (2006) empfiehlt für die Produktion von Pferdegrundfutter eine Ernte zu „Beginn der Blüte“ der Hauptbestandbildner, da in diesem Entwicklungszustand der Gräser der Rohfasergehalt bei 27 bis 29% und der Eiweißgehalt unter 12% der Trockenmasse liegen, wobei er seine Angaben wiederum auf raygrasreiche Bestände bezieht.

Erster Schnitt am Lindenacker

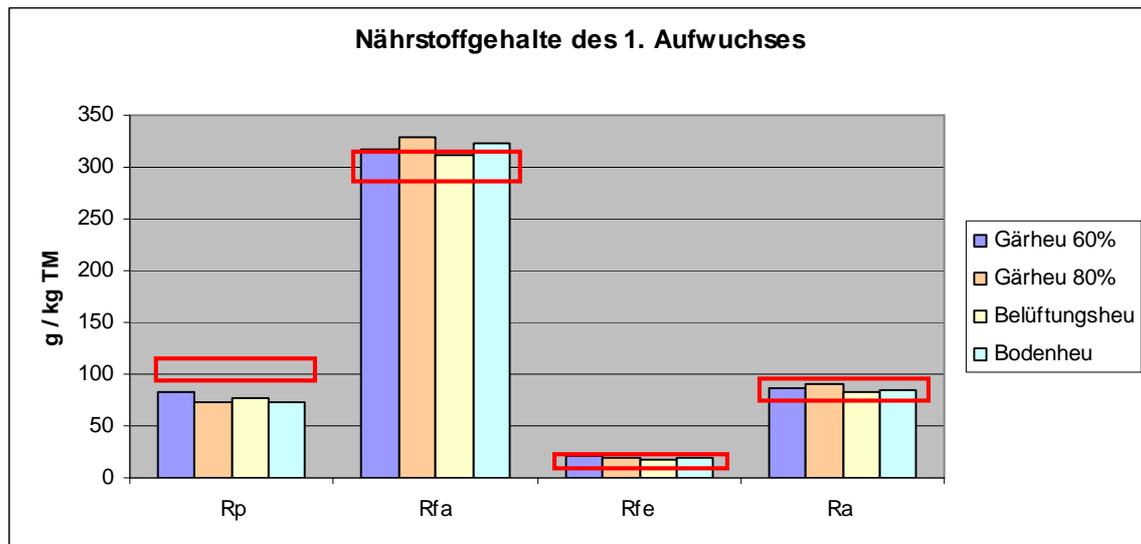
In Tabelle 27 sind die wichtigsten Nährstoffparameter des produzierten Futters beim ersten Schnitt aufgeführt. Abbildung 31 veranschaulicht diese nochmals und verdeutlicht die geringen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Konservierungsvarianten. Die roten Markierungen stellen die empfohlenen Wertgrenzen dar.

Tabelle 27: Nährstoffgehaltswerte von Gärheu und Heu beim 1. Schnitt am Lindenacker in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009)

Probenart	TM	RP	RFA	RFE	RA	DE
	g/kg FM	g/kg TM				MJ/kg TM
Gärheu 60 % TM	590	83	317	22,1	86	9,63
Gärheu 80 % TM	762	74	329	19,9	91	9,14
Belüftungsheu	839	76	312	16,7	82	9,63
Bodenheu	818	74	324	18,9	85	9,36

Vergleicht man die im Futter des ersten Aufwuchses enthaltenen Gehaltswerte mit den Empfehlungen von BUCHGRABER (2008), so zeigt sich, dass der Rohproteingehalt in allen Varianten unter den gewünschten Werten liegt. Gärheu mit 60% TM-Gehalt weist mit 83 g/kg TM noch den höchsten Rohproteingehalt auf. Gärheu mit 80% TM-Gehalt und Bodenheu, sowie das Belüftungsheu liegen mit 74 bzw. 76 g/kg TM noch tiefer. Dieses Ergebnis ist aus dem späten Schnitzeitpunkt bei „Mitte der Blüte“ der Leitgräser abzuleiten, da der Rohproteingehalt zu diesem Zeitpunkt im Vergleich zum Vegetationsstadium „Schossen“ bereits stark abgenommen hat. Auch das Fehlen der Blattanteile und von Leguminosen im Pflanzenbestand wirkt sich negativ auf den Proteingehalt aus. Laut ERASIMUS et. al. (2007) bedeutet ein Kleeanteil von 10% rund fünf Gramm mehr Rohprotein pro kg TM.

Abbildung 31: Nährstoffgehalte des 1. Aufwuchses bei unterschiedlicher Konservierung am Lindenacker 2008



Der Rohfasergehalt kann allerdings als hoch eingestuft werden. Alle Varianten, besonders Gärheu mit 80% TM-Gehalt mit 329 g/kg TM, liegen über den Empfehlungen. Dies hat ebenfalls seine Ursache im bereits fortgeschrittenen Vegetationsstadium bei der Ernte, da sich der Rohfasergehalt gegenläufig zu Rohprotein- und Energiegehalt verhält und im Laufe der Vegetationsperiode ansteigt. Auch der hohe Stängelanteil des Futters erhöht den Rohfasergehalt.

Der Rohfettgehalt für derart überständiges Futter liegt nach RESCH et. al. (2006) bei 19 g/kg TM. Die Proben des Bodenheus lagen mit 16,7 g/kg TM sogar noch unter diesem Wert. Obwohl die Rohfettgehalte in Heu und Silage relativ niedrig sind, sollten sie nicht außer Acht gelassen werden. Nach BUCHGRABER et. al. (2008) enthält diese Fraktion wertvolle ungesättigte Fettsäuren (u.a. Omega-3-Fettsäuren), welche jedoch vorwiegend in den Blattanteilen zu finden sind. Dies erklärt mitunter die geringen Gehalte dieses Schnittes.

Die Rohaschewerte zeigen sich nicht auffallend. Mit Gehalten zwischen 82 und 91 g/kg TM liegen sie im Normbereich. In der Rohasche sind alle wichtigen Mengen- (P, Ca, K, Mg, Na) und Spurenelemente (Se, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo) enthalten. Steigt der Gehalt allerdings auf über 100 g/kg TM an, so liegt meist eine erdige Futterschmutzung vor, was die Futterqualität negativ beeinflusst (BUCHGRABER et. al. 2008).

Hinsichtlich des Energiegehalts lagen alle Varianten innerhalb der Empfehlungswerte, wobei bei Gärheu mit 60% TM-Gehalt und Belüftungsheu mit 9,63 MJ DE/kg TM die höchsten Werte erzielt werden konnten. Besonders Gärheu mit 80% TM-Gehalt blieb mit nur 9,14 MJ DE/kg TM deutlich dahinter zurück. Auch das Bodenheu mit 9,36 MJ DE/kg TM zeigte sich nicht überragend.

Betrachtet man die in Abbildung 31 veranschaulichten Werte der unterschiedlichen Konservierungsformen so wird deutlich, dass sich so gut wie keine Unterschiede zwischen den einzelnen Konservierungsvarianten zeigen. Auch statistisch konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Zweiter Schnitt am Zeltenacker

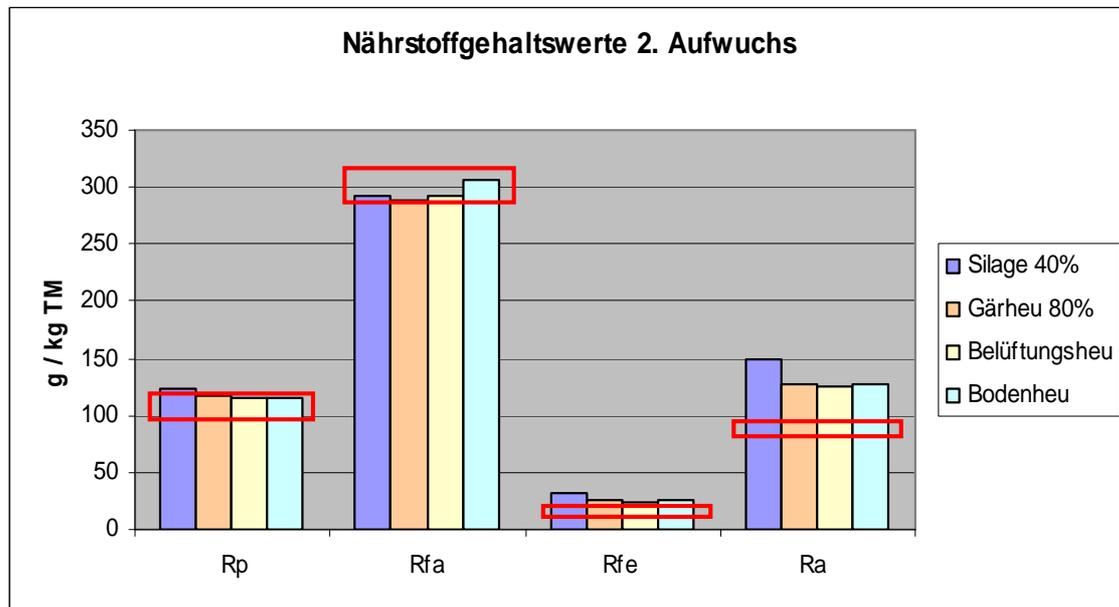
In Tabelle 28 sind die wichtigsten Nährstoffparameter des produzierten Futters beim zweiten Schnitt aufgeführt. Abbildung 32 veranschaulicht diese nochmals und verdeutlicht die geringen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Konservierungsvarianten. Die roten Markierungen stellen die empfohlenen Wertgrenzen dar.

Tabelle 28: Nährstoffgehalte von Silage, Gärheu und Heu beim 2. Schnitt am Zeltenacker in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009)

Probenart	TM	RP	RFA	RFE	RA	DE
	g/kg FM	g/kg TM				MJ/kg TM
Silage 40% TM	422	124	293	31,5	150	9,18
Gärheu 80% TM	759	117	288	26,2	128	9,54
Belüftungsheu	839	116	292	23,8	125	9,54
Bodenheu	858	116	307	26,7	127	9,18

Beim zweiten Schnitt konnten deutlich höhere Rohproteinwerte erzielt werden und bedingt durch den hohen Blattanteil zeigte sich ein niedrigerer Rohfasergehalt. In der Silage mit 40% TM-Gehalt war der Rohproteingehalt mit 124 g/kg TM am höchsten, da durch den hohen Wassergehalt bei der Ernte die Blattanteile in noch größeren Umfang erhalten geblieben sind.

Abbildung 32: Nährstoffgehalte des 2. Aufwuchses bei unterschiedlicher Konservierung am Zeltenacker 2008



Auch in den von HOLZER (2009) ermittelten Bröckelverlusten, welche bei dieser Variante eindeutig am niedrigsten waren, bestätigte sich dieser Zusammenhang. Gärheu mit 80% TM-Gehalt, Belüftungsheu und Bodenheu zeigten sehr ähnliche Rohproteingehalte. Die hohen Rohproteingehalte sind aufgrund des Fehlens von Kräutern und Leguminosen im Pflanzenbestand auffallend, können jedoch auch im früheren Schnitzeitpunkt (Rispenchieben) dieses Aufwuchses und der Düngung ihre Ursachen haben.

Das Stängel-/Blatt-Verhältnis zugunsten der Blattanteile, die schonende Ernte und der frühe Schnitzeitpunkt im Vegetationsstadium „Rispenchieben“ halten die Rohfaser niedriger und so liegen die erreichten Gehalte im Idealbereich für Pferdeheu. Silage, Gärheu und Belüftungsheu lagen unter 300 g/kg TM. Einzig das Bodenheu lag mit 307 g/kg TM darüber, was sich jedoch dadurch erklären lässt, dass die Blattanteile mit steigendem TM-Gehalt bei der Ernte mehr angegriffen werden und leichter verloren gehen.

Auch die Rohfettgehalte zeigten sich im zweiten Schnitt höher als beim Ersten. Insgesamt lagen die Werte aller Konservierungsvarianten über der Empfehlung von RESCH et. al. (2006) von 19 bis 23 g/kg TM. Mit 31,5 g/kg TM wurde in der Silage mit 40% TM-Gehalt der höchste Wert erzielt.

Als bedenklich sind die hohen Rohaschegehalte dieses Aufwuchses einzustufen, da sie deutlich über den empfohlenen Grenzwerten liegen und auf eine starke Verschmutzung des Futters hindeuten. Besonders bei der Silage bestätigte sich diese Annahme, da bei der sensorischen Futterbewertung eine starke erdige Verschmutzung des Futters festgestellt werden konnte. Derartige Verschmutzungen beeinträchtigen nicht nur die Futterhygiene, sondern können auch zu Qualitätsminderungen in Form von Fehlgärungen führen (BUCHGRABER et. al. 2008). Genauere Erläuterungen zur Vermeidung und Folgen der Futterschmutzung folgen im Kapitel 3.6.2.

Als etwas widersprüchlich erweisen sich die niedrigen Energiegehalte dieses Aufwuchses. Sie liegen mit 9,18 MJ DE/kg TM bei Silage und Belüftungsheu und 9,54 MJ DE/kg TM bei Gärheu und Bodenheu hinter dem ersten Schnitt zurück. Der frühe Schnitzeitpunkt, die hohen Rohfettgehalte und die niedrigen Rohfasergehalte begünstigen hohe Energiegehalte, was in diesem Fall jedoch nicht zutrifft. Der Grund dafür liegt in der starken Verschmutzung des Futters, was in Kapitel 3.6.2. genauer erläutert wird.

Wie in Abbildung 32 ersichtlich, zeigten sich auch beim zweiten Schnitt am Zeltenacker kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Konservierungsformen und Varianten. Statistisch konnten auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten nachgewiesen werden.

3.6.2. Futterschmutzung

Bei der Produktion von qualitativ hochwertigem Heu, Grummet, Gärheu oder Silage sollte Sauberkeit bzw. Hygiene eine Mindestanforderung sein.

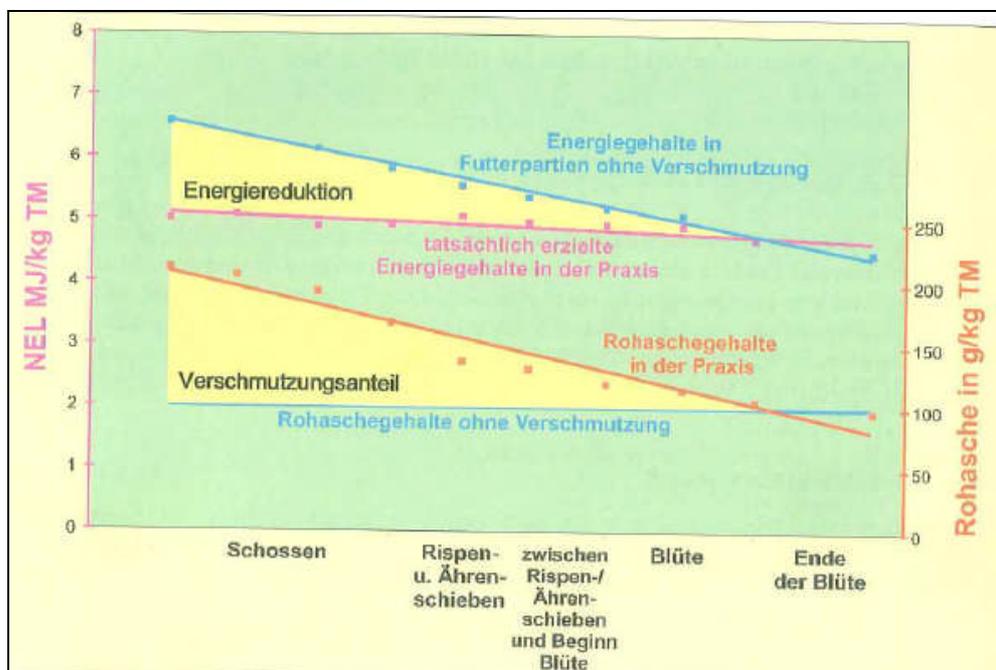
Der Rohaschegehalt gilt dabei als Maßstab für eine mögliche Futterschmutzung. Steigt der Rohaschegehalt auf mehr als 100 g/kg TM an, so kann auf eine Verunreinigung durch Mistreste oder Erde geschlossen werden.

Beim Futter des ersten Schnittes am Lindenacker liegen die Rohaschegehalte zwischen 82 und 91 g/kg TM (Tabelle 27), was durchaus im wünschenswerten Bereich liegt. Auffällig zeigen sich hingegen die hohen Rohaschegehalte des zweiten Schnittes, welche mit 125 bis 150 g/kg TM (Tabelle 28) deutlich erhöht sind.

Untersuchungen von BUCHGRABER & PÖTSCH (1995) zeigen, dass beim ersten Schnitt die Verschmutzung des Futters noch relativ gering ist, nur bei sehr früher Mahd und bei der Nutzung von nicht abgetrockneten Beständen steigt der Rohaschegehalt auf 120 bis 140 g/kg TM an. Die Folgeaufwüchse weisen insbesondere bei früher und rechtzeitiger Mahd einen Rohaschegehalt zwischen 140 und 210 g/kg TM auf. Diese höheren Rohaschegehalte beim Folgeaufwuchs bestätigten sich auch in den Ergebnissen der Versuchsreihe.

Deutlich zu beobachten ist beim zweiten Schnitt in Piber auch der Zusammenhang zwischen hohen Rohaschegehalten und einem Rückgang der Energiekonzentration wie von BUCHGRABER & PÖTSCH (1995) beschrieben. Der hohe Verschmutzungsgrad bewirkt einen starken Rückgang in der Energiekonzentration trotz frühem Schnittzeitpunkt, geringer Rohfasergehalte und hohen Rohfettgehalten im Futter. In Abbildung 33 sind die genannten Einflüsse auf den Energiegehalt nochmals veranschaulicht. Wenn der Rohaschegehalt bei 100 g/kg TM liegen würde, könnte bei der Nutzung im Vegetationsstadium Rispenschieben ein Energiegehalt von 9,9 MJ DE/kg TM erzielt werden.

Abbildung 33: Energiegehalte des Futters in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt und dem Verschmutzungsgrad der Folgeaufwüchse (BUCHGRABER & PÖTSCH, 1995)



Um mit Futterpartien aus dem zweiten und dritten Schnitt höhere Energiewerte zu erzielen und so hochwertiges Grundfutter herstellen zu können, muss es oberstes Ziel sein Futterverschmutzungen zu vermeiden bzw. gering zu halten.

Um dieser Verschmutzung entgegenzuwirken und nicht erdig verschmutztes Pferdeheu zu ernten, müssen die Mähgeräte auf fünf bis sieben Zentimeter Schnitthöhe eingestellt werden, da eine Mähtiefe unter fünf Zentimeter Bodenunebenheiten wie Erdhaufen durch Maulwürfe oder Wühlmäuse abrasiert und die Grasnarbe geschädigt wird. Die anschließenden Heuwerkzeuge sollten beim mehrfachen Kreisel und Schwaden ebenfalls hoch genug eingestellt werden, damit sie keine Erde und damit zusätzliche Bakterien und Pilze in das Futter bringen (ERASIMUS et al., 2007).

In solchen erd- und mistartigen Verschmutzungen befinden sich eine große Anzahl von Gärschädlichen, die von der Vergärung (z. B. Buttersäure) bis hin zur Fütterung große Probleme bereiten. Bei der Fütterung von verschmutztem Futter darf nicht vergessen werden, dass durch den Erdanteil – bei 50 Gramm Verschmutzungsanteil/kg TM sind das etwa 750 Gramm in der Ration pro Tag – natürlich auch weniger an wertvollen Inhaltsstoffen aufgenommen werden können. Nicht selten werden durch diese Verschmutzungen gesundheitliche Probleme beim Tier ausgelöst (BUCHGRABER et al., 2003). Je mehr erdige und sonstige Verschmutzungen im Futter vorhanden sind, desto höher liegt der Besatz an Bakterien und Pilzen, welche Fehlgärungen in der Silage verursachen und die Futterhygiene zunehmend verschlechtern, da sich mit dem Rohaschegehalt auch der Buttersäuregehalt in der Silage erhöht. Aber nicht nur bei der Silage wirkt sich die Verschmutzung negativ aus, sondern auch bei Trockenfutter wie Heu und Grummet (BUCHGRABER & PÖTSCH, 1995).

3.7. Futterhygiene

Die Luft in Nutztierställen enthält eine Vielzahl von partikulären Komponenten, welche meist als Aerosol, Bioaerosol oder Staub bezeichnet werden. Bioaerosole sind komplexe, luftgetragene Partikel, die sich aus belebten und unbelebten Bestandteilen zusammensetzen. Die Partikel haben einen biologischen Ursprung und biologische Aktivität und können demnach allergische, toxische, infektiöse und pharmakologische Prozesse bei Tieren und Menschen auslösen. Zu den belebten Bestandteilen zählen Mikroorganismen, wie Bakterien, Pilze, Hefen, Viren oder auch Protozoen und Milben. Die unbelebten Bestandteile der Bioaerosole werden auch als Staub bezeichnet (SEEDORF & HARTUNG, 2002).

Keim- und Staubgehalte, sowie der Gehalt an Gärssäuren und der Blumachanteil des produzierten Futters werden in dieser Arbeit unter dem Titel Futterhygiene zusammengefasst und in diesem Kapitel diskutiert.

3.7.1. Schimmelpilze und Hefen

Es gestaltet sich aufgrund der sehr unterschiedlichen Standortbedingungen und Witterungsverhältnisse oft schwierig, regelmäßig eine gute Grundfutterqualität mit einem guten sensorischen Gesamteindruck zu erzielen. Beim Trockenfutter (Heu und Grummet) sind es vor allem Schimmelpilze, die große Probleme, insbesondere bei Pferdeheuen, bereiten. Bei Silagen sind es vor allem Buttersäurebakterien, die im Futter einen üblen Geschmack und Geruch verursachen (BUCHGRABER et al., 2008).

Das Vorhandensein von Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen in Silage und Heu oder Grummet wirkt sich maßgeblich auf dessen hygienischen Zustand aus und es entstehen dadurch oft gravierende Nährstoffverluste.

Der Pilzkeimgehalt steigt mit fortschreitendem Vegetationsstadium an und kann durch einen frühen Schnitt niedriger gehalten werden. Weil es nach RICHTER (2006) Hinweise gibt, dass das Auftreten von Hufrehe bei Pferden durch früh gemähtes und rohproteinreiches Futter begünstigt wird, wird Pferdeheu später geerntet. Dies führt automatisch zu einem höheren Keimgehalt an Pilzen (NIESKEN, 2007).

Sind darüber hinaus die Bedingungen für die Heuwerbung nicht optimal (feuchtes Wetter mit verlängerter Trocknungszeit) oder wird das Heu zu nass eingebracht, kommt es zu Verpilzungen am Lager und es treten Keimgehalte von über einer Million je Gramm Futter auf.

Da in der Pferdefütterung im Gegensatz zur Rinderfütterung, speziell des Milchviehs, nicht die Zufuhr von möglichst viel Energie im Vordergrund steht, sollte die Gewinnung von nicht mit Pilzen belastetem Heu oberstes Ziel sein. Erhöhter Keimbesatz bedeutet auch verstärkte Staubbildung. Das Pferd reagiert sehr leicht auf verpilztes und somit versportetes Heu mit Atembeschwerden und Bronchitis, aber auch Koliken werden durch Verfütterung von verpilztem Heu häufig beobachtet.

Schimmelpilze

Schimmelpilze zählen zum epiphytischen Keimbesatz der Futterpflanzen und entwickeln sich unter mikroklimatischen und substratspezifischen Bedingungen. Sie nutzen als Nährstoffe primär Zucker, aber auch andere Nährstoffe wie Stärke, Lipide und Protein, sind jedoch auf das Vorhandensein von Sauerstoff (obligat aerober Stoffwechsel) angewiesen. Es wird zwischen den Gruppen Feld- und Lagerpilze unterschieden, wobei beide Gruppen Arten beinhalten, die zur Produktion giftiger Stoffwechselprodukte (Mykotoxine) befähigt sind.

So sind nach WIEDNER (1997) die Auswirkungen von Schimmelpilzbefall nicht nur im Nährstoffverlust und der damit verbundenen Verminderung des Futterwertes, sondern auch in der Ansiedelung der Sporen im Körper, hier primär in den Atmungsorganen, in Mykosen (pilzbedingte Erkrankungen) und der Auslösung von Allergien zu sehen.

RICHTER (2006) nennt Orientierungswerte für den Pilzkeimgehalt in Heu, wobei er Pilzkeimgehalte zwischen 10.000 und 100.000 KBE/g als Normalbereich einstuft.

Entsprechend den in Tabelle 29 genannten Richtwerten sollte nach WIEDNER (2009) Heu von guter Qualität maximal 100.000 KBE/g Futter an Schimmelpilzen aufweisen. Bei Grassilagen bilden 10.000 KBE/g Futter die Obergrenze für gute Qualität.

Tabelle 29: Richtwerte für Pilzkeimgehalte in Grundfuttermitteln (Futtermittellabor Rosenau der LK NÖ, WIEDNER 2009)

Futterart und Qualität	Keimzahlen in KBE je g Futter	
	Schimmelpilze	Hefen
Heu gute Qualität mit ausschl. bzw. überwiegender Feldpilzflora (> 75%)	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^4$
Heu schlechte Qualität mit ausschl. bzw. überwiegender Lagerpilzflora (> 75%)	$< 2 \times 10^5$	$< 1,5 \times 10^5$
Grassilage gute Qualität	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^4$
Grassilage schlechte Qualität	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^5$
Maissilage gute Qualität	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^5$
Maissilage schlechte Qualität	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^6$

Hefen

Hefen zählen mit einigen Arten zur Feldpilzflora und gehören in geringer Keimzahl wie die Schimmelpilze zum natürlichen Pilzbesatz der Futterpflanzen. Erfahrungsgemäß sind von höheren Hefekeimzahlen primär Gärfutter (hauptsächlich Maissilagen und energiereiche Grassilagen) betroffen.

Sie beeinflussen bei hoher Keimzahl den Futterwert und die Haltbarkeit von Silagen nachteilig, da neben Zucker auch Milchsäure abgebaut wird und durch Erhöhung des pH-Wertes das Milieu für andere Gärschädlinge geschaffen wird. Beim Tier verursacht verheftetes Futter Störungen im Verdauungstrakt, wie Blähungen, Schädigung der Schleimhäute und schwere Durchfälle (WIEDNER, 1997).

Untersuchungen im Futtermittellabor Rosenau von WIEDNER (2009) zeigen, dass Grassilagen eine deutlich bessere Futterhygiene als Heu und Maissilagen aufweisen. Dies kommt unter anderem auch dadurch zum Ausdruck, dass rund 61% der untersuchten Grassilageproben weniger als 1000 KBE Pilzkeime je Gramm Futter aufwiesen und mit diesem Ergebnis als Spitzensilagen einzustufen waren. Bei den Heuproben lagen hingegen nur 11% im Spitzensegment. Rund 32% der untersuchten Heuproben mussten aus futterhygienischer Sicht schlecht beurteilt werden. Die schlechte Futterhygiene wurde auch durch die Mikroskopie dieser Heuproben bestätigt.

Um als gute Qualität eingestuft werden zu können, sollten Heu und Grassilage nach (WIEDNER 2009) einen maximalen Wert von 10.000 KBE/g Futter aufweisen.

Tabelle 30 zeigt das Vorkommen von Hefen und Schimmelpilzen der frischen Futterproben und nach dem Haltbarkeitstest von Gärheu und Grassilage bei der Versuchsreihe in Piber.

Tabelle 30: Hefen- und Pilzgehalte von Gärheu und Silage des 1. und 2. Schnitt in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009)

Konservierungsart und TM-Gehalt	Hefen		Pilze	
	KBE/g FM			
	Frisch	HT ¹⁾	frisch	HT
1. Schnitt				
Gärheu 60% TM	< 100	190.000	< 100	< 100
Gärheu 80% TM	9.200	< 100	200	< 100
2. Schnitt				
Silage 40% TM	260.000	310.000	<1.000	<1.000
Gärheu 80% TM	750	2.900	550	4.500

¹⁾ Haltbarkeitstest

Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, dass weder die Gärheuproben mit 60 und 80% TM des ersten Schnittes noch die Silageproben (40% TM) oder Gärheuproben mit 80% TM des zweiten Schnittes einen erhöhten Schimmelpilzkeimgehalt aufweisen und somit in die Qualitätsklasse „gute Qualität“ einzustufen sind.

Hinsichtlich des Hefekeimgehaltes fällt die Silage des zweiten Schnittes mit stark erhöhter Keimzahl von 260.000 bzw. 310.000 KBE/g als „schlechte Qualität“ einzuordnen. Auch zeigt sich die Gärheuvariante mit 60% TM beim Haltbarkeitstest, also aerob, nicht stabil.

Die Heu- und Grummetballen der Versuchsreihe wurden analytisch nicht auf ihren Hefen- und Schimmelpilzgehalt untersucht. Bei der sensorischen Bewertung konnte jedoch bei allen Proben Schimmelgeruch wahrgenommen werden, was auf Luftzutritt oder Restluft z. B. durch grobstängeliges Futter, wie es beim ersten Schnitt vorlag, zurück zu führen ist.

Sowohl RICHTER (2006) also auch WIEDNER (1997, 2009) raten Heu oder Silage, welche aufgrund ihres hohen Hefen- und Schimmelpilzgehaltes eine minderwertige Qualität aufweisen, nicht mehr zu verfüttern, da dies zu gesundheitlichen Schädigungen der Tiere führen kann. Darüber hinaus führt WIEDNER (1997) an, dass die Tatsache, dass verschimmelte Futtermittel gefressen werden, nicht als Beweis für ihre Unbedenklichkeit gilt.

3.7.2. Staubentwicklung

Wie SEEDORF & HARTUNG (2002) ermittelt haben, spielt die Staubbelastung in der Nutztierhaltung eine wesentliche Rolle im Hinblick auf die Tiergesundheit. Die Belastung der Stallluft mit Staub und Keimen hängt von sehr vielen und komplexen, miteinander verknüpften Faktoren wie Tierart, Alter, Aktivität, Haltungsform, Einstreuintensität und -qualität, Futterart, -vorlage und -struktur sowie von stallspezifischen bzw. baulichen Umständen wie Lüftung und Stallklima ab. Betrachtet man die in Tabelle 31 angeführten Staubquellen wird eindeutig erkennbar, dass das Futter die Hauptquelle der Staubbelastung darstellt. Besonders Heu und Stroh spielen hier eine wesentliche Rolle und es wird ersichtlich, dass eine Reduktion der Staubbelastung nur durch Maßnahmen zur Verbesserung von Hygiene und Qualität bei Raufutter und Einstreu zu erreichen ist. Die Staubbelastung in Pferdeställen ist nach SEEDORF et. al. (2007) bezüglich der Tiergesundheit sehr kritisch zu betrachten, wobei besonders der Staubbelastung durch das Futter eine sehr hohe Bedeutung zukommt.

Tabelle 31: Staubquellen und deren Verteilung am Gesamtaufkommen (SEEDORF & HARTUNG, 2002)

Quelle	Futter	Einstreu	Tiere	Fäkalien
Größenordnung	80 – 90%	55 – 68%	2 – 12%	1 – 8%

Obwohl der Anteil der Staubpartikel im Futter eine so wesentliche Rolle für die Bewertung der Futterqualität spielt, wird er meist vernachlässigt. Dies kann in der schwierigen Bewertung seine Ursachen haben. Daher wurde bei der sensorischen Bewertung, neben der Schätzung des Rohaschegehalts, auch der Staubanteil der Futterpartien nach dem von NIESKEN und BUCHGRABER (2007) erarbeiteten Verfahren, erfasst.

Auf den ersten Blick erscheint die positive Bewertung des zweiten Schnittes hinsichtlich der Staubbelastung widersprüchlich, da bei diesen Futterproben bei der Bestimmung der Inhaltsstoffe überhöhte Rohaschegehalte festgestellt wurden. Hier ist es wichtig, wie Eingangs beschrieben, zwischen den belebten (Bakterien, Pilze, Hefen) und unbelebten (Staub) Anteilen der Bioaerosole zu unterscheiden. Während sich im Rohaschegehalt definitiv Staub messen lässt, werden bei der sensorischen Bewertung nach NIESEKEN (2007) teilweise Staub, größtenteils jedoch Pilzsporen erfasst.

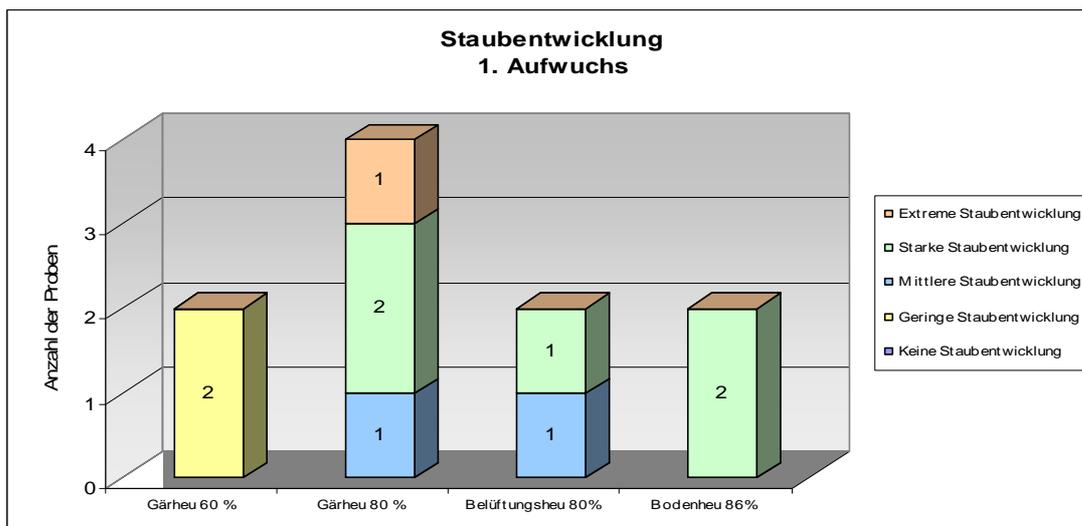
Staubentwicklung beim ersten Schnitt

Es ist anzumerken, dass die Staubentwicklung beim ersten Schnitt allgemein sehr hoch war. Keine der Proben konnte mit „keine Staubentwicklung“ beurteilt werden.

In Abbildung 34 wird die Staubentwicklung der verschiedenen Konservierungsformen einander gegenüber gestellt. Hier wird ersichtlich, dass die Variante von Gärheu mit 60% TM eindeutig die geringste Staubentwicklung aufweist, was die Vorteile dieser Konservierungsform unterstreicht. Herausragend zeigt sich die Variante des Gärheus mit 80% TM, bei welcher Schneidmesser verwendet wurden, da diese eine „extreme Staubentwicklung“ zeigt. So kann festgehalten werden, dass sich durch den Einsatz von Schneidmessern, zwar durch eine höhere Pressdichte eine bessere Verdichtung erreichen lässt (PÖLLINGER et. al., 2008), sich jedoch die Staubentwicklung drastisch erhöht. Das heißt, dass die Verwendung von Messern zwar technisch gesehen die Wirtschaftlichkeit aufgrund der höheren Ballendichte erhöht, die Futterqualität jedoch gemindert wird.

Gründe für die generell sehr hohe Staubbelastung dieses Aufwuchses liegen einerseits im bereits sehr weit fortgeschrittenen Vegetationsstadium des Pflanzenbestandes, da nach NIESKEN (2007) im Verlauf der Vegetationsperiode die Pilzbelastung bereits am Feld stark ansteigt und andererseits in der lückigen Grasnarbe, wodurch vermehrt offene, erdige Stellen im Bestand zu finden waren.

Abbildung 34: Vergleich der Staubentwicklung bei unterschiedlicher Konservierungsform beim 1. Aufwuchs in Piber 2008

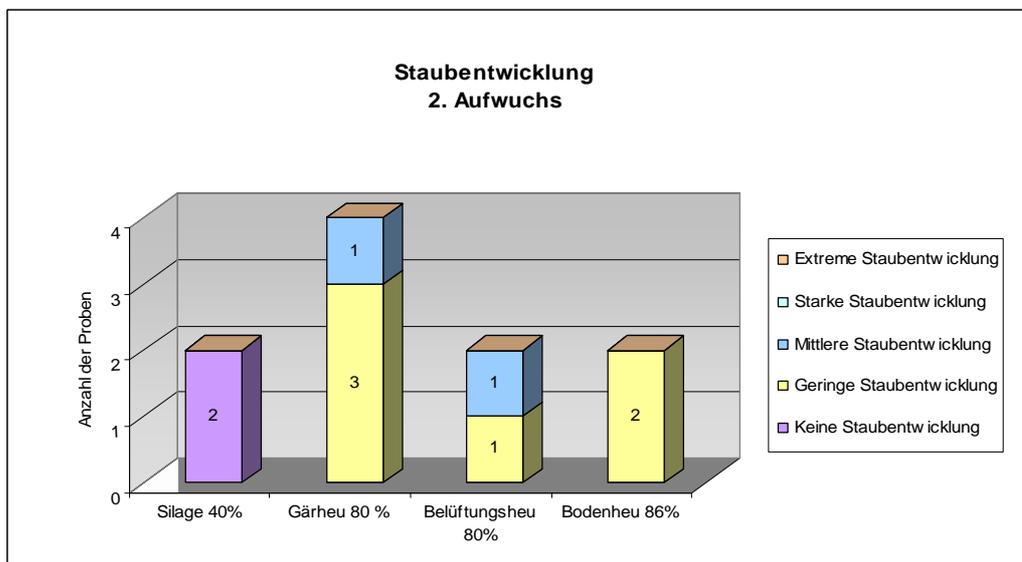


Staubentwicklung beim zweiten Schnitt

Im Vergleich zum ersten Schnitt weisen die Futterpartien des zweiten Schnittes eine geringere Staubentwicklung auf. Keine der Proben zeigte eine starke oder extreme Staubentwicklung, jedoch wurden zwei Proben mit „keine Staubentwicklung“ beurteilt. Der Großteil der Proben konnte mit „geringer Staubentwicklung“ bewertet werden (Abbildung 35).

Die Silage mit 40% TM zeigt hier eindeutig die besten Ergebnisse. Wie erwartet entwickelt sich bei einem geringen TM-Gehalt bei der Ernte keine Staubbelastung im Futter. Ein gutes Ergebnis zeigten allerdings auch das Gärheu mit 80% TM-Gehalt und beide Heuvarianten, welche durchwegs eine geringe Staubentwicklung zeigten.

Abbildung 35: Vergleich der Staubentwicklung bei unterschiedlicher Konservierungsform beim 2. Aufwuchs in Piber 2008



Die Vorteile der Gärfutterbereitung werden besonders am Beispiel der Silage deutlich, die zwar den höchsten Rohaschegehalt aufweist und auch bei der sensorischen Bewertung starke erdige Verschmutzungen zu verzeichnen hatte, bei der Beurteilung der Staubentwicklung durch den niedrigen TM-Gehalt aber keine Staubentwicklung zeigte. Diese Tatsache spricht für die Produktion von Gärfutter, da auch bei der Variante Gärheu mit 60% TM-Gehalt die geringste Staubbelastung des ersten Schnittes feststellbar war.

3.7.3. Bewertung des Bluamachanteils

Der so genannte Bluamachanteil stellt eine zusätzliche potentielle Staubquelle dar und sollte deshalb bei der Futterqualitätsbewertung nicht außer Acht gelassen werden. Bei der durchgeführten sensorischen Futterbewertung wurde der Anteil des Bluamach nach dem von KARRER (2008) erarbeiteten Verfahren erhoben.

Beim ersten Schnitt wurde der Großteil der Futterproben mit „wenig“ beurteilt. Nur bei Gärheu mit 80% TM wurde bei den einzelnen Proben jeweils eine unterschiedliche Bewertung (von „wenig“ bis „viel“) abgegeben. Wie bei der Beurteilung der Staubentwicklung wurde auch hier bei der Variante Gärheu mit 80% TM mit Schneidmessern der höchste Wert erzielt. Ein sehr homogener Bluamachanteil zeigt sich beim zweiten Schnitt. Es wurden alle Futterproben in die Kategorie „wenig“ eingestuft.

Ein hoher Anteil ist laut KARRER (2008) auf ein gutes Stängel-/Blattverhältnis zurückzuführen. Je geringer die Bröckelverluste sind bzw. je schonender die Heugewinnung durchgeführt wird, desto höher sind der Blatt- und Blütenanteil und der daraus resultierende Bluamachanteil. Dies konnte jedoch beim Versuch in Piber 2008 nicht bestätigt werden.

3.7.4. Gärqualität

Um einen optimalen Gärverlauf zu erreichen, ist es wichtig die Lebensansprüche der erwünschten Milchsäurebakterien zu begünstigen. Diese können sich bei Luftabschluss und bei Temperaturen um 20°C rasch vermehren, Milchsäure produzieren und so die erforderliche pH-Wert-Absenkung erreichen. Als Gegenspieler und Nahrungskonkurrenten können besonders Essig- und Buttersäurebildner (Clostridien) genannt werden. Buttersäurebakterien können Proteine zu Aminen und Ammoniak abbauen sowie Zucker und Milchsäure zu Buttersäure vergären, was Geruch und Geschmack und somit die Qualität der Silage wesentlich beeinträchtigt. Essigsäurebildner produzieren neben Essigsäure auch Ethanol und CO₂, setzen dabei Wärme und Energie frei und sind unter anderem für die Erwärmung im Futterstock verantwortlich. Der dadurch ansteigende Temperaturbereich ist für die Gärschädlinge ideal, für die Milchsäurebakterien jedoch ungünstig. Essigsäure ist durch stechenden, sauren Geruch erkennbar und vermindert ebenfalls die Futterqualität.

In Tabelle 32 sind Produkte, Kennzeichen und Grenzwerte der verschiedenen Mikroorganismen nochmals zusammengefasst.

Tabelle 32: Auswirkungen der Mikroorganismen in Silagen (BUCHGRABER & GINDL, 2004)

Mikroorganismen	Produkte	Kennzeichen	Grenzwerte	
Milchsäurebakterien	Milchsäurebildung z. T. auch Essigsäure	Angenehmer Geruch	Grassilage: > 100.000 je g Futter	Maissilage: > 1 Million je g Futter
Essigsäurebildner	Essigsäurebildung z. T. auch Alkohol	Stechender, saurer Geruch	Tolerierbar: Unter 3,0% in der TM	Ungünstig: Über 4,5% in der TM
Buttersäurebakterien = Clostridien	Buttersäurebildung z. T. auch Proteinabbau zu Ammoniak	Unangenehmer, stinkender Geruch	Tolerierbar: Unter 0,3% in der TM	Ungünstig: Über 1,2% in der TM

RESCH (2007) ermittelte im „Silageprojekt 2003/2005/2007“ den Einfluss von Wirtschaftsweise, Erntejahr, Aufwuchs, Futterzusammensetzung, Witterung, Schnittlänge, Schnitthöhe, Siliersystem, Verdichtung, Siliermitteleinsatz, Vakuumverpackung der Proben sowie Trockenmasse-, Rohfaser- und Rohaschegehalt auf den Milchsäure-, Essigsäure- und Buttersäuregehalt von Futterproben. Die Ergebnisse zeigen, dass der Milchsäuregehalt der Futterproben, mit Ausnahme der Wirtschaftsweise, des Aufwuchses, der Witterung, der Schnittlänge und der Verpackung der Proben, von den im Modell berücksichtigten Faktoren signifikant beeinflusst wird. Der Essigsäuregehalt der Futterproben wurde, mit Ausnahme des Aufwuchses, der Witterung, der Schnitthöhe, der Verdichtung, der Verpackung der Proben sowie des Rohfaser- und Rohaschegehaltes, von den im Modell berücksichtigten Faktoren signifikant beeinflusst. Auch der Buttersäuregehalt der Futterproben wurde, mit Ausnahme des Erntejahres, der Witterung und der Schnitthöhe, von den im Modell berücksichtigten Faktoren signifikant beeinflusst.

Eine derartige Analyse konnte in der vorliegenden Versuchsreihe aufgrund der geringen Anzahl der Proben und wie im Folgenden aufgezeigt wird, aufgrund der geringen Säuregehalte der untersuchten Futterproben nicht durchgeführt werden.

Tabelle 33 zeigt die Gärqualität der Siliersysteme Fahr- und Hochsilo und Rundballensilagen, wobei die Werte für Rundballensilagen als Vergleichswerte interessant sind.

Tabelle 33: Gärqualität in Abhängigkeit des Siliersystems (RESCH, 2007)

Jahr	Wirtschafts- weise	Anzahl	TM g/kg FM	pH	MS g/kg TM	ES g/kg TM	BS g/kg TM	Gesamtsäure g/kg TM	NH ₃ von Gesamt-N in %
2003	Fahrsilo	492	378,0	4,6	36,2	10,5	12,4	59,1	9,6
	Hochsilo	51	358,4	4,6	40,5	11,4	14,6	66,5	8,5
	Rundballen	213	422,2	4,5	32,2	8,7	8,4	49,3	7,6
	Gesamt	756	389,1	4,6	35,7	10,2	11,8	57,8	9,2
2005	Fahrsilo	370	366,9	4,5	38,6	10,8	12,2	61,6	9,8
	Silohaufen	21	364,3	4,3	53,5	15,8	16,1	85,4	12,5
	Hochsilo	24	390,6	4,4	49,1	16,9	8,9	74,8	9,8
	Rundballen	189	418,6	4,6	40,1	9,4	7,2	56,7	9,2
	Gesamt	604	383,9	4,5	39,5	10,6	10,9	61,0	9,7
2007	Fahrsilo	420	379,8	4,4	48,3	11,1	11,4	70,8	7,5
	Silohaufen	28	356,7	4,4	44,8	9,5	16,0	70,3	8,4
	Hochsilo	33	388,8	4,4	47,4	10,8	9,3	67,5	7,3
	Rundballen	215	392,0	4,4	57,3	11,0	8,7	77,0	7,5
	Gesamt	696	383,1	4,4	50,8	11,0	10,7	72,5	7,5
Gesamt	Fahrsilo	1282	375,4	4,5	41,3	10,8	12,0	64,0	8,9
	Silohaufen	49	360,0	4,4	46,0	10,3	16,0	72,3	8,9
	Hochsilo	108	374,8	4,5	44,4	12,0	11,8	68,1	8,2
	Rundballen	617	410,6	4,4	46,6	10,0	8,2	64,8	8,0
	Gesamt	2056	385,6	4,5	42,8	10,6	11,1	64,6	8,6

Gärqualität des ersten Schnittes

In Tabelle 34 sind die Ergebnisse der Gärqualitätsbeurteilung aufgelistet. Ein deutlicher Unterschied kann im Gehalt an Gärsäuren zwischen den beiden TM-Stufen 60 und 80% bei Gärheu festgestellt werden. Ein geringer Anteil mit 4,7g Milchsäure konnte im Futter nachgewiesen werden, dass mit rund 60% TM-Gehalt geerntet wurde. Während bei der sehr trockenen 80% TM-Stufe bei fast allen Varianten nur mehr ein geringer Anteil an Essigsäure nachgewiesen wurde, konnte im mit fünfundzwanzig Messern geschnittenen Futter mit 0,5 g/kg FM noch ein sehr geringer Anteil an Milchsäure festgestellt werden. Der pH-Wert war bei allen Varianten erwartungsgemäß hoch (PÖLLINGER, 2009).

Tabelle 34: Gärqualität von Gärheu des 1. Aufwuchs in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009)

	TM	MS	ES	BS	pH-Wert
	g / kg FM				
Gärheu 60% TM	629	4,7	3,5	0,8	5,7
Gärheu 80% TM	806	n.n.	1,7	n.n.	5,7
Gärheu 80% TM locker gepresst	820	n.n.	2,8	n.n.	5,8
Gärheu 80% TM mit 25 Messer	818	0,5	2,7	n.n.	5,7

Gärqualität des zweiten Schnittes

Die Ergebnisse der Gärqualitätsbeurteilung des zweiten Schnittes zeigt Tabelle 35. Die Silage mit 40% TM-Gehalt weist einen erhöhten Buttersäuregehalt auf. Dieser war, neben leichtem Ammoniakgeruch, auch bei der sensorischen Bewertung des Futters wahrnehmbar.

Wie auch beim ersten Schnitt war ein geringer Essigsäuregehalt von 1,8 bis 2,2 g/kg TM bei allen Varianten des Gärheus mit 80% TM nachweisbar. Milch- und Buttersäuregehalte konnten bei keiner der Gärheuvarianten gemessen werden. Der pH-Wert zeigte sich auch beim zweiten Schnitt hoch (PÖLLINGER, 2009).

Tabelle 35: Gärqualität von Silage und Gärheu des 2. Aufwuchs in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009)

	TM	MS	ES	BS	pH-Wert
	g / kg FM				
Silage 40% TM	447	12,6	3,6	8,4	5,4
Gärheu 80% TM	828	n.n.	2,2	n.n.	6,1
Gärheu 80% TM locker gepresst	802	n.n.	1,8	n.n.	6,0
Gärheu 80% TM mit 25 Messer	775	n.n.	2,0	n.n.	6,1

3.8. Sensorische Futterbewertung und Futterwertzahl

Für eine optimale Rationsgestaltung und bedarfsgerechte Fütterung sind das Wissen über die Futterinhaltsstoffe, sowie die Einschätzung der Futterqualität der Grundfuttermittel unerlässlich.

Mit den Sinnen können die botanische Zusammensetzung (wertvolle Arten, Gemeine Risppe, Unkräuter, Giftpflanzen), das Entwicklungsstadium der Futterpflanzen, Trockenmassegehalt, Futterstruktur und -konsistenz, Farbe, Verschmutzung, Staub, Geruch (Gärsäuren, Ammoniak, Amide usw.) und der mikrobielle Zustand (visuelle und geruchsmäßige Erfassung von Hefen und Schimmelpilzen) vor Ort bewertet werden.

Durch die sensorische Futterbewertung, die Einteilung in Güteklassen, die Zuordnung von Qualitätspunkten und deren Multiplizierung mit dem Qualitätsfaktor zur Futterwertzahl, werden bei dieser Methode die Futtergehaltsstoffe (aus den Laboranalysen) und die Bewertung der Futterqualität und -hygiene (aus der sensorischen Beurteilung) zusammengefasst und ermöglichen so eine ganzheitliche und umfassende Aussage über die Qualität der Futterproben.

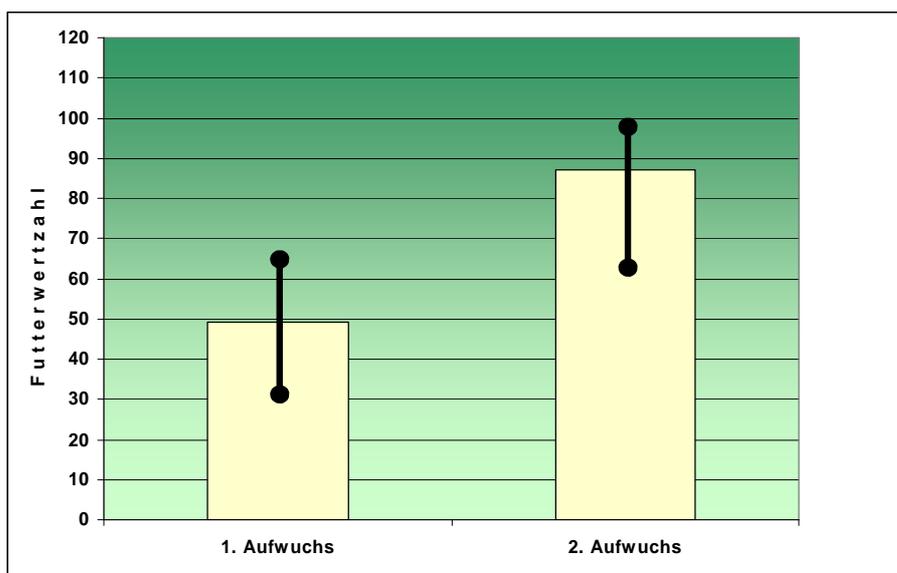
Bei der, am 30. Oktober 2008 in Piber abgehaltenen, sensorischen Futterbeurteilung wurden neben der Punktebewertung nach der ÖAG Sinnenprüfung für Heu und Silage auch eine Schätzung der Inhaltsstoffe und des Energiegehalts, sowie eine Bestimmung des Artengruppenverhältnisses, des Stängel-/Blatt-Verhältnisses, des Vegetationsstadiums, der Staubentwicklung und des Blumanteils vorgenommen. Im folgenden Kapitel werden die Bewertung nach dem ÖAG Schlüssel, die Ermittlung der Futterwertzahlen und ein Vergleich der Ergebnisse der Laboranalysen und der im Rahmen der sensorischen Bewertung geschätzten Inhaltsstoffe erläutert. Alle anderen Punkte wurden bereits in vorangegangenen Kapiteln behandelt.

3.8.1. Sensorische Beurteilung nach ÖAG Sinnenprüfung für Heu und Silage und Ermittlung der Futterwertzahlen

Um bei der Beurteilung nach dem ÖAG Schlüssel für die Sinnenbewertung von Heu und Silage eine hohe Punktezahl zu erreichen, muss das Futter einen angenehmen und aromatischen Geruch aufweisen. Muffiger, fauliger, brandiger oder stechender Geruch weisen auf Konservierungsfehler hin, mindern die Futterqualität und sind daher schlechter zu bewerten. Die Farbe von qualitativ hochwertigem Futter soll weitgehend dem Ausgangsmaterial entsprechen, wobei hier vor allem braune bis schwarze Farbe Verderb aufzeigen. Für eine sehr gute Beurteilung des Gefüges sollen die Blattanteile während des Ernteverfahrens erhalten geblieben und in Heu bzw. Silage wieder zu finden sein. Sind im Futter größtenteils verholzte Stängel vorhanden, ist dieser Verlust an wertvollen Nährstoffen negativ zu beurteilen. Bei der Heubewertung wird noch das Vorhandensein von Verunreinigungen erfasst. Nach Summierung der erhaltenen Punkte wird unter Einbeziehung des Energiegehaltes die Futterwertzahl (FWZ) errechnet.

Am 30. Oktober 2008 wurden von jedem Schnitt zehn Ballen zur Probenentnahme herangezogen. Die Proben wurden von der Bewertungsgruppe einzeln beurteilt und anschließend die Futterwertzahlen ermittelt.

Abbildung 36: Mittelwerte der Futterwertzahlen mit zugehörigem Minimum und Maximumwerten beim 1. und 2. Aufwuchs in Piber 2008 (HOLZER, 2009)



Betrachtet man die, in Abbildung 36 dargestellten, Mittelwerte der errechneten Futterwertzahlen so wird ersichtlich, dass die Futterqualitäten des zweiten Schnittes mit einem Mittelwert der FWZ von 87 weit über jenen des ersten Schnittes mit einem Mittelwert der FWZ von 49 liegen. Die Werte unterliegen natürlich Schwankungen, welche im Folgenden verglichen und diskutiert werden.

Beurteilung des ersten Schnittes

In Tabelle 36 sind die Ergebnisse der sensorischen Futterbewertung des ersten Schnittes ersichtlich. Von 20 möglichen Punkten konnten bei diesem Aufwuchs höchstens 13 Punkte erreicht werden, was der Güteklasse „Befriedigend“ entspricht.

Tabelle 36: Ergebnisse der sensorischen Futterbewertung der Proben des 1. Schnittes am 30. Oktober 2008 in Piber

	Heubewertung					Güteklasse	FWZ
	Geruch	Farbe	Gefüge	Verunreinigung	Summe		
Maximum	5	5	7	3	20	Sehr gut	100
Gärheu 60%	3	2	3	2	10	Befriedigend	56
	4	3	4	2	13	Befriedigend	67
Gärheu 80%	3	1	2	1	7	Mäßig	30
	1	1	2	1	5	Mäßig	30
	3	1	1	0	5	Mäßig	30
	3	1	3	2	9	Mäßig	46
Belüftungsheu 80%	2	4	3	2	11	Befriedigend	56
	3	4	4	2	13	Befriedigend	67
Bodenheu 86%	2	3	3	2	10	Befriedigend	56
	3	3	3	2	11	Befriedigend	56

Die beiden Proben von Gärheu mit 60% TM-Gehalt zeigen sich bei Geruch, Gefüge, Farbe und Verunreinigungen durchschnittlich. Durch einen relativ hohen Anteil von Gemeiner Rispe weisen die Proben einen leicht muffigen Geruch auf, was die Futterqualität negativ beeinflusst und die Futtermittelaufnahme durch die Tiere verringern kann. Auch im Gefüge sind Mängel wie Steifheit im Griff und das Fehlen wertvoller Blattanteile zu verzeichnen.

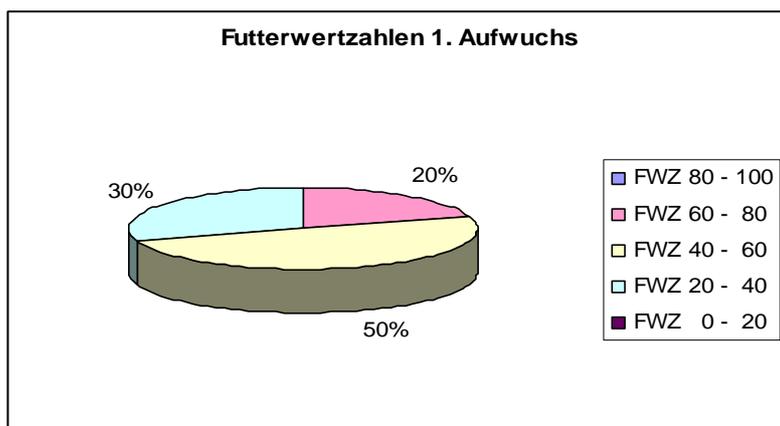
Die Farbe entspricht nicht den Anforderungen an qualitativ hochwertiges Grundfutter, da das Futter ausgebleicht und etliche braune Verfärbungen erkennbar waren. Das ergibt eine Einstufung in die Güteklasse „Befriedigend“. Bei einem geschätzten Energiegehalt von 9,00 und 9,18 MJ DE/kg TM ergibt dies Futterwertzahlen von 56 und 67.

Die Gesamtbeurteilung von Gärheu mit 80% TM-Gehalt ergibt nur eine „mäßige“ Qualität, wobei sich die geringere Qualität dieser Variante auch in den bereits behandelten Analyseergebnissen wider gespiegelt hat. Während das Gefüge noch mittelmäßig bewertet wurde, wurden für Farbe, Gefüge und Verunreinigungen starke Punkteabzüge getätigt. Das Futter zeigt sich fad im Geruch und bei einem Teil der Proben sind Fehlgerüche wie Schimmelgeruch feststellbar. Besonders hervorzuheben ist nochmals die Belastung durch Staub und Feinteile, welche bei einer Probe sogar als „extreme Staubbelastung“ eingestuft wurden. Die Verfütterung von Futter mit derartiger Staubbelastung kann sofortigen Husten verursachen (NIESKEN, 2007) und sollte unterlassen werden. Es ist anzumerken, dass bei dieser Probe bei der Ernte Schneidmesser verwendet wurden. Nach PÖLLINGER et. al. (2008) kann durch den Einsatz von Schneidmessern die mittlere Ballendichte um 15% erhöht werden, was im Fall des produzierten Gärheus jedoch eine Verdoppelung der Bröckelverluste (HOLZER, 2009) und eine Verminderung der Futterqualität zur Folge hat und daher für die Produktion von Gärheu für Pferde nicht zu empfehlen ist. Einheitlich, aber ebenfalls hinter den anderen Varianten zurückgeblieben, zeigt sich der Energiegehalt mit 8,82 MJ DE/kg TM und die FWZ des Futters dieser Konservierungsform lagen zwischen 30 und 46.

Die Bewertung der Heuproben ergibt ein ähnliches Bild wie bei Gärheu mit 60% TM-Gehalt und ebenfalls eine Bewertung mit „Befriedigend“. Der durchschnittliche Energiegehalt liegt bei 9,10 MJ DE/kg TM und die Futterwertzahlen zwischen 56 und 67.

In Abbildung 37 werden die errechneten Futterwertzahlen (FWZ) des ersten Schnittes dargestellt und somit nochmals veranschaulicht, dass der Großteil der Futterpartien mit Futterwertzahlen zwischen 40 und 80 laut ERASIMUS et al. (2007) für Pferde mit geringer Arbeitsbelastung oder Robustrassen geeignet ist und eine Verfütterung an Hochleistungsperde nur in Kombination mit hochwertigen Futterpartien empfehlenswert ist.

Abbildung 37: Errechnete Futterwertzahlen des 1. Aufwuchs in Piber 2008



Beurteilung des zweiten Schnittes

Auch die sensorische Futterbewertung des zweiten Schnittes zeigt, dass diese Futterpartien eine deutlich höhere Qualität als beim ersten Schnitt aufweisen. Durch das fast vollständige Vorhandensein wertvoller Blattanteile erreichten alle Proben bei Gefüge die maximale Punkteanzahl (Tabelle 37).

Tabelle 37: Ergebnisse der sensorischen Futterbewertung der Proben des 2. Schnittes am 30. Oktober 2008 in Piber

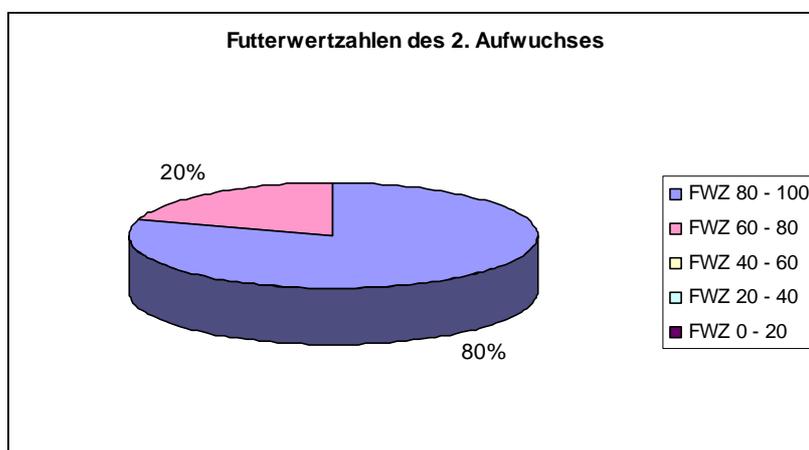
	Silage-/Heubewertung					Güteklasse	FWZ
	Geruch	Farbe	Gefüge	Verunreinigungen	Summe		
Maximum Silage	14	2	4	0	20	Sehr gut	100
Silage 40%	5	1	4	0	10	Befriedigend	62
	5	1	4	0	10	Befriedigend	62
Maximum Heu	5	5	7	3	20	Sehr gut	100
Gärheu 80%	3	4	7	2	16	Gut	101
	4	4	7	2	17	Gut	101
	3	4	7	2	16	Gut	101
	4	4	7	2	17	Gut	101
Belüftungsheu 80%	3	4	7	2	16	Gut	97
	3	4	7	2	16	Gut	97
Bodenheu 86%	2	3	7	2	14	Befriedigend	83
	2	3	7	2	14	Befriedigend	80

Bei der Silage mit 40% TM-Gehalt werden Fehlgerüche (Buttersäure und Ammoniak) und starke erdige Verschmutzungen festgestellt. Dies schlägt sich gravierend in der Bewertung nieder und führt nur zum Ergebnis „Befriedigend“. Die Farbe zeigt leichte Mängel, jedoch beim Gefüge zeigen sich die Proben, wie alle anderen mit fast vollständig erhalten und daher hohen Blattanteil, hervorragend. Aufgrund des hohen Energiegehalts von 9,36 MJ DE/kg TM erreichen diese Proben trotz der starken hygienischen Mängel eine FWZ von 62. Dies verdeutlicht wie wichtig, neben der Ermittlung von Energiehalt und Inhaltsstoffen, die sensorische Bewertung des Futters für eine optimale Bestimmung der Futterqualität ist.

Das Bodenheu mit 86% TM-Gehalt liegt hinter den Ballen des Belüftungsheus zurück, da sie durch Mängel in Geruch und Farbe (leichter Schimmelgeruch und braune Blätter) mit „Befriedigend“ bewertet werden. Der geschätzte Energiegehalt liegt bei 10,08 und 9,9 MJ DE/kg TM und die Berechnung der FWZ ergibt 83 und 80. Die Proben von Gärheu und Belüftungsheu mit 80% TM-Gehalt präsentieren sich sehr ähnlich. Sie werden mit sehr gutem Gefüge, guter Farbe und durchschnittlichem Geruch bewertet, da bei Gärheu leichter Schimmel- oder Röstgeruch erkennbar ist. Die Proben können in die Güteklasse „Gut“ eingestuft werden. Gärheu erreicht mit einem Energiegehalt von 10,44 MJ DE/kg TM eine FWZ von 101 und das Belüftungsheu bei einem Energiegehalt von 10,26 MJ DE/kg TM eine FWZ von 97.

Durch den hohen Energiegehalt der Proben von Gärheu- und Belüftungsheu können FWZ um 100 erzielt werden (Abbildung 38). Dieses Futter ist laut ERASIMUS et al. (2007) durchaus geeignet an Spitzenpferde in Sport und Zucht, sowie an trächtige Stuten und Jungpferde verfüttert zu werden.

Abbildung 38: Errechnete Futterwertzahlen des 2. Aufwuchs in Piber 2008



Die hervorragenden Qualitäten des Gärheus des zweiten Schnittes zeigen, dass es durchaus machbar ist Gärfutter herzustellen, welches aus hygienischer Sicht und hinsichtlich des Energiegehaltes für Hochleistungspferde in Sport und Zucht geeignet ist. Besonders die schonende Arbeitsweise bei der Ernte des Futters kam hier zu tragen, was durch das Stängel-/Blatt-Verhältnis von 20:80 und den fast vollständig erhaltenen Blattanteilen im fertigen Futter und damit der Höchstpunkteanzahl beim Gefüge zu verzeichnen war. Nach HOLZER (2009) waren die hohen Bröckelverluste durch die zusätzlich erforderlichen Arbeitsgänge verursacht worden.

So kann sorgsam und professionell hergestelltes Gärheu durchaus als alternative Raufutterquelle für Pferde herangezogen werden, wobei eine geringere Staubbelastung und höhere Nährstoffgehalte für das Gärheu sprechen.

Anzumerken ist, dass um die Futterwertzahlen von Gärheu aussagekräftiger zu machen, ein eigenes Berechnungssystem für Gärheu entwickelt werden müsste. Die hohen FWZ kamen auch dadurch zustande, dass das verwendete Bewertungssystem auf Heu ausgerichtet ist und in der Regressionsgleichung zur Berechnung der Qualitätspunkte zur Erreichung der vollen Punkteanzahl ein maximaler Energiegehalt von 9,9 MJ DE angenommen wurde. Wie sich jedoch im Laufe der durchgeführten Versuchen zeigte, können bei der Produktion von Gärheu deutlich höhere Energiegehalte erzielt werden und dies erklärt auch die überdurchschnittlich hohen Futterwertzahlen (über 100) dieser Konservierungsform.

3.8.2. Vergleich der Ergebnisse der sensorischen und der analytischen Beurteilung der Inhaltsstoffe

Werden vom Land- oder Pferdewirt Futterproben zur Futtermittelanalyse in ein Futtermittellabor gegeben, so liefern die durchgeführten Analysen, die zum Teil auch im Rahmen der vorliegenden Versuchsreihe angewendet wurden, genaue Angaben über die Gehaltswerte der Nährstoffe und den Energiegehalt. Anhand dieser Werte kann vom Landwirt eine optimale Rationsgestaltung vorgenommen werden, was in jeder Hinsicht positiv zu bewerten und zu befürworten ist. Die Nachteile derartiger Futtermittelanalysen stellen jedoch der nicht außer Acht zu lassende Kostenfaktor und die bis zum Vorliegen der Ergebnisse verstreichende Zeit dar. Hier bietet eine sensorische Futterbeurteilung eine sehr attraktive Alternative.

Sie kann vom Landwirt jederzeit und vor Ort selbst durchgeführt werden und es fallen keine Kosten an. Als Unterstützung können „Futterwerttabellen für das Grünfütter im Alpenraum“ nach RESCH et. al. (2006) oder DLG-Futterwerttabellen verwendet werden. Eine sensorische Beurteilung bietet auch die Möglichkeit Pflanzenbestand, Vegetationsstadium, Artengruppenverhältnis und Stängel-/Blatt-Verhältnis zu bestimmen. Anhand dieser Einflussfaktoren können mit etwas Erfahrung die Gehaltswerte und die Energie des vorliegenden Futters geschätzt werden. Darüber hinaus kann durch eine Bewertung der Staubentwicklung und des Bluamachanteils die Futterhygiene miteinbezogen und so die ÖAG Sinnenprüfung optimal ergänzt werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der sensorischen und analytischen Bestimmung der Inhaltsstoffe und der Energie verglichen, um die Zuverlässigkeit der sensorischen Bewertung zu überprüfen.

Vergleicht man die in Tabelle 38 für den ersten Schnitt und Tabelle 39 für den zweiten Schnitt aufgelisteten Werte, so zeigt sich, dass die Proben bei der sensorischen Futterbewertung zum Großteil besser d.h. mit höheren Werten beurteilt wurden. Die Unterschiede bzw. Tendenzen innerhalb der einzelnen Konservierungsvarianten wurden jedoch in den meisten Fällen bei der sensorischen Bewertung richtig eingeschätzt.

Tabelle 38: Vergleich von analytischer und sensorischer Bestimmung der Inhaltsstoffe beim 1. Schnitt in Piber 2008

Varianten	Verfahren	Rohfaser	Rohprotein	Rohfett	Rohasche	Energie
		in g / kg TM				in MJ DE
Gärheu 60% TM	A	317	83	22,1	86	9,63
	S	320	105	24,5	103	9,10
Gärheu 80% TM	A	329	74	19,9	91	9,14
	S	340	95	22	103	8,82
Belüftungsheu 80% TM	A	312	76	16,7	82	9,63
	S	325	103	24	105	9,10
Bodenheu 86% TM	A	324	74	18,9	85	9,36
	S	330	100	24	100	9,00

A = Analytische Verfahren, S = Sensorische Bewertung

Tabelle 39: Vergleich von analytischer und sensorischer Bestimmung der Inhaltsstoffe beim 2. Schnitt in Piber 2008

Varianten	Verfahren	Rohfaser	Rohprotein	Rohfett	Rohasche	Energie
		in g / kg TM				
Silage 40% TM	A	293	124	31,5	150	9,18
	S	230	125	25	150	9,36
Gärheu 80% TM	A	288	117	26,2	128	9,54
	S	230	125	28	113	10,44
Belüftungsheu 80% TM	A	292	116	23,8	125	9,54
	S	230	120	26	113	10,44
Bodenheu 86% TM	A	307	116	26,7	127	9,18
	S	230	120	26	113	10

A = Analytische Verfahren, S = Sensorische Bewertung

Die Zuhilfenahme der „Futterwerttabellen für das Grundfutter in Alpenraum“ nach RESCH et. al. (2006) hätte eine etwas genauere Übereinstimmung bringen können, da die dort angegebenen Werte näher an den analytisch ermittelten Werten liegen. Es ist jedoch anzumerken, dass sich die genannten Futterwerttabellen auf Rinder beziehen und für Pferde nicht vorbehaltlos übernommen werden können. DLG-Futterwerttabellen für Pferde sind durchaus vorhanden, diese gehen allerdings von völlig anderen Pflanzenbeständen aus, als sie bei uns im Alpenraum vorliegen und können ebenfalls keine wirklich zuverlässigen Angaben bieten. Eine Entwicklung von eigenen Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum für Pferde könnte hier Abhilfe schaffen.

Um sich ein wirklich umfassendes Bild über die vorliegende Futterqualität machen zu können, ist, wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, eine Kombination der beiden Bewertungsverfahren die ideale Vorgangsweise. Durch die sensorische Futterbeurteilung kann durch die Bestimmung der Futterhygiene und der ungefähren Einschätzung der Gehaltswerte eine wertvolle Vorselektion der Futterpartien vor Ort getroffen werden und jene Partien die für Hochleistungstiere gedacht sind, können durch eine Futtermittelanalyse genauer bestimmt werden, um deren tatsächlichen Futterwert zu erfahren. Dadurch werden auf jeden Fall Kosten eingespart, da Futterpartien, welche bei der sensorischen Bewertung bereits hygienische Mängel aufweisen, erst gar nicht ins Futtermittellabor geschickt werden müssen. Die Brauchbarkeit und Eignung der sensorischen Futterbewertung wurde von BUCHGRABER und RESCH in zahlreichen Untersuchungen unter Beweis gestellt und eine Anwendung dieser Bewertungsmethode ist in jedem Fall vor der Verfütterung jedes Grundfutters zu empfehlen.

4. Ausblick

Futtermittel von schlechter Qualität führen zu Beeinträchtigungen der Gesundheit und des Wohlbefindens von Tieren und damit verbunden auch zu Leistungseinbußen, unabhängig von der Art der betroffenen Tiere. Viele Landwirte, speziell jene, deren Tiere Hochleistungen erzielen, haben diesen Zusammenhang bereits erkannt und darauf reagiert. Während bei Nutztieren Leistungseinbußen sehr schnell in sinkenden Milch- und Mastleistungen sichtbar werden und ein Handeln erfordern, wird eine derartige Beeinträchtigung bei Pferden nicht in solch einer Deutlichkeit sichtbar und deshalb oft übersehen.

In verschiedensten Untersuchungen wurde eine gesundheitliche Beeinträchtigung in Zusammenhang mit qualitativ schlechtem Futter von Sportpferden jedoch bereits nachgewiesen. So konnte z.B. NIESKEN (2007) ermitteln, dass 50% der Rennpferde durch Lungenkrankheiten im Sport ausfallen. Auch THAYSEN, RICHTER und BUCHGRABER weisen auf die Notwendigkeit von qualitativ und hygienisch hochwertigem Raufutter für Pferde hin.

Aufgrund der hohen Anforderungen an Pferdefutter wird immer mehr deutlich, dass Tabellen der ÖAG zur Sinnesprobe in einigen Bereichen erweitert werden müssen, um den wahren hygienischen Status herauszuarbeiten. Speziell bei Pferden ist ein optimaler hygienischer Zustand des Futters unverzichtbar. Staubiges und verpilztes Futter kombiniert mit Mängeln in der Haltung und individueller Sensibilität führen zu schweren gesundheitlichen Schäden, besonders der Atemorgane.

Um optimales Grundfutter speziell für Pferde herstellen zu können, wurde in Piber 2008 eine Versuchsreihe durchgeführt, wobei die Raufutterbearbeitung und Konservierung gesteuert und überwacht wurde. Ziel war es, durch eine sorgsame Arbeitsweise und eine Einstellung der Erntegeräte entsprechend den Verhältnissen die optimale Vorgehensweise zur Raufutterbereitung zu ermitteln. Die technischen Einstellungen, wie der Pressdruck, das Presssystem oder der Einsatz von Schneidmessern waren in den einzelnen Varianten unterschiedlich. Es wurden die entstandenen Bröckelverluste bei der Ernte ermittelt, eine Sensorikbewertung des Erntegutes und verschiedene Analysen im Labor durchgeführt um die Auswirkungen der unterschiedlichen Varianten bei der Ernte aufzuzeigen.

Bei der Beurteilung der Futterqualität des hergestellten Raufutters wurden nicht nur Nährstoffwerte ermittelt, sondern auch die hygienische Beschaffenheit des Futters bewertet. Dazu wurde zum Einen die erweiterte sensorische Analyse auf Staubbildung und zum Anderen die Ermittlung des Blumachanteils herangezogen, um die potentielle Staubbelastung festzustellen.

Betrachtet man die Futterwertzahlen beim ersten Schnitt, erreichte das Gärheu mit 60% TM und das Belüftungsheu mit 80% TM gute Qualitäten (FWZ 56 bis 66), das Bodenheu mit 86% TM mittlere Qualitäten (FWZ 56) und das Gärheu mit 80% TM schwache Qualitäten (FWZ 30). Letzteres wies vor allem in den Futterqualitätsmerkmalen, wie Gefüge, Farbe und Hygiene erhebliche Mängel auf. Aufgrund der schlechten hygienischen Qualitäten ist in so einem Fall von einer Verfütterung, auch an Freizeitpferde, abzuraten. Letztendlich waren also nur das Gärheu mit 60% TM für den Hochleistungsbereich akzeptabel, da dieses nur geringen bis gar keinen Staub- und Schimmelbesatz aufwies.

Beim zweiten Schnitt hingegen wurden allgemein sehr gute Qualitäten erzielt. Die Silage erreichte eine FWZ von 79, was nach den verwendeten Tabellen eine sehr gute Qualität bedeutet, jedoch mussten hier erhebliche Verunreinigungen durch Erde festgestellt werden. Hier wäre eventuell eine höhere Geräteeinstellung bereits bei der Mahd zu wählen. Positiv überraschte allerdings das überdurchschnittlich gute Abschneiden des Gärheus mit 80% TM. Dieses erreichte FWZ um die 100, wies keinerlei Schimmel und nur geringen Staubesatz auf. Im Gegensatz dazu erzielten das Heu (80 und 86% TM) zwar auch sehr hohe FWZ, jedoch wurden hier ein leichter Schimmelgeruch und viele braune Blätter festgestellt. Alle Proben des zweiten Schnittes hatten sehr gute Qualitätsfaktoren und hohe Energiegehalte. Ganz besonders auffallend waren die Gärheuproben mit 80% TM-Gehalt mit einem Energiegehalt von 10,44 MJ DE.

Diesem Ergebnis nach wird die Aussage bestätigt, dass das Gärheu die edelste Form der Gärfutterproduktion darstellt. Das Gärheu verbindet hier wunderbar die Vorzüge der Silage und des Heus, indem sie keinen Schimmel und so gut wie keinen Staub aufweist, aber trotzdem die erforderliche Struktur und den erhöhten Nährstoffgehalt mitbringt.

Aus diesen Gründen sollte der Gebrauch von Gärfutter in der Pferdefütterung in Zukunft in Erwägung gezogen werden. Gärfutter, welches auf Basis von Fachwissen hergestellt wird, ist nicht nur nährstoff- und energiereicher, es hat vor allem den Vorteil der annähernden Schimmel- und Staubfreiheit. Dass hochwertige Qualitäten in der Praxis zu erreichen sind, bewiesen die Ergebnisse des durchgeführten Versuchs in Piber 2008. Hochwertige Futterpartien sind auch im Geruch angenehm säuerlich bis brotartig und werden von Pferden gut akzeptiert.

Neben der geringen Staubbelastung stellt auch der hohe Energiegehalt von Gärheu ein nicht unwesentliches Potential zur Reduzierung des Kraftfutters dar. Durch gezielten Einsatz in der Rationsgestaltung z.B. durch Kombination von verschiedenen Konservierungsarten können so Sport- als auch Freizeitpferde bedarfsgerecht gefüttert werden. Es sollten also keine vorschnellen Urteile hinsichtlich Gärfutter in der Pferdefütterung, aufgrund früherer schlechter Erfahrungen, gezogen werden, da es durchaus möglich ist qualitativ hochwertiges Gärfutter zu produzieren.

5. Zusammenfassung

Vergleich der Futterqualitäten bei Grassilage, Gärheu und Heu für die Pferdefütterung

Die dieser Arbeit zugrundeliegende Versuchsreihe wurde vom LFZ Raumberg – Gumpenstein auf den Flächen des Lipizzaner-Bundesgestüts in Piber durchgeführt, um Silage, Gärheu und Heu in unterschiedlichen Varianten herstellen und hinsichtlich verschiedenster Qualitäts- und Hygieneparameter vergleichen zu können. Für den ersten Schnitt Ende Mai 2008 stand eine Dauerwiese der „Lindenacker“ und für den zweiten Schnitt Ende August 2008 der „Zeltenacker“, eine Wechselwiese, zur Verfügung. Vor Beginn der jeweiligen Ernte wurden auf den Flächen der Pflanzenbestand und das Ertragspotential erfasst. Bei der Ernte wurden mehrere TM-Stufen (40, 60, 80 und 86% TM) mit unterschiedlichen Presssystemen und Pressdichten, sowie Varianten mit Schneidmessern und unterschiedlichen Konservierungsverfahren, produziert. Vom Ausgangsmaterial und von den fertigen Silage-, Gärheu- und Heuballen wurden Proben gezogen, um die Futterqualität durch Weender-Analyse, Gärqualitätsbestimmung und sensorische Beurteilung zu ermitteln. Weiters wurden das Artengruppenverhältnis, das Stängel-/Blattverhältnis und die Bröckelverluste erhoben.

Die Futterqualität des ersten Schnittes zeigte sich bei allen Varianten und in allen untersuchten Bereichen auf einem niedrigen Niveau, während beim zweiten Aufwuchs durchaus sehr gute Qualitäten erzeugt werden konnten.

Die Pflanzenbestände der beiden Versuchsflächen erwiesen sich hinsichtlich des Artengruppenverhältnisses als sehr einseitig. Während am Lindenacker noch 8% Leguminosen und 10% Kräuter zu finden waren, bestand die Pflanzengesellschaft am Zeltenacker zu 97% aus Gräsern und nur 3% Kräutern. Im Laufe der Konservierung gingen jedoch auch diese geringen Kräuter- und Leguminosenanteile verloren, nur Gärheu mit 60% TM-Gehalt zeigte noch dem Ausgangsbestand entsprechende Werte in den Futterproben.

Das Stängel-/Blatt-Verhältnis von 67:33 beim stängelbetonten ersten Schnitt veränderte sich gravierend zu 20:80 beim blattbetonten zweiten Schnitt, was sich auch in den Rohfaser- und Rohproteingehalten und der Futterqualität bemerkbar machte.

Bei den Bröckelverlusten wurden bei Gärheu mit 80% TM-Gehalt, sowohl beim ersten Schnitt mit 21%, als auch beim zweiten Schnitt mit 24% die höchsten Werte gemessen. Sowohl die Silage, als auch das Gärheu mit 60% TM-Gehalt lagen mit 12 und 17% deutlich darunter.

Die Ermittlung der Inhaltsstoffe durch die Weender-Analyse ergab beim ersten Schnitt hohe Rohfasergehalte von 312 bis 329 g/kg TM und niedrige Rohproteinwerte von 74 bis 83 g/kg TM. Dies war bei derart überständigem Futter zu erwarten und spiegelt die in der Praxis vorherrschenden Gegebenheiten und Probleme wider. Die Rohasche- und Rohfettgehalte lagen im Normbereich. Die Energiegehalte lagen zwischen 9,14 und 9,63 MJ DE/kg TM. Zwischen den einzelnen Varianten konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Beim zweiten Schnitt waren, bedingt durch den früheren Schnittzeitpunkt, die Rohfasergehalte mit 288 bis 307 g/kg TM niedriger und die Rohproteingehalte mit 116 bis 124 g/kg TM dementsprechend höher. Die überhöhten Rohaschegehalte zwischen 125 und 150 g/kg TM weisen auf eine starke Futtermittelverschmutzung hin und bewirkten auch einen Abfall des Energiegehalts auf Werte zwischen 9,18 und 9,54 MJ DE/kg TM. Auch im Rahmen dieses Schnittes wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festgestellt.

Bei der Ermittlung der Pilzkeimgehalte konnten weder bei Silage noch bei Gärheu erhöhte Gehalte nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis unterstreicht die Vorteile von Gärfutter gegenüber Heu, da bei der sensorischen Bewertung der Heuproben durchwegs Schimmelgeruch wahrgenommen wurde.

Die Staubentwicklung bei den Proben des ersten Schnittes war generell als hoch einzustufen, da keine der Proben mit „keine Staubentwicklung“ beurteilt werden konnte. Die geringste Staubentwicklung zeigte Gärheu mit 60% TM-Gehalt. Abzuraten ist von der Variante mit Schneidmessern, da diese eine „extreme Staubentwicklung“ zeigte und daher zur Verfütterung an Hochleistungspferde nicht geeignet ist. Beim zweiten Schnitt war die Staubbelastung deutlich niedriger. Die Silageproben zeigten „keine Staubentwicklung“, alle anderen Proben nur „geringe bis mittlere Staubentwicklung“. Die höchste Staubbelastung war abermals bei der Variante mit Schneidmessern zu verzeichnen.

Beim Nachweis von Gärsäuren konnten bei Gärheu nur sehr geringe bis keine Gärsäuregehalte festgestellt werden, was Gärheu im Vergleich zu Silage begünstigt.

Der erste Schnitt erreichte auch bei der sensorischen Bewertung nur Futterwertzahlen (FWZ) zwischen 30 und 67. Die Futterproben wiesen hygienische Mängel und eine nur „mäßige“ bis „befriedigende“ Qualität auf. Beim zweiten Schnitt konnten FWZ zwischen 62 und 101 erreicht werden, was einer hervorragenden Futterqualität entspricht.

Die sehr guten Futterpartien des zweiten Schnittes zeigen, dass es möglich ist, mit Sorgfalt und Fachwissen, Grundfutter von ausgezeichneter Qualität herzustellen, das den Anforderungen an Pferdegrundfutter für Hochleistungstiere gerecht wird. Gärheu kann eindeutig mit Heu und Silage konkurrieren und stellt bei fachgerechter Konservierung eine alternative Raufutterquelle für Pferde dar.

6. Abstract

Comparison of forage qualities of silage, haylage and hay in horse feeding

The series of experiments of the LFZ Raumberg – Gumpenstein on the surfaces of the Lippizan federal stud in Piber are forming the basis of this work. Terms of quality and hygiene parameters of silage, haylage and hay were compared in different variants. For the first cut at the end of May 2008 the „Lindenacker“ were used as well as the „Zeltenacker“ for the second cut at the end of August 2008. Several levels of DM (40, 60, 80 and 86% DM) with different press systems, press densities as well as variants with cutting knives and different preservation procedures were produced. Samples were taken by the raw material and finished silage, haylage and hay to determine the forage quality by Weender analysis, fermenting quality and sensory evaluation. Crumb losses and leaf-/stem ratio also were raised.

Generally the first growth showed a low level of forage quality in all variants while with the second growth could be generated very good qualities.

The very one-sided vegetation of both surfaces primarily was build of grasses. The leaf-/stem ratio of 67:33 of the first growth changed to 80:20 in the second growth, which became apparent in fibre, protein and forage quality. The highest values of crumb losses were showed by haylage with 80% DM in both growths.

Evaluation of ingredients by Weender analysis showed high fibre content over 30% at the first cut. The first cut showed a lower protein content than the forage of the second cut. Ash and fat values were in standard terms. The energy content were between 9,14 and 9,63 MJ DE/kg DM. This had to be expected in such long standing feed and reflects the prevailing circumstances and problems in practice. At the second cut, fibre content were under 30% and the protein content were accordingly higher. The ash content indicated a strong food pollution and caused a decrease of engery content at values between 9,18 and 9,54 MJ DE/kg DM. There were no significant differences between the different variants detectable.

Looking at the first growth, a generally high level of dust loading was detected, while the second growth showed a clearly lower level. The haylage with 60% DM produced with cutting knives is not qualified for horse feeding because of the very high dust exposure.

The sensory evaluation showed the same results. The forage quality of the second growth was excellent while the first growth demonstrated hygienic shortcomings and moderate forage quality.

The good results of the second growth showed that with care and specialised knowledge it is possible to produce excellent quality according to the demands of horses. Haylage can clearly compete with hay and silage and represents an alternative forage for horses.

7. Literaturverzeichnis

- BARTZ, J. (1992) zitiert in HARTUNG, J., B. SPINDLER (2008): Beschäftigungsmaterial und Einstreu versus Partikelbelastung in der Nutztierhaltung – Probleme und Lösungsansätze, Beitrag bei der Nutztierschutztagung 2008
- BARTZ, J. (2004): Husten und Allergien bei Reitpferden, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart
- BENDER, I. (2008): Praxishandbuch Pferdefütterung, Kosmos (Franckh-Kosmos) Verlag,
- BOGS, S. (2007): Einfluss der Futterernte auf die Bröckelverluste sowie das Stängel-/Blattverhältnis von Pferdeheu, Bakkalaureatsarbeit, Vet.Med.Univ. Wien
- BOHNER, A. (2002): Kalk wichtig für Acker und Grünland, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 5/2002
- BUCHGRABER, K., E.M. PÖTSCH (1995): Futtermerschmutzungen müssen verhindert werden, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 10/1995
- BUCHGRABER, K. (1996): Ballensilage gut pressen und wickeln, Bericht im Fortschrittlichen Landwirt 12/1996
- BUCHGRABER, K., R. RESCH (1997): Der Futterwert und die Grundfutterbewertung des alpenländischen Grünlandes in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand, von der Nutzungsfrequenz und der Konservierungsform, Beitrag beim Alpenländischen Expertenforum „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung“ 1997
- BUCHGRABER, K., L. GIRSCH, B. KRAUTZER, H.P. ZACH (1999): Optimales Grünland durch ÖAG-geprüftes Saatgut, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 2/1999
- BUCHGRABER, K., E.M. PÖTSCH, R. RESCH, A. PÖLLINGER (2003): Erfolgreich silieren – Spitzenqualitäten bei Grassilagen!, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt 3/2003
- BUCHGRABER, K., G. GINDL (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Leopold Stocker Verlag
- BUCHGRABER, K. (2007): Machen wir das Grünland wieder fit, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 6/2007
- BUCHGRABER, K. (2008): Heu-noon – Optimales Pferdeheu, Veröffentlicht auf der Homepage des LFZ Raumberg – Gumpenstein, http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=481&Itemid=354
- BUCHGRABER, K., T. GUGGENBERGER, R. RESCH (2008): Vorlesungsunterlagen der Universität für Bodenkultur zur Vorlesung Spezielle Grünlandbewirtschaftung, SS 2008

- BUCHGRABER, K., L. GRUBER, A. PÖLLINGER, E. PÖTSCH, R. RESCH, W. STARZ, A. STEINWIDDER (2008): Futterqualität aus dem Grünland ist wieder mehr wert, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 5/2008
- BUCHGRABER, K. (2008): Vorlesungsunterlagen der Universität für Bodenkultur zur Vorlesung Grünlandbewirtschaftung, WS 2008/2009
- BUCHGRABER, K. (2008): Vorlesungsunterlagen der Veterinärmedizinischen Universität Wien zur Vorlesung Grünlandbewirtschaftung und Weidewirtschaft beim Pferd, WS 2008/2009
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (BMLFUW): 49. Grüner Bericht 2008, Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft
- CLARKE, A.F. (1987) zitiert in HARTUNG, J., J. SEEDORF (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung, KTBL-Schrift 393, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- CLEMENTS, J.M., R.S. PIRIE, (2007) zitiert in HARTUNG, J., B. SPINDLER (2008): Beschäftigungsmaterial und Einstreu versus Partikelbelastung in der Nutztierhaltung – Probleme und Lösungsansätze, Beitrag bei der Nutztierschutztagung 2008
- DVORAK, M. et al (2003): Veröffentlichung auf der Homepage www.biodiv.at, <http://www.biologischevielfalt.at/biodiversitaet-in-oesterreich/lebensraeume/klimatische-verhaeltnisse/>
- EICHHORN, H. (1999): Landtechnik – Landwirtschaftliches Lehrbuch, 7. Auflage, Ulmer Verlag
- ERASIMUNS, L., M. DOBRETBERGER, K. BUCHGRABER (2007): Produktion und Bewertung von Pferdeheu, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 1/2007
- HARLFINGER, O., G. KNEES (1999): Klimahandbuch der österreichischen Bodenschätzung, 2. Teil. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 58
- HARTUNG, J., J. SEEDORF (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung, KTBL-Schrift 393, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- HEILIGE, A. et al. (1986): Studie der Creditanstalt CA über die Steiermark
- HIRST, J.M. (1995) zitiert in HARTUNG J., J. SEEDORF (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung, KTBL-Schrift 393, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- HOLZER, S. 2009: Die Einflüsse der Bröckelverluste und der Stängel-/Blattverhältnisse bei der Produktion von Silage, Heulage und Heu auf die Pferdefütterung, Bakkalaureatsarbeit, Vet.med.Univ. Wien
- KARRER, U. (2008): Bewertungskriterien für Wellnessheu von Alm- und Bergwiesen, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien

- KIRCHGESSNER, M., F. ROTH, F. SCHWARZ, G. STANGL (2008): Tierernährung, 12. neu überarbeitet Auflage, DLG-Verlag
- LEHRNER, H. (1977): Piber: Das Gestüt der österreichischen Lipizzaner, Nymphenburger Verlagshandlung
- MEYER, H., M. COENEN (2002) : Pferdefütterung, 4. Erweiterte und aktualisierte Auflage, Parey Buchverlag Berlin
- NIESCKEN, J. J. (2007): Futterqualitäten und Qualitätsbewusstsein in ausgewählten Spitzenbetrieben des deutschen Galopprennsport, Bakkalaureatsarbeit, Vet.med.Univ. Wien
- PEARSON, C.C., T.J. SHARPLES (1995): zitiert in HARTUNG J., J. SEEDORF (2002): Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung, KTBL-Schrift 393, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- PÖLLINGER, A. (2009): Abschlussbericht zum Projekt: Rundballenpressen mit variabler Presskammer - Futterqualität bei Silage und Heutrocknung 2008
- PÖLLINGER, A. (2009): Gärheu als alternative Konservierungsform für Grünlandfutter, Beitrag beim 15. Alpenländischen Expertenforum 2009
- PÖLLINGER, A. (2009): Gärheu als Alternative zu Heu – Einfluss der Technik auf die Futterqualität und Futterhygiene, Beitrag bei der 64. ALVA-Tagung, St. Virgil 2009
- RESCH, R. (2000): Einführung in die in vitro-Methodik zur Bewertung der Verdaulichkeit und Futterenergie von Grundfuttermitteln, in Vorlesungsskriptum „Spezielle Grünlandbewirtschaftung“ SS 2008
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, L. GRUBER, F. RINGDORFER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum, Sonderbeilage Fortschrittlicher Landwirt, Heft 24/2006
- RESCH, R. (2007): Praxisorientierte Strategien zur Verbesserung der Qualität von Grassilagen in Österreich, Abschlussbericht Silageprojekt, LFZ Raumberg - Gumpenstein
- RICHTER, W. (2006): Mykotoxine und deren Vermeidung in Silage, Heu und Futtergetreide, in Praxishandbuch Futterkonservierung – Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien, 7. Auflage, DLG Verlag
- ROHRER, E. (2006): Sensorische Wertigkeit des Pferdeheus bei unterschiedlicher Werbung, Bakkalaureatsarbeit, Vet.med.Univ. Wien
- SCHECHTNER, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“, Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105

- SEEDORF, J., M. SCHRODER, L. KOHLER (2007) zitiert in HARTUNG, J., B. SPINDLER (2008): Beschäftigungsmaterial und Einstreu versus Partikelbelastung in der Nutztierhaltung – Probleme und Lösungsansätze, Beitrag bei der Nutztierschutztagung 2008
- THAYSEN, J., W. RICHTER, (2006): Grobfutter in der Pferdehaltung, in Praxishandbuch Futterkonservierung – Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien, 7. Auflage, DLG Verlag
- VANDENPUT, S., L. ISTASSE, B. NICKS, P. LEKEUX (1997) zitiert in HARTUNG, J., B. SPINDLER (2008): Beschäftigungsmaterial und Einstreu versus Partikelbelastung in der Nutztierhaltung – Probleme und Lösungsansätze, Beitrag bei der Nutztierschutztagung 2008
- WIEDNER, G. (1997): Die hygienische Qualität des Grundfutters, Beitrag beim Alpenländischen Expertenforum zum Thema „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung“ 1997
- WIEDNER, G. (2009): Hygienestatus des Grundfutters – Erfahrungen eines Praxislabors, Beitrag beim 15. Alpenländischen Expertenforum 2009
- WILHELM, H., K. WURM (1999): Futterkonservierungs- und Futterqualität, Silagebereitung, Heuwerbung, Getreide-, Maistrocknung, Leopold Stockerverlag
- ZEITLER, M.H. (1986) zitiert in HARTUNG, J., B. SPINDLER (2008): Beschäftigungsmaterial und Einstreu versus Partikelbelastung in der Nutztierhaltung – Probleme und Lösungsansätze, Beitrag bei der Nutztierschutztagung 2008

Internetquellen:

- www.raumberg-gumpenstein.at, Außenstelle Piber: http://www.raumberg-gumpenstein.at/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=332&Itemid=270
- Digitaler Atlas – Karten: <http://gis.steiermark.at>
- www.umwelt.steiermark.at
- www.agrar.steiermark.at – Grüner Bericht Steiermark 2006/2007, S. 17ff, <http://www.agrar.steiermark.at/cms/beitrag/11076786/12664619/>
- Rauminformationssystem Steiermark – Regionenprofil Bezirk Voitsberg - http://www.regionext.steiermark.at/cms/dokumente/10559197_14146250/6263b48d/15_Voitsberg.pdf
- <http://www.poettinger.at> (10.08.2007 und 22.12.2008)
- <http://www.kuhn.at> (10.08.2007 und 22.12.2008)

8. Abbildungs-, Foto- und Tabellenverzeichnis

8.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kulturartenverteilung der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Österreich (BMLFUW, 2008).....	7
Abbildung 2: Verteilung der österreichischen Grünfütterflächen (BMLFUW, 2008).....	8
Abbildung 3: Entwicklung der österreichischen Futterkonserven für Wiederkäuer (BUCHGRABER, 2008)	10
Abbildung 4: Gärverlauf bei der Silagebereitung (BUCHGRABER et. al., 2003)	15
Abbildung 5: Lebensansprüche der Mikroorganismen (BUCHGRABER & GINDL, 2004)...	15
Abbildung 6: Erzeugte Pferdeheuqualitäten aus Wirtschafts- und Naturschutzwiesen im Vergleich zu Piber (BUCHGRABER, 2008).....	21
Abbildung 7: Futtermittelverderb – Ursachen und Folgen (MEYER & COENEN, 2002)	22
Abbildung 8: Entwicklung von Rohfaser, Rohprotein und Pilzbefall im Laufe der Vegetationsperiode (BUCHGRABER, 2008).....	28
Abbildung 9: Abgrenzung Rindersilage, Pferdesilage und Heulage (Gärheu) – Optimaler Schnittzeitpunkt und Anwelkungsgrad (THAYSEN & RICHTER, 2006).....	34
Abbildung 10: Geologische Karte der Steiermark.....	38
Abbildung 11: Jahresniederschlagsmengen in der Steiermark.....	40
Abbildung 12: Flächenverteilung der Steiermark in Prozent im Jahr 2007.....	41
Abbildung 13: Luftaufnahme der Versuchsflächen in Piber 2009	43
Abbildung 14: Versuchsplan für die Rundballentrocknung in Piber 2008.....	61
Abbildung 15: Probenflussdiagramm der in Piber durchgeführten Versuchsreihe 2008 (PÖLLINGER, 2009).....	62
Abbildung 16: Griff- und Wringprobe für die grobe praktische Prüfung des TM-Gehaltes in der Silage (BUCHGRABER, 2008).....	64
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Weender-Futtermittelanalyse (KIRCHGESSNER, 2008).....	66
Abbildung 18: Grundfutterbewertung für Heu, Grummet und Silagen (BUCHGRABER, 2008)	69
Abbildung 19: Grundfutterbewertung mit einer Punktezuordnung (Faktoren für die Berechnung der Punkte aus einer Regressionsgleichung) auf Grund der verdaulichen Energie in MJ DE (ERASIMUS et al., 2007).....	72
Abbildung 20: Punktevergabe nach der sensorischen Bewertung (ÖAG-Schlüssel) bei Silage und Heu bzw. Grummet (BUCHGRABER, 2008)	73

Abbildung 21: ÖAG-Bewertungsschlüssel zur Sinnenprüfung bei Silagen (BUCHGRABER, 1997)	74
Abbildung 22: ÖAG-Bewertungsschlüssel zur Sinnenprüfung bei Heu und Grummet (BUCHGRABER, 1997)	75
Abbildung 23: Futterwertzahlen als Grundlage für die Empfehlung in der Heufütterung bei Pferden (ERASIMUS et al., 2007)	76
Abbildung 24: Niederschlag, Tagestemperaturmittelwerte und relative Luftfeuchtigkeit im Zeitraum der Ernte des ersten Aufwuchses im Gestüt Piber 2008 (HOLZER, 2009).....	81
Abbildung 25: Niederschlag, Tagestemperaturmittelwerte und relative Luftfeuchtigkeit im Zeitraum der Ernte des zweiten Aufwuchses im Gestüt Piber 2008 (HOLZER, 2009).....	82
Abbildung 26: Zusammensetzung eines idealen, leistungsfähigen Dauergrünland- bestandes (BUCHGRABER & GINDL, 2004).....	87
Abbildung 27: Nutzungsstadien und Energiegehalt des Grünlandfutters (BUCHGRABER et al., 1999).....	89
Abbildung 28: Stängel-/Blattverhältnis beim ersten und zweiten Schnitt in Piber 2008 (HOLZER, 2009).....	91
Abbildung 29: Bröckelverluste beim ersten Schnitt am Lindenacker im Gestüt Piber 2008 (HOLZER, 2009).....	96
Abbildung 30: Bröckelverluste beim zweiten Schnitt am Zeltenacker im Gestüt Piber 2008 (HOLZER, 2009).....	96
Abbildung 31: Nährstoffgehalte des 1. Aufwuchses bei unterschiedlicher Konservierung am Lindenacker 2008	100
Abbildung 32: Nährstoffgehalte des 2. Aufwuchses bei unterschiedlicher Konservierung am Zeltenacker 2008	102
Abbildung 33: Energiegehalte des Futters in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt und dem Verschmutzungsgrad der Folgeaufwüchse (BUCHGRABER & PÖTSCH, 1995)	104
Abbildung 34: Vergleich der Staubentwicklung bei unterschiedlicher Konservierungsform beim 1. Aufwuchs in Piber 2008.....	111
Abbildung 35: Vergleich der Staubentwicklung bei unterschiedlicher Konservierungsform beim 2. Aufwuchs in Piber 2008.....	112
Abbildung 36: Mittelwerte der Futterwertzahlen mit zugehörigem Minimum und Maximumwerten beim 1. und 2. Aufwuchs in Piber 2008 (HOLZER, 2009).....	118
Abbildung 37: Errechnete Futterwertzahlen des 1. Aufwuchs in Piber 2008.....	121
Abbildung 38: Errechnete Futterwertzahlen des 2. Aufwuchs in Piber 2008.....	122

8.2. Fotoverzeichnis

Foto 1: Lipizzanerstuten mit Fohlen auf der Weide am Gestüt Piber im Sommer 2008	42
Foto 2 und Foto 3: Aufnahme der Bröckelverluste mit der Staubsaugermethode in Piber 2008	50
Foto 4 und 5: Aufnahme der Bröckelverluste beim Pressen in Piber 2008.....	51
Foto 6: Am Schwad liegendes Futter am Lindenacker in Piber 2008.....	55
Foto 7 und 8: Fixkammerpresse mit Auffangsack für Bröckelverluste und Variable Kammerpresse der Firma Welger beim Versuch in Piber 2008.....	58
Foto 9: Lagerung der Silage- und Gärheuballen in Piber 2008.....	59
Foto 10, 11 und 12: Belüftungsheuballen auf der Trocknungsanlage des Bundesgestüts Piber 2008	60
Foto 13: Probennahme für die TM-Bestimmung am Schwad kurz vor dem Pressen in Piber 2008	65
Foto 14: Sensorische Bewertung des konservierten Futters am 30. Oktober 2008 in Piber.	69

8.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Richtwerte bei Heu unter Berücksichtigung des Schnittzeitpunktes (BUCHGRABER & GINDL, 2004)	12
Tabelle 2: Pferdebestand und Pferdehalter in Österreich (BMLFUW, 2008).....	24
Tabelle 3: Nährstoffverluste bei Grünfütterkonservierung (BENDER, 2008).....	27
Tabelle 4: Mykotoxine – Vorkommen und Wirkungen beim Pferd (MEYER & COENEN, 2002)	29
Tabelle 5: Vor- und Nachteile von Grassilage, Heu und Gärheu	35
Tabelle 6: Wetterdaten der Station Piber zum 1. und 2. Schnitt 2008 (PÖLLINGER, 2009).....	41
Tabelle 7: Versuchsraster 1. Schnitt am Lindenacker im Gestüt Piber im Jahre 2008.....	47
Tabelle 8: Versuchsraster 2. Schnitt am Zeltenacker im Gestüt Piber im Jahre 2008.....	48
Tabelle 9: Erträge und Verlustmöglichkeiten bei der Raufutterproduktion (BUCHGRABER & GINDL, 2004)	49
Tabelle 10: Technische Daten des bei der Mahd verwendeten Heckmähwerks " Novocat 265 H" und des verwendeten Frontmähwerks " Novocat 306F" (POETTINGER, 2007)	54
Tabelle 11: Technische Daten des zum Zetten verwendeten Gerätes " Giroheuer GF 6401 MHO" (KUHN, 2007).....	54
Tabelle 12: Technische Daten des zum Schwaden des Futters auf dem Lindenacker verwendeten Gerätes " Eurotop 771A" (POETTINGER, 2007)	55
Tabelle 13: Vorarbeiten beim 1. Schnitt am Lindenacker von 26. bis 28. Mai 2008.....	56
Tabelle 14: Vorarbeiten beim 2. Schnitt auf der Zeltenacker von 25. bis 27. August 2008	57
Tabelle 15: Technische Daten der zum Pressen des Futters verwendeten Geräte "RP 235 PROFI" und "RP 435 MASTER" in Piber 2008 (WELGER, 2008)	58
Tabelle 16: In vitro-Methoden zur Bestimmung der Verdaulichkeit und Futterenergie (RESCH, 2000).....	67
Tabelle 17: Schätzungsrahmen für Rohfaser, Rohprotein und Energie nach den Vegetationsstadien des Knaulgrases bei Pferdeheu (ERASIMUS et al., 2007).....	71
Tabelle 18: Staubbewertungsschema für Heu- und Grummetproben (NIESCKEN, 2007) ...	77
Tabelle 19: Bluamachbewertungsschema bei Heu und Grummet (KARRER, 2008)	77
Tabelle 20: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom 1. Schnitt am Lindenacker im Gestüt Piber 2008.....	83
Tabelle 21: Pflanzenbestandsaufnahme in Flächen % vom 1. Aufwuchs am Lindenacker im Gestüt Piber 2008	85

Tabelle 22: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom 2. Aufwuchs am Zeltenacker im Gestüt Piber 2008	86
Tabelle 23: Ø Stängel-/Blattanteile in den einzelnen Aufwüchsen sowie bei unterschiedlichen Schnittterminen und Konservierungsverfahren (BUCHGRABER, DEUTZ & GASTEINER, 2009).....	90
Tabelle 24: Brutto-, Netto- und Qualitätserträge am österr. Grünland (BUCHGRABER, 2008)	92
Tabelle 25: Ernte-, Bruttoerträge und Qualitätserträge des ersten Schnitt am Lindenacker 2008 (HOLZER, 2009).....	93
Tabelle 26: Ernte-, Bruttoerträge und Qualitätserträge des zweiten Schnitt am Zeltenacker 2008 (HOLZER, 2009)	94
Tabelle 27: Nährstoffgehaltswerte von Gärheu und Heu beim 1. Schnitt am Lindenacker in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009)	99
Tabelle 28: Nährstoffgehalte von Silage, Gärheu und Heu beim 2. Schnitt am Zeltenacker in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009).....	101
Tabelle 29: Richtwerte für Pilzkeimgehalte in Grundfuttermitteln (Futtermittellabor Rosenau der LK NÖ, WIEDNER 2009).....	108
Tabelle 30: Hefen- und Pilzgehalte von Gärheu und Silage des 1. und 2. Schnitt in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009).....	109
Tabelle 31: Staubquellen und deren Verteilung am Gesamtaufkommen (SEEDORF & HARTUNG, 2002).....	110
Tabelle 32: Auswirkungen der Mikroorganismen in Silagen (BUCHGRABER & GINDL, 2004)	114
Tabelle 33: Gärqualität in Abhängigkeit des Siliersystems (RESCH, 2007).....	115
Tabelle 34: Gärqualität von Gärheu des 1. Aufwuchs in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009).....	115
Tabelle 35: Gärqualität von Silage und Gärheu des 2. Aufwuchs in Piber 2008 (PÖLLINGER, 2009).....	116
Tabelle 36: Ergebnisse der sensorischen Futterbewertung der Proben des 1. Schnittes am 30. Oktober 2008 in Piber	119
Tabelle 37: Ergebnisse der sensorischen Futterbewertung der Proben des 2. Schnittes am 30. Oktober 2008 in Piber	121
Tabelle 38: Vergleich von analytischer und sensorischer Bestimmung der Inhaltsstoffe beim ersten Aufwuchs in Piber 2008.....	124
Tabelle 39: Vergleich von analytischer und sensorischer Bestimmung der Inhaltsstoffe beim zweiten Aufwuchs in Piber 2008.....	125

9. Anhang

Die folgenden Tabellen zeigen die einzelnen Auswertungen und Ergebnisse aus der Sensorikbewertung vom 30. Oktober 2008.

Proben-Nr.	Silagebewertung				Heubewertung					FWZ
	Geruch	Gefüge	Farbe	Summe	Geruch	Farbe	Gefüge	Verunreinigung	Summe	
1. Schnitt										
Gärheu 60% TM	10	1	1	12	3	2	3	2	10	56
	12	2	1	15	4	3	4	2	13	66
Gärheu 80% TM	12	1	1	14	3	1	2	1	7	30
	6	1	1	8	1	1	2	1	5	30
	13	1	1	15	3	1	1	0	5	30
	10	1	1	12	3	1	3	2	9	45
Heu 80% TM Belüftung	Keine Silagebewertung				2	4	3	2	11	56
	Keine Silagebewertung				3	4	4	2	13	66
Heu 86% TM	Keine Silagebewertung				2	3	3	2	10	56
	Keine Silagebewertung				3	3	3	2	11	56

2. Schnitt	Geruch	Gefüge	Farbe	Summe	Geruch	Farbe	Gefüge	Verunreinigung	Summe	FWZ
Silage 40% TM	5	4	1	10	Keine Heubewertung					79
	5	4	1	10	Keine Heubewertung					79
Gärheu 80% TM	13	4	2	19	3	4	7	2	16	99
	12	4	2	18	4	4	7	2	17	99
	12	4	2	18	3	4	7	2	16	99
	11	4	2	17	4	4	7	2	17	99
Heu 80% TM Belüftung	Keine Silagebewertung				3	4	7	2	16	94
	Keine Silagebewertung				3	4	7	2	16	94
Heu 86% TM	Keine Silagebewertung				2	3	7	2	14	82
	Keine Silagebewertung				2	3	7	2	14	80

Proben-Nr.	Aufwuchs	Artengruppen	Vegetations- stadium	Stängel/Blatt- Verhältnis
		Gräser/Kräuter/Leguminosen		
Gärheu 60% TM	1. Aufwuchs	96 / 4 / 0	Mitte Blüte	65 / 35
	1. Aufwuchs	84 / 15 / 1	Mitte Blüte	55 / 45
Gärheu 80% TM	1. Aufwuchs	98 / 2 / 0	Mitte Blüte	70 / 30
	1. Aufwuchs	98 / 2 / 0	Mitte Blüte	70 / 30
	1. Aufwuchs	98 / 2 / 0	Mitte Blüte	70 / 30
	1. Aufwuchs	98 / 2 / 0	Mitte Blüte	70 / 30
Heu 80% TM Belüftung	1. Aufwuchs	97 / 3 / 0	Mitte Blüte	70 / 30
	1. Aufwuchs	96 / 4 / 0	Mitte Blüte	65 / 35
Heu 86% TM	1. Aufwuchs	98 / 2 / 0	Mitte Blüte	70 / 30
	1. Aufwuchs	98 / 2 / 0	Mitte Blüte	70 / 30

Silage 40% TM	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
Gärheu 80% TM	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
Heu 80% TM Belüftung	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
Heu 86% TM	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80
	2. Aufwuchs	100 / 0 / 0	Beginn Ähren/Rispen- Schieben	20 / 80

Proben-Nr.	Rohfaser g/kg TM	Rohprotein g/kg TM	Rohfett g/kg TM	Rohasche g/kg TM	Verdaulichkeit in %	Energie MJ DE	Staub	Bluamach
1. Schnitt								
Gärheu 60% TM	330	100	24	110	60	9,00	1	1
	310	110	25	105	62	9,18	0-1	1
Gärheu 80% TM	340	95	22	100	58	8,82	3	3
	340	95	22	105	58	8,82	3	2
	340	95	22	110	58	8,82	4	4
	340	95	22	95	58	8,82	2	1
Heu 80% TM Belüftung	330	100	24	105	60	9,00	3	2
	320	105	24	105	62	9,18	2	1
Heu 86% TM	330	100	24	100	60	9,00	3	1
	330	100	24	100	60	9,00	3	1
2. Schnitt								
Silage 40% TM	230	125	25	150	65	9,36	0	1
	230	125	25	150	65	9,36	0	1
Gärheu 80% TM	230	125	28	115	70	10,44	1	1
	230	125	28	110	70	10,44	1	1
	230	125	28	115	70	10,44	1	1
	230	125	28	110	70	10,44	2	1
Heu 80% TM Belüftung	230	120	26	110	69	10,26	2	1
	230	120	26	115	69	10,26	1	1
Heu 86% TM	230	120	26	110	68	10,08	1	1
	230	120	26	115	67	9,90	1	1