

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	4
2. Einleitung.....	5
2.1. Problemstellung	5
2.2. Allgemeines zur Grundfutterkonservierung	7
2.2.1. Grundfuttermittel.....	7
2.2.2. Grünfutter	7
2.2.3. Heutrocknungsverfahren	8
2.2.4. Grundsätze der Heutrocknung	9
2.2.5. Verlustquellen bei der Heuwerbung	9
2.2.6. Silage	10
2.2.7. Gärungsbiologie	13
2.3. Kurzbeschreibung einer Rundballenpresse.....	14
2.3.2. Aufnehmen.....	15
2.3.3. Pick-up	15
2.3.4. Schneiden	15
2.3.5. Pressen	16
2.3.6. Einsatz eines Schneidwerkes.....	16
2.3.7. Binden mit Garn	17
2.3.8. Binden mit Netz.....	18
2.3.9. Leistungsbedarf für eine durchschnittliche Presse	18
2.4. Beschreibung der Rundballen - Presssysteme	20
2.4.1. Bänderpresse.....	20
2.4.2. Rollenpresse (Walzen)	20
2.4.3. Stabkettenpresse	21
3. Material und Methoden.....	22
3.1. Versuchsflächen.....	22
3.2. Durchführung von Pflanzenbestandsaufnahmen	22
3.2.1. Allgemeine Hinweise	22
3.2.2. Bestandserhebung	22
3.3. Probenahmen und Tätigkeiten	24
3.3.1. Staubsaugermethode	24

3.4. Kraftbedarf des Traktors.....	26
3.5. Zeitlicher Ablauf	27
3.5.1. Zeitlicher Ablauf des 1. Versuches	27
3.5.2. Zeitlicher Ablauf des 2. Versuches	29
3.6. Pressen der Gärheuballen	31
3.6.1. Rundballenpressen – Typen	31
3.7 Maschinentechnische Einstellungen	33
3.8. Messung der Schwadlängen pro Ballen	33
3.9. Umfangmessung der Rundballen.....	34
3.10. Dichtemessung der Rundballen	35
3.11. Gewichtserhebung der Ballen	36
3.12. Probenahme bei den Gärheuballen	37
4. Ergebnisse und Diskussion	38
4.1. Pflanzenbestand am Lindenacker am 13. 05. 2008	38
4.2. Pflanzenbestand am Zeltenacker am 19.8.2008	41
4.3. Wetterdaten.....	42
4.3.1. 1. Versuchsabschnitt	42
4.3.2. 2. Versuchsabschnitt	43
4.4. Trocknungsverlauf 1.Versuchsreihe	44
4.5.1. Bröckelverluste 1. Versuchsreihe	45
4.5.2. Bröckelverluste 2. Versuchsreihe	46
4.6. Dichte der Ballen und TS Stufen	47
4.7. Berechnungen der Ballengewichte, Schwadlängen- und	48
breiten in kg/TM	48
4.8. Inhaltsstoffe	49
5. Zusammenfassung	51
6. Abstract.....	53
7. Literaturverzeichnis	54
8. Abbildungsverzeichnis.....	55
9. Tabellenverzeichnis	56

1. Vorwort

Als erstes möchten wir uns bei unserem außerschulischen Partner Herrn Dipl. Ing. Alfred Pöllinger vom LFZ Raumberg – Gumpenstein, welcher die Versuche stets genau geplant hat und uns tatkräftig zur Seite stand, und unserem schulischen Betreuer Herrn Dipl. Ing. Stefan Waldauer, der stets ein offenes Ohr für uns gefunden hat, recht herzlich bedanken.

Unser weiterer Dank gilt außerdem den Mitarbeitern des LFZ Raumberg - Gumpenstein und des BLT Wieselburg für die Auswertung der Ergebnisse und die großzügige Unterstützung bei unserer Diplomarbeit.

Ermöglicht wurde unsere Arbeit durch die Bereitstellung der benötigten Versuchsflächen im Bundesgestüt Piber im Bezirk Voitsberg.

Weiters geht ein großes Dankeschön an alle Personen die uns bei unserer Diplomarbeit geholfen haben.

Recht herzlichen Dank

2. Einleitung

„Die Gärheu Bereitung findet heutzutage vor allem in der Pferdewirtschaft Verwendung, in den übrigen Sparten der Landwirtschaft ist sie derzeit jedoch noch weniger verbreitet. Das Gärheu ist eine Zwischenstufe von Silage und Heu, welche den großen Vorteil der geringeren Staubentwicklung hat und somit besonders für Pferde, die den Heustaub schlecht vertragen eine geringere Problematik darstellt. Da viele Landwirte gesundheitliche Probleme mit dem Heustaub haben, welcher nachgewiesener Weise ungesund ist, kann Gärheu zukünftig eine erwägenswerte Alternative zum Heu sein.“(PÖLLINGER, 2009)

2.1. Problemstellung

Die Futterqualität von Silagen hängt in einem hohen Maße von der Verdichtung des zu konservierenden Futters ab. Insbesondere bei der stark überbetrieblich organisierten Rundballensilage kommt es immer wieder zu Reklamationen hinsichtlich der erforderlichen Pressdichte. Zudem werden in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Presssysteme (Festkammer und variables Presssystem) sehr kontrovers diskutiert. In einer sehr umfangreichen, mehrjährigen Erhebung der Futterqualitäten von Silagen in der Praxis haben die Ergebnisse eindeutig gezeigt, dass die Verdichtung von Rundballensilagen in der Praxis mit 150 bis 160 kg TM/m³ am geringsten ist (vgl. RESCH, 2008).

Zum anderen wird immer mehr Dürrfutter (Heu, Grummet) in Form von Rundballen geerntet. Dabei gelingt es in den wenigsten Fällen Bodenheu mit dem richtigen TM-Gehalt (<13% Restfeuchte) zu ernten. Die Folgen daraus sind verstärkte Verpilzung, insbesondere im Randbereich der Ballen. Mit der Rundballentrocknung gibt es unterschiedlichste Erfahrungen. Dabei sind insbesondere die Anlagenkapazitäten sehr stark begrenzend. Die richtige und vor allem gleichmäßige Verpressung des Futters ist für eine erfolgreiche Belüftung Grundvoraussetzung.

Daraus lassen sich folgende Problembereiche bzw. Fragestellungen ableiten:

1. Mit welchem Pressensystem lassen sich höhere Verdichtungen bei unterschiedlichen TM- Gehaltswerten des Futters erreichen.
2. Welche zusätzlichen Einflussfaktoren sind hinsichtlich einer hohen Pressdichte zu berücksichtigen.
3. Was sind die optimalen Bedingungen für eine rasche Abtrocknung des Futters durch eine Rundballentrocknung.
4. Welche Parameter sind zur Erreichung einer hohen Futterqualität aus technischer Sicht besonders zu berücksichtigen (Pressdichte, TM- Gehalt – Bröckelverluste, ...).
5. Welche Unterschiede hinsichtlich der Nährstoffkonservierung sind beim Vergleich von Silage, Gärheu und Heu zu erkennen.

2.2. Allgemeines zur Grundfutterkonservierung

2.2.1. Grundfuttermittel

Diese Futtermittel werden als ganze Pflanzen verfüttert, wie z.B. Gras. Geerntet werden sie meist nach der Abreife und beinhalten sehr viele Strukturkohlenhydrate (sind am Aufbau der pflanzlichen Zellwand beteiligt und stellen einen Großteil des Fasermaterials der Pflanze dar z.B. Zellulose, Hemizellulose). Der Rohfasergehalt bei diesen Futtermitteln ist sehr hoch und die Nährstoffkonzentration niedrig. Meist werden Grundfuttermittel am eigenen Betrieb produziert und verbraucht. Ihr unterschiedlicher Futterwert ist darauf zurück zu führen, dass es sich um kein homogenes Futter handelt. (vgl. HABERL, 2007)

2.2.2. Grünfutter

Grünfutter ist das natürlichste Futtermittel der Nutztiere, welches bei Weidegang eine sehr kostengünstige Nährstoffquelle darstellt. Abhängig von Schnittzeitpunkt bzw. Beweidungszeitpunkt und Alter des Grünfutters variiert der Nährstoffinhalt. Bei älterem Futter steigt der Rohfasergehalt. Durch die Kühe wird das Futter beim Weidegang selektiert und dadurch werden unbewusst mehr Inhaltsstoffe aufgenommen. Die Futteraufnahme wird auch durch das Klima beeinflusst. Dadurch kommt es zu Schwankungen in der Nährstoffversorgung, der Milchleistung und den Milchinhaltsstoffen. Bei jungem Grünfutter ist der Eiweiß- und Energiegehalt hoch und zugleich ein ausgeglichenes Kalzium- Phosphor-Verhältnis vorhanden. Durch den hohen Proteingehalt im Grünfutter können bei Nutztieren Durchfallerscheinungen auftreten. Abhängig vom Entwicklungsstadium des Grünfutters ist zu Beginn der Vegetation der Proteingehalt sehr hoch und sinkt mit zunehmendem Alter. (vgl. STEINWIDDER, 1999-2002)

Durchschnittlicher Nährstoffgehalt in 1kg Trockensubstanz (vgl. HABERL 2007):

Energie	5 – 7 MJ Nel
Rohprotein	10 – 22%
Rohfaser	20 – 30%
Kalzium	5 – 15g
Phosphor	3 – 4g
Salz	in Spuren

Im geschnittenen Grünfutter kommt es sofort zu chemischen und physikalischen Prozessen, die zu Nährstoffverlusten führen können. Bei längerer Lagerung des Futters (zwei bis drei Tage) kommt es zu einer Erwärmung, welche die Bakterientätigkeit anregt. Folglich kann dies zu Verdauungsstörungen führen. (vgl. HABERL, 2007)

Ein wichtiger Teil der Grundfuttermittel findet sich sicher in der Heuernte. Deshalb werden wir im nächsten Abschnitt etwas genauer auf Heutrocknungsverfahren und auf Verluste bei der Heuwerbung eingehen.

2.2.3. Heutrocknungsverfahren

Laut BUCHGRABER und GINDL (2004) ist die Futterernte im Grünlandbereich an kurze Zeiträume gebunden um entsprechende Futterqualitäten zu erzielen. Am Betrieb ist Flexibilität gefordert, da die Grünlandernte eine große Arbeitsspitze darstellt. Jährlich werden im Jahr sechs Mio. Tonnen Trockenmasse Grünfutter geerntet. Der erste Schnitt findet im Frühjahr unter Zeitdruck statt und wird deshalb vorwiegend siliert. Der zweite Schnitt wird meist als Heu geerntet. Der Autor schreibt weiter, dass bei verspätetem Mähtermin, der durch nicht genützte Schönwetterperioden entsteht, es zu Qualitätsverlusten des Futters kommt. Der Rohfasergehalt von Wirtschaftsgrünland schwankt beim ersten Schnitt in Österreich von 22,5% (Ähren – Rispschieben) bis zu 31,4% (Ende der Blüte). Bei Verzögerung des idealen Schnittzeitpunktes um zwei Wochen kann es bereits zu Energieverlusten von bis zu einem MJ Nel pro kg Trockenmasse kommen. Um die Nutztiere optimal mit Nährstoffen versorgen zu können, ist es nötig, das Grundfutter im idealen Stadium des Ähren- Rispschiebens zu ernten. Deshalb

müssen die Schönwetterperioden im Frühjahr genutzt werden. Jedoch steht nicht in allen Gebieten das Silageverfahren zur Verfügung. Besonders in Berggebieten werden aufgrund der schwierigen Witterungsbedingungen oftmals nicht optimale Futterqualitäten erreicht.

(vgl. BUCHGRABER und GINDL, 2004)

2.2.4. Grundsätze der Heutrocknung

„Frisch gemähtes Grünfutter weist einen Wassergehalt von rund 80% auf. Dieser Wert ist bei Grünfutter, welches in der Taunässe gemäht wird, noch höher. Damit Heu lagerfähig ist darf es jedoch nur eine Restfeuchte von 15% besitzen. Das heißt, bei einem Hektarertrag von 3000 kg Trockenmasse pro Schnitt müssen rund 11.500 kg Wasser verdunstet werden. Bei einer Restfeuchte von 50% müssen noch 2.500 kg Wasser bis zum Erreichen einer Restfeuchte von 15% verdunstet werden.“ (PÖLLINGER A. 2003)

2.2.5. Verlustquellen bei der Heuwerbung

Laut HABERL M. (2007) setzen sich die Verluste bei der Heuwerbung aus folgenden Faktoren zusammen:

Atmung

Sie kann zu starken Energieverlusten führen. Dabei sind die leichtlöslichen Kohlenhydrate am stärksten betroffen. Die Atmung wird erst unter 38% Wassergehalt eingestellt. Rasche Anfangstrocknung (häufiges Wenden, Mähaufbereiter, günstige Witterung) kann zur Verminderung der Atmungsverluste beitragen. An den Schnittstellen wird zehnmals mehr Wasser abgegeben als über die Stomata.

Auswaschung

Diese führt zu Nährstoffverlusten und zur Verschlechterung des Mineralstoffgehaltes. Zur Vermeidung von Auswaschungen ist es sinnvoll, Schönwettertage auszunutzen und einen Mähaufbereiter einzusetzen, um die Feldtrocknung zu verkürzen.

Bröckelverluste, Abtrieb, Aufnahmeverluste

Hierbei kann es zu erheblichen Energie-, Eiweiß-, Aroma- und Nährstoffverlusten kommen. Die dadurch eingetretene Ertragsminderung kann beträchtlich sein. Diese Verluste sind stark abhängig von Trockensubstanz und Pflanzenzusammensetzung. Schonende Bearbeitung und richtig eingestellte Geräte verhindern diese Verluste.

Fermentation am Heustock

Dabei kommt es zu enzymatischen und biochemischen Vorgängen in der Pflanze, welche zum Abbau der organischen Substanz führen. Bei nicht zu starker Fermentation kann die Schmackhaftigkeit günstig beeinflusst werden. Kräuterreiche Bestände neigen eher zum Nachschwitzen. HABERL (2007) schreibt außerdem, dass Belüftungsanlagen eingesetzt werden sollten, wobei der Heustock auch noch mit einem Hygrometer kontrolliert werden muss. Bis zur Lagerreife müssen noch erhebliche Wassermengen verdunstet werden. Bei einem Wassergehalt von 25% kann Viehsalz beigemischt werden.

Im nachfolgenden Abschnitt erläutern wir die Silagebereitung etwas näher. In der heutigen Grünlandwirtschaft stellt diese Form der Futterkonservierung sicher den größten Teil dar. Silagearten, Silagemethoden, Silageregeln, Silagequalität und die Gärungsbiologie der Silage sind Themenbereiche, die hier besprochen werden.

2.2.6. Silage

Silage ist ein durch Milchsäuregärung konserviertes, hochwertiges Grünfutter für Nutztiere. Hier vor allem für die Wiederkäuer, insbesondere Rinder, da sie durch Fermentation im Pansen in der Lage sind, Struktur- Kohlenhydrate zu verdauen. Für diese Art der Konservierung sind grundsätzlich alle Grünfuttermittel geeignet. Unter anderem Gras, Mais, Luzerne, Ackerbohne und andere.
(vgl. HABERL, 2007)

Gründe für die Silagekonservierung:

- Zur Überbrückung der Winterfütterungszeit (ca. 200 Tage)
- Zum Ausgleich von Nährstoffmangel des Hauptfutters (Energie, Struktur)
- Als Ersatz eines möglichen Ausfallens von Feldfutterflächen (Heu)

(vgl. HABERL, 2007)

2.2.6.1. Silagearten

Die Silagearten werden anhand der Wassergehalte unterschieden. Nasssilagen haben einen Wassergehalt von 80%, Anwelksilagen ca. 60-70% und Gärheu ca. 50%. (vgl. HABERL, 2007)

2.2.6.2. Siliermethoden

Fahrsilo

Der Fahrsilo ist ebenerdig und kann seitlich von Wänden begrenzt sein. Das Material wird in Längsrichtung ausgebracht und mit Traktoren und Siloverteilern verdichtet. Abgedichtet wird mit speziellen Folien. Als unterste Folie wird eine dünne Unterziehfolie verwendet, die durch Restatmung angesaugt wird, gefolgt von einer dickeren Deckfolie, die schwarz oder weiß sein kann.

(vgl. HABERL, 2007)

Rundballen

Ballen gibt es als Rund- oder Quaderballen. Der Futterstrang wird in einer Ballenpresse aufgewickelt, verdichtet, zu einem Ballen geformt und anschließend mit einem Ballenwickelgerät mit Folie verschlossen. Vorteile dieses Systems liegen darin, dass die Ballen leicht zu transportieren sind und kein Silo (Flach- bzw. Hochsilo) dabei geöffnet werden muss.

(vgl. HABERL, 2007)

Hochsilo

Beim Hochsilo handelt es sich um einen zylindrischen Hohlkörper, der von oben mit Material befüllt wird. Das Material verdichtet sich bei diesem System durch das Eigengewicht sehr gut. Nachteilig zu betrachten sind die hohen Baukosten und die erschwerte Befüllung bzw. Entnahme. (vgl. HABERL, 2007)

Schlauchsilo

Der Schlauchsilo findet erst seit dem 21. Jahrhundert Verwendung in der Futterkonservierung. Hier wird mit einer speziellen Presse das Material in einen Schlauch gepresst. Im Gegensatz zu den Ballen ist der Schlauch nicht mehr in so kleinen Portionen zu transportieren, aber der Platz- und Folienbedarf ist geringer. Nachteilig zu sehen ist, dass der Schlauchsilo deutlich teurer zu befüllen ist als der Fahrsilo. (vgl. HABERL, 2007)

2.2.6.3. Silierregeln

Die Silagebereitung verursacht in der Regel geringere Kosten und geringere Nährstoffverluste, als die Trockenfutterbereitung (Heu). Außerdem ist die Abhängigkeit vom Wetter geringer (vgl. HABERL, 2007)

Voraussetzungen für das Gelingen von Silage:

- Zeitgerechte Ernte
- Angepasster Anwelkgrad
- Saubere Futtergewinnung (Wetter, Verschmutzung)
- Kurze Häcksellänge (je nach Alter, TM- Gehalt)
- Beste Verteilung im Silo
- Optimale Verdichtung (Totaler Luftabschluss!)
- Rasche pH- Wert Absenkung (innerhalb von zwei bis fünf Tagen)

2.2.6.4. Silagequalität

Eine sinnliche Beurteilung erfolgt durch das Riechen und Sehen. Riecht die Silage nach Butter- oder Essigsäure oder verbrannt, ist die Gärung misslungen. Schimmel oder starke Verunreinigungen lassen sich optisch erkennen und beurteilen. (vgl. HABERL, 2007)

Anzustrebende Inhaltsstoffe für eine gute Silage für Milchvieh sind:
(BRIEMLE, et al., 1996)

- Bei Grassilage: 30-40% TM
< 10% RA
22-25% RFA
Keine Stärke
> 6,2 MJ NEL (1. Schnitt) > 5,8MJ NEL (Folgeschnitte)
> 135 g/kg TM RP

- Bei Maissilage: 28-35% TM
< 4,5% RA
17-20% RFA
> 30% Stärke
> 6,4 MJ NEL
<100 g/kg TM RP

2.2.7.Gärungsbiologie

Der pH- Wert des Futters muss so schnell wie möglich abgesenkt werden, damit man eine stabile Silage erhält. Milchsäurebakterien erzeugen Milchsäure, aus dem in der Silage vorhandenen Zucker. Milchsäurebakterien benötigen anaerobe Bedingungen um zu hoher Aktivität angeregt zu werden. Verbleibt Restluft, so verbrauchen Gärschädlinge den Zucker. Der absinkende pH-Wert führt zum Erliegen der bakteriellen Tätigkeit. Die Silage ist damit stabil. Ist der Zuckergehalt zu gering, ist auch die pH-Wert Absenkung zu gering. Folglich kommt es zu Fehlgärungen und zu Nährstoffverlusten durch Buttersäurebildung. Ist die pH-Wert Senkung zu gering, besteht die Gefahr, dass die Silage kippt und in Fäulnis übergeht. (vgl. HABERL, 2007)

2.2.7.1. Verlauf der Gärung

Kommen die Futterpartien in den Silo bzw. in den Ballen, so „veratmen“ die Pflanzen den noch vorhandenen Sauerstoff und sterben dann ab. Danach tritt der zuckerhaltige Zellsaft aus und dient den Bakterien als Futter. Die Milchsäurebakterien, die im Futter zahlenmäßig nur 1-2% der Gesamtkeimzahl ausmachen, können sich unter Luftabschluss und 20 Grad Celsius rasch vermehren. Unter hervorragender Ausnutzung der vorhandenen Energie wird Milchsäure gebildet. Diese ist für die pH-Wert Absenkung verantwortlich.

Bis eine Silage stabil ist (also die Gärung abgeschlossen ist) und geöffnet werden kann, dauert es drei bis sechs Wochen. Wird ein Silo zu früh geöffnet, so besteht die Gefahr des „Umkippen“, das heißt die gebildeten Gärschädlinge (Buttersäure- und Essigsäurebakterien, die Sauerstoff zur Vermehrung benötigen) wieder aufgebaut und dadurch der pH-Wert angehoben. (vgl. HABERL, 2007)

2.3. Kurzbeschreibung einer Rundballenpresse

Die Presse wird über eine Anhängerkupplung oder Zugpendel am Traktor angehängt. Eine einachsige Rundballenpresse wird mit einer Zapfwellenumdrehung von 540 min^{-1} angetrieben. Die Aufnahme des Futters erfolgt über die Pick-up. (Arbeitsbreite ca. 1,90 m nach DIN11220). Die Schneideinrichtung ist meist mit 17 Messern bestückt (schaltbar 0, 7, 15, 17 Messer). Die runde Ballenform ergibt sich durch eine umlaufende Rollbodenkette. Eine konstante Presskammer hat einen Durchmesser von ca. 1,20 m und eine Breite von ca. 1,20 m. Der Pressdruck kann manuell eingestellt werden. Die Bindung eines Ballens kann mit Garn oder über ein Netz erfolgen. Dabei gibt es eine manuell oder automatisch auslösende Bindeeinrichtung. Der Auswurf des Ballens geschieht einfach durch die Öffnung der Presskammer von der Kabine aus. Die meisten Pressen sind schon mit einer Zweileitungs – Druckluftbremse ausgestattet und für den Verkehr vom Hersteller zugelassen (Fahrgeschwindigkeit 40 km/h). (vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.2. Aufnehmen

Die Aufnahme des zusammengeschwadeten Erntegutes erfolgt auch bei höheren Arbeitsgeschwindigkeiten gut und verlustarm. Die Schwadform sollte auf die Bodenfreiheit des Traktors abgestimmt sein, da das Aufnehmen überfahrener Schwadteile, besonders auf weichem Boden, schwierig ist. Auf festem Boden ist eine gute Aufnahme gegeben. Die Pick-up kann mit Hilfe der seitlich angebrachten Stützräder und der Lochleisten (meist sieben Stufen) werkzeuglos leicht auf die benötigte Arbeitshöhe eingestellt werden. Diese Einstellmöglichkeiten reichen im Normalfall aus. Das Gewicht der Pick-up wird durch zwei Entlastungsfedern verringert und von den Stützrädern getragen. Die Pick-up ist unempfindlich gegen Bodenunebenheiten und Steine. Die Verschmutzung des Erntegutes ist bei richtiger Einstellung der Arbeitshöhe gering. Auch wenig und kurzes Erntegut wird sauber und sicher aufgenommen. Mit Hilfe des Niederhalters werden auch größere Erntemassen gut zum Schneid- und Förderrotor und in die Presskammer geleitet. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.3. Pick-up

Die Pick-up einer Rundballenpresse nimmt bis zu 2,2 m breite Schwade auf. In Kombination mit den beiden höhenverstellbaren Gummitasträdern wird eine optimale Boden Anpassung erreicht. Für eine saubere Aufnahme sorgen die fünf Zinkenreihen und ein Prallblech mit Schwadleitrollen. Zwei große Zuführschnecken fördern das Erntegut sicher in den Einzugskanal. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.4. Schneiden

Das Erntegut wird durch Zinken des Schneid- und Förderrotors über die Messer geführt und geschnitten.

Das komplette Schneidwerk kann vom Traktorsitz aus hydraulisch aus- bzw. eingeschwenkt werden. Eine optische Anzeige an der Komfortbedienung zeigt die Messerstellung an. Die Messer können ganz oder nur teilweise eingeklappt werden. Dadurch kann man die Schnittlänge verändern.

Das Gut wird in einzelnen Bahnen geschnitten und in die Presskammer gefördert. Bei Durchgang von Fremdkörpern durch den Förderkanal schwenken alle Messer über die ganze Kanaltiefe aus und wieder zurück, so dass Beschädigungen der Messer bei richtiger Einstellung vermieden werden. Bei eventuell auftretenden Verstopfungen am Schneid- und Förderrotor lassen sich diese normalerweise durch Ausschwenken des Schneidwerkes von der Kabine aus beseitigen. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.5. Pressen

Die Ballen sind zylindrisch geformt und haben eine Breite von 1,20 m. Die Ballen werden entweder mit Bindegarn oder Rundballennetz umwickelt. Der Durchmesser der Ballen beträgt in der Praxis bei Netzbindung (2,5 fache Umwicklung) je nach Gutart 1,35 bis 1,40 m.

Das Erntegut wird über die Pick-up dem Schneid- und Förderrotor der Presskammer zugeführt und durch eine umlaufende Rollbodenkette verdichtet. Erreicht der Ballen in der Presskammer den vorgewählten Pressdruck, wird der Bindevorgang automatisch oder manuell eingeleitet. Während des Bindens muss der Fahrer anhalten. Vorteil ist, dass auch das Ende des Bindevorganges durch optische und akustische Signale angezeigt wird. Der Traktorfahrer betätigt das hydraulische Steuerventil zum Öffnen der Heckklappe und entlässt den Ballen über den Ballenauswerfer aus der Presskammer. Die erzielten Gewichte und Dichten der Ballen sind u.a. abhängig von Art, Zustand und TM – Gehalt des Erntegutes sowie dem Durchsatz. Jedoch spielt auch die Fahrgeschwindigkeit eine Rolle. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.6. Einsatz eines Schneidwerkes

Zu diesem Zweck wurde ein kurzer Versuch durchgeführt mit der Gegenüberstellung von geschnittenen und nicht geschnittenen Ballen und dabei die Vorteile des Schneides ausgewertet. Die geschnittenen Ballen hatten ein höheres Gewicht und daraus auch eine höhere Dichte. Bei der Anweilksilage betrug dies 8% beim Heu 3% und beim Stroh ca. 8%. Bei den jeweiligen Einsatzbetrieben wurde der Einsatz des Schneidwerkes besonders beim

Aufnehmen von Anwelksilage (hohe Dichtewerte gefordert) positiv beurteilt. Gegenüber ungeschnittenem Gut war der Zeitaufwand für das Auflösen eines Silageballens von Hand bis zu 30% geringer, zugleich verringert sich der erforderliche Kraftaufwand erheblich. Die Dosierung der entsprechenden Futterration von Hand ist mit geschnittenem Gut besser möglich. Außerdem wird die Auflösung und Vermischung im Futtermischwagen erleichtert.

(vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.7. Binden mit Garn

Der Bindevorgang wird je nach Vorgabe automatisch oder manuell eingeleitet. Die Anzahl der Garnwicklungen wird über die dreiteilige Stufenscheibe vorgewählt. Durch die Stufenscheibe wird eine einheitliche Umwicklung jedes Ballens erreicht. Das Garn wird vom rotierenden Ballen eingezogen und nach Ablauf der eingestellten Garnwicklungen durch Messer abgeschnitten.

Die Doppelgarnbindung arbeitet von der Mitte nach außen und wieder zur Mitte hin. Der Wickelbereich kann durch verstellbare Anschläge seitlich verändert werden. Akustische und optische Signale im Traktor zeigen dem Fahrer Beginn und Ende des Bindevorganges an.

Der Bindevorgang dauert etwa 30 bis 40 Sekunden pro Ballen. Wenn bei Netzbetrieb die Garnbindeeinrichtung längere Zeit still steht, dann lagern sich Schmutz und Erntereste im Gehäuse ab. Dadurch kann die Funktion beeinträchtigt werden. Deshalb ist vor Wiederinbetriebnahme die Garnbindeeinrichtung zu reinigen und zu warten. Die Garnbindeeinrichtung arbeitet dann zuverlässig. Tatsache ist, dass sie in Zukunft immer mehr an Bedeutung verlieren wird, weil der Umgang mit dem Garn komplizierter als der Umgang mit dem Netz ist.

(vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.8. Binden mit Netz

Die Netzbindung verkürzt die Arbeitszeit erheblich, da ein Ballen (2,5 fache Umwicklung) in etwa zehn Sekunden gewickelt ist. Der Bindevorgang wird je nach Vorgabe automatisch oder manuell eingeleitet. Das Netz wird vom rotierenden Ballen eingezogen und nach Ablauf der eingestellten Länge durch einen Messerbalken abgeschnitten. Beginn und Ende des Wickelvorganges werden dem Fahrer akustisch und optisch angezeigt. Die Lauflänge des Netzes kann über die Bedienung stufenlos eingestellt werden.

Als Bindematerial können Netze mit einer Lauflänge von 2000 m oder 3000 m und einer Breite bis zu 1,20 m verwendet werden. Die Netzbindung arbeitet zuverlässig. Die Netzbindung setzt sich in letzter Zeit immer stärker gegenüber der Garnbindung durch und ist auch in der Handhabung einfacher.

(vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.3.9. Leistungsbedarf für eine durchschnittliche Presse

Der mittlere Leistungsbedarf an der Zapfwelle beträgt im Leerlauf etwa 5 kW. Während des Pressvorganges sind am Beginn etwa 20 kW erforderlich, die mit zunehmender Füllung der Presskammer auf etwa 45 kW (Anwelkgut, Gras, 1.Schnitt) ansteigen. Bei einem Versuch zeigte sich, dass der Kraftbedarf um zehn bis 15 kW steigt beim Einsatz von Messern (bis zu 17 Messer).

Für die Vorwärtsbewegung des Traktors und der Rundballenpresse beträgt der zusätzliche Leistungsbedarf z.B. in der Ebene auf festem Boden bei 8 km/h etwa 18 kW. Damit ist für die Presse bei maximaler Verdichtung insgesamt ein Leistungsbedarf von 65 kW bis 70 kW erforderlich. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

Erforderlicher Traktor

Die Presse kann mit Traktoren, die eine Motorleistung von 65 bis 70 kW haben, betrieben werden. Zur vollen Ausnutzung der Leistungsfähigkeit unter allen Bedingungen (z.B. im Hang) sind entsprechend stärkere Traktoren erforderlich. Traktoren mit einem gut abgestuften Getriebe im Geschwindigkeitsbereich von 6 bis 15 km/h ermöglichen die Anpassung an die Schwadstärke. Die Traktorhydraulik

muss mit zwei einfach wirkenden Steuerventilen ausgerüstet sein. Für die Stromversorgung der Bedienung ist eine dreipolige Dauerstromsteckdose erforderlich. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

Wartung

Die Wartung wird täglich durchgeführt. Dieser Wartungsaufwand beschränkt sich im Wesentlichen auf die Versorgung der entsprechenden Schmierstellen und das Nachschleifen der Messer vom Schneidwerk. Vorteilhaft ist, dass jeweils drei Schmierstellen auf zwei Schmierleisten zusammengefasst worden sind. Besondere Sorgfalt ist auf die Wartung der Ketten zu legen. Der Aus- bzw. Einbau der Messer erfolgt ohne Kraftaufwand und kann in fünf Minuten erfolgen, wenn Messer und Messerführungen sauber sind.

Die Messer müssen bei der Ernte von Anwelkgut nach etwa 200 Ballen ausgebaut und nachgeschliffen werden.

Das Abschmieren der Gelenkwelle bei den täglichen Wartungsarbeiten ist öfters sehr schwierig, da unter Umständen der maschinenseitige Schmiernippel nur nach durchdrehen der Maschine von Hand erreicht werden kann.

Der Wartungsaufwand bei der Rundballenpresse nimmt täglich etwa 15 Minuten in Anspruch. Dabei muss besonders auch die regelmäßige Schmierung der Schmiernippel geachtet werden. Da sich einige Schmiernippel an schwer erreichbaren Stellen befinden, muss mit einer täglichen Zeitbeanspruchung von ca. fünf Minuten gerechnet werden.

Bei der Zentralschmierung der Antriebsketten muss darauf geachtet werden, dass sich immer genug Öl im Vorratsbehälter befindet und dass das Öl alle 200- 300 Ballen gewechselt wird. Es muss mit einem natürlichen Ölverbrauch von zwei bis drei Liter pro 100 Ballen gerechnet werden. Diese tägliche Kontrolle ist meistens in fünf Minuten erledigt.

Bei den Antriebsketten muss man eine Überprüfung der Einstellungen vornehmen. Da die Maschinensteuerung diese Fehler nicht anzeigt, muss nach der Betriebsanleitung vorgegangen werden. Die beansprucht täglich etwa fünf Minuten. Je nach Abnutzungsgrad der Messer muss man auf ausreichende Schärfe achten. Das Nachschleifen benötigt etwa 30 Minuten und ist somit etwas arbeitsintensiver als die anderen Wartungsarbeiten.

Beim Befahren von öffentlichen Straßen und Wegen ist darauf zu achten, dass die Zusammenstellung von Traktor und Presse den Bestimmungen der StVZO entspricht. (vgl. PÖLLINGER, 2007)

2.4. Beschreibung der Rundballen - Presssysteme

Man unterscheidet zwischen variabler Kammerpresse und Festkammerpresse. Der Unterschied liegt in der Pressung der Ballen. Bei der Festkammerpresse wird erst am Ende des Pressvorganges stark verdichtet. Deshalb hat der Ballen einen weichen Kern. Bei der variablen Presse wird von Beginn an verdichtet und der Ballen hat einen festen Kern. Für eine noch genauere Unterscheidung wird weiter zwischen Bänder-, Walzen- und Stabkettenpresse unterschieden.

(vgl. PÖTTINGER, 2009)

2.4.1. Bänderpresse

Die Presskammern von Bänderpressen sind mit fünf bis sechs endlos gespannten Bändern umschlossen. Die rotierenden Bänder liegen bereits bei kleinem Ballendurchmesser am Erntegut an und bewirken das Verdichten des Ernteguts. Weil der Durchmesser des fertigen Ballens nach Belieben von 80 bis 180 cm eingestellt werden kann, gehören Bänderpressen zu den Typen mit variabler Presskammer. (vgl. PÖTTINGER, 2009)

2.4.2. Rollenpresse (Walzen)

Bei der Rollenpresse wird der Ballen durch rotierende Walzen, welche die Presskammer umschließen, verdichtet. Der Durchmesser der Kammer ist fest vorgegeben, so dass keine unterschiedlichen Ballengrößen gepresst werden können (Festkammerpresse). Dieses Presssystem ist sehr robust und wird daher gerne zum produzieren von schweren Silageballen eingesetzt.

(vgl. PÖTTINGER, 2009)

2.4.3. Stabkettenpresse

Zwei endlose, rotierende Ketten umschließen die Presskammer. Die beiden Ketten sind mit Stäben (Eisenrohre) verbunden. Je nach Ausführung der Maschine gibt es Pressen mit variablen Presskammern, die unterschiedlich große Ballen pressen können oder mit konstanter Presskammergröße. Stabkammerpressen sind sowohl bei Silage als auch bei Dürrfutter universell einsetzbar.

(vgl. PÖTTINGER, 2009)

3. Material und Methoden

3.1. Versuchsflächen

Die Versuchswiesen „Lindenacker“, auf welcher der erste Gärheuversuch abgelaufen ist, und „Zeltenacker“ (zweite Versuchsreihe), gehören zum Bundesgestüt Piber. In der Luftaufnahme (Abbildung 1) sind diese Flächen markiert.

3.2. Durchführung von Pflanzenbestandsaufnahmen

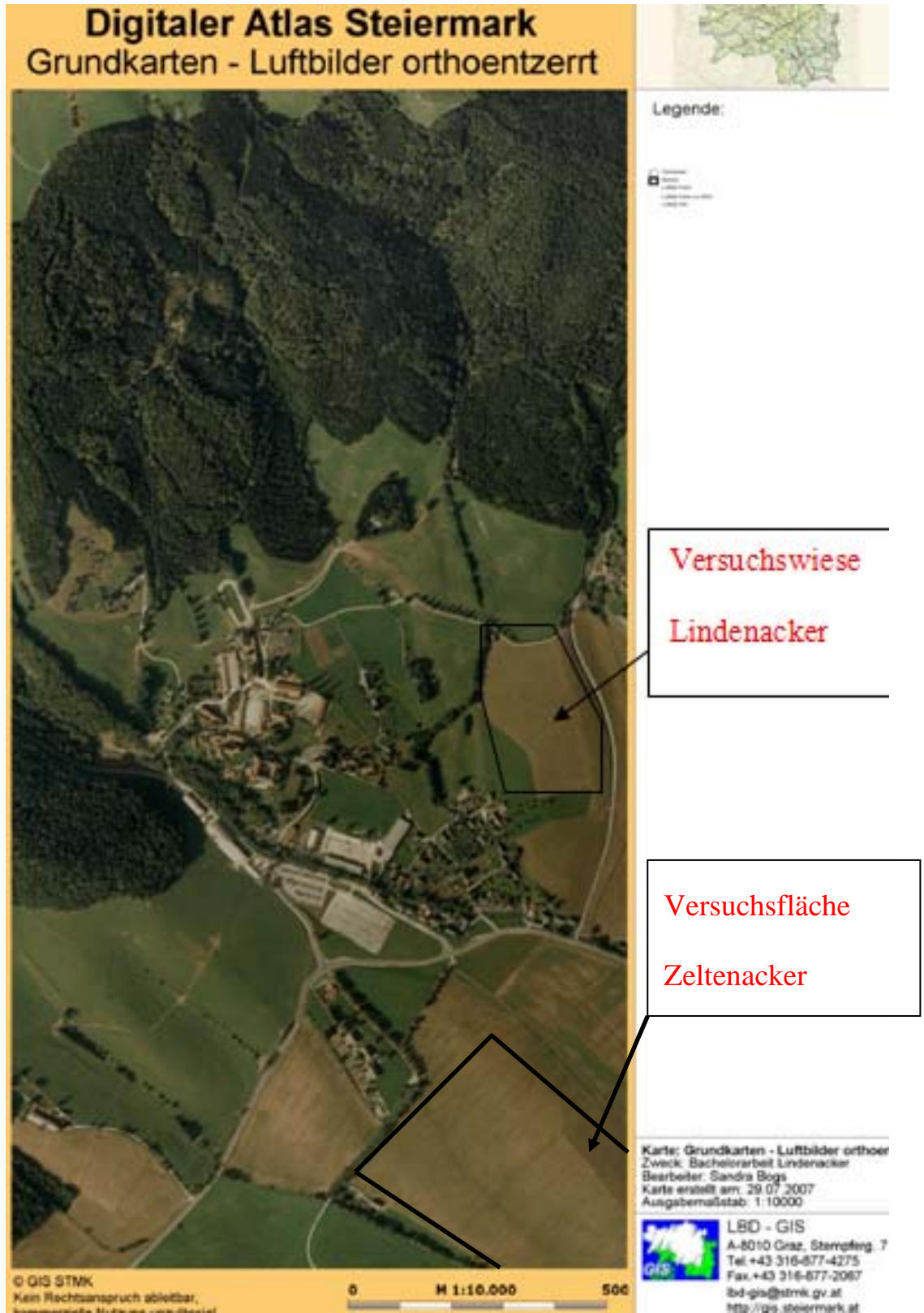
3.2.1. Allgemeine Hinweise

Im Wirtschaftsgrünland sollte die homogene Aufnahmefläche nicht kleiner als 50 m² sein, ideal ist eine Größe der Aufnahmefläche von 100 m². Manche diagnostisch wichtige Arten wachsen nämlich zerstreut und werden bei einer zu kleinen Aufnahmefläche nicht erfasst. (vgl. BOGS, 2007)

3.2.2. Bestandserhebung

Bei der Pflanzenbestandsaufnahme bzw. Bonitur wurde eine Schätzung der Artengruppenzusammensetzung durchgeführt. Das heißt Gräser, Kräuter und Leguminosen werden nach ihren Gewichtsprozenten eingeschätzt. Es wurden auch die einzelnen Arten nach den Flächenprozenten erfasst, wie z. B. Timothee, Englisches Raygras und Goldhafer bei der Artengruppe Gräser.

Abbildung 1: Luftaufnahme von Piber mit markierten Versuchsfeldern (GIS Steiermark)



3.3. Probenahmen und Tätigkeiten

3.3.1. Staubsaugermethode

Die Proben für die Bröckelverluste wurden nach der Staubsaugermethode direkt nach jedem Arbeitsgang auf zehn mal einem m² an unterschiedlichen Stellen genommen. Hierbei wurde ein Stahlrahmen verwendet, mit dem die Quadratmeter abgesteckt wurden. Eine Absaugung der Bröckelverluste erfolgte mit einem Industriestaubsauger, welcher mittels Notstromaggregat betrieben wurde. Das eingesaugte Material wurde in Papiertüten gegeben, gewogen und die Trockenmasse bestimmt. Die Proben wurden zwischen dem Schwad und auf dem Schwad, nach Aufnahme des Futters durch die Ballenpresse, genommen.



Abbildung 2: Ermittlung der Bröckelverluste (Eigenfotographie, 2008)

3.3.2. Bröckelverlustermittlung mittels Windeltechnik

Die Bröckelverluste wurden auch durch die „Windeltechnik“ bei einigen Versuchsreihen erhoben. Dafür wurde eine Plane (Windel) unterhalb der Presse montiert, die die gesamten Bröckelverluste auffing. Nach jedem Ballen wurde die Plane entleert und die Heuabfälle in Plastiksäcke abgefüllt, somit konnten auch die Bröckelverluste pro Ballen erhoben werden.



Abbildung 3: Ermittlung der Bröckelverluste mittels „Windeltechnik“
(Eigenfotographie, 2008)

3.4. Kraftbedarf des Traktors



Abbildung 4: Drehmomentaufnehmer zur Ermittlung der Zapfwellenleistung
(Eigenphotographie, 2008)

Wie es für Rundballenpressen mit variabler Presskammer typisch ist, steigt ihr Leistungsbedarf an der Zapfwelle nach dem Beginn des Pressens eines Ballens rasch an und erreicht dann ein relativ konstantes Niveau mit einzelnen Spitzen ehe er am Ende des Pressvorganges wieder rasch abfällt. Aus diesem Grund ist der mittlere Leistungsbedarf über den gesamten Ballen für die Wahl des erforderlichen Traktors wenig aussagekräftig. Deswegen wurde der Leistungsbedarf auf diesen Spitzen bzw. diesem konstantem Niveau miteinander verglichen und im Folgenden als Spitzenleistung bezeichnet.

(vgl. HANDLER F. et al., 2007)

3.5. Zeitlicher Ablauf

3.5.1. Zeitlicher Ablauf des ersten Versuches

Datum	Uhrzeit	Arbeitsschritt	Maschinen	U/min	Km/h	Zapfwelle
26.05.2008		Mähen	1 John Deere 6310, 100 PS Mit Allrad Frontmäherwerk (Pöttinger Novacat)	2200	10	1000
26.05.2008	15.00- 17.30	Zetten	1 Steyr 8075, 75 PS Kuhn Wender GF 4201 MH Digidrive	520	10	540
27.05.2008	12.00- 14.30	Wenden	1 Steyr 8075, 75 PS Kuhn Wender GF 4201 MH Digidrive	400	9,5	540
27.05.2008	14.00- 15.00	Schwaden	1 John Deere 6310, 100 PS Allrad Schwader Pöttinger Euro Top 771 A multitast	400	10	540
28.05.2008	12.00- 13.30	Schwaden	1 John Deere 6310, 100 PS Allrad Schwader SIP STAR 850/26	400	10	540
28.05.2008	11.00- 14.00	Pressen	1 Steyr CVT 1 Fendt 312 Vario Variable Rundballenpresse Welger RP 435 Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235		4-10	540

Tabelle 1: Arbeitseinheiten und einzelne Arbeitsschritte erste Versuchsreihe
(FLECKER, 2008)

Am 26.05.2008 wurde der erste Versuch mit dem mähen des Lindenackers begonnen und das Futter anschließend gezettet. Am nächsten Tag wurde das Futter gewendet und ein Teil geschwadet. Der Rest wurde am nächsten Tag geschwadet. Am selben Tag erfolgte auch das Pressen der Versuchsballen. Zum Einsatz kamen die Welger RP 435 (variable Kammerpresse) und die Welger RP 235 (Festkammerpresse). Einige Versuchsparameter (Bröckelverluste, Schwadlänge, etc.) wurden erhoben.



Abbildung 5: Schwaden am Lindenacker mit John Deere 6310 (Eigenphotographie, 2008)

3.5.2. Zeitlicher Ablauf des zweiten Versuches

Datum	Uhrzeit	Arbeitsschritt	Maschinen	U/min	Km/h	Zapfwelle
25.08.2008		Mähen	2 John Deere 6310, 100 PS Mit Allrad Frontmäherwerk (Pöttinger Novacat 306)	2200	10	1000
			Heckmäherwerk (Pöttinger Novacat 265)	2200	9,5	540
25.08.2008	15.00-17.00	Zetten	1 Geotrac, 83 PS Mit Allrad Kuhn Wender	520	10	540
26.08.2008	13.30-15.00	Wenden	1 John Deere 6310, 100 PS Mit Allrad Kuhn Wender GF 6401 MHO digidrive	500	9,5	540
26.08.2008	11.00-12.00	Schwaden	1 John Deere 6310, 100 PS Mit Allrad Doppel-Schwader Pöttinger Euro Top 771 A multitast	400	10	540
26.08.2008	11.00-13.00	Pressen	1 Fendt 312 Vario 1 John Deere 6320 Variable Rundballenpresse Welger RP 435 Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235		4-10 4-10	540 540
26.08.2008	15.00-16.30	Schwaden	1 John Deere 6310, 100 PS Mit Allrad Doppel-Schwader Pöttinger Euro Top 771 A multitast	400	10	540
27.08.2008	11.00-12.00	Schwaden	1 John Deere 6310, 100 PS Mit Allrad Doppel-Schwader Pöttinger Euro Top 771 A multitast	400	10	540
27.08.2008	11.00-13.00	Pressen	1 Fendt 312 Vario 1 John Deere 6320 Variable Rundballenpresse Welger RP 435 Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235		4-10 4-10	540 540

Tabelle 2: Arbeitseinheiten und Arbeitsschritte ersten Versuchsreihe
(FLECKER, 2008)

Am 25.08.2008 wurde der zweite Versuch mit dem Mähen des Zeltenackers begonnen und das Futter anschließend gezettet. Am nächsten Tag wurde das Futter gewendet, ein Teil geschwadet und die ersten Versuchsballen gepresst. Weiters formten wir Nachtschwade aus. Der Rest wurde am nächsten Tag geschwadet und am selben Tag erfolgte auch das Pressen der letzten Versuchsballen. Zum Einsatz kamen wieder Welger RP 435 (variable Kammerpresse) und Welger RP 235 (Festkammerpresse). Einige Versuchsparameter (Bröckelverluste, Schwadlänge, etc.) wurden erhoben.

3.6. Pressen der Gärheuballen

3.6.1. Rundballenpressen – Typen

Nach dem Schwaden wurde das Anwelkgut mit den entsprechenden Trockenmassegehalten (40%, 60%, 80% TM) zu Rundballen gepresst.

„Entscheidend für die Qualität und Haltbarkeit ist ein möglichst rascher und vollständiger Luftabschluss, der durch eine hohe Verdichtung (> 200 kg TM/m³) gekennzeichnet ist.“ (vgl. THAYSEN et al., 2006)

Bei beiden Versuchsreihen (28.05.2008 = 1.Schnitt und 26.08.2008 = 2.Schnitt) wurden jeweils zwei verschiedene Presssysteme (variable Rundballenpresse, Festkammer Rundballenpresse) der Firma Welger verwendet.

Genaue Daten darüber sind aus Tabelle 3 und Tabelle 4 zu entnehmen.

Technische Daten Variable Rundballenpresse Welger RP 435		
Ballenkammer	Durchmesser	0,90 - 1,60 m
	Breite	1,23 m
	Volumen	bis ca. 2,5 m ³
	max. zul. Gewicht	1,5 t
	Netz	Lauflänge 2000 oder 3000m
Bindemittel	Breite	1,23 oder 1,30 m
Pick up		2,25 m
Maße L, B, H	4,98 x 2,32 (max. 2,70) x max. 2,76 m	
Zapfwellenantrieb	540 U/min	

Tabelle 3: Technische Daten der variable Rundballenpresse Welger RP 435
(Welger, 2008)

Technische Daten Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235		
Ballenkammer	Durchmesser	1,25m
	Breite	1,23 m
	Volumen	bis ca. 1,5 m ³
Bindemittel	Netz	Lauflänge 2000 oder 3000m
	Breite	1,23 oder 1,30 m
Pick up		2,25 m /2,00 m
Maße L, B, H	4,98 x 2,32 (max. 2,70) x max. 2,76 m	
Zapfwellenantrieb	540 U/min	

Tabelle 4: Technische Daten der Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235 (Welger, 2008)



Abbildung 6: Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235 (WELGER, 2008)

3.7 Maschinentechnische Einstellungen

Presseinstellungen 1.Schnitt 28.05.2008					
Ballennr.	Pressentyp	Messeranzahl	Pressdruck	Weichkern	Netzlagen
9-12	Welger RP435	0	max.		3,1
13-16	Welger RP435	0	Stufe 2	ohne Wkeinst.	
17-20	Welger RP435	25	max.		3,1
21-24	Welger RP235	0	max.		3,3
33-35	Welger RP435	0	Stufe 2	ja	
36-38	Welger RP235	0	Stufe 2		3,5

Tabelle 5: 2.Schnitt gleich nur mit anderen Ballennummern
(Netzlagen nicht erhoben) (Eigenbearbeitung)

3.8. Messung der Schwadlängen pro Ballen

Bei beiden Versuchsreihen wurden die einzelnen Schwadlängen pro Ballen ermittelt. Dazu wurde mittels Messrad die Wegstrecke gemessen, die zur Pressung eines Ballens notwendig war. Das ermöglicht einen indirekten Vergleich der Pressdichte zwischen den Presssystemen.



Abbildung 7: Schwadlängenmessung mittels Messrad (Eigenphotographie)

3.9. Umfangmessung der Rundballen

Am aufgestellten Rundballen wurde in drei unterschiedlichen Höhen (20, 60 und 100 cm vom Boden weg) der Umfang gemessen. Die Messung erfolgte mit Hilfe einer Holzlatte, an der die drei bestimmten Höhen eingezeichnet waren. Das Maßband wurde in der gleichen Ebene rund um den Ballen gelegt und der Umfang abgelesen. Dieser Vorgang wurde in allen drei Höhen durchgeführt. Die erhobenen Daten wurden aufgezeichnet. Daraus und aus der Ballenbreite wurde das Volumen der Ballen errechnet.



Abbildung 8: Umfangmessung der Rundballen (Eigenfotografie, 2008)

3.10. Dichtemessung der Rundballen

Die Dichtemessung wurde mittels Penetrometer durchgeführt. Dabei wurde der Rundballen an ein Frontladergerüst gehängt. In den Ballen drang ein Eisenspitze ein, der den Widerstand und somit die Dichte des Ballens bestimmte. Die Messungen erfolgten an drei Stellen über die Ballenbreite verteilt und zwar 25 cm vom linken bzw. rechten Rand und in der Mitte. Gleichzeitig wurde mit dieser Aufhängung das Gewicht der Rundballen bestimmt (siehe Kapitel 3.11).



Abbildung 9: Dichtemessung der Rundballen mittels Penetrometer
(Eigenphotographie, 2008)

3.11. Gewichtserhebung der Ballen

Das Ballengewicht bei der ersten Versuchsreihe wurde mittels DMS Wiegezeile ermittelt. Dazu wurden die Ballen wie unter Abbildung 9 aufgehängt und mit zwei Wiegezeilen das Gesamtgewicht ermittelt. Bei der zweiten Versuchsreihe wurde eine Standwaage benützt. Der Ballen wurde mittels Ballenzange auf die Waage gehoben und das Gewicht abgelesen. Danach wurde der Ballen wieder entfernt. Die Waage wurde über ein Aggregat mit Strom versorgt.



Abbildung 10: Gewichtsmessung eines Ballens (Eigenphotographie, 2008)

3.12. Probenahme bei den Gärheuballen

Nach dem Pressen wurden die Ballen unter dem Netz mit Analysennummern markiert und zu Probenahmen zusammentransportiert. Aus den Gärheuballen wurde mittels Probebohrer mit fünf cm Bohrkerndurchmesser eine Futterprobe von ca. 500 g gezogen. Die Proben wurden in einer isolierten Box kühl vorgelagert und in das Labor des LFZ Raumberg- Gumpenstein gebracht. Dort wurden die Proben auf Hauptnährstoffe nach Weender und die Verdaulichkeit (in vitro) bestimmt.

Nach dem Ende des Gärungsprozesses im Ballen (ca. 10 Wochen nach dem Einwickeln) wurden von jedem Ballen wiederum Proben gezogen. Die Proben wurden in Plastiksäcke verpackt und im Labor des LFZ Raumberg – Gumpenstein untersucht. Zusätzlich wurden diese Proben auf Gärsäuren (Milch-, Essig-, Propion- und Buttersäure) hin untersucht.



Abbildung 11: Probenahme bei den gärungsfertigen Ballen
(Eigenfotographie, 2008)

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Pflanzenbestand am Lindenacker am 13. 05. 2008

Prüf.-Nr.	1	2	3	Durchschnittswert
Proj. 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	83
Leguminosen in Gewichtsprozent	5	10	8	8
Kräuter in Gewichtsprozent	12	10	7	10
Moos in %				
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		2	2
Bastardraygras (<i>Lolium boucheanum</i>)	1	1	1	1
Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)	1	1		1
Untergräser				
Wieserrippe (<i>Poa pratensis</i>)	1	1	1	1
Ungräser				
Quecke (<i>Elymus repens</i>)	3		1	2
Gemeine Rispe (<i>Poa trivialis</i>)	23	25	20	23
Weiche Trespe (<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> agg)	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
Artenanzahl	23	21	21	22

Tabelle 6: Pflanzenbestand 1. Versuchsreihe (HOLZER 2008)

„Im Pflanzenbestand spiegeln sich die natürlichen Standortfaktoren und die Bewirtschaftungsweise wieder. Maßnahmen wie Düngung, Nutzung und Pflege ermöglichen eine große Vielfalt der Pflanzenbestände. Gemeinschaften von Gräser, Kleearten und Kräuter beeinflussen die Ertragsfähigkeit und den Futterwert.“ (vgl. DIETL, 1998)

Obige Tabelle zeigt eine lückige Grasnarbe, die große Angriffsfläche für Unkräuter bietet. Außerdem ist die Gefahr der Verschmutzung des Erntegutes sehr hoch. Ein Grund für die lückige Grasnarbe ist der niedrige Anteil an Untergräsern. Hierbei sollte eine Übersaat mit einer entsprechenden Saatmischung erfolgen.

Es zeigt sich ein grasbetonter Bestand mit hohem Anteil an Gemeiner Risppe. Als Leitgras fungiert das Knaulgras, welches den Bestand nachhaltig prägt. Deshalb ist auf einen zeitgerechten Erntezeitpunkt zu achten, da sonst der Bestand zu stark verholzt. Der Anteil der Kräuter sorgt für ein schmackhaftes Futter, jedoch besitzen sie einen geringeren Futterwert als die meisten Gräser. Die Leguminosen sind sehr wichtig für die Stickstoffversorgung des Bodens (Knöllchenbakterien) daher ist ihr niedriger Besatz kritisch zu beurteilen.

PrüfNr.	1	2	3	Ø
Pro. Deckung	85	90	90	88
offener Boden in %	15	10	10	12
Wuchshöhe	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

Tabelle 7: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom Lindenacker im Gestüt Piber 2008

Die lückige Grasnarbe mit 12% offenem Boden, birgt die Gefahr der Futterschmutzung in sich. Zu empfehlen ist eine umbruchlose Grünlanderneuerung mit einer geeigneten Nachsaatmischung und einer Bearbeitung mit einem speziellen Striegelkombinationsgerät.

Als günstiger Zeitpunkt ist das Frühjahr zu wählen. Doch auch eine Über- oder Nachsaat ist bei entsprechenden Verhältnissen noch bis zum 25. August sinnvoll. Hierbei sind Bodentemperaturen von mindestens 10°C und Niederschläge nach der Aussaat wichtig. Damit der alte Bestand die jungen Keimlinge nicht sofort verdrängt, sollte eine Beweidung oder Mahd drei bis vier Wochen nach der Aussaat erfolgen (vgl. BUCHGRABER et al 1995).

4.2. Pflanzenbestand am Zeltenacker am 19.8.2008

PrüfNr.	1	2	3	Ø
Pro. Deckung	98	99	98	98
offener Boden in %	2	1	2	2
Wuchshöhe	58	56	53	56
Gräser in Gewichtsprozent	98	99	95	97
Leguminosen in Gewichtsprozent	0	1	5	2
Kräuter in Gewichtsprozent	2	0	0	1

Tabelle 8: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und
 Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom Zeltenacker im
 Gestüt Piber 2008

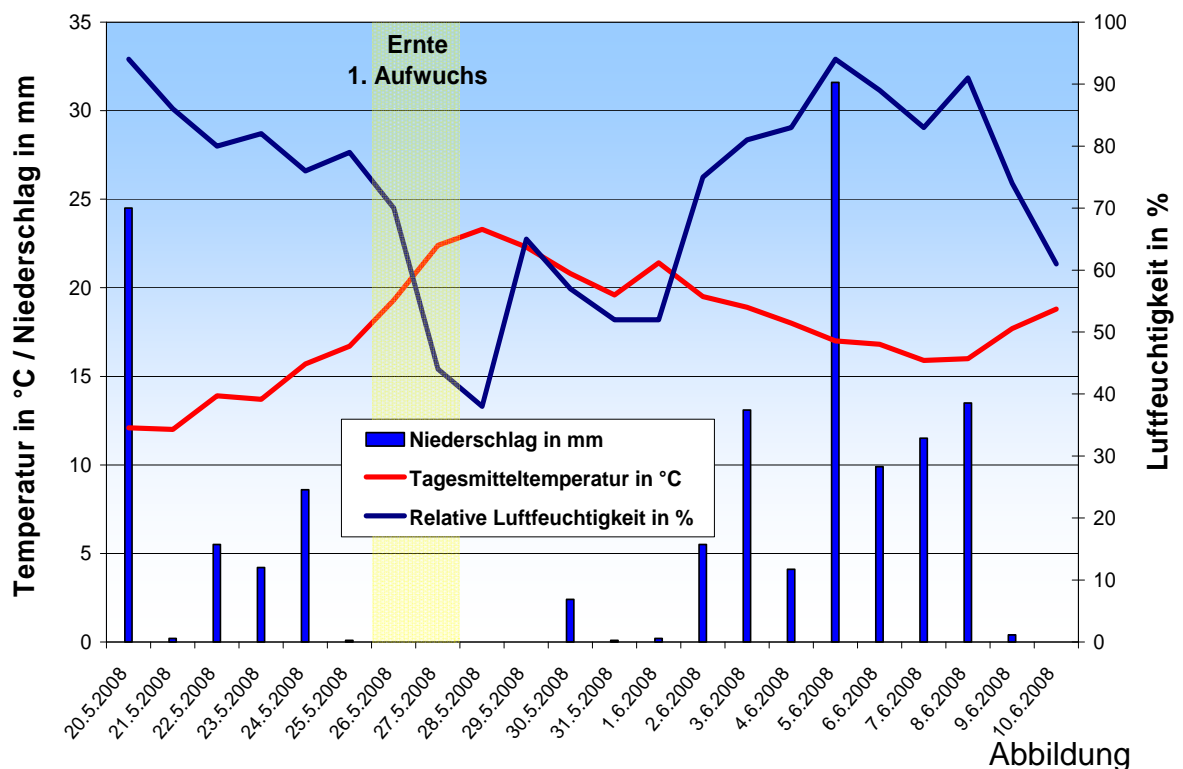
Durch die geschlossene Grasnarbe ist die Gefahr der Futtermverschmutzung geringer als am Lindenacker. Jedoch ist trotz des guten Bestandes auf eine schonende Futtergewinnung zu achten, um die Grasnarbe nicht zu verletzen. Zu tiefe Einstellungen bei Mähwerk, Kreiselzettwender und Schwader müssen vermieden werden, um in der Zukunft keinen nachteiligen Pflanzenbestand zu fördern.

Zu beachten ist der hohe Anteil an Gräsern, der auf einen hohen Energiegehalt schließen lässt.

4.3. Wetterdaten

4.3.1. 1. Versuchsabschnitt

Während der Mahd der Heuernte am 26.05.2008 war eine durchschnittliche Tagestemperatur von 19,3°C gegeben. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug 70% bei 0 mm Niederschlag. Am 27.05.2008 wurde eine durchschnittliche Tagestemperatur von 22,4°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 44% und wiederum 0 mm Niederschlag gemessen. Unter diesen Bedingungen konnten die weiteren Bearbeitungsschritte, wie das Wenden und Schwaden problemlos durchgeführt werden. Auch das Schwaden und Pressen des Erntegutes stand am 28.05.2008 unter optimalen Witterungsvoraussetzungen. Es wurde an diesem Tag eine durchschnittliche Tagestemperatur von 23,3°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 38% und 0 mm Niederschlag gemessen.



Abbildung

12: Wetterdaten 1. Versuchsabschnitt

(Wetterstation am Versuchsstandort Gumpenstein, Außenstelle Piber, 2008)

4.3.2.

2. Versuchsabschnitt

Die Mahd des Folgeaufwuchses wurde am 25.08.2008 bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 71% und einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 15,1°C und 0 mm Niederschlag durchgeführt. Diese Werte lassen sich dadurch erklären, dass es zwei Tage davor 20,5 mm geregnet hat. Am 26.08.2008 wurden eine durchschnittliche Tagestemperatur von 18,9°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 67% und 0 mm Niederschlag gemessen. Die Temperatur stieg am 27.08.2008 weiter leicht an. So konnten eine durchschnittliche Tagestemperatur von 19,5°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 66% und wiederum 0 mm Niederschlag gemessen werden. Die Bearbeitungsschritte konnten deshalb ohne Probleme optimal gesetzt werden, was zu einer qualitativ guten Ernte des Folgeaufwuchses führte.

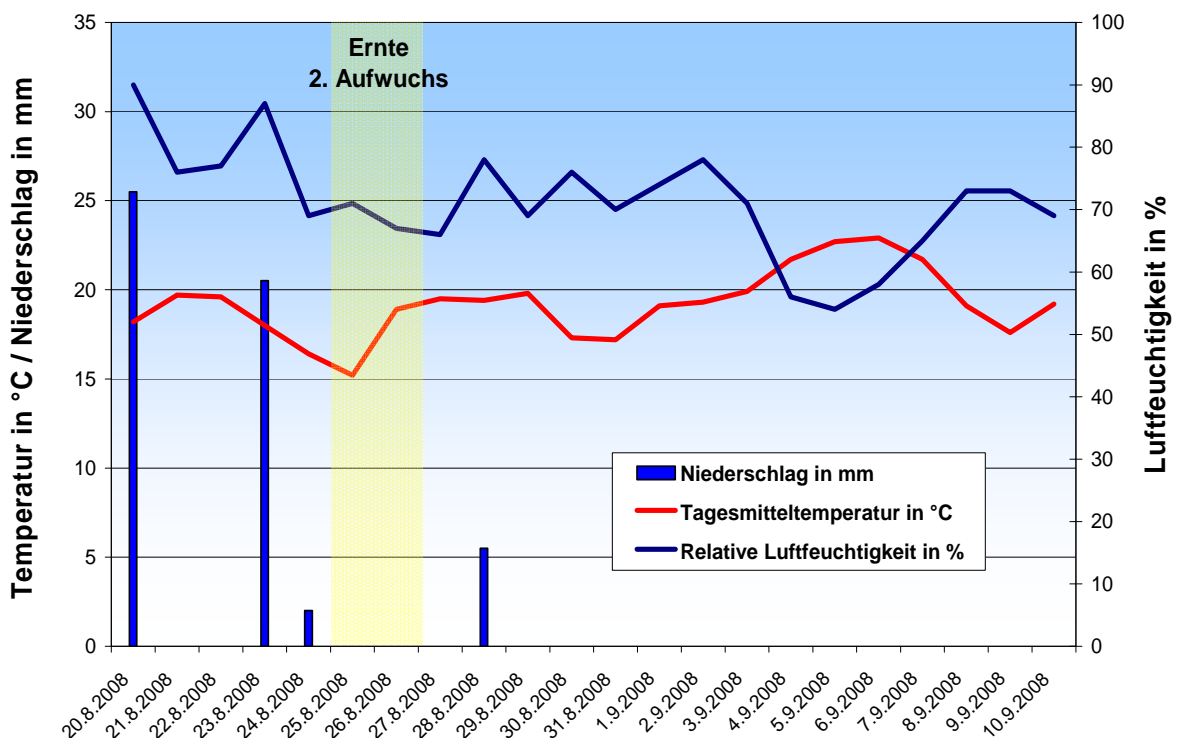


Abbildung 13: Wetterdaten 2. Versuchsabschnitt

(Wetterstation am Versuchsstandort Gumpenstein, Außenstelle Piber, 2008)

4.4. Trocknungsverlauf 1. Versuchsreihe

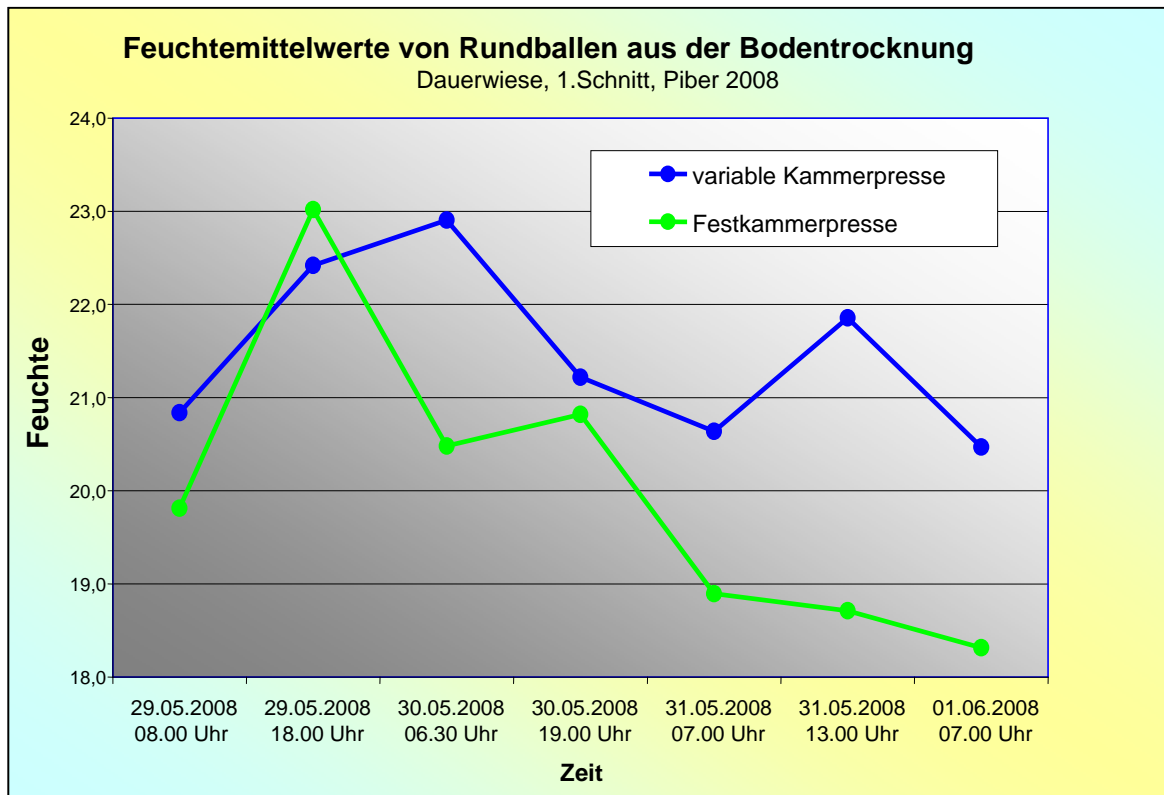


Tabelle 9: Trocknungsverlauf der Ballen des 1. Schnittes auf der Belüftung

Der Trocknungsverlauf bei den Ballen auf der Belüftung, welcher über vier Tage beobachtet wurde verläuft nach einem kurzen Anstieg kontinuierlich. Es ist sehr deutlich ersichtlich, dass Ballen der Festkammerpresse schneller trocknen, als jene der variablen Kammerpresse, aufgrund des weicheren Kernes. Um lagerfähiges Heu zu erhalten wäre ein Feuchtigkeitsgehalt unter 14% erstrebenswert. Die Trockenmassegehalte nach dem Pressen lagen bei 19,9% bzw. 20,9%.

7% des Wassergehaltes müssten durch die Belüftung noch aus den Ballen ausgetrieben werden, damit sie mit über 86 % TM eingelagert werden konnten. Entscheidend ist noch, dass das Futter im Ballen gleichmäßig heruntergetrocknet wird. Bleibt in gewissen Schichten im Ballen zu viel Restfeuchte zurück, gibt es eine Verschimmelung im Lager.

4.5.1. Bröckelverluste 1. Versuchsreihe

	Bröckelverluste in kg TM/ha		Gesamtbröckelverluste
	Zwischen dem Schwad	Auf dem Schwad nach der Schwadaufnahme	(gewogenes Mittel aus Schwad und zwischen Schwad)
Heulage 60 % TM	371	899	635
Heulage 80 % TM	537	899	718
Heu 80 % TM Belüftung	369	899	634

Tabelle 10: Bröckelverluste am Lindenacker 2008

Die Bröckelverluste bei der Heulageproduktion mit 60% TM - Gehalt belaufen sich auf 635 kg TM/ha. Das sind prozentuell zum Ernteertrag gesehen 17%.

Dieses Ergebnis ist jedoch kritisch zu betrachten, da die Bröckelverlustmessungen auf dem Schwad von der 80% TM-Stufe übernommen wurden.

Dieser Wert von 899 kg TM/ha ist generell als außerordentlich hoch anzusehen. Eine Erklärung könnte sein, dass bei dieser Erhebung teilweise in der Fahrspur des Traktors gemessen wurde. Im Bereich der Traktorräder wird das Futter zusammengedrückt und bleibt daher eher am Feld liegen, was zur Erhöhung der Bröckelverluste führen kann. Diese Verluste sollten eigentlich zu den Aufnahmeverlusten gezählt werden.

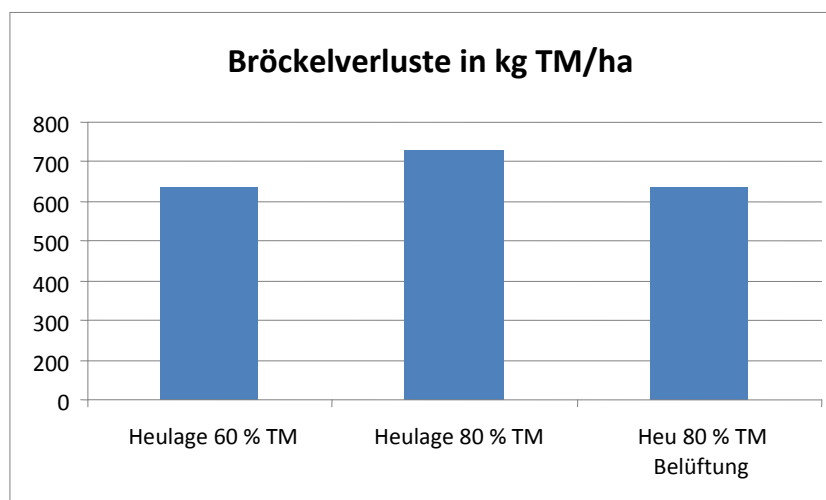


Abbildung 14:
Gesamtbröckelverluste am
Lindenacker 2008

4.5.2. Bröckelverluste 2. Versuchsreihe

	Bröckelverluste in kg TM/ha		Gesamtbröckelverluste
	Zwischen dem Schwad	Auf dem Schwad nach der Schwadaufnahme	(gewogenes Mittel aus Schwad und zwischen Schwad)
Silage 40 % TM	511	598	555
Heulage 80 % TM	635	666	650
Heu 80 % TM Belüftung	542	666	604

Tabelle 11: Bröckelverluste am Zeltenacker 2008

Die Bröckelverluste bei der Silageproduktion mit 40% TM-Gehalt belaufen sich auf 555 kg TM/ha. Das sind prozentuell zum Ernteertrag gesehen 12,7%.

Die verhältnismäßig hohen Werte zeigen einmal mehr auf, wie wichtig sorgfältiges Arbeiten bei der Ernte ist. Die meisten Verluste können durch korrekten Einsatz der Maschinen und optimaler Geräteeinstellung bei den Arbeitsvorgängen, vermieden werden. Damit würde man in Folge sowohl quantitativ als auch qualitativ bessere Erträge erzielen.

Die Unterschiede der Verluste auf dem Schwad und zwischen dem Schwad waren beim zweiten Schnitt auf dem Zeltenacker nicht so signifikant als beim ersten Schnitt am Lindenacker.

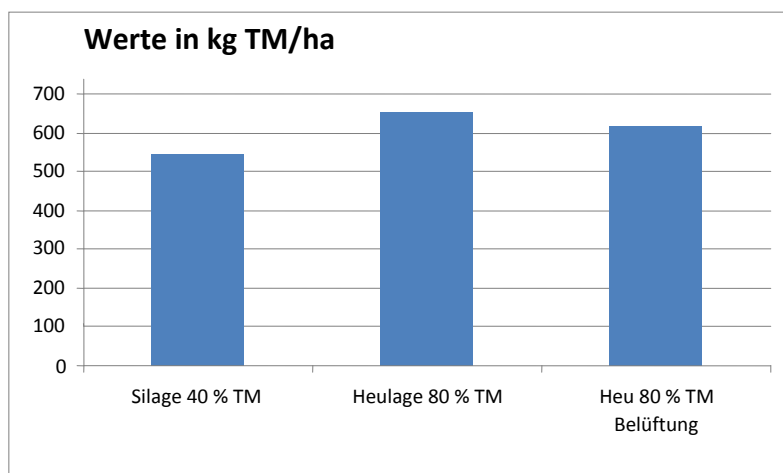


Abbildung 15:
Gesamtbröckel-
Verluste am
Zeltenacker 2008

4.6. Dichte der Ballen und TS Stufen

Pressdichte bei unterschiedlichen TS-Stufen und Maschineneinstellungen					
(Werte in kg TM/m ³)					
Parameter und Einstellungen		Variable Kammerpresse		Fix- kammerpresse	
		1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
TM-Stufe	40%	...	211	...	188
	60%	216	...	220	...
	80%	195	212	183	185
mit Schneidwerk (80%TS)		206	206
geringe Pressdichte (80%TM)		112	155
Belüftungsheu		120	135	113	131
Bodenheu		...	138	...	118

Tabelle 12: Pressdichte bei unterschiedlichen TS-Stufen und
Maschineneinstellungen (Eigenbearbeitung)

Die Dichtemessungen der Rundballen zeigen deutlich den Vorteil für die variable Kammerpresse bei den unterschiedlichen TS-Stufen. Die höchste Dichte wurde beim 2. Schnitt mit der variablen Kammerpresse mit 245 kg TM/m³ erreicht. Mit beiden Pressen konnten ausreichend locker gepresste Ballen für die Belüftung produziert werden. Die sensorische Futterbewertung zeigte Vorteile für die Gärheuballen mit höherem Trockenmassegehalt und höherer Dichte hinsichtlich einer geringeren Verschmutzung!

Abbildung 16:
Penetrometerspitze zur
Ermittlung der Dichte
(Eigenfotographie, 2008)



4.7. Berechnungen der Ballengewichte, Schwadlängen- und breiten in kg/TM

Nr.LT 2008	TM %	Ballengewichte in kg TM	Schwadlänge lfm	kg TM/lfm Schwad	kg TM /m ³
201	43,4	351,8	158	2,23	193
202	46,4	387,5	179	2,16	218
203	53,7	454,8	216,5	2,10	250
204	40	315,5	152,5	2,07	185
205	41,9	304,3	122,5	2,48	184
206	38,5	293,2	109,5	2,68	177
207	34,6	273,2	100	2,73	164
208	56,1	354,1	296	1,20	227
209	75,4	341,6	290	1,18	220
210	79,2	340,4	285	1,19	211
211	78,3	337,6	281	1,2	208
212	78,3	318,0	285	1,12	205
213	75,8	254,8	215,5	1,18	155
214	76,9	263,7	241	1,09	156
217	70,9	351,4	293,5	1,20	206
218	72,8	344,3	228	1,51	200
219	75,7	355,9	316,5	1,12	216
220	72,5	346,4	272	1,27	201
221	77,4	328,0	283	1,16	205
222	77,4	315,6	246	1,28	182
223	80	303,0	256,5	1,18	168
224	79	319,1	277	1,15	183
233	83,9	208,0	156	1,33	140
234	83,9	186,2	140	1,33	138
235	84,1	207,8	156	1,33	127
236	85	226,9	173	1,31	128
237	86,9	235,4	167	1,41	137
238	85,2	220,6	185	1,19	127
239	84,8	302,0	226	1,33	138
243	84,8	199,3	140	1,42	118

Tabelle 13: Berechnungen der Ballengewichte, Schwadlängen- und breiten in kg/TM

Die aufgenommene Schwadlänge pro Ballen zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen der variablen Ballenpresse und der Festkammerpresse. Ein Längenunterschied konnte jedoch aufgrund der verschiedenen Schwadstärken erkannt werden. Bei steigendem TM - Gehalt konnte man einen Anstieg der Schwadlängenaufnahme feststellen.

4.8. Inhaltsstoffe

4.8.1. 1. Schnitt Dauerwiese (Lindenacker)

	TM g/kg FM	RP (g)	RFA (g)	RF (g)	RA (g)	MJ/NEL
Gärheu 60% TM	590	83	317	22,1	86	5,35
Gärheu 80% TM	762	74	329	19,9	91	5,08
Bel. Heu	839	76	312	16,7	82	5,35
Bodenheu	818	74	324	18,9	85	5,2

Tabelle 14: Nährstoffgehaltswerte der Silage, Gärheu und Heu, 1.Schnitt, Dauerwiese, Lindenacker, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)

Diese Werte zeigen einen hohen TM- Gehaltswert für Gärheu und Heulagen (Gärheu mit 80% TM).

In der Tabelle werden die Nährstoffgehalte der fertigen Silagen, des Gärheues und Heues dargestellt. Es wurde keine Differenzierung zwischen den Pressensystemen durchgeführt, weil keine Unterschiede in den Ergebnissen bezogen auf die Inhaltsstoffe zu finden waren. Auch zwischen den einzelnen Konservierungsformen lässt sich keine Differenzierung durchführen.

Die niedrigen RP-Werte lassen sich auf die hohen Bröckelverluste zurückführen, da von den Bröckelverlusten vor allem die eiweißreichen Blätter betroffen sind.

4.8.2. 2.Schnitt Wechselwiese (Lindenacker)

	TM g/kg FM	RP (g)	RFA (g)	RF (g)	RA (g)	MJ/NEL
Silage	422	124	293	31,5	159	5,1
Gärheu	759	117	288	26,2	128	5,3
Bel. Heu	839	116	292	23,8	125	5,3
Bodenheu	858	116	307	26,7	127	5,1

Tabelle 15: Nährstoffgehaltswerte von Silage, Gärheu und Heu, 2. Schnitt, Wechselwiese, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)

In Tabelle 15 werden die Futterinhaltsstoffe des 2. Versuchsabschnittes in Piber angeführt. Besonders negativ ist wie bereits im Ausgangsmaterial gemessen der hohe Ascheanteil im Futter zu sehen. Dieser Umstand führte bei der Beurteilung der Gärqualität zu einer nur „genügenden“ Bewertung von Einzelproben.

Zurückzuführen ist der hohe Rohascheanteil auf eine lückige Grasnarbe.

Besonders in der Silage ist diese hohe Futterschmutzung kritisch zu betrachten, da es zu Fehlgärungen (Chlostridien) im Gärprozess kommen kann.

Gärheu und Heu ist in dieser Hinsicht weniger stark gefährdet.

Bei den anderen Inhaltsstoffen (RP, RFA, RF, MJ/NEL) sind keine Besonderheiten erkenntlich.

6. Zusammenfassung

Anforderungen an die Gärheubereitung unter besonderer Berücksichtigung der Futterqualität

In einem Praxisversuch im Bezirk Voitsberg, in Piber wurden mit zwei verschiedenen Presssystemen (variable bzw. Festkammerpresse) mehrere Versuchsreihen durchgeführt. Zum ersten und zweiten Schnitt wurde das Futter bei unterschiedlichen TM-Stufen geerntet (40% Grassilage, 60/80% Gärheu, 80% Belüftungs- und Bodenheu). Die produzierte Silage, das Gärheu und das Belüftungs- bzw. Bodenheu wurden auf ihre Futterqualität hin untersucht und ein Vergleich der beiden Presssysteme hinsichtlich Pressdichte durchgeführt.

Die Pflanzenbestände wurden bonitiert und der Anteil von Gräsern, Kräutern und Leguminosen erfasst. Bei den Versuchsreihen wurden Schwadlänge und Schwadstärke gemessen. Ebenfalls wurde das Ballengewicht und der Ballenumfang ermittelt und daraus die Ballendichte errechnet. Bei jedem Ballen erfolgte eine Probenentnahme, die zur Ermittlung der Nährstoffe herangezogen wurden.

Es konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Futterqualität zwischen den zwei Presssystemen festgestellt werden. Wichtiger für die Futterqualität ist das saubere Arbeiten während der gesamten Ernte (Futterverschmutzung). Kleine Vorteile können der variablen Ballenpresse angerechnet werden, da diese höhere Pressdichten erreichte. In der Praxis werden diese hohen Pressdichten meist nicht erreicht, damit ist allerdings ein zusätzliches Risiko hinsichtlich der aeroben Stabilität der Silage oder des Gärheus verbunden. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, dass meist zu schnell gefahren wird, oder/und der Pressdruck aus Gründen der geringeren Abnutzung der Pressen niedriger eingestellt wird. Ein weiterer wichtiger Faktor für die Futterqualität ist die Futterverschmutzung. Beim 2.Schnitt wurden allgemein deutlich höhere Aschegehaltswerte gemessen. Dabei hatte vor allem die Silage bei 43% TM- Gehalt den höchsten Aschegehaltswert mit rd. 15%, während das Gärheu um 2%-Punkte darunter lag. Über die ganze Erntedauer ist deshalb auf ein genaues und sauberes Arbeiten zu achten (Einstellung der Maschinen).

Optimalen Bedingungen für eine rasche Abtrocknung des Futters durch eine Rundballentrocknung stellen locker gepresste Ballen dar. Dies kann mit beiden Presssystemen erreicht werden. Bei der variablen Kammerpresse schafft die Weichkerneinstellung günstige Luftführungsbedingungen innerhalb des Ballens. Den größten Einfluss auf eine rasche Abtrocknung nimmt jedoch die Einstellung der Pressdichte ein. Angestrebt wird eine Pressdichte von ca. 120 kg TM/m³. Die Bröckelverluste lagen durchgehend auf einem sehr hohen Niveau (>300 kg/ha). Beide Pressensysteme erreichten bei den unterschiedlichen TM-Stufen eine ausreichend hohe Pressdichte. Ein Einfluss auf die Futterqualität konnte nicht festgestellt werden. Die Pressdichte sollte mindestens bei 180 kg TM/m³ liegen. Die Fahrgeschwindigkeit ist dahingehend anzupassen. Gärheu für die Pferdefütterung sollte nicht oder nur mit wenigen Messern geschnitten werden. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich für junges, proteinreiches Futter, wobei diesbezüglich unterschiedliche Presssysteme nicht mit einbezogen werden müssen.

6. Abstract

In the summer of 2008 we made an experiment with two different bale- presses in the western part of styria. At the beginning the amount of grasses, herbs and legums were tested.

In our tests series we took many samples to define some available values. Such values were the weight and the size of the bales and the dry substance of the fodder.

There was no significant difference between the two press - systems (variable - chamber - press and solid - chamber – press).

More important for the fodder – quality is how dirty the fodder is. The operations to produce a high quality fodder have to be done very carefully.

The press pressure is very necessary, but in practice an adequate pressure isn't reached most of the time.

The research institute Raumberg – Gumpenstein processed the facts and published the results.

7. Literaturverzeichnis

BOGS (2007): Einfluss der Futterernte auf die Bröckelverluste sowie das Stängel-Blattverhältnis von Pferdeheu S.23

BRIEMLE et al. (1996): „Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung in Baden-Württemberg“ in: Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft; Springer Verlag

BUCHGRABER et al. (2008): „Futterqualität aus dem Grünland ist wieder mehr wert“, Sonderbeilage Landwirt, Info 5/2008, Druck Styria

BUCHGRABER und GINDL (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung 2.Auflage, LFZ- Raumberg-Gumpenstein

DIETL (1998): „Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpenweiden“, erweiterte Auflage, Österreichischer Agrarverlag.

FLECKER (2008): Vorarbeiten 1. Schnitt +2. Schnitt, Außenstelle Piber

HABERL (2007): Skriptum NTH, „Allgemeines zur Grundfutterkonservierung“ 2007

HANDLER et al. (2007) Francisco Josephinum, BLT, „Rundballenpressen mit variabler Presskammer – Leistungsbedarf, Ballendichte und Bröckelverluste“.

HOLZER (2008): „Die Einflüsse der Bröckelverluste und der Stängel-/Blattverhältnisse bei der Produktion von Silage, Heulage und Heu auf die Pferdefütterung“ Bakkelaureatsarbeit

PÖLLINGER (2007). Prüfbericht 2007, LFZ- Raumberg- Gumpenstein

PÖLLINGER (2003): „Vergleich unterschiedlicher Heutrocknungsverfahren“, Gumpensteiner Bautagung 2003

PÖLLINGER (2009) mündliche Auskunft

PÖTTINGER (Stand: 10.04.2009)

http://www.poettinger.at/de/produkte_rundballenpressen_modell.asp?PID=300

STEINWIDDER (1999-2002): „Weideversuch II“, LFZ Raumberg- Gumpenstein

THAYSEN und RICHTER (2006): „Grobfutter in der Pferdehaltung“. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub. In: Praxishandbuch Futterkonservierung 2006, DLG Verlag.

<http://www.welger.com/cms/index.php?id=481&L=0> (Stand 15.11.2008)
Variable Rundballenpresse Welger RP 435 Daten

<http://www.welger.com/cms/index.php?id=316> (Stand 15.11.2008)
Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235 Daten

8. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Luftaufnahme von Piber mit markierten Versuchsfeldern
(GIS Steiermark)
- Abbildung 2: Ermittlung der Bröckelverluste (Eigenphotographie, 2008)
- Abbildung 3: Ermittlung der Bröckelverluste mittels „Windeltechnik“
(Eigenphotographie, 2008)
- Abbildung 4: Drehmomentaufnehmer zur Ermittlung der Zapfwellenleistung
(Eigenphotographie, 2008)
- Abbildung 5: Schwaden am Lindenacker mit John Deere 6310
(Eigenphotographie, 2008)
- Abbildung 6: Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235 (WELGER, 2008)
- Abbildung 7: Schwadlängenmessung mittels Messrad (Eigenphotographie)
- Abbildung 8: Umfangmessung der Rundballen (Eigenfotographie, 2008)
- Abbildung 9: Dichtemessung der Rundballen mittels Penetrometer
(Eigenphotographie, 2008)
- Abbildung 10: Gewichtsmessung eines Ballens (Eigenphotographie, 2008)
- Abbildung 11: Probenahme bei den gärungsfertigen Ballen
(Eigenfotographie, 2008)
- Abbildung 12: Wetterdaten 1. Versuchsabschnitt
(Wetterstadion am Versuchsstandort Gumpenstein, Außenstelle Piber, 2008)
- Abbildung 13: Wetterdaten 2. Versuchsabschnitt
(Wetterstadion am Versuchsstandort Gumpenstein, Außenstelle Piber, 2008)
- Abbildung 14: Gesamtbröckelverluste am Lindenacker 2008
- Abbildung 15: Gesamtbröckelverluste am Zeltenacker 2008
- Abbildung 16: Penetrometerspitze zur Ermittlung der Dichte
(Eigenfotographie, 2008)

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arbeitseinheiten und einzelne Arbeitsschritte 1.Versuchsreihe
(FLECKER, 2008)

Tabelle 2: Arbeitseinheiten und Arbeitsschritte 2.Versuchsreihe
(FLECKER, 2008)

Tabelle 3: Technische Daten der variable Rundballenpresse Welger RP 435
(Welger, 2008)

Tabelle 4: Technische Daten der Festkammer Rundballenpresse Welger RP 235
(Welger, 2008)

Tabelle 5: 2.Schnitt gleich nur mit anderen Ballennummern
(Netzlagen nicht erhoben) (Eigenbearbeitung)

Tabelle 6: Pflanzenbestand 1. Versuchsreihe (HOLZER 2008)

Tabelle 7: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und
Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom Lindenacker im
Gestüt Piber 2008

Tabelle 8: Projektive Deckung, Lücken in Flächenprozent und
Artengruppenverhältnis in Gewichtsprozent vom Zeltenacker im
Gestüt Piber 2008

Tabelle 9: Trocknungsverlauf der Ballen des 1. Schnittes auf der Belüftung

Tabelle 10: Bröckelverluste am Lindenacker 2008

Tabelle 11: Bröckelverluste am Zeltenacker 2008

Tabelle 12: Pressdichte bei unterschiedlichen TS-Stufen und
Maschineneinstellungen (Eigenbearbeitung)

Tabelle 13: Berechnungen der Ballengewichte,
Schwادلängen- und breiten in kg/TM

Tabelle 14: Nährstoffgehaltswerte der Silage, Gärheu und Heu, 1.Schnitt,
Dauerwiese, Lindenacker, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)

Tabelle 15: Nährstoffgehaltswerte von Silage, Gärheu und Heu, 2. Schnitt,
Wechselwiese, Piber, 2008 (Werte in g bzw. MJ/kg TM)