Josephinum Research
Wieselburg

Untersuchungen an Press-Wickel-Kombinationen

Massenstrom, Ballendichte, Leistungsbedarf und Silagequalität

Wieselburg, 2024

Eine Einrichtung mit eigener Rechtspersönlichkeit
an der HBLFA Francisco Josephinum

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:
Josephinum Research Wieselburg
Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg
josephinum.at
Autoren: Georg Ramharter, Franz Handler, Christian Rechberger, Christian Lahmer

Wieselburg, 19. März 2025
Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an jr@josephinum.at.

Inhalt

1 Fragestellung 5

2 Methodik 6

2.1 Untersuchten Varianten 6

2.2 Messung der Leistung an der Zapfwelle 7

2.3 Arbeitsablauf 7

2.4 Abmessungen der Ballen 7

2.5 Mittlere Schwadstärke und mittlerer Massenstrom 8

2.6 Versuchsbedingungen 8

2.7 Schnittlänge 10

2.8 Silagequalität 10

2.9 Datenauswertung 12

3 Ergebnisse 13

3.1 Tatsächlich erzielte Massenströme bei den Messungen 13

3.2 Ballendurchmesser und Ballenvolumen 14

3.3 Ballenmasse 14

3.4 Ballendichte 16

3.5 Leistungsbedarf an der Zapfwelle des Traktors 17

3.6 Schnittlänge der Silage 20

3.7 Silagequalität 20

4 Zusammenfassung 25

Tabellenverzeichnis ..... Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildungsverzeichnis 28

Literaturverzeichnis 29

Abkürzungen 30

1 Fragestellung

Rundballenwickelsilage ist nach dem Flachsilo das bedeutendste Verfahren zur Bereitung von Anwelksilage in Mitteleuropa. Leistungskennzahlen und die damit verbundene Futterqualität sind zentrale Parameter für die Weiterentwicklung von Press-Wickel-Kombinationen zur Erzeugung von Rundballenwickelsilage. Diese Parameter sind auch für die Entscheidungsfindung durch landwirtschaftliche Betriebe bei Investitionen ausschlaggebend. Das Ziel des Projektes ist die Beantwortung folgender Forschungsfragen:

- Welchen Einfluss hat die Anzahl der Messer in der Schneideinrichtung der Rundballenpresse (Schnittlänge der Silage) auf die Pressdichte und den Leistungsbedarf der Press-Wickel-Kombinationen an der Traktorzapfwelle?
- Welchen Einfluss haben die Fahrgeschwindigkeit und der Massenstrom der Rundballenpresse auf die Pressdichte, den Leistungsbedarf an der Traktorzapfwelle und die Schlagkraft der Press-Wickel-Kombinationen?
- Wie ändert sich die Qualität der Silage, wenn anstatt der Netzbindung für den Rundballen eine Mantelfolie verwendet wird?
- Wie unterscheidet sich die Press-Wickel-Kombinationen G-1 F125 Kombi hinsichtlich Leistungsbedarf, Massenstrom, Ballendichte und Futterqualität von der VARIO-Master V140?

2 Methodik

2.1 Untersuchten Varianten

Es wurden folgende sechs Varianten untersucht:

- V1: Halber Messersatz, Netzbindung, 7 km/h
- V2: Voller Messersatz, Netzbindung, 7 km/h
- V3: Voller Messersatz, Mantelfolie, 7 km/h
- V4: Voller Messersatz, Mantelfolie, 10 km/h
- V5: Häckselgut, Mantelfolie
- V6: Häckselgut, Netzbindung

Die Varianten V1 bis V4 wurden mit der Press-Wickel-Kombination G-1 F125 Kombi durchgeführt. Bei der Variante V1 war das Schneidwerk mit dem halben Messersatz und bei den Varianten V2 bis V4 mit dem vollen Messersatz (30 Messer, 35 mm Messerabstand) ausgestattet. Bei den Varianten V1 und V2 erfolgte die Bindung der Ballen mit dem Netz und bei den Varianten V3 und V4 mit der Mantelfolie. Die angestrebte Fahrgeschwindigkeit beim Pressen betrug bei den Varianten V1 bis V3 7 km/h und bei V4 10 km/h. Bei den Varianten V5 und V6 kam die VARIO-Master V140 beim Pressen von Häckselgut zum Einsatz, welches mit einem Krone Big X 480 auf eine Länge von 4 mm gehäckselt wurde.

Alle Varianten wurden auf der selben Fläche durchgeführt. Pro Variante wurden 6 Ballen gepresst. Die Reihenfolge der war:

- Ballen 1 bis 3 der Variante V2: Voller Messersatz, Netzbindung, 7 km/h
- Ballen 1 bis 3 der Variante V3: Voller Messersatz, Mantelfolie, 7 km/h
- Ballen 1 bis 3 der Variante V4: Voller Messersatz, Mantelfolie, 10 km/h
- Ballen 1 bis 3 der Variante V1: Halber Messersatz, Netzbindung, 7 km/h
- Ballen 4 bis 6 der Variante V1: Halber Messersatz, Netzbindung, 7 km/h
- Ballen 4 bis 6 der Variante V4: Voller Messersatz, Mantelfolie, 10 km/h
- Ballen 4 bis 6 der Variante V3: Voller Messersatz, Mantelfolie, 7 km/h
- Ballen 4 bis 6 der Variante V2: Voller Messersatz, Netzbindung, 7 km/h
- Ballen 1 bis 3 der Variante V5: Häckselgut, Mantelfolie

- Ballen 1 bis 3 der Variante V6: Häckselgut, Netzbindung
- Ballen 4 bis 6 der Variante V6: Häckselgut, Netzbindung
- Ballen 4 bis 6 der Variante V5: Häckselgut, Mantelfolie

2.2 Messung der Leistung an der Zapfwelle

Die Leistung an der Zapfwelle wurde mit einem Drehmomentaufnehmer mit integriertem Drehzahlmesser, der am Zapfwellenstummel des Traktors montiert war, durchgeführt. Die Fahrgeschwindigkeit und der zurückgelegte Weg wurden über einen GNSS-Sensor erfasst. Die Aufzeichnung der von diesen Sensoren gelieferten Daten erfolgte mit dem Datenerfassungssystem IMC PL mit 1.000 Hertz.

2.3 Arbeitsablauf

Während der Leistungsmessung wurde der Arbeitsablauf über die Fortschrittzeit ab dem Beginn der Messung dokumentiert.

Folgende Zeitpunkte wurden erfasst:

- Beginn des Pressvorganges (Beginn der Futteraufnahme über Pick-up)
- Ende des Pressvorganges (Ende der Futteraufnahme über Pick-up)
- Beginn des Öffnens der Heckklappe für Ballenübergabe
- Ende des Schließens der Heckklappe für Ballenübergabe
- Beginn des Wickelvorganges
- Ende des Wickelvorganges
- Ende der Ballenablage
- Beginn und Ende eines Wendevorganges
- Beginn und Ende einer Störung

2.4 Abmessungen der Ballen

Die fertigen Ballen wurden gewogen und ihr Umfang und ihre Breite an drei Stellen gemessen. Daraus wurde das Ballenvolumen und die Ballendichte errechnet. Für die

Berechnung der Ballendichte bezogen auf die Trockenmasse wurde der Trockenmassegehalt aus dem Untersuchungsbefund zur Silagequalität herangezogen.

2.5 Mittlere Schwadstärke und mittlerer Massenstrom

Auf Basis der Ballenmasse und der aufgenommen Schwadlänge wurde die mittlere Schwadstärke berechnet. Die Schwadlänge wurde aus dem zurückgelegter Weg von Beginn bis Ende des Pressvorganges ohne Wege, die während des Wendens oder Störungen zurückgelegt wurden, ermittelt.

Der mittlere Massenstrom in die Presse wurde aus der Ballenmasse und Presszeit errechnet. Die Presszeit umfasst die Zeit von Beginn bis Ende des Pressvorganges ohne Zeiten, die während des Wendens oder Störungen auftraten.

2.6 Versuchsbedingungen

Der Versuch wurde am 9. Juli 2024 auf einer Raygras betonten Wechselwiese beim 3. Schnitt durchgeführt. Das Schwaden erfolgte mit einen Vierkreiselschwader (Claas Liner 4700 Business) auf 130 cm Schwadbreite. Die Schwadmasse betrug im Mittel 2,1 kg TM/m. Zwischen den Varianten gab es auf Basis einer einfaktoriellen Varianzanalyse keine signifikanten Unterschiede.

Abbildung 1: Vierkreiselschwader (Claas Liner 4700 Business)

Abbildung 2: G-1 F125 Kombi für Versuch gezogen von Valtra T174 (129 kW)

Abbildung 3: Krone Big X 480 mit einer eingestellten Häcksellänge von 4 mm

Abbildung 4: VARIO-Master V140 für Versuch angetrieben mit Valtra T174 (129 kW)

2.7 Schnittlänge

Die Verteilung der Partikellängen in der Silage wurde mit Hilfe eines bildanalytischen Verfahrens bestimmt. Dazu wurden jeweils 4 Proben pro Ballen zu 60 g – 100 g Trockenmasse auf ein Förderband vereinzelt und mit einer kalibrierten Nahinfrarotkamera digitalisiert. Die aufgenommenen Bilder werden automatisiert ausgewertet, indem jeweils die größte Länge jedes Partikels vermessen wird. Die gemessenen Längen werden anschließend in 1 mm Schritten klassifiziert und die Häufigkeit jeder Klasse zur aufsummierten Gesamtlänge in Bezug gestellt.

Die Probenziehung erfolgte bei der Öffnung des Ballens für die Fütterung.

2.8 Silagequalität

Die Silagequalität wurde im Futtermittellabor der NÖ Landwirtschaftskammer in Wieselburg durchgeführt. Die untersuchten Parameter sind in Abbildung 5 zusammengefasst.

Die Probenziehung erfolgte mittels zwei radialen Kernbohrungen pro Ballen. Die Bohrtiefe betrug 65 cm und der Kerndurchmesser 70 mm.

UNTERSUCHUNGSBEFUND

Futtermittellabor Rosenau
Landwirtschaftskammer Niederösterreich
Gewerbepark Haag 3
3250 Wieselburg
www.futtermittellabor.at
futtermittellabor@lk-noe.at

Institution
Josephinum Research
Rottenhauserstraße 1
3250 Wieselburg

Probennummer	2024 11 1112
Kategorie	Wiederkäuerfutter
Probeneingang	20-11-2024
Verpackung	ordnungsgemäß
Versiegelung	nein
Befundung	02-12-2024
Projekt	

Probenbezeichnung: Grassilage 3.Schnitt V32

A N A L Y S E N E R G E B N I S S E

Nährstoffe (g/kg)		TM	Bew	UM
Trockenmasse (je kg Futter)	TM	489	↑ 1	a
Rohprotein	XP	146	↓ 2	a/b
Nutzbares Rohprotein	nXP	121		c
Unabgebautes XP 15 %	UDP	22		c
N-Bilanz im Pansen	RNB	4		c
Gerüstsubstanzen	NDF			a/b
Lignozellulose	ADF			a/b
Lignin	ADL			a
Rohfaser	XF	334	↑ 3	a/b
Nicht-Faser-Kohlenhydrate	NFC			c
Stärke	XS			a/b
Zucker	XZ	44	✓	a/b
Rohfett	XL	27		a/b
Rohasche	XA	95	✓	a

Gärqualität (g/kg)		%	TM	Bew	UM
Milchsäure	MS	79	48,3	✓	a
Essigsäure	ES	16	9,6	↓ 5	a
n-Buttersäure	BS	4	2,5	✓	a
Propionsäure	PS	1	0,6		
Gesamtsäure	GS	100	61,0		c
Ethanol	EtOH		2,5	✓	a
1,2 Propandiol			0,2		a
Ammoniak-N (% des N)	NH_3-N	9,3		↑ 6	c
pH-Wert		4,7	(soll < 5,0)		a
Punkte Gärqualität (nach DLG 1997)		100			c
Note Gärqualität		1 sehr gut			c
Dichte	kg TM/m³		(soll >)		c

Energiebewertung (MJ/kg)		TM	Bew	UM
Verdaul. der org. Masse	% dOM	65,0		c
Umsetzbare Energie	ME	9,0	↓ 4	c
Nettoenergie Laktation	NEL	5,2		c

weitere Parameter			TM	UM
Stickstoff	N	(g/kg)	23,4	a/b
Ammoniak+Ammonium	NH_3+NH_4^+	(g/kg)	2,6	a
Schwefel	S	(g/kg)		a
Chlor	Cl	(g/kg)		a
Selen	Se	(mg/kg)		a
Salzsäureunlösliche Rohasche		(g/kg)		a
Enzyml. org. Substanz	ELOS	(g/kg)		a
Kationen-Anionenbilanz	DCAB			c

Mengenelemente (g/kg)		TM	Bew	UM
Kalzium	Ca			a
Phosphor	P			a
Magnesium	Mg			a
Kalium	K			a
Natrium	Na			a

Spurenelemente (mg/kg)		TM	Bew	UM
Eisen	Fe			a
Mangan	Mn			a
Zink	Zn			a
Kupfer	Cu			a

mikrobiologische Analyse	KBE/g Futter	Bew	UM
präsumtive sulfitreduzierende Clostridien			a

Informationen hierzu unter www.futtermittellabor.at

Information

TM: Gehalt je kg Trockenmasse (/10 = Gehalt in %)
Bew: Bewertung – zusätzliche Information auf der Rückseite
UM: Untersuchungsmethode:
- **a** = nasschemisch nach dem VDLUFA-Methodenbuch
- **b** = Nah-Infrarot-Reflexionsspektroskopie (NIRS)
- **c** = Parameter wurde berechnet

KBE/g: kolonienbildende Einheiten je g Frischfutter
Energiebewertung auf Basis der DLG-Futterwerttabellen

Rohnährstoff- und Zuckeranalyse mittels Infrarotmessung (NIRS).

Auskünfte:

Befundinterpretation	DI Gerald Stögmüller	05/0259 – 42201
Befundverwaltung und Versand	Maria Schuster	05/0259 – 42200
Tarifauskünfte und Verrechnung	Anita Schwarz	05/0259 – 42202
Analytik	Ing. Thomas Kraushofer	05/0259 – 42204

Für die Richtigkeit der Angaben

DI Gerald Stögmüller
Laborleiter

Abbildung 5: Muster eines Untersuchungsbefundes des Futtermittellabors der LK NÖ

2.9 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Statgraphics 19. Wiesen die Daten Varianzhomogenität und Normalverteilung auf wurde eine Varianzanalyse mit anschließendem Tukey HSD-Test zum Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Varianten durchgeführt. Bei fehlender Varianzhomogenität und Normalverteilung in den Daten wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde generell 5 % festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Tatsächlich erzielte Massenströme bei den Messungen

Der Massenstrom in die Presse hängte bei der G-1 F125 Kombi von der Schwadmasse und der Fahrgeschwindigkeit beim Pressen ab. Bei der VARIO-Master V140 war der Füllgrad und die Geschwindigkeit der Zuführeinrichtung entscheidend.

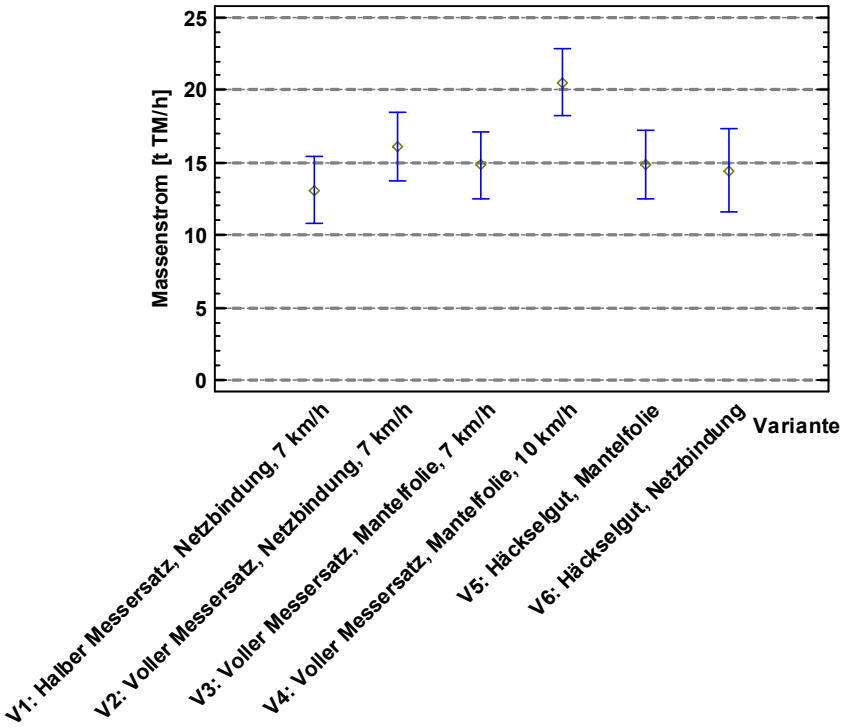

Abbildung 6: Massenstrom beim Presse bei den einzelnen Varianten

In Abbildung 6 sollten die Massenströme bei den Varianten V1 bis V3 gleich sein. Aufgrund der Schwankungen in den Schwadmassen und den tatsächlichen Fahrgeschwindigkeiten kam es zu Unterschieden, die aber in einer einfachen Varianzanalyse nicht signifikant waren. Signifikant höher war der Massenstrom in der Variante V4, da auch die angestrebte Fahrgeschwindigkeit mit 10 km/h höher war. Der Massenström in den Varianten V5 und V6 unterschieden sich nicht signifikant voneinander und auch nicht von den Varianten V1 bis V3.

3.2 Ballendurchmesser und Ballenvolumen

Die Ballenbreite betrug bei beiden Presse 125 cm. Die mittleren Ballendurchmesser der einzelnen Varianten lagen zwischen 136 und 138 cm (siehe Abbildung 7) und das mittlere Ballenvolumen schwankte zwischen 1,81 und 1,86 m³. Die Unterschiede waren auf Basis einer Varianzanalyse statistisch nicht signifikant.

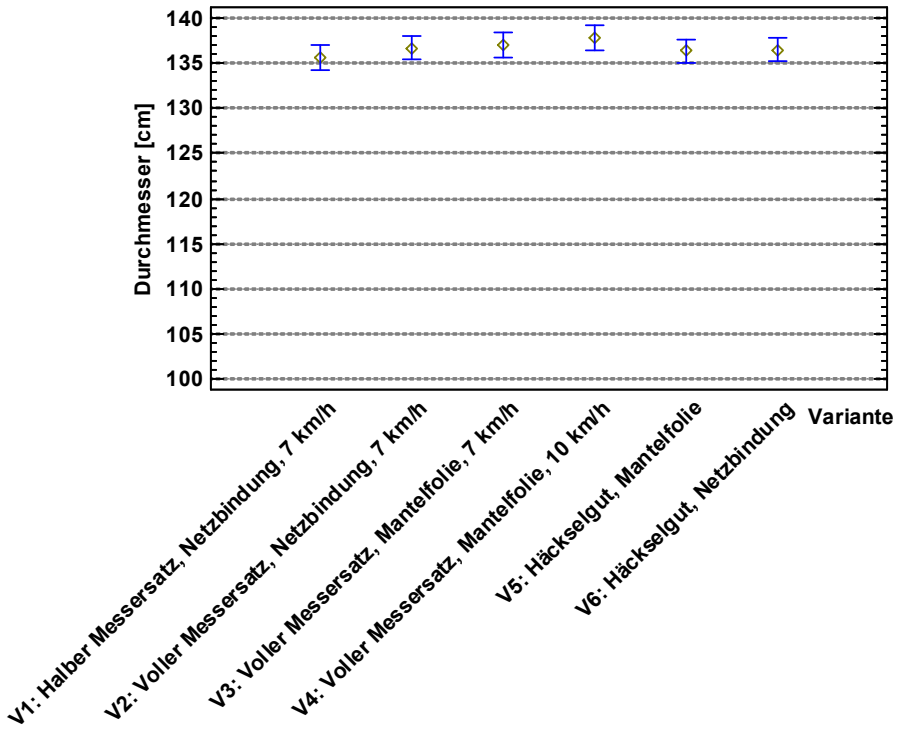

Abbildung 7: Ballendurchmesser der einzelnen Varianten

3.3 Ballenmasse

In der mittleren Ballenmasse unterschieden sich die Ballen der G-1 F125 Kombi sowohl bezüglich der Frischmasse (Abbildung 8) als auch der Trockenmasse (Abbildung 9) signifikant von jenen der VARIO-Master V140. Ursache hierfür könnten die Pressenbauart und die Schnittlänge des Futters (siehe Kapitel 3.6) gewesen sein. Zwischen den Ballen der gleichen Presse gab es keine signifikanten Unterschiede.

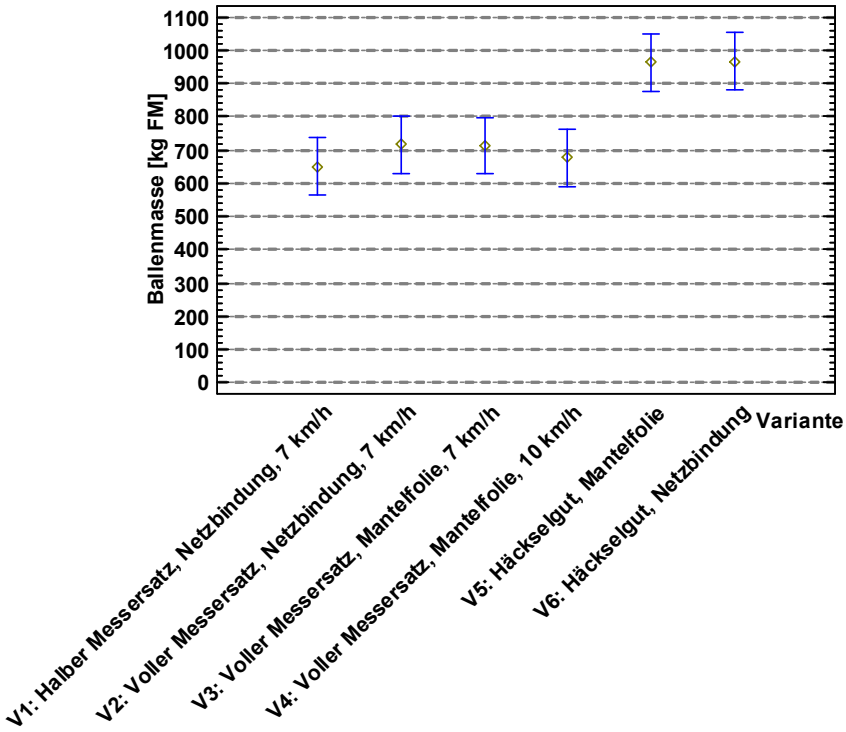

Abbildung 8: Masse (Frischmasse) der Ballen bei den einzelnen Varianten

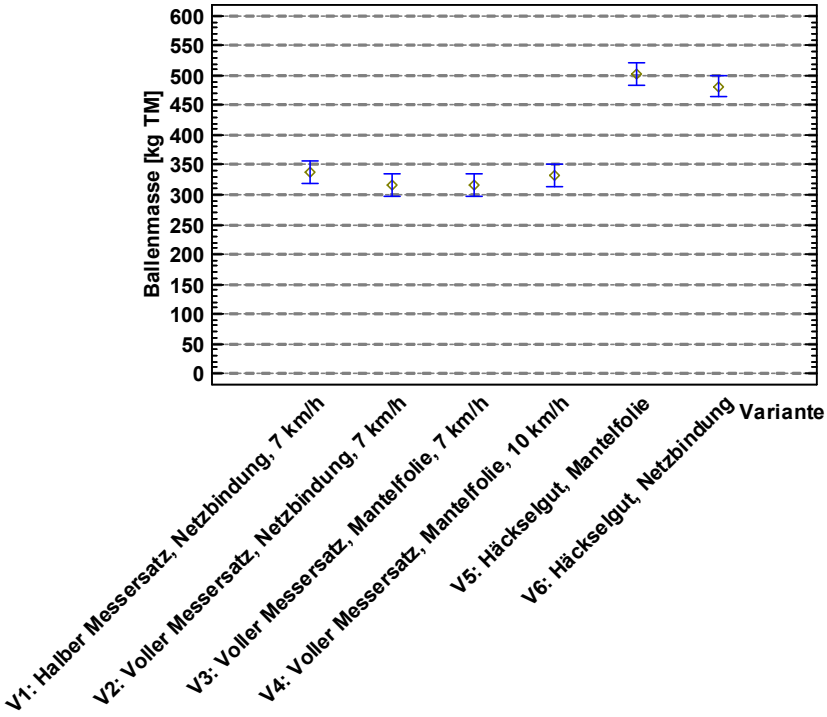

Abbildung 9: Masse (Trockenmasse) der Ballen bei den einzelnen Varianten

3.4 Ballendichte

In der Ballendichte unterschieden sich die Ballen der G-1 F125 Kombi auf Basis einer mehrfaktorielle Varianzanalyse, die den Trockenmassegehalt als Kovariable berücksichtigte, bei einem mittleren Trockenmassegehalt signifikant von jenen der VARIO-Master V140. Abbildung 10 fasst die Ergebnisse des Tukey-HSD-Tests zusammen. Ursachen für die Unterschiede könnten, wie schon in Kapitel 3.3 beschrieben, die Pressenbauart und die Schnittlänge des Futters gewesen sein. Zwischen den Ballen der gleichen Presse gab es keine signifikanten Unterschiede. Bei der G-1 F125 Kombi war die Ballendichte[1] bei den kürzer geschnittenen Varianten V2 (185 kg TM/m³) und V3 (182 kg TM/m³) tendenziell höher als bei der Variante V1 (177 kg TM/m³). Der leichte Abfall der Variante V4 (177 kg TM/m³) im Vergleich zu den Varianten V2 und V3 könnte durch den höheren Massenstrom verursacht worden sein.

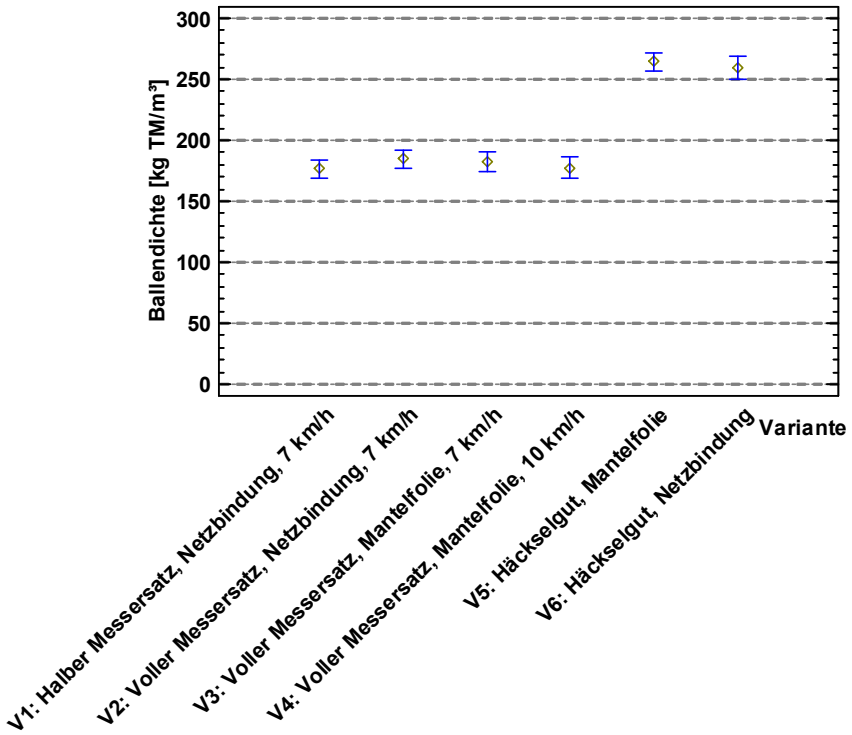

Abbildung 10: Dichte (Trockenmasse) der Ballen bei den einzelnen Varianten

[1] Werte in Klammer sind Mittelwerte

3.5 Leistungsbedarf an der Zapfwelle des Traktors

Der mittlere Leistungsbedarf an der Zapfwelle umfasst den Mittelwert des Leistungsbedarfes vom Beginn bis zum Ende des Pressvorganges eines Ballens. Arbeitsunterbrechungen sind nicht enthalten. Das in Abbildung 11 zusammengefasste Ergebnis eines Tukey-HSD-Tests zeigt, dass die Variante mit dem halben Messersatz (V1) einen signifikanten geringeren mittleren Leistungsbedarf aufwies als die übrigen Varianten. Die Varianten V2, V3 und V4 unterschieden sich nicht signifikant voneinander, wenngleich die Variante V4 mit dem signifikant höheren Massenstrom (siehe Abbildung 6) tendenziell einen höheren Leistungsbedarf hatte. Die Varianten V5 und V6 unterschieden sich nicht signifikant voneinander und von der Variante V4. Die Differenz zu V1, V2 und V3 war signifikant.

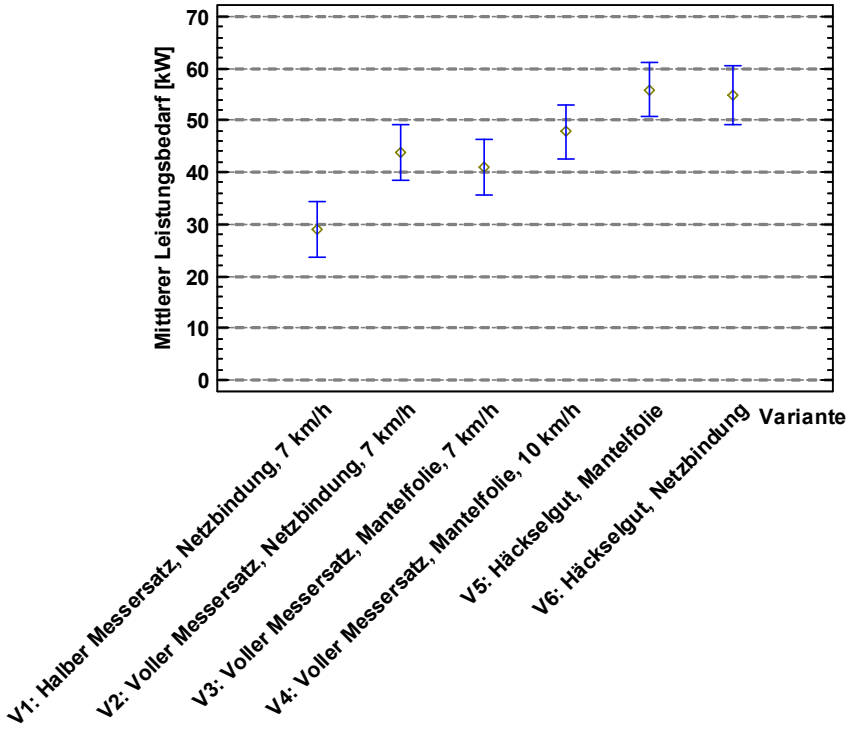

Abbildung 11: Mittlerer Leistungsbedarf an der Zapfwelle

Laut dem in Abbildung 12 zusammengefassten Ergebnis eines Tukey-HSD-Tests unterschieden sich die Varianten V1, V5 und V6 bezüglich des maximalen Leistungsbedarfes nicht signifikant, obwohl der Wert der Variante V1 im Mittel um rund 10 kW niedriger war. Bei den Varianten V2, V3 und V4 traten im Vergleich zu den Varianten V1, V5 und V6 signifikant höhere maximale Leistungsbedarfe auf. Wobei sich die Variante V4 mit dem höheren Massenstrom beim Pressen von den Varianten V2 und V3 tendenziell abhob.

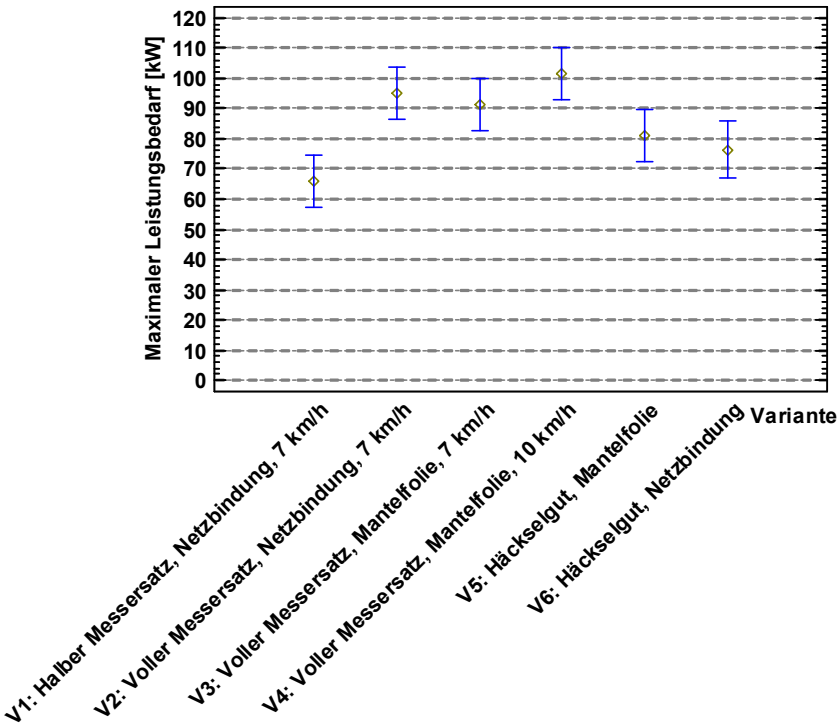

Abbildung 12: Maximaler Leistungsbedarf an der Zapfwelle

In Abbildung 13 ist der Verlauf des Leistungsbedarfes an der Zapfwelle bei der G-1 F125 Kombi für das Pressen eines Ballens dargestellt. Der Leistungsbedarf stieg kontinuierlich

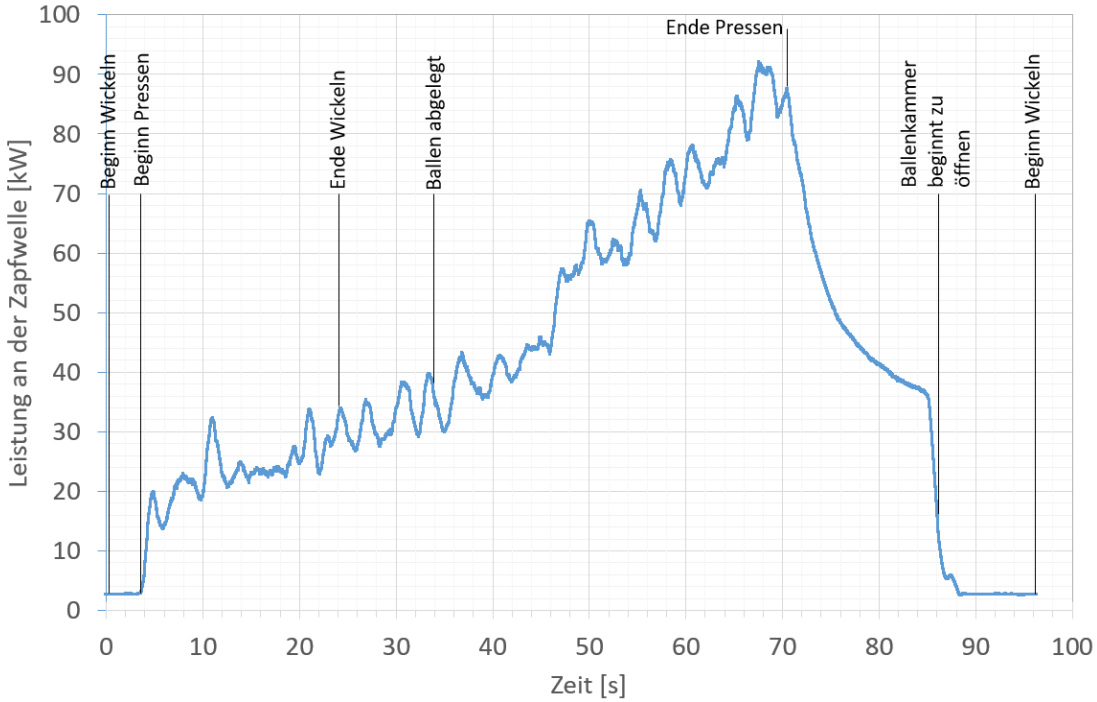

Abbildung 13: Beispiel für Verlauf des Leistungsbedarfes an der Zapfwelle bei G-1 F125 Kombi in der Variante V3 für einen Ballen

bis zum Ende des Pressens an, was für eine Festkammerpresse typisch ist. Danach folgte das Binden des Ballens mit der Mantelfolie und die Übergabe des Ballens an die Wickeleinrichtung sowie das Starten des Wickelvorganges. Parallel zum Pressen des Ballens erfolgte das Wickeln des vorherigen Ballens. Die Zeitpunkte für den Beginn und das Ende des Wickelns sowie das Ende des Ablegens des Ballens sind eingezeichnet. Der Leerlaufleistungsbedarf betrug rund 2,4 kW.

Abbildung 14 zeigt ein Beispiel für den Verlauf des Leistungsbedarfes an der Zapfwelle für das Pressen und Wickeln von 3 Ballen mit der VARIO-Master V140 in der Variante V6. Der Leerlaufleistungsbedarf in den ersten 40 s der Messung betrug 6,2 kW. Mit dem Beginn des Füllens der Presskammer stieg der Leistungsbedarf an, bis er nach 130 s ein Plateau erreichte. Dieser Verlauf ist typisch für Pressen mit einer variablen Presskammer. Am Ende des Pressvorganges kam es zu einer Störung, sodass das Binden verzögert wurde. Nach der Übergabe des Ballens an die Wickeleinrichtung startete das Wickeln und das Pressen des nächsten Ballens parallel. Das Wickeln des ersten und zweiten Ballens wurde vor dem Erreichen des Leistungsplateaus beim Pressen des zweiten und dritten Ballens abgeschlossen. Nach dem Pressen des dritten Ballens trat eine rund 20 s dauernde Störung auf, ehe die Netzbindung des Ballens durchgeführt wurde. Während dem Wickeln des dritten Ballens wurde kein weiterer Ballen gepresst.

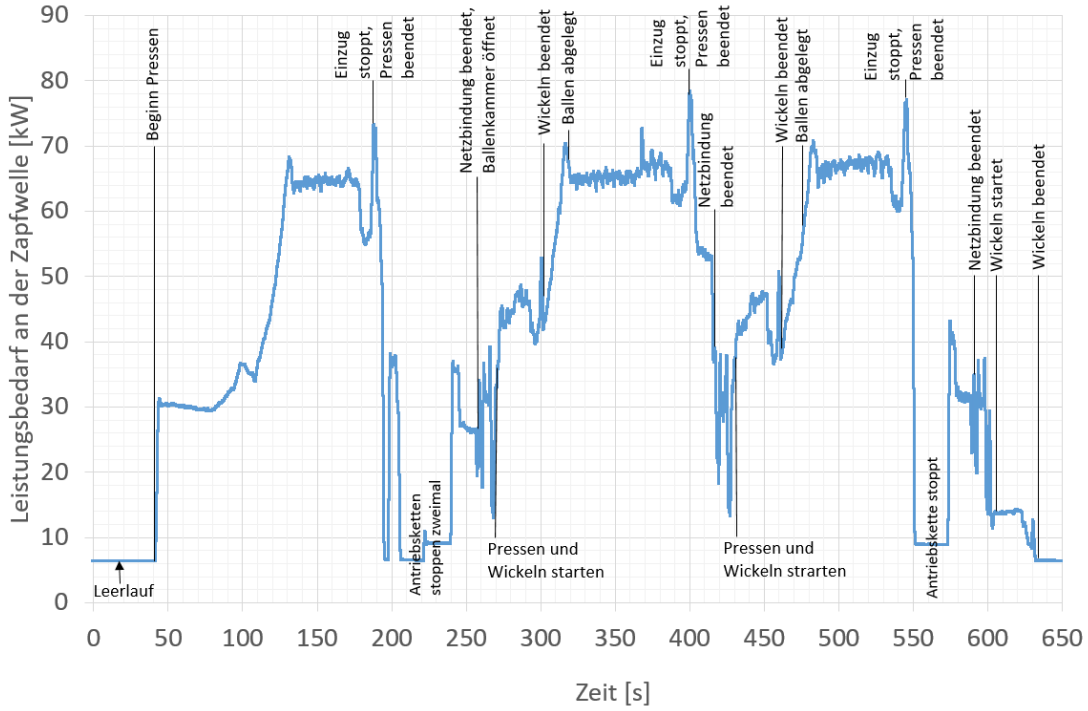

Abbildung 14: Beispiel für den Verlauf des Leistungsbedarfes an der Zapfwelle für das Pressen und Wickeln von 3 Ballen bei der VARIO-Master V140 in der Variante V6

3.6 Schnittlänge der Silage

Abbildung 15 zeigt die kumulierten Längenanteile über der Elementlänge („Sieblinie“). Beispielsweise stammen bei Variante V1 40 % der aufsummierten Gesamtlänge aller vermessenen Partikel von Elementen, von Partikel, die kürzer als 50 mm sind. Bei den Varianten V2 bis V4 wird dieser Anteil bereits bei einer Partikellänge von rund 35 mm erreicht.

Deutlich zu unterscheiden sind die Varianten V1 (halber Messersatz), V2 - V4 (voller Messersatz) und V5 - V6 (Häckselsilage). Zwischen den einzelnen Varianten mit vollem Messersatz (V2 - V4) ist kein Unterschied in der Partikellängenverteilung erkennbar. Bei diesen Varianten bildet sich die theoretische Schnittlänge durch einen steileren Anstieg ab etwa 37 mm gut ab. Bei halbem Messersatz ist im Bereich von 80 mm ein leicht erhöhter Anstieg in der Kurve erkennbar. Die 4 mm theoretische Schnittlänge des Häckselgutes liegt nahe der Auflösungsgrenze des optischen Messsystems und ist daher in der Kurve nicht sichtbar. Beim Häckselgut sind über 90 % der Partikellängen kürzer als 35 mm.

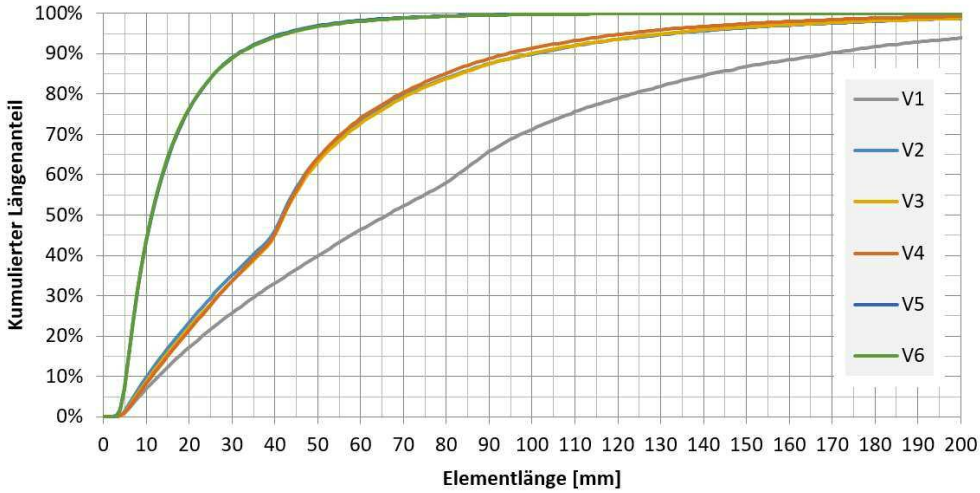

Abbildung 15: Verteilung der Partikellängen in den Silageballen der einzelnen Varianten

3.7 Silagequalität

Der Trockenmassegehalt der Silage war auf Grund der Witterung beim Versuch mit im Mittel 48,6 % sehr hoch. Der mittlere Rohproteingehalt mit 162 g/kg TM lag im für

Folgeaufwüchse empfohlenen Bereich der ÖAG (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft). Für den Rohfasergehalt wird von der ÖAG ein Wert zwischen 220 und 260 g/kg TM empfohlen. Im Versuch lag er im Mittel mit 327 g/kg TM über diesem Bereich. Der Rohaschegehalt bewegte sich als Maß für die Futterverschmutzung mit 103 g/kg TM unter dem Grenzwert von 110 g/kg TM. Die im Mittel enthaltene Nettoenergielaktation lag mit 5,3 MJ/kg TM auf Grund des hohen Rohfasergehaltes unter dem von der ÖAG empfohlenen Wert. Die für die einzelnen Inhaltstoffe durchgeführten Kruskal-Wallis-Tests zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Medianen der Varianten bei einem 95,0-%-Konfidenzniveau.

Die Gärqualität nach DLG 2006 [DLG 2006] wird auf Basis eines Punkteschemas ermittelt, dass den Buttersäure- und Essigsäuregehalt sowie der pH-Wert der Silageproben berücksichtigt. Das Punkteschema reicht von 1 (sehr gut) bis 5 (sehr schlecht). Alle im Versuch gezogenen Proben wurden mit 1 (sehr gut) oder 2 (gut) bewertet. Ein durchgeführter Kruskal-Wallis-Tests zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Medianen der Varianten bei einem 95,0-%-Konfidenzniveau (siehe Abbildung 16). Die Varianten unterschieden sich auch nicht signifikant hinsichtlich pH-Wert und Essigsäuregehalt. Der pH-Wert betrug im Mittel bei 4,8. Der Essigsäuregehalt

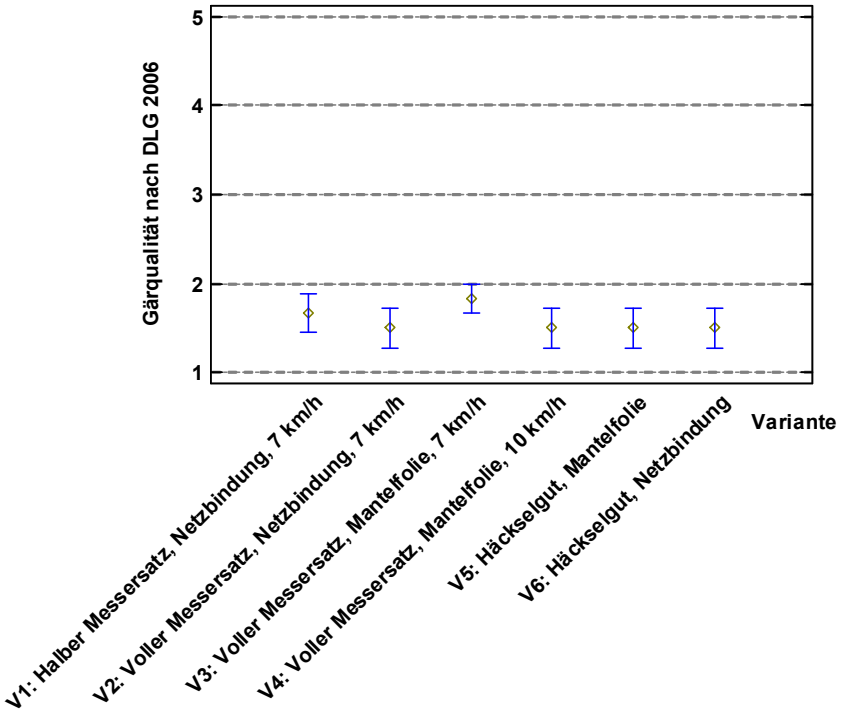

Abbildung 16: Gärqualität nach DLG 2006 bei den einzelnen Varianten

bewegte sich im Mittel bei 12 g/kg TM und lag damit im von der ÖGA empfohlenen Bereich von 10 – 25 g/kg TM. Laut ÖAG soll der Buttersäuregehalt unter 3 g/kg TM liegen. Hier zeigte der Kruskal-Wallis-Test einen statistisch signifikanten niedrigeren Wert bei den Ballen der VARIO-Master V140 (0,1 g/kg TM) als bei jenen der G-1 F125 (1,8 g/kg TM). Der Grenzwert wurde aber in beiden Fällen nicht überschritten.

Unter den Rahmenbedingungen des durchgeführten Versuches konnte hinsichtlich der Qualität der Silage kein signifikanter Unterschied zwischen den mit Netz und mit Mantelfolie gebundenen Ballen gefunden werden.

3.8 Unterschiede in der Schlagkraft

Neben dem Massenstrom in die Presskammer während des Pressvorganges (siehe Kapitel 3.1) wirkt sich die erforderliche Zeit zwischen Ende des Pressvorganges eines Ballens bis zum Beginn des Pressvorganges des nächsten Ballens wesentlich auf die Schlagkraft der Press-Wickel-Kombination aus. Die Zeit zwischen dem Pressvorgang von zwei Ballen ist erforderlich für das Binden und die Übergabe des Ballens an die Wickeleinrichtung. Bei der G-1 F125 Kombi ist auch die Zeit für das Zurückfahren und wieder Heranfahren an den Schwad enthalten. Abbildung 17 fasst das Ergebnis eines Tukey-HSD-Tests zusammen und

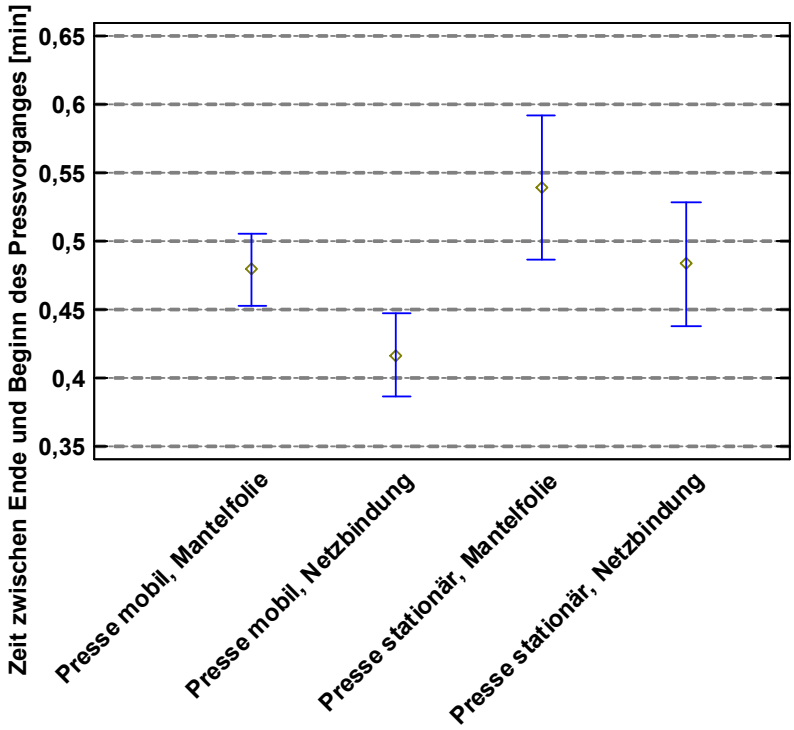

Abbildung 17: Zeitbedarf zwischen Ende und Beginn des Pressvorganges

zeigt, dass bei der G-1 F125 Kombi (Presse mobil) der Zeitbedarf beim Einsatz der Mantelfolie (0,48 min pro Ballen) signifikant höher ist als beim Einsatz der Netzbindung (0,42 min pro Ballen). Bei der VARIO-Master V140 (Presse stationär) ist derselbe Trend sichtbar (0,48 zu 0,54 min pro Ballen), allerdings ist die Differenz nicht signifikant. Eine signifikante Differenz besteht auch zwischen Presse mobil mit Netzbindung und Presse stationär mit Mantelfolie.

Tabelle 1: Auswirkungen des Zeitbedarfes zwischen Ende und Beginn des Pressvorganges auf die Flächenleistung der Press-Wickel-Kombination

	Presse-mobil mit Netz-bindung	Presse mobil mit Foli-enbin-dung	Presse statio-när mit Netz-bindung	Presse statio-när mit Folien-bindung
Schlaggröße [ha]	5,0	5,0	5,0	5,0
Ertrag [t TM/ha]	3,0	3,0	3,0	3,0
Ertrag [t TM/Schlag]	15,0	15,0	15,0	15,0
Zeit zwischen Ende und Beginn des Pressvorganges [min]	0,42	0,48	0,48	0,54
Ballendurchmesser [cm]	136	136	136	136
Ballenbreite [cm]	125	125	125	125
Ballenvolumen [m³]	1,81	1,81	1,81	1,81
Ballendichte [kg TM/m³]	180	180	260	260
Ballenmasse [kg TM]	327	327	472	472
Anzahl Ballen pro Schlag	45,9	45,9	31,8	31,8
Massenstrom beim Pressen [t TM/h]	15,0	15,0	15,0	15,0
Presszeit pro Schlag [min]	60,00	60,00	60,00	60,00
Zeit zwischen Ende und Beginn des Pressvorganges pro Schlag [min]	19,28	22,04	15,26	17,17
Arbeitsverrichtungszeit pro Schlag [min]	79,28	82,04	75,26	77,17
Flächenleistung in der Arbeitsverrichtungszeit [ha/h]	3,8	3,7	4,0	3,9
Flächenleistung in der Arbeitsverrichtungszeit relativ [%]	100	97	105	103

Tabelle 1 zeigt ein Beispiel für die Auswirkungen des Zeitbedarfes zwischen Ende und Beginn des Pressvorganges auf die Flächenleistung und damit die Schlagkraft der Press-Wickel-Kombination. Im Beispiel wird von einem 5-ha-Schlag mit einem Ertrag von 3,0 t TM/ha ausgegangen. Das Ballenvolumen, die Ballendichte und der Massenstrom während des Pressens entspricht annähernd den bei den Versuchen erhobenen Werten. Die berechnete Arbeitserledigungszeit enthält nur den Zeitbedarf für das Fertigstellen der Silageballen. Wendezeiten, Einstellzeiten, andere Neben- und Störzeiten sind nicht berücksichtigt. Die in der letzten Zeile dargestellte relative Flächenleistung in der Arbeitsverrichtungszeit zeigt, dass die Flächenleistung bei der mobilen Press-Wickel-Kombination durch den Einsatz der Mantelfolie um 3 % fällt. Obwohl die stationäre Press-Wickel-Kombination mit Mantelfolie den höchsten Zeitbedarf zwischen den Ballen aufweist, steigt auf Grund der geringeren Ballenanzahl die Flächenleistung um 3 % im Vergleich zur mobilen Press-Wickel-Kombination mit Netzbindung.

4 Zusammenfassung

Die Untersuchungen wurden mit den Press-Wickel-Kombination G-1 F125 Kombi und VARIO-Master V140 durchgeführt.

Die zentralen Fragestellungen der Untersuchung können wie folgt beantwortet werden:

- Welchen Einfluss hat die Anzahl der Messer in der Schneideinrichtung der Rundballenpresse (Schnittlänge der Silage) auf die Pressdichte und den Leistungsbedarf der Press-Wickel-Kombination an der Traktorzapfwelle?

  Bei der G-1 F125 Kombi brachte die Reduktion der Anzahl der Messer auf den halben Messersatz eine Reduktion der Ballendichte von rund 6 kg TM/m³. Eine Erhöhung der des Massenstromes durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 7 auf 10 km/h bei voller Messeranzahl brachte eine ähnliche Reduktion. Keiner der Unterschiede war statistisch signifikant.

  Der mittlere Leistungsbedarf an der Zapfwelle war bei der G-1 F125 Kombi mit dem halben Messersatz signifikant geringer als mit dem vollen Messersatz. Beim vollen Messersatz führte der signifikante Anstieg des Massenstromes durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 7 auf 10 km/h zu einem Anstieg des mittleren Leistungsbedarfs. Die Differenz war aber nicht statistisch signifikant.

  Der volle Messersatz bewirkte im Vergleich zum halben Messersatz einen signifikanten Anstieg des maximalen Leistungsbedarfes, wobei die 10-km/h-Variante den höchsten aufwies.

- Welchen Einfluss haben die Fahrgeschwindigkeit und der Massenstrom der Rundballenpresse auf die Pressdichte, den Leistungsbedarf an der Traktorzapfwelle und die Schlagkraft der Press-Wickel-Kombination?

  Bei der G-1 F125 Kombi brachte die Erhöhung der des Massenstromes durch die Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 7 auf 10 km/h bei voller Messeranzahl eine nicht signifikante Reduktion der Ballendichte von rund 6 kg TM/ m³.

Der mittlere Leistungsbedarf an der Zapfwelle der G-1 F125 Kombi stieg bei vollem Messersatz durch den signifikanten Anstieg des Massenstromes in Folge der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit von 7 auf 10 km/h an. Die Differenz war aber nicht statistisch signifikant. Gleiches galt auch für den maximalen Leistungsbedarf.

Der Zeitbedarf für das Binden des Ballens und die Übergabe an die Wickeleinrichtung war bei beiden Pressen mit der Mantelfolie höher als bei der Netzbindung. Dies wirkt sich neben dem Massenstrom währenden des Pressens auch auf die Schlagkraft der Pressen aus.

- Wie ändert sich die Qualität der Silage, wenn anstatt der Netzbindung für den Rundballen eine Mantelfolie verwendet wird?

  Die Bindung der Ballen mit Netz oder Mantelfolie bewirkte keinen Unterschied in der Silagequalität bewertet nach dem Schema der DLG. Die Silagequalität lag bei allen Varianten zwischen sehr gut und gut.

- Wie unterscheidet sich die Press-Wickel-Kombination G-1 F125 Kombi hinsichtlich Leistungsbedarf, Massenstrom, Ballendichte und Futterqualität von der VARIO-Master V140?

  Die G-1 F125 Kombi unterschied sich bei der 7-km/h- Variante hinsichtlich des Massenstromes während des Pressvorganges nicht signifikant von der VARIO-Master V140. Signifikant höher war der Massenstrom der G-1 F125 Kombi bei einer Fahrgeschwindigkeit von 10 km/h.

  Die Ballen der VARIO-Master V140 wiesen eine statistisch signifikant höhere Dichte auf. Der Unterschied betrug rund 80 kg TM/m³.

  Die VARIO-Master V140 hatte im Vergleich zu den 7-km/h-Varianten der G-1 F125 Kombi einen signifikant höheren mittleren Leistungsbedarf. Der Unterschied zur 10-km/h-Variante war nicht signifikant. Im maximalen Leistungsbedarf unterschieden sich die VARIO-Master V140 nicht signifikant von der G-1 F125 Kombi mit halbem Messersatz. Bei vollem Messersatz hatte die G-1 F125 einen signifikant höheren maximalen Leistungsbedarf.

Bezüglich der Silagequalität nach dem Bewertungsschema der DLG gab es keine signifikanten Unterschiede. Sie lag bei beiden Typen zwischen sehr gut und gut. Lediglich die Ballen der VARIO-Master V140 wiesen einen signifikant niedrigeren Buttersäuregehalt auf als die Ballen der G-1 F125 Kombi, wobei aber auch letztere im Mittel 40 % unter dem Richtwert der ÖAG lagen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vierkreiselschwader (Claas Liner 4700 Business) 8
Abbildung 2: G-1 F125 Kombi für Versuch gezogen von Valtra T174 (129 kW) 9
Abbildung 3: Krone Big X 480 mit einer eingestellten Häcksellänge von 4 mm 9
Abbildung 4: VARIO-Master V140 für Versuch angetrieben mit Valtra T174 (129 kW) 10
Abbildung 5: Muster eines Untersuchungsbefundes des Futtermittellabors der LK NÖ 11
Abbildung 6: Massenstrom beim Presse bei den einzelnen Varianten 13
Abbildung 7: Ballendurchmesser der einzelnen Varianten..... 14
Abbildung 8: Masse (Frischmasse) der Ballen bei den einzelnen Varianten 15
Abbildung 9: Masse (Trockenmasse) der Ballen bei den einzelnen Varianten..... 15
Abbildung 10: Dichte (Trockenmasse) der Ballen bei den einzelnen Varianten..... 16
Abbildung 11: Mittlerer Leistungsbedarf an der Zapfwelle 17
Abbildung 12: Maximaler Leistungsbedarf an der Zapfwelle 18
Abbildung 13: Beispiel für Verlauf des Leistungsbedarfes an der Zapfwelle bei G-1 F125 Kombi in der Variante V3 für einen Ballen..... 18
Abbildung 14: Beispiel für den Verlauf des Leistungsbedarfes an der Zapfwelle für das Pressen und Wickeln von 3 Ballen bei der VARIO-Master V140 in der Variante V6 19
Abbildung 15: Verteilung der Partikellängen in den Silageballen der einzelnen Varianten 20
Abbildung 16: Gärqualität nach DLG 2006 bei den einzelnen Varianten 21
Abbildung 17: Zeitbedarf zwischen Ende und Beginn des Pressvorganges..... 22

Literaturverzeichnis

DLG (2006): Grobfutterbewertung - Teil B - DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. DLG-Information 2/2006, DLG e.V., 60489 Frankfurt/M., 2006.

Abkürzungen

TM	Trockenmasse
FM	Frischmasse

Josephinum Research
Rottenhauser Str. 1, 3250 Wieselburg
josephinum.at