



**BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS**

**HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT**

45. VIEHWIRTSCHAFTLICHE FACHTAGUNG

**AUFZUCHT
MILCHMARKT
RINDERMAST
TECHNIK IN DER
MILCHPRODUKTION
GRUNDFUTTERQUALITÄT**

**21. und 22. März 2018
Grimmingsaal
HBLFA Raumberg-Gumpenstein**

raumberg-gumpenstein.at

45. Viehwirtschaftliche Fachtagung

Aufzucht
Milchmarkt
Rindermast
Technik in der
Milchproduktion
Grundfutterqualität

21. und 22. März 2018
Grimmingsaal
HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus



Impressum

Herausgeber

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus

Direktor

Mag. Dr. Anton Hausleitner

Leiter für Forschung und Innovation

Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Nutztierforschung

Satz

Andrea Stuhlpfarrer

Alexandra Eckhart

Lektorat

Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber

Dipl.-Ing. Georg Terler

Dr. Margit Velik

Druck, Verlag und © 2018

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

ISSN: 1818-7722

ISBN: 978-3-902849-59-5

Diese internationale Tagung wurde vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus,
Beratungsabteilung finanziert und gefördert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 21.-22. März 2018, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2018

Inhaltsverzeichnis

Einfluss der Tränkemethode auf Futteraufnahme und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Kälbern.....	5
<i>G. TERLER, J. HÄUSLER, D. EINGANG, M. VELIK, R. KITZER, L. GRUBER und J. KAUFMANN</i>	
Futteraufnahme und Energieversorgung von Aufzuchttrindern für die Rindermast.....	13
<i>L. GRUBER, T. ETTLE, F. SCHWARZ, T. JILG und M. ROYER</i>	
Der Milchmarkt im Zwiespalt zu den gesetzlichen Anforderungen	23
<i>L. GRUBER-DOBERER</i>	
Aktuelle Entwicklungen in der Milchvermarktung und deren Auswirkungen auf die Milcherzeuger	25
<i>G. DORFNER</i>	
Vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Braunvieh- und Fleckviehbullen.....	31
<i>T. ETTLE, A. OBERMAIER, M. HEIM, M. PICKL, M. SCHUSTER und D. BRÜGGEMANN</i>	
Mast von milchbetonten Rassen am Betrieb Kapp (Hollingerhof).....	37
<i>R. KAPP</i>	
Intensive Mast von Stier, Ochse und Kalbin – Welche Stärken hat jede Rinder-Kategorie	39
<i>M. VELIK, G. TERLER, R. KITZER und J. KAUFMANN</i>	
Die Fütterung in Betrieben mit automatischen Melksystemen optimieren	49
<i>T. BONSELS</i>	
Praktische Erfahrungen zur Fütterung auf einem Melkroboter-Betrieb	53
<i>J. NEUHAUSER</i>	
KetoMIR – ein neues Werkzeug für LKV-Mitgliedsbetriebe	57
<i>K. DRÖSSLER, A. WERNER und L. DALE</i>	
Silier- und Fütterungsversuche mit Shredlage-Maissilage im Vergleich zur Maissilage herkömmlicher Häcksellänge.....	65
<i>M. PRIES, J. DENISSEN und J.-H. SPEIT</i>	
Ansatz zu einem ganzheitlichen Vergleich der Kosten und Erlöse von Bodenheu, Belüftungsheu und Grassilage.....	75
<i>C. FRITZ</i>	
Entwicklungen bei Silofolien und Schutz vor Folienbeschädigung zur Verbesserung der Versiegelungsgüte von Fahrsilos und Rundballen	91
<i>R. RESCH</i>	

Einfluss der Tränkemethode auf Futteraufnahme und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Kälbern

Effect of rearing protocol on feed intake and body composition of Simmental and Holstein Friesian calves

Georg Terler^{1*}, Johann Häusler¹, Daniel Eingang¹, Margit Velik¹, Roland Kitzer¹,
Leonhard Gruber¹ und Josef Kaufmann¹

Zusammenfassung

Eine optimale Kälberaufzucht stellt eine wesentliche Voraussetzung für hohe Leistungen von zukünftigen Milchkühen dar. Seit einigen Jahren wird empfohlen, die Kälber in den ersten Lebenswochen *ad libitum* mit Milch zu versorgen, da diese Tränkemethode einen positiven Einfluss auf die Nährstoffversorgung und das Wachstum der Kälber in den ersten Lebensmonaten hat. Bis dato gibt es jedoch kaum Informationen zum Einfluss der Tränkemethode auf die Körperzusammensetzung von abgesetzten Kälbern. Deshalb wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Versuch durchgeführt, in welchem der Einfluss der Tränkemethode (restriktiv und *ad libitum*) auf Futteraufnahme, Tageszunahmen und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Friesian-Kälbern 3 verschiedener Genotypen (Holstein_Hochleistung, Holstein_Neuseeland und Holstein_Lebensleistung) untersucht wurde. Je 20 männliche Kälber wurden in den ersten vier Lebenswochen restriktiv bzw. *ad libitum* mit Milch versorgt und nach 8 (restriktiv getränkte Kälber) bzw. 12 Wochen (*ad libitum* getränkte Kälber) abgesetzt. Eine Woche nach dem Absetzen wurde die Kälber geschlachtet und deren Schlachtleistung erhoben. Nach der Zerlegung der Schlachtkörper wurde die grobgewebliche Zusammensetzung und Nährstoffzusammensetzung bestimmter Teilstücke analysiert.

Die *ad libitum* getränkten Kälber wiesen von Beginn an eine höhere Nährstoffaufnahme und damit auch höhere Tageszunahmen auf als die restriktiv getränkten Tiere. Die Kraftfutteraufnahme stieg bei beiden Tränkemethoden erst im zweiten Lebensmonat über 100 g/Tag an. Erst nach dem Absetzen (ab der 9. Lebenswoche) fraßen die restriktiv gefütterten Kälber signifikant höhere Kraftfuttermengen als die *ad libitum* getränkten Tiere, welche während dieser Phase abgetränkt wurden. In der 13. Lebenswoche nahmen beide Gruppen gleiche Mengen an Festfutter (Heu und Kraftfutter) auf. Bezogen auf das Lebendgewicht wiesen jedoch die restriktiv gefütterten Tiere eine höhere Futteraufnahme auf, da sie zu diesem Zeitpunkt um 16 kg leichter waren als die *ad libitum* getränkten Tiere. Jene Kälber, die in den ersten Lebenswochen *ad libitum* getränkt wurden, hatten in der

Summary

An optimal rearing of calves is an important precondition for a high performance of future cows. Currently, it is recommended to allow calves *ad libitum* access to milk or milk replacers due to positive effects on nutrient supply and growth of calves in the first months of their life. However, there is only little information about the effect of the rearing protocol on body composition of weaned calves, so far. Thus, a project examining the effect of the rearing protocol (restrictive and *ad libitum*) on feed intake, daily gains and body composition of Simmental and Holstein Friesian calves of three different genotypes (Holstein Friesian bred for high milk performance, Holstein Friesian originating from New Zealand and Holstein Friesian bred for longevity) was carried out at AREC Raumberg-Gumpenstein. Each 20 male calves were fed restrictive and *ad libitum* in the first four weeks of life and weaned at day 56 (restrictive) and day 84 (*ad libitum*). One week after weaning, calves were slaughtered and slaughter performance was recorded. After the dissection of the carcasses, percentage of muscles, fat, sinews and bones as well as nutrient composition of certain parts of the carcass was analysed.

The *ad libitum*-fed calves had a higher nutrient intake and higher daily gains compared to restrictive-fed calves from the beginning of their life. Regardless of rearing protocol, the starter (concentrates mixture) intake was less than 100 g/day in the first month and increased in the second month of life. However, starter intake did not differ between rearing protocols until weaning of restrictive-fed calves. From day 57, restrictive-fed calves ate higher amounts of starter than *ad libitum*-fed calves, which were gradually weaned in this period of time. In the 13th week of life, solid feed intake (hay and starter) did not differ between rearing protocols. However, restrictive-fed calves had a higher feed intake/kg live weight because of a 16 kg lower live weight compared to *ad libitum*-fed calves at this point of time. *Ad libitum*-fed calves had a higher percentage of muscles and fat as well as a higher nutrient content (protein and fat) in the carcass at the end of the 13th week of life. Genotypes did not differ regarding feed intake and daily gains. However, at the end of the 13th week of live, Simmental

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Stabstelle Analytik, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Georg Terler, email: georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

13. Lebenswoche einen höheren Muskel- und Fettanteil sowie einen höheren Nährstoffgehalt (Eiweiß und Fett) im Schlachtkörper als die restriktiv gefütterten Kälber. Zwischen den Genotypen traten kaum Unterschiede hinsichtlich Futteraufnahme und Tageszunahmen auf. Die Fleckvieh-Kälber wiesen jedoch in der 13. Lebenswoche einen höheren Muskelanteil und einen geringeren Fettgehalt im Schlachtkörper auf als die Tiere der 3 Holstein-Genotypen. Die *ad libitum*-Tränkemethode begünstigt, neben der Nährstoffaufnahme und den Tageszunahmen, auch die Konstitution der Kälber, was sich auch positiv auf das Immunsystem und die Krankheitsresistenz auswirken kann.

Schlagwörter: *ad libitum*, restriktiv, Tränkemethode, Tageszunahmen, Nährstoffansatz

calves had a higher percentage of muscles and a lower fat content in the carcass compared to the Holstein-Friesian calves. The *ad libitum* rearing protocol promotes nutrient intake, daily gains and constitution of calves what may positively affect the immune system and the resistance to diseases.

Keywords: *ad libitum*, restrictive, rearing protocol, daily gains, nutrient deposition

1. Einleitung

Eine wichtige Voraussetzung für hohe Leistungen von Milchkühen ist eine optimale und gesunde Entwicklung der Kälber in den ersten Lebensmonaten. Die Kälber müssen in den ersten Lebenswochen einerseits ein starkes Immunsystem aufbauen, damit sie von Krankheitserregern geschützt sind und andererseits ist es ein wichtiges Ziel des Landwirts, die Pansenentwicklung zu fördern und somit die Zuchtkälber möglichst rasch zu Wiederkäuern zu erziehen (KUNZ 2014, VAN ACKEREN 2016). Früher wurde deshalb häufig empfohlen, die Tränkemenge der Kälber über die gesamte Tränkeperiode zu begrenzen, damit die Festfutteraufnahme gefördert wird (KUNZ 2014).

Die restriktive Fütterung der Kälber führt jedoch vor allem in den ersten Lebenswochen dazu, dass sie ungenügend mit Energie versorgt werden und dadurch das Immunsystem geschwächt wird (KUNZ 2014). Ein Energiemangel in den ersten Lebenswochen führt nicht nur zu einem Rückgang der Tageszunahmen (VAN ACKEREN et al. 2014), sondern kann darüber hinaus auch das Leistungspotential der späteren Milchkuh beeinträchtigen (VAN ACKEREN 2016). Der Energiemangel hängt auch damit zusammen, dass die Kraftfutteraufnahme im ersten Lebensmonat noch sehr gering ist und somit kaum zur Energieaufnahme als Kalbes beiträgt (KUNZ 2014, VAN ACKEREN et al. 2014, WIEDEMANN et al. 2015). Deshalb wird seit einiger Zeit empfohlen, die Tränkemenge in den ersten 3 bis 4 Lebenswochen nicht zu begrenzen und die Kälber erst danach kontinuierlich und langsam von der Milch zu entwöhnen (KUNZ 2014, VAN ACKEREN 2016).

Es gibt bereits zahlreiche Untersuchungen, in welchen der Einfluss der Tränkemethode auf die Futteraufnahme und Tageszunahmen der Kälber untersucht wurde. Allerdings gibt es bis dato kaum Ergebnisse zur Körperzusammensetzung von *ad libitum* und restriktiv getränkten Kälbern. Die höhere Energieaufnahme der *ad libitum* getränkten Kälber lässt vermuten, dass sie früher beginnen, Fett anzusetzen bzw. beim Absetzen eine höheren Fettanteil aufweisen als restriktiv gefütterte Kälber. Dieses Fett stellt für das Kalb eine wichtige Energiereserve dar und kann dem Kalb helfen, kritische Situationen (z.B. Krankheiten) besser zu überstehen. Ziel eines Versuchs an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war daher, zwei Tränkemethoden (*ad libitum* und restriktiv) hinsichtlich Futteraufnahme, Tageszunahmen

und Körperzusammensetzung (grobgewebliche Zusammensetzung und Nährstoffzusammensetzung) nach dem Absetzen zu vergleichen.

2. Tiere, Material und Methoden

Für den Versuch wurden jeweils 10 männliche Kälber der Rasse Fleckvieh (FV) sowie von 3 verschiedenen Holstein-Friesian-Genotypen (Holstein_Hochleistung (HF_HL), Holstein_Neuseeland (HF_NZ) und Holstein_Lebensleistung (HF_LL)) verwendet. Die 10 Kälber pro Genotyp wurden gleichmäßig (je 5 Tiere) auf zwei verschiedene Tränkemethoden aufgeteilt, welche sich vor allem in der Höhe der angebotenen Tränkemenge (restriktiv (Gruppe: RES) bzw. *ad libitum* (Gruppe: ADLIB)) und im Absetzalter (8 Wochen bei Gruppe RES bzw. 12 Wochen bei Gruppe ADLIB) unterschieden.

2.1 Fütterung und Haltung

In der ersten Lebenswoche wurden die Kälber in Einzelboxen gehalten. Während dieser Zeit erhielten die Kälber Biestmilch, wobei die erste Biestmilch in den ersten 2 Stunden nach der Geburt verabreicht wurde. Die Kälber hatten ab der ersten Lebenswoche freien Zugang zu Heu (2. Schnitt) und Wasser. Bereits in der ersten Lebenswoche wurden die Kälber zufällig einer der beiden Tränkemethoden (RES und ADLIB) zugeteilt.

Ab der zweiten Lebenswoche wurden die Kälber in einer Gruppe gehalten. Die Fütterung erfolgte über einen Tränke- und einen Kraftfutterautomat. Die Menge der verabreichten Tränke (Vollmilch) pro Besuch und die Anzahl der „be-
lohten“ Besuche pro Tag variierte je nach zugewiesener, täglicher Tränkemenge. Der Tränkeplan für die beiden Tränkemethoden ist in *Tabelle 1* dargestellt. Der Gruppe ADLIB wurde die Vollmilch in den ersten 4 Lebenswochen *ad libitum* zur Verfügung gestellt. Anschließend wurde die Tränkemenge bis zum Ende der 12. Woche auf 2 l reduziert. Die Tränkemenge der Gruppe RES betrug in den ersten 4 Lebenswochen 6 l und wurde anschließend bis zum Ende der 8. Lebenswoche auf 2 l reduziert. Ab der 9. Lebenswoche erhielten die Kälber der Gruppe RES nur mehr Heu und Wasser zu freien Aufnahme sowie Kraftfutter. Die Kraftfuttermenge wurde bei beiden Gruppen ab der zweiten Lebenswoche langsam bis auf maximal 1,5 kg pro Tag gesteigert. Das Kraftfutter setzte sich aus 36 % Weizen, 35 % Gerste,

Tabelle 1: Tränkeplan für restriktiv und ad libitum gefütterte Kälber (verabreichte Vollmilchmenge in l)

Gruppe	Lebenswoche											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
restriktiv		5→6				6→4		4→2				
ad libitum		ad libitum		6	→8	8→6				6→2	-	

Der Pfeil (→) steht für eine Steigerung bzw. Reduktion der Tränkemenge.

17 % Sojaextraktionsschrot HP, 10 % Leinsamen und 2 % Mineralstoffmischung zusammen. Während der Tränkeperiode wurden die tägliche Vollmilch- und Kraftfutteraufnahme sowie einmal wöchentlich das Lebendgewicht erhoben. Die Heuaufnahme konnte nicht tierindividuell ermittelt werden, da das Heu über eine Heuraufe angeboten wurde.

In der 13. Lebenswoche wurde allen Kälbern Heu und Wasser *ad libitum* sowie 1,5 kg Kraftfutter angeboten. In der 13. Lebenswoche war die Ermittlung von Kraftfutter- und Heuaufnahme möglich, da die Kälber in dieser Woche einzeln gehalten wurden. Von Kraftfutter und Heu wurden wöchentlich Proben gezogen, von welchen der Trockenmasse (TM)-Gehalt bestimmt wurde. Im Abstand von 4 Wochen wurden von diesen Proben Sammelproben erstellt, von welchen der Nährstoffgehalt (Weender Analyse, Gerüstsubstanzen, Energiegehalt mittels Cellulase-Methode) ermittelt wurde. Die Analysen wurden, wie auch die weiter unten beschriebenen Fleischanalysen, nach den Methoden der VDLUFA (2012) durchgeführt (TM Methode 3.1, Rohprotein (XP) 4.1.2, Rohfett (XL) 5.1.1, Rohasche (XA) 8.1, Neutral-Detergentien-Faser (aNDFom) 6.5.1, Säure-Detergentien-Faser 6.5.2 (ADFom), Cellulase 6.6.1). Der Gehalt an metabolischer Energie (ME) wurde mit Hilfe der von der GfE empfohlenen Formeln berechnet (GFE 2008, GFE 2009). Für den Fett- und Eiweißgehalt der Milch wurden die Tankmilchproben der Molkerei und für den Laktosegehalt der Tabellenwert aus den Futterwerttabellen der DLG (1997) herangezogen. Die Milch enthielt durchschnittlich 13,3 % TM, 4,4 % Fett und 3,4 % Eiweiß (jeweils auf Frischmasse bezogen). Das Kraftfutter enthielt 20,9 % XP und 13,1 MJ ME und das Heu 12,1 % XP, 51,9 % aNDFom und 9,3 MJ ME (jeweils auf TM bezogen).

2.2 Erhebung der Schlachtleistung

Am Ende der 13. Lebenswoche wurden die Kälber das letzte Mal gewogen und anschließend im hofeigenen Schlachthaus geschlachtet. Im Zuge der Schlachtung wurde der Nierenfettanteil der geschlachteten Kälber ermittelt. Zwei Tage nach der Schlachtung wurde das Schlachtgewicht kalt und die Schlachtausbeute ermittelt und 7 Tage nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörper zerlegt. Im

Zuge der Zerlegung wurde das Gewicht der einzelnen Teilstücke erhoben. Die Teilstücke Fehlrippe, Brust und Spannrippe, Vorderhese und

Hinterhese wurden anschließend in ihre grobgeweblichen Bestandteile (Muskeln, Fett, Sehnen und Knochen) zerlegt und deren Anteil am gesamten Teilstück bestimmt. Das Fleisch (Muskeln, Fett und Sehnen) von Fehlrippe und Schulter wurde nach der Zerlegung gekuttert und durch Zersägen der Knochen dieser Teilstücke wurde Knochenmehl erzeugt. Vom gekutterten Fleisch und vom Knochenmehl wurden anschließend Proben gezogen, von welchen der TM-, XP-, XL- und XA-Gehalt bestimmt wurde.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.4. Lebendgewicht, Tageszunahmen und Futteraufnahme wurden sowohl für die gesamte Tränkeperiode als auch für einzelne Abschnitte innerhalb der Tränkeperiode ausgewertet. Die Auswertung dieser Parameter erfolgte mit einem gemischten Modell (MIXED). Als fixe Faktoren wurden jeweils Tränkemethode und Genotyp und als Regressionsvariable das Alter der Tiere (in Wochen) im Modell verwendet. Wechselwirkungen zwischen den Faktoren wurden nicht berücksichtigt, da sie nicht signifikant waren. Weiters wurden die wiederholten, wöchentlichen Messungen pro Tier als Repeated-Statement im Modell berücksichtigt (repeated Woche/type=ar(1) sub=Tier1). Die autoregressive Kovarianzstruktur wurde basierend auf der Anpassungsstatistik ausgewählt.

Die Auswertung der Schlachtleistung wurde mit einem Allgemeinen Linearen Modell (GLM) durchgeführt. Als fixe Faktoren wurden wiederum Tränkemethode und Genotyp verwendet. Die Wechselwirkung zwischen diesen beiden Faktoren war nicht signifikant und wurde daher nicht berücksichtigt. Die Fleischklasse wurde mit dem Wilcoxon-Test ausgewertet, da die Daten nicht normalverteilt waren. Der paarweise Mittelwert-Vergleich wurde bei allen ausgewerteten Daten mit dem Tukey-Test durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Futteraufnahme und Tageszunahmen

In *Tabelle 2* sind die durchschnittliche Futteraufnahme und die mittleren Tageszunahmen der Kälber in den ersten zwölf

Tabelle 2: Durchschnittliche Futteraufnahme und Tageszunahmen in den ersten zwölf Lebenswochen in Abhängigkeit von Tränkemethode und Genotyp

	Tränkemethode		FV	Genotyp			RSD ¹
	RES	ADLIB		HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Milchaufnahme, kg TM/Tag	0,38 ^b	0,66 ^a	0,53	0,52	0,51	0,52	0,18
Kraftfutteraufnahme, kg TM/Tag	0,50 ^a	0,43 ^b	0,46	0,46	0,45	0,48	0,20
Futteraufnahme Milch und KF							
TM, kg/Tag	0,89 ^b	1,13 ^a	1,03	1,00	0,99	1,02	0,21
XP, g/Tag	204 ^b	269 ^a	241	232	233	239	48
ME, MJ/Tag	14,2 ^b	19,1 ^a	16,9	16,5	16,4	16,8	3,4
Tageszunahmen, g	629 ^b	801 ^a	771	711	683	694	297

¹ Residualstandardabweichung

Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden hin ($p < 0,05$).

Tabelle 4: Futteraufnahme und Lebendgewicht in der 13. Lebenswoche in Abhängigkeit von Tränkemethode und Genotyp

	Tränkemethode		FV	Genotyp			RSD ¹
	RES	ADLIB		HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Heuaufnahme, kg TM/Tag	2,13 ^b	2,34 ^a	2,24	2,17	2,34	2,18	0,27
Krafftutteraufnahme, kg TM/Tag	1,31 ^a	1,24 ^b	1,24	1,31	1,28	1,25	0,08
Futteraufnahme gesamt							
TM, kg/Tag	3,44	3,58	3,48	3,49	3,63	3,44	0,29
TM, g/kg Lebendgewicht	34,7 ^a	31,8 ^b	30,9 ^b	33,5 ^{ab}	35,3 ^a	33,2 ^{ab}	3,0
XP, g/Tag	518	537	511	533	547	519	49
ME, MJ/Tag	37,2	38,4	37,3	37,9	39,0	37,0	2,9
Lebendgewicht, kg	99 ^b	115 ^a	114	107	103	106	11

¹ ResidualstandardabweichungUnterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden bzw. Genotypen hin ($p < 0,05$).

Tabelle 5: Einfluss von Tränkemethode und Genotyp auf Schlachtleistung und grobgewebliche Zusammensetzung verschiedener Teilstücke

	Tränkemethode		FV	Genotyp			RSD ¹
	RES	ADLIB		HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Schlachtleistung							
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	46,9 ^b	57,1 ^a	55,9 ^a	53,2 ^a	45,3 ^b	53,6 ^a	6,1
Schlachtausbeute kalt, kg	45,3 ^b	47,8 ^a	48,3 ^a	46,4 ^a	43,8 ^b	47,8 ^a	2,0
Fleischklasse (1=P, 5=E)	1,4	1,8	2,4 ^a	1,3 ^b	1,3 ^b	1,4 ^b	
Nierenfett, % ²	0,37 ^b	0,55 ^a	0,35 ^c	0,53 ^{ab}	0,41 ^{bc}	0,55 ^a	0,11
Anteil wertvoller Teilstücke, % ³	48,9 ^b	49,5 ^a	50,0 ^a	49,1 ^b	48,6 ^b	49,0 ^b	0,7
Grobgewebliche Zusammensetzung⁴							
Fehlrippe							
Muskeln, %	64,0	65,0	65,9 ^a	64,5 ^{ab}	62,8 ^b	64,8 ^{ab}	2,2
Fett, %	4,2 ^b	5,2 ^a	4,7	4,5	5,4	4,5	1,1
Sehnen, %	3,3	3,3	3,4	3,2	3,5	3,2	0,6
Knochen, %	28,2 ^a	26,8 ^b	25,8 ^b	28,5 ^a	28,1 ^a	27,5 ^{ab}	1,6
Brust und Spannrippe							
Muskeln, %	57,6	56,9	58,3	56,9	56,8	57,1	2,4
Fett, %	10,6 ^b	12,3 ^a	12,1	11,0	10,6	12,0	2,4
Sehnen, %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4
Knochen, %	31,2 ^a	29,4 ^b	27,9 ^b	31,4 ^a	32,3 ^a	29,5 ^{ab}	2,7
Vorderhese							
Muskeln, %	39,7	41,0	41,7 ^a	38,6 ^b	40,5 ^{ab}	40,7 ^{ab}	2,1
Fett, %	2,9	3,2	2,6	3,2	2,9	3,5	0,9
Sehnen, %	4,1	3,5	4,3	3,6	4,2	3,2	1,1
Knochen, %	53,2 ^a	51,7 ^b	50,7 ^b	54,6 ^a	52,4 ^{ab}	52,3 ^{ab}	2,1
Hinterhese							
Muskeln, %	38,7 ^b	40,3 ^a	39,4	39,3	39,4	39,8	1,8
Fett, %	3,2	3,6	3,8	3,3	3,6	3,0	1,0
Sehnen, %	5,8	6,0	5,8	5,9	5,8	6,0	0,8
Knochen, %	52,5 ^a	50,7 ^b	52,0	51,4	51,9	51,1	2,1

¹ Residualstandardabweichung² Anteil am Mastendgewicht (Gewicht in der 13. Lebenswoche)³ Anteil am Schlachtkörpergewicht⁴ Anteil von Muskeln, Fett, Sehnen und Knochen am jeweiligen TeilstückUnterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden bzw. Genotypen hin ($p < 0,05$).

die restriktiv gefütterten Kälber. Bei allen vier untersuchten Teilstücken hatte die Gruppe ADLIB einen deutlich geringeren Knochenanteil als die Gruppe RES. Im Gegenzug war der Fettanteil in den Teilstücken Fehlrippe sowie Brust und Spannrippe bei den *ad libitum* gefütterten Kälbern signifikant höher als bei den restriktiv gefütterten Tieren. Beim Teilstück Hinterhese wies dagegen die Gruppe ADLIB einen signifikant höheren Muskelanteil im Vergleich zur Gruppe RES auf.

Das Schlachtgewicht kalt und die Schlachtausbeute der HF_NZ-Kälber war signifikant niedriger als bei den Tieren der anderen drei Genotypen, obwohl hinsichtlich des Lebendgewichts bei der Schlachtung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Genotypen bestanden. Die FV-Kälber wiesen eine höhere Fleischigkeit sowie ei-

nen höheren Anteil wertvoller Teilstücke auf als die drei Holstein-Genotypen. Dagegen war der Nierenfettanteil der FV-Tiere signifikant niedriger als jener der HF_HL- und HF_LL-Kälber. Bei den Teilstücken Fehlrippe, Brust und Spannrippe sowie Vorderhese wiesen die FV-Kälber jeweils den höchsten Muskel- und den niedrigsten Knochenanteil auf. Die grobgewebliche Zusammensetzung der Hinterhese unterschied sich dagegen nicht zwischen den Genotypen.

Die Ergebnisse der Nährstoffanalyse der Teilstücke Fehlrippe und Schulter sind in *Tabelle 6* dargestellt. Der XL-Gehalt war bei den Kälbern der Gruppe ADLIB in beiden Teilstücken signifikant höher als bei den Tieren der Gruppe RES. Die Schulter der *ad libitum* gefütterten Kälber wies zudem auch einen höheren XP-Gehalt auf. Das hatte zur Folge, dass der TM-Gehalt und damit auch der Nährstoffansatz in den

Tabelle 6: Nährstoffzusammensetzung der Teilstücke Fehlrippe und Schulter (Bug) in Abhängigkeit von Tränkemethode und Genotyp¹

	Tränkemethode		Genotyp				RSD ²
	RES	ADLIB	FV	HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Fehlrippe							
Trockenmasse, g/kg FM ³	314 ^b	325 ^a	312 ^b	322 ^a	324 ^a	321 ^a	7
Rohprotein, g/kg FM	198	200	200	197	202	198	5
Rohfett, g/kg FM	50 ^b	61 ^a	50 ^b	60 ^a	58 ^{ab}	55 ^{ab}	7
Rohasche, g/kg FM	59	58	54	60	63	58	7
Schulter (Bug)							
Trockenmasse, g/kg FM	310 ^b	327 ^a	315	324	318	318	11
Rohprotein, g/kg FM	190 ^b	194 ^a	194	192	192	191	4
Rohfett, g/kg FM	64 ^b	80 ^a	67 ^b	76 ^a	74 ^{ab}	70 ^{ab}	7
Rohasche, g/kg FM	53	51	53	51	51	51	4

¹ Nährstoffzusammensetzung des gesamten Teilstücks (inkl. Knochen und Sehnen)

² Residualstandardabweichung

³ Frischmasse

Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden bzw. Genotypen hin ($p < 0,05$).

ersten 13 Lebenswochen bei der Gruppe ADLIB deutlich höher waren als bei der Gruppe RES. Die FV-Kälber wiesen in beiden Teilstücken den niedrigsten XL-Gehalt auf. In der Fehlrippe war daher der TM-Gehalt signifikant geringer als bei den drei HF-Genotypen.

4. Diskussion

Die *ad libitum* gefütterten Kälber wiesen über die gesamte Tränkeperiode gesehen eine höhere Milch- und Nährstoffaufnahme sowie höhere Tageszunahmen auf als die restriktiv gefütterten Kälber. In früheren Versuchen wurde bei gleichem Absetzalter der Kälber ebenfalls ein positiver Einfluss von höheren Tränkemengen auf Nährstoffaufnahme (KIEZEBRINK et al. 2015, CHAPMAN et al. 2016, SCHÄFF et al. 2016, FRIETEN et al. 2017, ROSENBERGER et al. 2017) und Tageszunahmen (JASPER und WEARY 2002, KIEZEBRINK et al. 2015, WIEDEMANN et al. 2015, ROSENBERGER et al. 2017) festgestellt. Nach dem Absetzen unterschieden sich die Tageszunahmen im Versuch von JASPER und WEARY (2002) jedoch nicht zwischen den Tränkemethoden, allerdings wiesen die *ad libitum* gefütterten Kälber, wie im aktuellen Versuch und in der Untersuchungen von WIEDEMANN et al. (2012) und WIEDEMANN et al. (2015), ein deutlich höheres Absetzgewicht auf. Dagegen unterschieden sich die Absetzgewichte von *ad libitum* und restriktiv gefütterten Kälbern im Versuch von KORST et al. (2017) nicht. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich Tränkemengen von mehr als 6 l in den ersten Lebenswochen positiv auf die Entwicklung der Kälber auswirken.

Der positive Effekt der höheren Tränkemenge hängt auch damit zusammen, dass die Kälber vor allem im ersten Lebensmonat kaum Festfutter aufnehmen. Erst ab dem zweiten Lebensmonat nehmen Kälber größere Mengen an Festfutter auf, wobei jedoch sehr unterschiedliche Ergebnisse vorliegen, was den Einfluss der Tränkemethode auf die Höhe der Festfutteraufnahme betrifft. Im aktuellen Projekt unterschieden sich die beiden Tränkemethoden hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme erst, nachdem die Gruppe RES von der Milchtränke abgesetzt wurde (ab der 9. Lebenswoche). In den Versuchen von WIEDEMANN et al. (2015) und SCHÄFF et al. (2016) traten bis zum Alter von rund 2 Monaten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme zwischen *ad libitum* und

restriktiv gefütterten Kälbern auf. JASPER und WEARY (2002), FRIETEN et al. (2017), ROSENBERGER et al. (2017) und STEELE et al. (2017) stellten dagegen bereits vor dem Absetzen bei Kälbern mit niedriger täglicher Tränkemenge höhere Kraftfutteraufnahmen fest als bei Kälbern mit hoher täglicher Tränkemenge. In der Untersuchung von FRIETEN et al. (2017) setzte sich dieser Trend auch nach dem Absetzen fort, während sich die Kraftfutteraufnahme in den Versuchen von JASPER und WEARY (2002) sowie ROSENBERGER et al. (2017) zwischen den Tränkemethoden nicht unterschied. Im Gegensatz dazu wiesen im Versuch von MACCARI et al. (2015) *ad libitum* gefütterte Kälber in den ersten drei Lebenswochen eine höhere Kraftfutteraufnahme auf als restriktiv gefütterte. Allerdings waren in ihrem Versuch die *ad libitum* gefütterten Kälber im Alter von 3 Wochen auch rund 20 kg schwerer als die restriktiv gefütterten Kälber, was ebenfalls ein Grund für die höhere Kraftfutteraufnahme sein kann. Im Versuch von JASPER und WEARY (2002) fraßen restriktiv gefütterte Kälber in der Phase vor dem Absetzen auch mehr Heu. Im Gegensatz zum aktuellen Versuch trat jedoch nach dem Absetzen kein Unterschied in der Heuaufnahme zwischen *ad libitum* und restriktiv gefütterten Kälbern auf. Diese Ergebnisse zeigen, dass eine restriktive Milchfütterung im ersten Lebensmonat zwar zu einer früheren und höheren Festfutteraufnahme führt, das Nährstoffdefizit aus dem geringeren Milchangebot kann dadurch jedoch nicht ausgeglichen werden. In den Versuchen von WIEDEMANN et al. (2012) und CHAPMAN et al. (2016) wirkte sich eine höhere Tränkemenge auch positiv auf die Futtermittelverwertung aus, während HILL et al. (2010) und ROSENBERGER et al. (2017) keinen Einfluss der Tränkemenge auf die Futtermittelverwertung der Kälber feststellten.

Eine hohe Tränkemenge hatte in den Versuchen von HILL et al. (2010) und CHAPMAN et al. (2016) jedoch eine geringere Verdaulichkeit des Kälberstarters im Zeitraum rund um das Absetzen zur Folge. Die geringere Verdaulichkeit hing mit einer geringeren Amylase-Konzentration im Blut der Kälber zusammen und führte zu geringeren Tageszunahmen nach dem Absetzen (HILL et al. 2010). Neben der Kraftfutteraufnahme sollte aber auch die Raufutteraufnahme bereits im frühen Alter gefördert werden, da sich diese positiv auf die Pansenentwicklung auswirkt (KHAN et al. 2016, MEALE et al. 2017). KHAN et al. (2016) raten jedoch davon

ab, Stroh oder frisches Gras als Raufutter zu verwenden, da dadurch die Futteraufnahme und die Tageszunahmen negativ beeinflusst werden können. Weiters sollten die Kälber in Paaren oder Gruppen gehalten werden, da die Kälber voneinander lernen und somit die Raufutteraufnahme gefördert werden kann (KHAN et al. 2016).

Um eine geringe Verdaulichkeit des Futters rund um das Absetzen zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass die Entwöhnung kontinuierlich und nicht abrupt erfolgt. KHAN et al. (2011) stellten fest, dass der Pansen von schrittweise entwöhnten Kälber im Alter von 55 Tagen schon weiter entwickelt war als jener der abrupt abgesetzten, was auf die höhere Aufnahme von Kälberstarter zurückzuführen war. Im Versuch von STEELE et al. (2017) bewirkte zudem ein abruptes Absetzen der Kälber einen deutlich Rückgang der Tageszunahmen in der Woche nach dem Absetzen im Vergleich zu schrittweise entwöhnten Kälbern. Durch schrittweises Absetzen gewöhnen sich die Kälber langsam an das Festfutter. Neben einer ausreichenden Milchversorgung im ersten Lebensmonat fördert also auch ein langsames, schrittweises Entwöhnen die Entwicklung der Kälber.

Im aktuellen Versuch bewirkte die *ad libitum*-Fütterung der Kälber einen höheren Nährstoff- und vor allem Fettansatz im Vergleich zu den restriktiv gefütterten Tieren. In der Untersuchung von SCHÄFF et al. (2016) wiesen die *ad libitum* getränkten Kälber einen höheren Nierenfettanteil und eine stärkere Bemuskelung auf als die restriktiv getränkten Tiere. ROBELIN und CHILLIARD (1989) stellten in ihrem Versuch fest, dass eine etwa 40 %ige Reduktion der Milchaustauschermenge einen 68 % niedrigeren Fettansatz zum Zeitpunkt des Absetzens (nach rund 3 Monaten) bewirkt. Auf den Fettansatz im Zuge der weiteren Entwicklung der Tiere hatte die reduzierte Tränkemenge jedoch keinen Einfluss. ROBELIN und CHILLIARD (1989) gaben auch an, dass der Proteinansatz von der Tränkemenge weniger stark beeinflusst wird, da er im Wachstumsprozess eine höhere Priorität hat.

Ein höherer Nährstoffansatz fördert nicht nur die Konstitution der Kälber zum Zeitpunkt des Absetzens, sondern kann auch für den Gesundheitsstatus der Kälber von Vorteil sein. KHAN et al. (2007) und WIEDEMANN et al. (2012) stellten im ersten Lebensmonat bei einer hohen Tränkemenge (ca. 10 l/Tag) eine geringere Durchfall- bzw. Krankheitshäufigkeit fest als bei niedrigem Tränkeangebot (ca. 5 l/Tag). In einer weiteren Arbeit empfiehlt KHAN et al. (2011) hohe Tränkemengen bis zu 20 % des Lebendgewichts, da hohe Tränkemengen sich nicht nur positiv auf die Tageszunahmen auswirken, sondern auch die Krankheitsanfälligkeit der Kälber reduzieren können. Dagegen traten in den Versuchen von JASPER und WEARY (2002), CHAPMAN et al. (2016) und SCHÄFF et al. (2016) keine Unterschiede in der Krankheitsanfälligkeit der Kälber bei verschieden hoher Tränkemenge auf. Allfällige Krankheiten von Kälbern können aber auch Auswirkungen auf die spätere Leistung der Tiere haben. SOBERON et al. (2012) stellten fest, dass Krankheiten in der Tränkeperiode auch die weitere Entwicklung von weiblichen Tieren beeinflussen kann. In ihrem Versuch führte ein Antibiotikaeinsatz während der Tränkeperiode zu einer um 500 kg niedrigeren Milchleistung in der ersten Laktation.

KHAN et al. (2011) kamen zum Schluss, dass sich ein hohes Nährstoffangebot in der Tränkeperiode positiv auf die

weitere Entwicklung von Kalbinnen auswirkt (z.B. früheres Erstbesamungsalter). Höhere Tageszunahmen während der Tränkeperiode haben zudem einen positiven Einfluss auf die Milchleistung in der ersten Laktation. Eine 1 kg höhere Tageszunahme führte in früheren Studien zu einem Anstieg der Erstlaktationsleistung um rund 1.000 kg (SOBERON et al. 2012) bzw. sogar 1.550 kg (SOBERON und VAN AMBURGH 2013). Im Versuch von WIEDEMANN et al. (2015) bewirkte die *ad libitum*-Fütterung der Kälber gegenüber der restriktiven Tränkemethode eine um 0,8 kg höhere durchschnittliche Tagesmilchleistung sowie eine höhere Futteraufnahme in der ersten Laktation. WIEDEMANN et al. (2015) und KORST et al. (2017) kamen zum Schluss, dass die höhere Milchleistung der *ad libitum* aufgezogenen Tiere auf eine höhere Persistenz zurückzuführen ist, was möglicherweise mit einem positiven Einfluss der höheren Tränkemenge auf die Bildung des Eutergewebes zusammenhängt (WIEDEMANN et al. 2015). Im Gegensatz stellten KIEZEBRINK et al. (2015) keinen Effekt der Tränkemenge auf die Lebendgewichtsentwicklung von Kalbinnen, auf das Erstkalbealter und auf die Milchleistung in der ersten Laktation fest. Diese Ergebnisse zeigen sehr deutlich, dass Tränkemethoden mit einem *ad libitum*-Milchangebot im ersten Lebensmonat nicht nur positive Auswirkungen auf das Kalb selbst, sondern auch auf die spätere Leistung der Tiere haben können. Durch eine adäquate Nährstoffversorgung in den ersten Lebenswochen wird bereits die Voraussetzung für hohe Leistungen im adulten Alter geschaffen.

5. Schlussfolgerung

Wird die Milchtränke den Kälbern in den ersten Lebenswochen *ad libitum* angeboten, so hat dies positive Auswirkungen auf die Energieversorgung und die Tageszunahmen der Kälber. Auch längere Tränkeperioden (12 Wochen) sind im Vergleich zu kurzen Tränkeperioden (8 Wochen) zu empfehlen, da die Kraftfutteraufnahme der Kälber im 2. Lebensmonat nicht von der Tränkemenge beeinflusst wird. Erst wenn die frühentwöhnten Kälber abgesetzt sind (ab der 9. Lebenswoche), fressen sie größere Mengen an Kraftfutter als die spätentwöhnten. Allerdings weisen restriktiv gefütterte Kälber im Alter von rund 3 Monaten einen niedrigeren Fettanteil und einen geringeren Nährstoffansatz auf als die *ad libitum* getränkten Tiere. Dies ist eine Folge der geringen Energieversorgung in den ersten 3 Lebensmonaten und kann auch eine höhere Krankheitsanfälligkeit der Kälber zur Folge haben.

6. Literatur

- CHAPMAN, C.E., P.S. ERICKSON, J.D. QUIGLEY, T.M. HILL, H.G. BATEMAN II, F.X. SUAREZ-MENA und R.L. SCHLOTTERBECK, 2016: Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients with age of the dairy calf. *J. Dairy Sci.* 99, 2740-2747.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.
- FRIETEN, D., C. GERBERT, C. KOCH, G. DUSEL, K. EDER, E. KANITZ, J.M. WEITZEL und H.M. HAMMON, 2017: *Ad libitum* milk replacer feeding, but not butyrate supplementation, affects growth performance as well as metabolic and endocrine traits in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 100, 6648-6661.

- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) 2009: New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143-146.
- HILL, T.M., H.G. BATEMAN II, J.M. ALDRICH und R.L. SCHLOTTERBECK, 2010: Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 93, 1105-1115.
- JASPER, J. und D.M. WEARY, 2002: Effects of *ad libitum* milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85, 3054-3058.
- KHAN, M.A., A. BACH, D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2016: Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99, 885-902.
- KHAN, M.A., H.J. LEE, W.S. LEE, H.S. KIM, S.B. KIM, K.S. KI, J.K. HA, H.G. LEE und Y.J. CHOI, 2007: Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90, 876-885.
- KHAN, M.A., D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2011: Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 1071-1081.
- KIEZEBRINK, D.J., A.M. EDWARDS, T.C. WRIGHT, J.P. CANT und V.R. OSBORNE, 2015: Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *J. Dairy Sci.* 98, 349-356.
- KORST, M., C. KOCH, J. KESSER, U. MÜLLER, F.J. ROMBERG, J. REHAGE, K. EDER und H. SAUERWEIN, 2017: Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing in dairy calves: Part I: Effects on performance and production from birth over the first lactation. *J. Dairy Sci.* 100, 3096-3108.
- KUNZ, H.-J., 2014: Neue Empfehlungen in der Kälberfütterung. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 09.-10. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13-16.
- MACCARI, P., S. WIEDEMANN, H.J. KUNZ, M. PIECHOTTA, P. SANFTLEBEN und M. KASKE, 2015: Effects of two different rearing protocols for Holstein bull calves in the first 3 weeks of life on health status, metabolism and subsequent performance. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99, 737-746.
- MEALE, S.J., F. CHAUCHEYRAS-DURAND, H. BERENDS, L.L. GUAN und M.A. STEELE, 2017: From pre- to postweaning: Transformation of the young calf's gastrointestinal tract. *J. Dairy Sci.* 100, 5984-5995.
- ROBELIN, J. und Y. CHILLIARD, 1989: Short-term and long-term effects of early nutritional deprivation on adipose tissue growth and metabolism in calves. *J. Dairy Sci.* 72, 505-513.
- ROSENBERGER, K., J.H.C. COSTA, H.W. NEAVE, M.A.G. VON KEYSERLINGK und D.M. WEARY, 2017: The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100, 504-512.
- SCHÄFF, C.T., J. GRUSE, J. MACIEJ, M. MIELENZ, E. WIRTHGEN, A. HOEFLICH, M. SCHMICKE, R. PFUHL, P. JAWOR, T. STEFANI- AK und H.M. HAMMON, 2016: Effects of feeding milk replacer *ad libitum* or in restricted amounts for the first five weeks of life on the growth, metabolic adaptation, and immune status of newborn calves. *PLOS ONE* 11, 1-24.
- SOBERON, F., E. RAFFRENATO, R.W. EVERETT und M.E. VAN AMBURGH, 2012: Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95, 783-793.
- SOBERON, F. und M.E. VAN AMBURGH, 2013: Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *J. Anim. Sci.* 91, 706-712.
- STEELE, M.A., J.H. DOELMAN, L.N. LEAL, F. SOBERON, M. CAR- SON und J.A. METCALF, 2017: Abrupt weaning reduces postweaning growth and is associated with alterations in gastrointestinal markers of development in dairy calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning period. *J. Dairy Sci.* 100, 5390-5399.
- VAN ACKEREN, C., 2016: Aktuelles zu den Fütterungskonzepten für Aufzuchtälber in den ersten Lebenswochen. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 16.-17. März 2016, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 71-73.
- VAN ACKEREN, C., S. BAUER und H. STEINGAB, 2014: Einfluss einer *ad libitum* Vollmilchtränke auf die Futteraufnahme und das Wachstum von Kälbern. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 01.-02.04.2014, Fulda, 67-70.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) 2012: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch) – Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2190 S.
- WIEDEMANN, S., P. HOLZ, H.-J. KUNZ, E. STAMER und M. KASKE, 2015: Einfluss einer *ad libitum* Tränke von Holstein-Friesian Kälbern während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung sowie auf Milchleistung und Futteraufnahme in der ersten Laktation. *Züchtungskunde* 87, 413-422.
- WIEDEMANN, S., H.-J. KUNZ und M. KASKE, 2012: Neue Ansätze in der Kälberaufzucht. *Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel* 118, 91-98.

Futteraufnahme und Energieversorgung von Aufzuchtrindern für die Rindermast

Feed intake and energy supply of rearing cattle used for fattening

Leonhard Gruber^{1*}, Thomas Ettle², Frieder Schwarz³, Thomas Jilg⁴ und Martin Royer¹

Zusammenfassung

Sowohl bei der Rasse Holstein als auch bei Fleckvieh wurde die Milchleistung in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten laufend gesteigert, besonders auch durch züchterische Maßnahmen. Die dadurch bedingte Veränderung des Genotyps in Richtung „Milchleistung“ hat – auf Grund der negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Fleischleistung – auch Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung, damit auch auf die Zusammensetzung des täglichen Zuwachses (d.h. dessen Fett- und Proteingehalt) und daher auch auf den Energie- und Proteinbedarf. Aus diesem Grund ergibt sich die Notwendigkeit, die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder“ (GfE 1995) sowie die „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtältern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) zu überarbeiten und den geänderten genetischen Verhältnissen anzupassen. Diese Arbeiten werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird über die Entwicklung der Lebendmasse und sowie der Futter- und Energieaufnahme in der Aufzuchtphase von Rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein auf Grund bisher vorliegender Daten berichtet.

An der Untersuchung waren die Forschungsinstitute HBLFA Raumberg-Gumpenstein, LfL Grub, TUM Freising-Weihenstephan und LAZBW Aulendorf beteiligt. Insgesamt wurden 812 Datensätze aus 28 verschiedenen Aufzuchtversuchen mit einer durchschnittlichen Versuchsdauer von 112 Tagen für die Auswertungen kompiliert (Fleckvieh und Holstein, männliche und weibliche Kälber). Die Tiere erhielten zum Teil Milchtränke und die Futterration bestand aus Heu, Maissilage sowie Kraftfutter. Im Durchschnitt standen die Tiere 12,1 Wochen im Aufzuchtversuch und wiesen eine Lebendmasse von 124 kg auf, mit einer Spannweite von 39 - 222 kg. Die mittlere Futteraufnahme betrug 1,24 kg Grundfutter, 1,66 kg Kraftfutter und somit 2,90 kg Gesamtfutter (TM). Der Kraftfutteranteil belief sich auf 58 ± 13 % der TM (inkl. Milch-Tränke). Die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie der Nährstoffgehalt der Ration werden in Abhängigkeit von der Lebendmasse im

Summary

In recent years or rather decades the milk yield has continuously been increased both at the breed Holstein and at Fleckvieh, especially by means of the breeder's activities. Caused by the negative genetic correlation of milk yield and slaughter performance, the genotype's change heading for milk yield shows effects on the body composition and therefore on the composition of daily weight gain (i.e. fat and protein content) and on energy and protein requirement, as well. Therefore, it is necessary to revise the "Recommendations for energy and nutrient supply of fattening cattle" (GfE 1995) as well as the "Recommendations for energy supply of rearing calves and rearing cattle" (GfE 1997), in order to adapt them to the altered genetic conditions. These operations are carried out by a working group within the "Commission for requirement standards" of GfE. In the present work the development of live weight as well as feed intake and energy intake in the rearing period of Fleckvieh and Holstein cattle is reported on the base of the previously available data.

The Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein, Bavarian State Research Centre for Agriculture Grub, TUM University of Life Sciences Freising-Weihenstephan as well as LAZBW Agricultural Centre Aulendorf have been participating in these analyses. On the whole 812 records from 28 different rearing trials with an average duration of 112 days have been compiled for the assessment (Fleckvieh and Holstein, male and female calves). Partly, the animals got milk or milk replacer and the feeding ration consisted of hay, maize silage and concentrate. On average, the animals had been standing in the rearing trial for 12.1 weeks and obtained a mean live weight of 124 kg, showing a range of 39 - 222 kg. The mean feed intake amounted to 1.24 kg forage, 1.66 kg concentrate and 2.90 kg DM feed in total, consequently. The portion of concentrate reached a total of 58 ± 13 % of DM (milk included). Feed and nutrient intake as well as nutrient content of the ration is represented depending on live weight in the range of 70 - 190 kg. From these data equations are derived for the prediction of feed intake as well as for the estimation

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub, Prof.-Dürrwachter-Platz 3, D-85586 Poing

³ Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung (LTE), Liesel-Beckmann-Straße 2, D-85354 Freising-Weihenstephan

⁴ Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenbergerweg 99, D-88326 Aulendorf

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

Bereich von 70 bis 190 kg dargestellt. Aus den Daten werden Gleichungen zur Vorhersage der Futteraufnahme sowie zur Abschätzung des Energiebedarfs abgeleitet. Die Haupteinflussfaktoren sind jeweils die Lebendmasse und die Lebendmasse-Zunahme sowie im Falle der Futteraufnahme auch das Kraftfutterniveau.

Die Auswertungen zeigen, dass mit dem vorliegenden Datenmaterial Futteraufnahme und Energieaufwand von Jungtrindern mit zufriedenstellender Genauigkeit abgeschätzt werden können. Rassenspezifische Aussagen erfordern noch eine Ergänzung von Holstein-Daten.

Schlagwörter: Rinderaufzucht, Rassen, Lebendmasse, Futteraufnahme, Energieversorgung

of energy requirement. The main factors of influence are live weight and live weight gain as well as (in terms of feed intake) the level of concentrate, respectively.

Analyses show that a satisfying accuracy can be obtained by means of the available data for the assessment of feed intake and energy requirement of young cattle. Breed-specific statements still require a completion of the Holstein data.

Keywords: cattle rearing, breeds, liveweight, feed intake, energy supply

1. Einleitung

Sowohl bei der Rasse Holstein als auch bei Fleckvieh wurde die Milchleistung in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten laufend gesteigert (ZuchtData 2017, ADR 2018), ganz besonders auch durch züchterische Maßnahmen. Die dadurch bedingte Veränderung des Genotyps in Richtung „Milchleistung“ hat – auf Grund der negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Fleischleistung (PIRCHNER 1979, ALPS und AVERDUNK 1984) – auch Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung und damit auch auf die Zusammensetzung des täglichen Zuwachses bzw. dessen Fett- und Proteingehalt. Weiters führte die Züchtung auf höhere Milchleistung auch zu Tieren mit höherer Körpergröße und Körpermasse (GRUBER und LEDINEK 2017), und zwar auf Grund der positiven genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Lebendmasse (VEERKAMP 1998). Dies heißt auch, dass sich das physiologische Alter und damit die Körperzusammensetzung bei einer bestimmten Lebendmasse verändert hat und auch von höheren Mastendgewichten auszugehen ist.

Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, dass die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder“ (GfE 1995) sowie die „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtältern und Aufzuchttrindern“ (GfE 1997) einer Überarbeitung und Anpassung an die geänderten genetischen Verhältnisse bedürfen. Diese Arbeiten werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird über die Entwicklung der Lebendmasse sowie der Futter- und Energieaufnahme in der Aufzuchtphase von Rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein auf Grund bisher vorliegender Daten berichtet. Die Daten werden noch hinsichtlich Holstein und weiblicher Kälber aus weiteren Instituten ergänzt.

2. Material und Methoden

2.1 Herkunft der Daten

An der Untersuchung waren die in *Tabelle 1* angeführten Institute beteiligt. Ein wesentlicher Teil des Datenumfanges kommt aus den Forschungsinstituten in Grub und Weihenstephan, also aus einer Region mit klassischer, spezialisierter Rindermast (mit Fleckvieh-Bullen und auf Basis Maissilage). In Aulendorf wurden sowohl männliche als auch weibliche Kälber untersucht (Rasse Fleckvieh). In Raumberg-Gumpenstein standen Kälber der Rasse Fleckvieh und Holstein in den Versuchen, und zwar sowohl männlichen als auch weiblichen Geschlechts. Insgesamt wurden 812 Datensätze aus 28 verschiedenen Aufzuchtversuchen mit einer durchschnittlichen Versuchsdauer von 112 Tagen für die Auswertungen kompiliert.

2.2 Beschreibung des Datenmaterials und statistische Auswertung

Wesentliche Inhaltsstoffe der Futtermittel finden sich in *Tabelle 2*. Als Grundfutter wurden Heu und in den meisten Fällen Maissilage herangezogen, welche durchschnittliche Werte aufwiesen; allerdings mit großen Streuungsbereichen zwischen den Instituten bzw. den Versuchen. Das Heu wies im Durchschnitt 13,7 % XP, 29,6 % XF, 55,2 % NDF sowie 9,3 MJ ME auf. Die entsprechenden Werte der Maissilage betragen 7,8 % XP, 19,3 % XF, 42,1 % NDF sowie 10,9 MJ ME. Der Proteingehalt des Kraftfutters zeigte auf Grund diverser Versuchsfragestellungen einen großen Streuungsbereich (12 - 44 % XP) bei einem ME-Gehalt von $12,7 \pm 0,5$ MJ.

Tabelle 1: Beteiligte Institute und Datenumfang – Verteilung von Rasse und Geschlecht

Institut ¹⁾ (Kurzbezeichnung)	Versuche	Daten- sätze	Tiere	Versuchs- tage	Rassen	Geschlecht
Gumpenstein	2	102	82	64	FV, HF	m, w
Grub	11	278	515	112	FV, (BS)	m
Weihenstephan	11	240	726	98	FV	m
Aulendorf	4	192	123	174	FV	m, w
Summe	28	812	1.446	112	FV, HF	m, w

¹⁾ Genaue Institutsbezeichnung siehe unter Autoren

Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Futtermittel (in der TM)

Futtermittel	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Minimum	Maximum
Heu						
Rohprotein	g	137	27	19,9	78	183
Rohfett	g	22	7	32,4	12	39
Rohfaser	g	296	31	10,5	240	348
NDF	g	552	52	9,4	458	635
ADF	g	329	32	9,7	272	385
ADL	g	35	5	13,4	27	42
Rohasche	g	69	21	30,1	40	114
ME	MJ	9,3	0,5	5,4	8,5	10,4
nXP	g	127	9	6,8	109	142
Maissilage						
Rohprotein	g	78	7	8,8	58	90
Rohfett	g	31	4	13,8	23	39
Rohfaser	g	193	18	9,3	141	234
NDF	g	421	30	7,1	342	498
ADF	g	216	17	8,1	170	262
ADL	g	21	3	12,7	13	27
Rohasche	g	34	6	17,6	21	49
ME	MJ	10,9	0,2	2,2	10,4	11,5
Krafftutter						
Rohprotein	g	210	39	18,8	124	442
Rohfett	g	30	14	48,1	0	71
Rohfaser	g	55	27	49,7	0	114
NDF	g	188	56	30,1	0	283
ADF	g	76	33	43,3	0	159
ADL	g	17	12	73,2	0	54
Rohasche	g	64	27	41,5	35	214
ME	MJ	12,7	0,5	3,9	10,7	13,8
nXP	g	188	17	9,0	135	272
Milch bzw. Milchaustauscher						
Rohprotein	g	232	22	9,4	194	271
Rohfett	g	198	65	32,9	66	321
Rohfaser	g	4	3	89,2	0	11
NDF	g	–	–	–	–	–
ADF	g	–	–	–	–	–
ADL	g	–	–	–	–	–
Rohasche	g	77	14	18,5	54	100
ME	MJ	17,1	1,5	8,8	13,9	21,0
nXP	g	171	14	8,1	156	223

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Statgraphics (2014). Da in keinem der Forschungsinstitute Einrichtungen zur Erhebung der tierindividuellen Futteraufnahme vorhanden waren, wurden alle Daten pro Versuchsgruppe und Zeitintervall der Erhebung der Lebend-

masse (meistens 1 Woche) gemittelt (Lebendmasse, Alter, Futter- und Nährstoffaufnahme). Die Daten wurden mit der Prozedur GLM als Meta-Analyse unter Ausschaltung des Einflusses von Institut und Versuch innerhalb Institut nach folgendem Modell ausgewertet:

$$y = \text{RASSE} + \text{GESCHLECHT} + \text{LEBENDMASSE bzw. ALTER} + \text{INSTITUT} + \text{VERSUCH}(\text{INSTITUT}) + \text{RASSE} \times \text{GESCHLECHT} \times \text{LEBENDMASSE bzw. ALTER} + \text{LEBENDMASSE bzw. ALTER} \times \text{INSTITUT}$$

y = abhängige Variable
 RASSE = Fleckvieh, Holstein
 GESCHLECHT = männlich, weiblich
 LEBENDMASSE = Lebendmasse-Abschnitte (60-80, 80-100, 100-120, ..., 160-180, 180-200 kg LM)
 ALTER = Alters-Abschnitte (4-6, 6-8, 8-10, ..., 16-18, 18-20, 20-22 Lebenswochen)
 INSTITUT = Gumpenstein, Weihestephan, Grub, Aulendorf
 VERSUCH(Institut) = Versuch innerhalb Institut (1, 2, 3, ..., n)

Zur Abschätzung des Energieaufwandes (IME, MJ/Tag) wurden darüber hinaus die metabolische Lebendmasse ($LM^{0,75}$, kg), die Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg/Tag) und die Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$) als Regressionsvariable herangezogen.

$$\text{IME} = \text{RASSE} + \text{GESCHLECHT} + \text{INSTITUT} + \text{VERSUCH}(\text{INSTITUT}) + LM^{0,75} + LMZ + (LM^{0,75} \times LMZ)$$

Die Kriterien der Versuchstiere hinsichtlich Alter, Lebendmasse und Fütterung sind in *Tabelle 3* angeführt. Im Durchschnitt standen die Tiere 12,1 Wochen im Aufzuchtversuch und wiesen eine Lebendmasse von 124 kg auf, mit einer Spannweite von 39 - 222 kg. Die mittlere Futteraufnahme betrug 1,24 kg Grundfutter, 1,66 kg Kraftfutter und somit 2,90 kg Gesamtfutter (TM). Der Kraftfutteranteil belief sich auf 58 ± 13 % der TM (inkl. Milch-Tränke).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Entwicklung der Lebendmasse und Futteraufnahme

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Lebendmasse (LM) und Futteraufnahme sind in *Abbildung 1* dargestellt. Im angeführten Bereich von 73 bis 188 kg Lebendmasse wie-

sen die Tiere ein Lebensalter von 37 bis 141 Tagen auf. In diesem Lebensabschnitt stiegen die Tageszunahmen bis 130 kg LM von 500 bis 1.225 g stark an und blieben im Anschluss daran auf dem hohen Niveau von etwa 1.300 g, ohne sich noch wesentlich zu erhöhen. Dieser Knick im Verlauf der Tageszunahmen fällt mit dem Absetzen der Milchtränke zu diesem Entwicklungsstadium zusammen und dürfte dessen Ursache sein.

Die Aufnahme an Grundfutter folgte einem S-förmigen Verlauf und stieg von 0,17 auf 2,60 kg TM pro Tag an. Die Kraftfutter-Aufnahme (inkl. Milch) erhöhte sich von 0,64 auf 2,10 kg TM und wird üblicherweise ab 2,0 bis 2,5 kg limitiert. Daraus ergibt sich eine Aufnahme an Gesamt-TM von 0,81 bis 4,71 kg pro Tag, wobei sich der Anstieg der Futteraufnahme-Kurve sichtlich abschwächt. Der Anteil des Kraftfutters an der Gesamtfutteraufnahme betrug im Mittel etwa 58 % der Trockenmasse mit einem Maximum von 62 % bei 110 kg LM.

Tabelle 3: Kriterien der Versuchstiere zu Lebendmasse und Fütterung

Parameter	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Minimum	Maximum
Alter und Lebendmasse						
Versuchszeitraum	Wochen	12,1	5,2	43,2	0,1	24,9
Lebendmasse	kg	123,7	40,9	33,1	39,4	222,3
Lebendmasse-Zunahme	g/Tag	1.054	338	32,0	230	2.412
Futter- und Nährstoffaufnahme (kg/Tag)						
Milch bzw. MAT (> 0)	kg TM	0,62	0,16	25,4	0,17	0,98
Heu (> 0)	kg TM	0,32	0,18	55,2	0,001	1,15
Maissilage (> 0)	kg TM	1,08	0,79	73,1	0,01	3,17
Grundfutter	kg TM	1,24	0,89	72,1	0,001	3,66
Kraftfutter (inkl. Milch)	kg TM	1,66	0,55	33,3	0,44	3,05
Gesamtfutter	kg TM	2,88	1,35	47,0	0,47	5,83
Rohprotein	g XP	467	178	38,1	99	892
Nutzbares Rohprotein	g nXP	463	211	45,5	77	942
Energie	MJ ME	34,8	14,3	41,3	7,3	68,0
Kraftfutteranteil	% der TM	57,5	13,3	23,1	8,0	100,0
Nährstoffkonzentration des Grundfutters (in der TM)						
XF	g	241	39	16,4	147	331
NDF	g	483	55	11,3	361	607
ADF	g	271	43	16,0	187	357
ADL	g	28	6	20,7	14	42
Energie	MJ ME	10,2	0,6	5,8	8,5	11,5
XP	g	102	20	19,8	68	168
nXP	g	129	6	4,5	112	142
Nährstoffkonzentration des Kraftfutters (in der TM, inkl. Milch)						
XF	g	53	28	53,1	0,3	108
NDF	g	164	76	46,4	0,8	283
ADF	g	71	38	54,3	0,4	152
ADL	g	17	13	78,0	0,1	52
Energie	MJ ME	13,7	1,8	12,9	9,0	20,2
XP	g	214	22	10,4	124	273
nXP	g	182	12	6,5	132	229
Nährstoffkonzentration des Gesamtration (in der TM)						
XF	g	113	41	36,1	0,9	216
NDF	g	263	93	35,6	1,2	413
ADF	g	134	49	36,7	0,5	249
ADL	g	19	9	45,4	0,1	41
Energie	MJ ME	12,7	1,8	14,4	9,3	20,1
XP	g	174	31	18,1	122	273
nXP	g	163	9	5,8	129	229
RNB	g	1,77	4,37	246,7	-4,78	15,52
XP/ME-Verhältnis	g/MJ	13,7	1,3	9,7	10,6	19,0

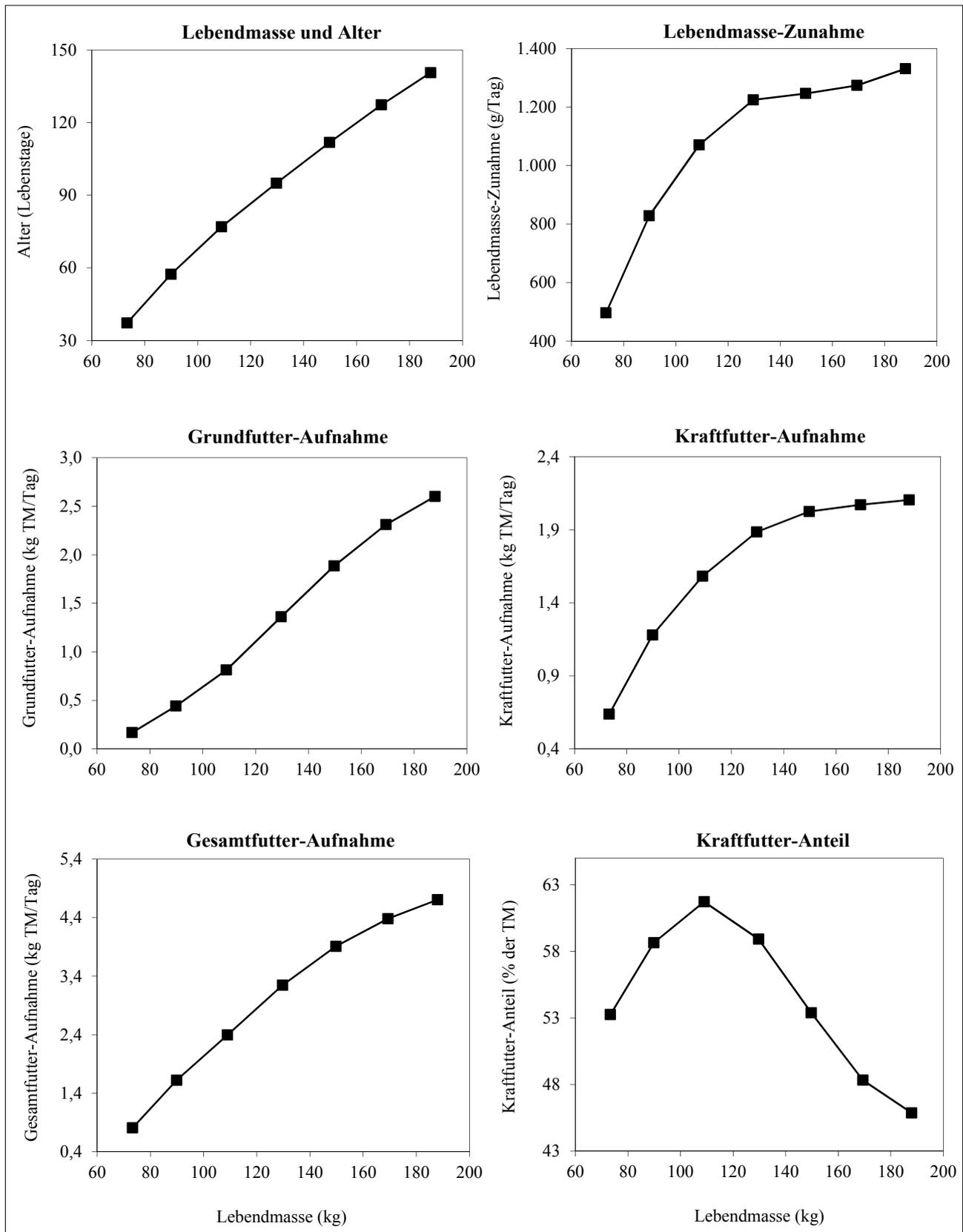


Abbildung 1: Lebendmasse-Entwicklung und Futteraufnahme von Jungrindern bis 200 kg Lebendmasse (General LSMean)

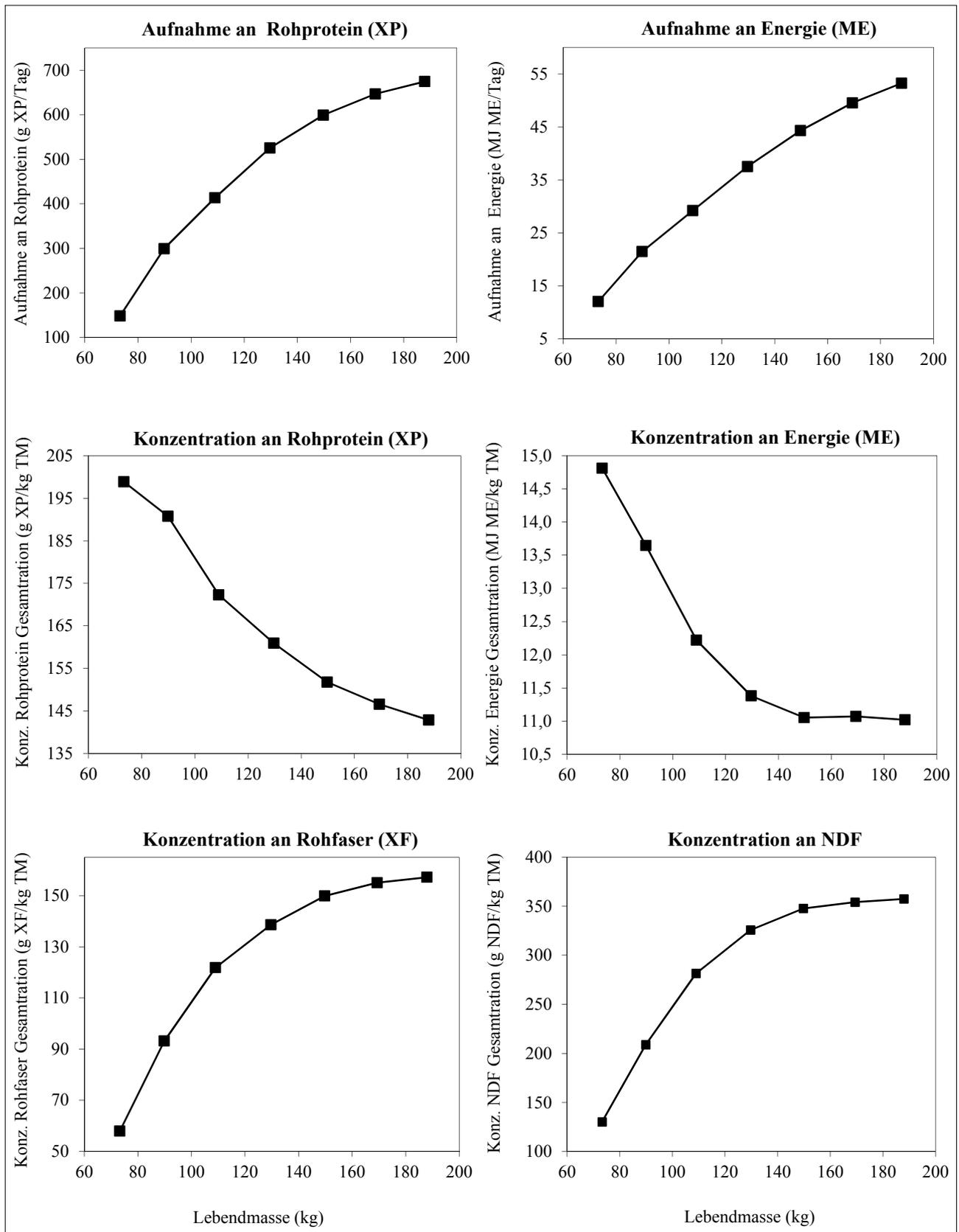


Abbildung 2: Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration von Jungrindern bis 200 kg Lebendmasse (General LSMean)

3.2 Entwicklung der Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration finden sich in *Abbildung 2*. Die Nährstoffaufnahme ist das Produkt von Trockenmasse-Aufnahme sowie der in den verschiedenen Futtermitteln enthaltenen Nährstoffe und folgt daher nicht vollständig der Futteraufnahme. So ist die relativ starke Abflachung des Anstiegs der Proteinaufnahme besonders das Ergebnis des zunehmenden Anteils der eiweißarmen Maissilage. Im Gegensatz dazu führt deren hohe Energiekonzentration (*Tabelle 2*) zu einem stetigen Anstieg der Energieaufnahme. Weiters wirkt noch die Zusammensetzung und Nährstoffkonzentration des Kraftfutters hinein. Diese Zusammenhänge bilden sich auch in der Nährstoffkonzentration der Ration ab. Sowohl der Gehalt an Protein als auch an Energie nimmt während der Aufzuchtphase deutlich ab (von 19,9 auf 14,3 % XP und von 14,8 auf 11,0 MJ ME), während der Gehalt an Faser deutlich ansteigt (von 5,8 auf 15,7 % XF und von 13,0 auf 35,7 % NDF).

3.3 Vorhersage der Futteraufnahme

Die Futter- und Energieaufnahme von Aufzucht- und Mastrindern wird – neben nutritiven Faktoren wie Kraftfutterniveau und Grundfutterqualität (d.h. von der Energiekonzentration) – vor allem von der Lebendmasse und dem Niveau der Lebendmasse-Zunahmen physiologisch gesteuert (MENKE 1987, INRA 1989)

Die Anwendung dieser biologischen Gesetzmäßigkeiten führte – analog zum Modell für die Ableitung des Energieaufwandes (Abschnitt 3.4) – zu einem Modell, in dem die Lebendmasse (LM, kg) und die Lebendmasse-Zunahmen (LMZ, g/Tag) als tierspezifische und das Kraftfutterniveau als nutritiver Einflussfaktor auf die Futteraufnahme herangezogen wurden. Es wurde sowohl ein Modell mit der Kraftfutter-Aufnahme (KFkg, kg TM/Tag) als auch mit dem Kraftfutter-Anteil (KF%, % der TM) errechnet.

In *Abbildung 3* sind diese Faktoren in ihrem Einfluss auf die Futteraufnahme (kg TM/Tag) graphisch dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Beziehung zwischen Futteraufnahme und Lebendmasse enger ist als zwischen Futteraufnahme und der Interaktion [Lebendmasse \times Lebendmasse-Zunahme] bzw. der Kraftfutteraufnahme. Mit den folgenden Modellen können 96 % bzw. 93 % der Varianz der Futteraufnahme im vorliegenden Datenmaterial erklärt werden. (Der Faktor Grundfutterqualität (ausgedrückt als Energiekonzentration, MJ ME/kg TM) erwies sich nicht als signifikant, da die Streuung des Datenmaterials hinsichtlich dieses Faktors zu gering war).

(1) Futteraufnahme (kg TM/Tag) =

$$3,66 + 0,114 \times (LM^{0,75} - 41,9) + 0,203 \times (LMZ - 1,174) - 0,0013 \times ((LM \times LMZ) - 177) + 0,648 \times (KFkg - 1,95)$$

$$R^2 = 95,9 \%, RSD = 0,18 \text{ kg TM bzw. } 5,0 \%$$

(2) Futteraufnahme (kg TM/Tag) =

$$3,66 + 0,161 \times (LM^{0,75} - 41,9) + 0,707 \times (LMZ - 1,174) - 0,0045 \times ((LM \times LMZ) - 177) + 0,0051 \times (KF\% - 54,3)$$

$$R^2 = 93,0 \%, RSD = 0,24 \text{ kg TM bzw. } 6,5 \%$$

Die Gegenüberstellung der tatsächlichen mit der geschätzten Futteraufnahme ('observed' vs. 'predicted')

zeigt eine zufriedenstellende Genauigkeit des Modells ($R^2 = 95,9 \%$) mit einem Schätzfehler von 0,18 kg TM bzw. 5,0 %. Wie auch beim Futteraufnahme-Modell für Milchkühe (GRUBER et al. 2004) wird die Vorhersagegenauigkeit etwas verringert, wenn an Stelle der Kraftfutter-Aufnahme (KFkg, kg TM/Tag) der Kraftfutter-Anteil (KF%, % der TM) verwendet wird ($R^2 = 93,0 \%$, Schätzfehler von 0,24 kg TM bzw. 6,5 %).

In *Abbildung 4* ist die Anwendung des vorliegenden Futteraufnahme-Modells in Abhängigkeit von der Lebendmasse-Zunahme (oben) und der Kraftfutteraufnahme (unten) auf die Futteraufnahme pro Tag bzw. pro kg Zuwachs bei unterschiedlicher Lebendmasse dargestellt. Die beiden Haupteinflussfaktoren wirken sich signifikant positiv auf die Futteraufnahme pro Tag aus, während der Futteraufwand pro kg Zuwachs mit diesen Faktoren abnimmt.

In den „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) werden keine Angaben zur Futteraufnahme gemacht.

3.4 Ableitung des Energieaufwandes

In einem weiteren Schritt wurde versucht, aus den bisher vorliegenden Daten Gesetzmäßigkeiten zum Energieaufwand der Tiere in Abhängigkeit von der Lebendmasse (LM) und den Lebendmasse-Zunahmen (LMZ) abzuleiten. Dazu wurde unter Verwendung des unter Punkt 2.2 beschriebenen Modells die Energie-Aufnahme (MJ ME/Tag) auf die Variablen Lebendmasse ($LM^{0,75}$, kg), die Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg/Tag) und die Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$) bezogen.

Abbildung 5 zeigt, dass die Beziehung zwischen Lebendmasse und dem Energiebedarf sehr eng ist, zwischen Lebendmasse-Zunahme und Energiebedarf dagegen recht lose. Das deutet darauf hin, dass erstens dieser Parameter in seiner Feststellung mit relativ großer Ungenauigkeit behaftet ist und dass zweitens der Energiegehalt pro kg Lebendmasse-Zunahme recht unterschiedlich ausfallen kann. Eine signifikante Erhöhung der Schätzgenauigkeit bringt die Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$), welche besagt, dass der Energiebedarf für die Lebendmasse-Zunahme nicht unabhängig von der Lebendmasse ist. Die Beziehung zwischen Energiebedarf und der Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$) ist enger als zwischen Energiebedarf und Lebendmasse-Zunahme (*Abbildung 5*).

(3) Energiebedarf (MJ ME) =

$$35,4 + 1,79 \times (LM^{0,75} - 37,6) + 13,2 \times (LMZ - 1,075) - 0,209 \times ((LM^{0,75} \times LMZ) - 42,1)$$

$$R^2 = 94,1 \%, RSD = 3,3 \text{ MJ ME [Modell 3]}$$

In *Abbildung 6* sind ebenfalls Auswertungen zum Energieaufwand in Abhängigkeit von der Lebendmasse und Lebendmasse-Zunahme dargestellt, wobei allerdings nicht von den Einzelergebnissen ausgegangen wurde, sondern von LS-Mittelwerten der einzelnen Lebendmasse-Abschnitte. Im ersten Modell (*Abbildung 6* oben) wurde die bereits angesprochene Wechselwirkung zwischen LM und LMZ mit einem Korrekturglied modelliert, das zeigt, dass der Energiebedarf für die Lebendmasse-Zunahme mit steigender Lebendmasse ebenfalls ansteigt. Im zweiten Modell wurde – wie bei den Einzeldaten – mit der Interaktion $LM^{0,75} \times LMZ$ gearbeitet, wobei sich mit diesen Daten die

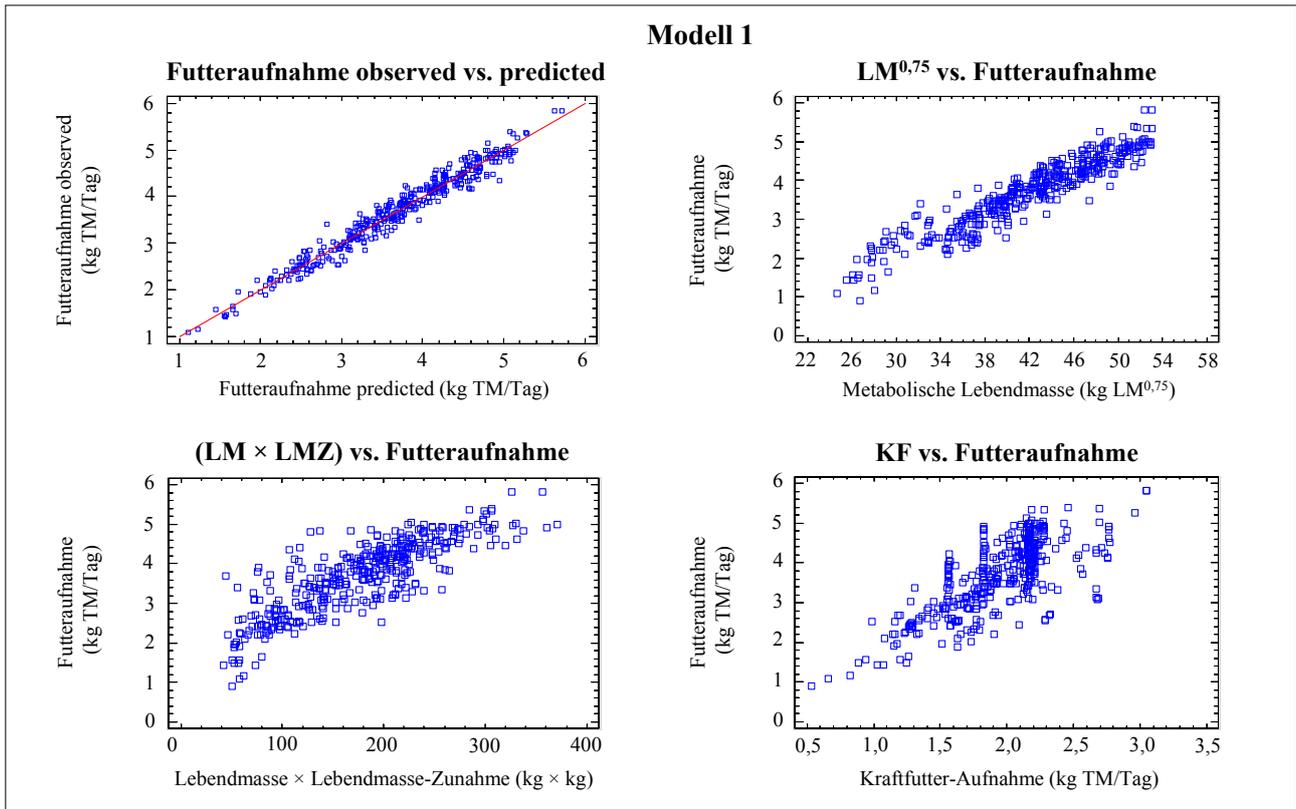


Abbildung 3: Ableitung der Vorhersage der Futteraufnahme (Modell 1)

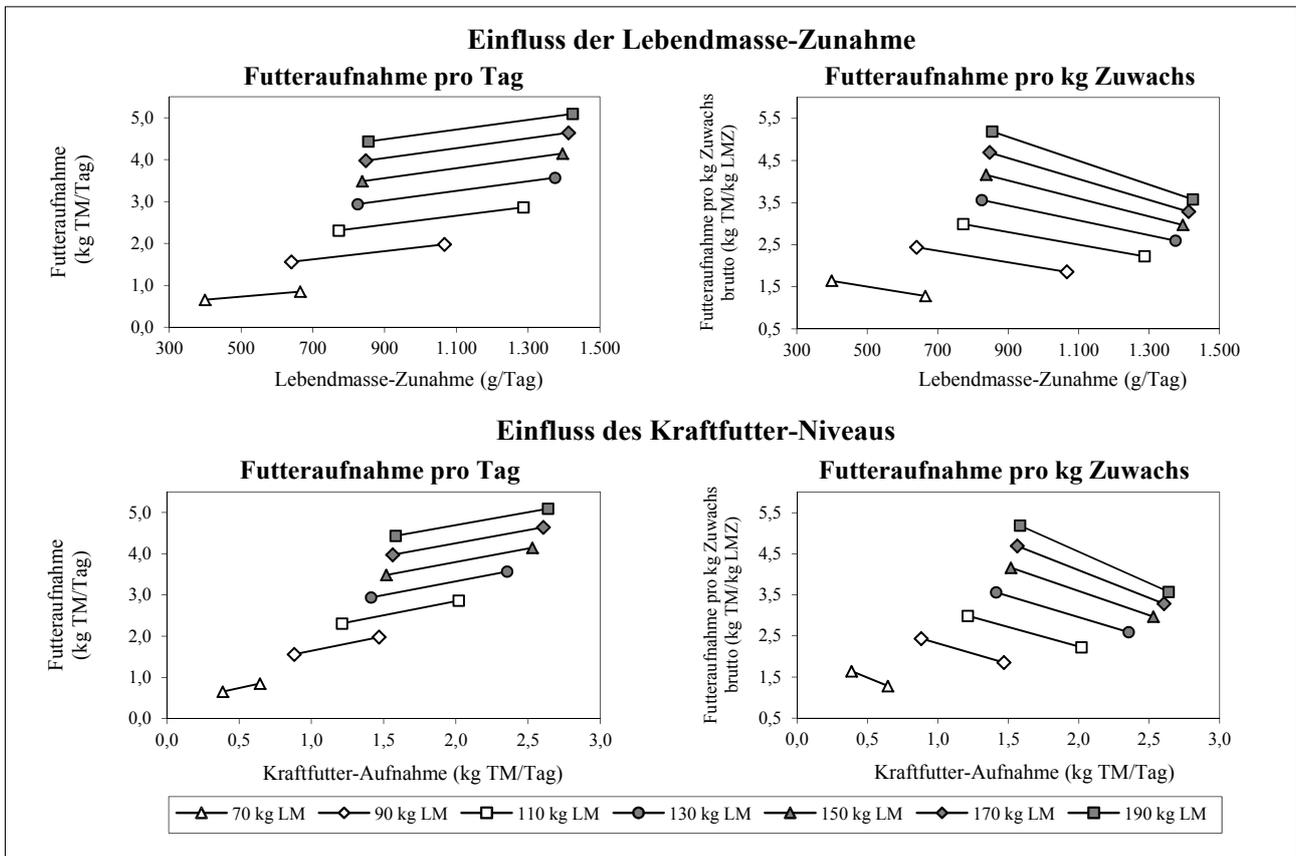


Abbildung 4: Einfluss von Lebendmasse-Zunahme bzw. Kraftfutter-Niveau auf die Futteraufnahme je Tag und pro kg Zuwachs (Modell 1)

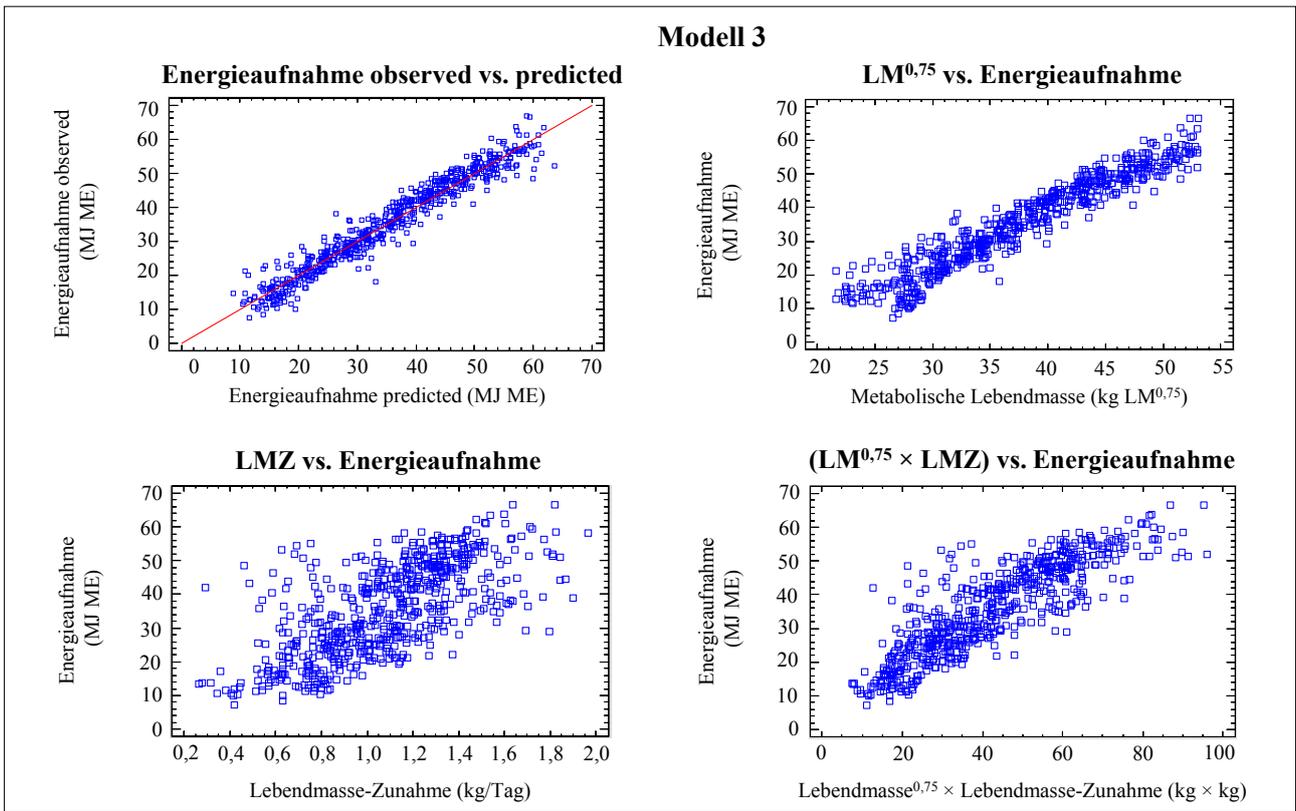


Abbildung 5: Ableitung des Energieaufwandes (Modell 3)

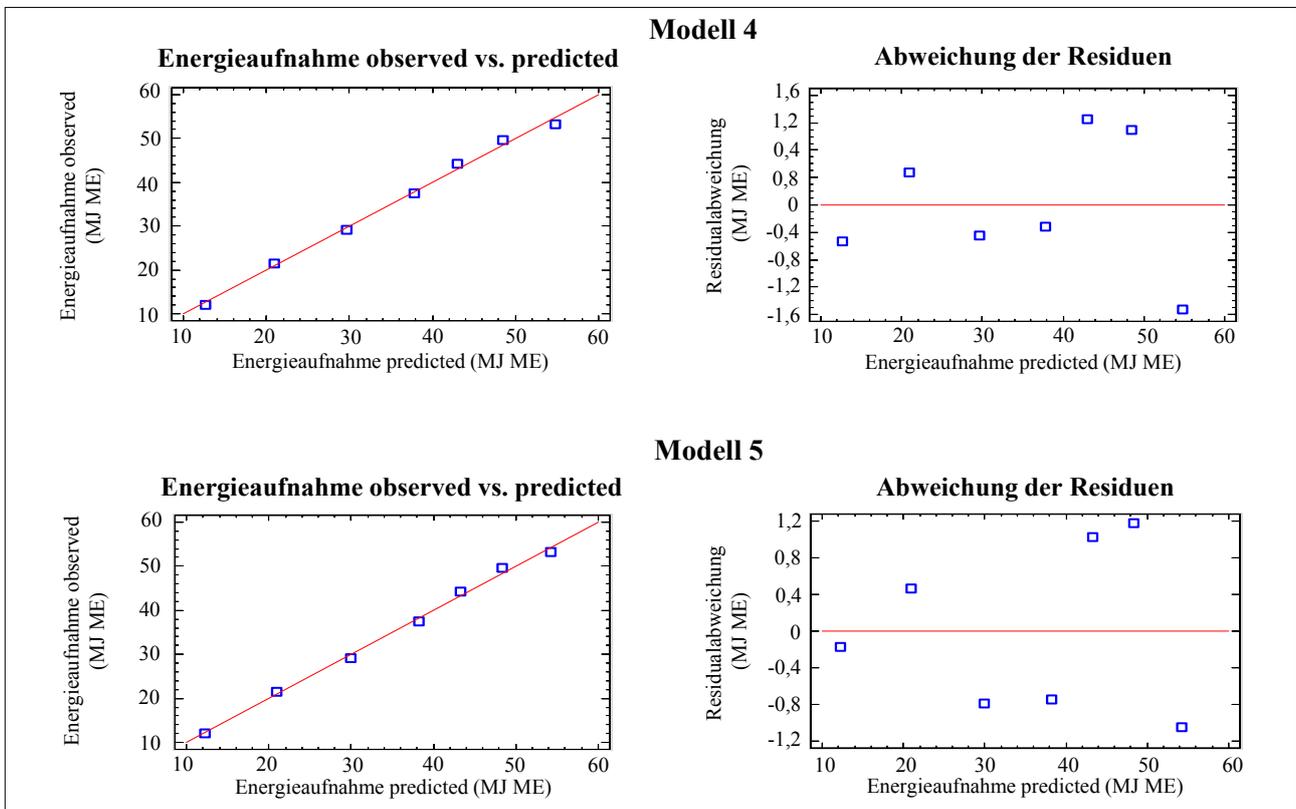


Abbildung 6: Ableitung des Energieaufwandes (Modell 4 und 5)

Lebendmasse-Zunahme als eigene Regressionsvariable als nicht signifikant erwies (*Abbildung 6* unten). Beide Modelle können den tatsächlichen Energieaufwand sehr gut abbilden, mit leichten Vorteilen des Modells 5, d.h. mit der Berücksichtigung der Interaktion zwischen LM und LMZ.

$$(4) \text{ Energiebedarf (MJ ME)} = 0,170 \times \text{LM}^{0,75} + \text{LMZ} \times 5,309 \times (1 + (4,088 \times (\text{LM}/139)))$$

$$R^2 = 99,4 \%, \text{ RSD} = 1,2 \text{ MJ ME [Modell 4]}$$

$$(5) \text{ Energiebedarf (MJ ME)} = 0,142 \times \text{LM}^{0,75} + 0,697 \times (\text{LM}^{0,75} \times \text{LMZ})$$

$$R^2 = 99,9 \%, \text{ RSD} = 1,0 \text{ MJ ME [Modell 5]}$$

Die Auswertungen zeigen, dass mit dem vorliegenden Datenmaterial Futteraufnahme und Energieaufwand von Jungtrindern mit zufriedenstellender Genauigkeit abgeschätzt werden können. Rassenspezifische Aussagen erfordern noch eine Ergänzung von Holstein-Daten. Ein direkter Vergleich mit den „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) ist nicht möglich, da der Bereich der Lebendmasse-Zunahme in dieser Quelle mit 400 bis 800 g/Tag deutlich niedriger ist im vorliegenden Datenmaterial.

4. Literatur

- ALPS, H. und G. AVERDUNK, 1984: Ein Beitrag zur Frage der Abhängigkeit von Merkmalen der Milchleistung und der Fleischleistung beim Fleckvieh. *J. Anim. Breed. Genet.* 101, 350-358.
- ADR (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter), 2018: Rinderproduktion in Deutschland 2017. Broschüre. Herausgeber: Bundesverband Rind und Schwein e.V. Adenauerallee 174, 53113 Bonn.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1995: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 85 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1997: Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern. *Proc. Soc. Nutr. Nutr.* 6 (1997), 201-215.
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, Rostock, 13.-17. September 2004, Kongressband 2004, 484-504.
- GRUBER, L. und M. LEDINEK, 2017: Effizienz der Milcherzeugung in Abhängigkeit von Genotyp und Lebendmasse. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 05.-06. April 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 23-39.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables (Ed. R. Jarrige). John Libbey Eurotext London-Paris-Rome. 389 S.
- MENKE, K.H., 1987: Richtzahlen für die praktische Fütterung. In: Tierernährung und Futtermittelkunde (K.H. Menke und W. Huss), 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 115f.
- PIRCHNER, F., 1979: Genetischer Antagonismus bei Rindern. *Züchtungskunde* 51, 423-433.
- Statgraphics Centurion 17, 2014: Statistical Analysis and Data Visualization Software.
- VEERKAMP, R.F., 1998: Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J. Dairy Sci.* 81, 1109-1119.
- ZuchtData, 2017: ZuchtData Jahresbericht. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH (Egger-Danner et al.), 78 S.

Der Milchmarkt im Zwiespalt zu den gesetzlichen Anforderungen

Leopold Gruber-Doberer^{1*}

Das Einzugsgebiet der Milchgenossenschaft Niederösterreich (MGN NÖ) liegt im Osten Österreichs und umfasst im Wesentlichen Niederösterreich, Teile der Oststeiermark und das größere Gebiet des Burgenlandes. In Summe sammelt die MGN von 3.180 Milchbauern die Milch, die durchschnittliche Anlieferung liegt bei 123.000 kg. Ganz generell ist festzustellen, dass sich die Anzahl der Milchbauern in Österreich in den letzten 20 Jahren von über 80.000 auf mittlerweile 28.000 reduziert hat, gleichzeitig jedoch die Milchmenge um 35 % gestiegen ist. Die durchschnittliche Kuhzahl pro Betrieb erhöhte sich in den letzten 20 Jahren um fast 10 Kühe auf mittlerweile 18,9 Kühe. Die österreichische Milchwirtschaft weist jedoch eine der kleinsten Strukturen Europas auf.

Das weltweite Milchaufkommen ist derzeit im Steigen, auch das europäische Milchaufkommen steigt seit der zweiten Jahreshälfte 2017. Dies führt unweigerlich zu einem größeren Mengenangebot und auch gleichzeitig zu einem größeren Marktdruck. „Der gute Preis ist der Feind des besseren Preises“ – steigende Preise lassen die Produktion anziehen, solange bis wieder mehr Milch als Markt vorhanden ist. Derzeit sind die Marktpreise wieder unter Druck, reduzierte sich doch der Fettpreis von fast 7 Cent pro Fetteinheit auf mittlerweile 4 Cent. Gleichzeitig ist Magermilchpulver in einer Größenordnung von knapp 600.000 Tonnen weltweit im Lager. Einzig der steigende Erdölpreis gibt Hoffnung. Durch steigende Ölpreise bekommen jene Länder, in denen Öl die wichtigste Handelsware ist, wieder mehr Kaufkraft und können damit auch Lebensmittel in größerem Umfang kaufen. Ganz wesentlich ist auch die Produktion in den sehr exportorientierten Milchproduktionsländern Neuseeland und Australien. Neuseeland exportiert 88 % der gesamten Produktion auf den Weltmarkt. In Bezug auf den Milchmarkt ist die Welt zu einem Dorf geworden. Europa hat 13 % Anteil am Weltmarkt. Wesentlicher Absatzmarkt ist demnach Europa. Dies gilt ganz speziell auch für Österreich. Für die österreichische Milchwirtschaft ist, neben dem Heimmarkt, der europäische Markt von ganz enormer Bedeutung. Seit dem Beitritt zur Europäischen Union ist es der österreichischen Milchwirtschaft gelungen, sehr erfolgreich den europäischen Markt zu bedienen. Wichtigstes Exportland

in diesem Zusammenhang ist Deutschland. Knapp 46 % des gesamten österreichischen Exportes finden in Deutschland Absatz.

Der Heimmarkt ist sehr klar dominiert von den drei großen Handelsketten. Dem gegenüber stehen 10 anbietende Molkereien welche sich im Wettbewerb bemühen, bestmögliche Absatzkanäle zu finden. Die österreichische Milchwirtschaft ist im Vergleich zu den europäischen Milchverarbeitern sehr klein strukturiert. Dies obwohl es in den letzten 20 Jahren doch massive Strukturveränderungen gegeben hat. Die Betriebsleistung der österreichischen Molkereien ist eher bescheiden. Der Verwertungserlös je eingesetztem Kilogramm Milch ist in den letzten drei Jahren deutlich zurückgegangen. Gleichzeitig geben die sehr marktbestimmenden Handelsketten die Anforderungen gegenüber den Molkereien vor. Tierwohl, ohne Gentechnik, europäischer Soja, all das sind Anforderungen die der Handel an die Verarbeiter, und letztendlich an die Milchbauern, stellt.

Im April 2017 wurde vom Nationalrat ein Bundestierschutzgesetz verabschiedet, wonach den Rindern grundsätzlich ein geeigneter Weidegang oder Auslauf an mindestens 90 Tagen im Jahr zu gewähren ist. Vier Gründe können als Ausnahme angeführt werden. Seitens des Handels wird das Thema Tierwohl als massives Verkaufs- und Werbeargument verwendet. Kühe in dauernder Anbindehaltung sind de facto nicht mehr erwünscht, die Ausnahmebestimmungen im Tierschutzgesetz sind damit obsolet. Sämtliche Molkereien überlegen daher, eigene Tierwohlkriterien festzulegen um sich gegenüber den Mitbewerbern – zwar nur kurzfristig, aber dennoch – abheben zu können. In Wahrheit hat die Macht des Handels das Tierschutzgesetz überholt. Und dies ohne einen Mehrpreis für die Milchbauern in Österreich zu lukrieren. Hier stellt sich die Frage, in wie weit diese höheren Auflagen auch Auswirkungen auf die kleinbäuerliche Struktur in Österreich haben. Einerseits macht man Werbung mit den kleinen Strukturen, andererseits werden die Anforderungen massiv erhöht und die Bauern zu neuen Investitionen gezwungen, was letztendlich zu einer vermehrten Aufgabe der einzelnen Milchproduktions-Betriebe führen kann bzw. führen wird.

¹ Milchgenossenschaft Niederösterreich, Vöslauerstraße 109, A-2500 Baden

* Ansprechpartner: Ing. Leopold Gruber-Doberer, email: grudo@noem.at

Aktuelle Entwicklungen in der Milchvermarktung und deren Auswirkungen auf die Milcherzeuger

Recent developments in milk marketing and their effects on producers

Gerhard Dorfner^{1*}

Zusammenfassung

Seit Marktpreisschwankungen, beginnend in 2007/08, deutlich zugenommen haben und die staatliche Milchkontingentierung in 2015 weggefallen ist, erleben die Milcherzeuger und -vermarkter turbulente Jahre. Extreme Preis- und Gewinnsprünge in beide Richtungen und teils unversöhnliche Positionen in Milchpreiskrisen über die „richtige“ europäische und nationale Milchpolitik bestimmen die Diskussion.

Einerseits geht es beim Thema Vermarktung um Konzepte, in der Wertschöpfungskette zwischen Erzeuger, Verarbeiter, Vermarkter und Verbraucher, Wertschöpfung, Volatilität sowie Risiko gleichmäßiger und gerechter als bisher zu verteilen. Dazu zählen die Vertragsbeziehungen zwischen allen Partnern in der Wertschöpfungskette. Prüfkativitäten des Bundeskartellamtes beispielsweise zum Genossenschaftsrecht zielen genauso in diese Richtung wie politische Vorstöße auf nationaler und europäischer Bühne zum rechtlichen Rahmen der Milchvermarktung. Neu sind in diesem Zusammenhang auch Ideen, Marktrisiken mithilfe von (subventionierten) Versicherungen oder Warenterminbörsen abzupuffern und diese als neuen ergänzenden Teil der Agrarpolitik nach 2020 zu implementieren.

Im Mittelpunkt dieses Beitrags steht hingegen eine andere Seite, nämlich die Veränderungen in der Vermarktung von Milch an der Ladentheke. In diesem oft emotionalen und aus Sicht des Marketings gelenkten Bereich erlebt die deutsche Landwirtschaft und mit ihr auch die Milchbranche eine zunehmend kritische Diskussion über die Art und Weise, wie Milchviehhaltung und Milcherzeugung betrieben wird und werden soll. Der konventionellen Landwirtschaft wird dabei ein zu starker Einzug industrieller Produktionsmethoden in Verbindung mit großen Produktionseinheiten und einer zu geringen Berücksichtigung von Tierwohl-, Gesundheits- und Umweltschutzaspekten vorgehalten. Mit Auslobung verschiedenster Qualitätskennzeichen bei Milch und Milchprodukten versuchen sich Vermarkter positiv von diesem Image abzusetzen und Marktanteile zu sichern oder auszubauen.

Gesellschaftliche (Teil-)Interessengruppen gewinnen zunehmend an Bedeutung in dieser Diskussion um landwirtschaftliche Produktionsprozesse und Produktqualitä-

Summary

With the fluctuation of market prices significantly increasing since 2007/2008 and the state milk quotas being discontinued, milk producers and traders have gone through turbulent years. Extreme upward and downward price and profit surges, as well as partly irreconcilable positions in times of milk price crises concerning the ‘correct’ European or national milk policies dominate the discussion.

On the one hand the focus of marketing is on concepts to distribute the added value, volatility and risks more evenly and justly in the value chain from producers to processors, retailers and consumers. This includes contractual relations between all partners in the value chain. For instance measures of the Federal Cartel Office to control the corporative law are aimed in this direction as well as political initiatives on a national and European scale concerning the legal frame of milk marketing. A new approach is to mitigate market risks by means of (subsidized) insurances or commodity futures exchanges and to implement these as an addition to the agricultural policy after 2020.

The focus of this article, however, is on another aspect: the marketing of milk over the counter. In this oftentimes emotional field steered by marketing, the German agriculture and with it the milk industry experience an increasingly critical discussion about the way dairy farming and milk production are and will have to be done. Conventional dairy farmers are reproached for an excessive use of industrial production methods together with big production units and insufficient compliance with requirements of animal welfare, health and ecology. By offering diverse quality labels for milk and milk products marketers try to get rid of this image and create a positive spin in order to secure or increase market share.

Social interest groups are gaining influence in the discussion about agricultural production processes and product quality. Cooperating sometimes successfully with retailers and dairies, these groups are the new initiators and ‘players’ in the changing scene of marketing. Acting independently of administrative regulations or political decision paths they are able to influence directly or indirectly agricultural processes and structural changes in a substantial way. This development involves the risk

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, Menzinger Straße 54, D-80638 München

* Ansprechpartner: Dr. Gerhard Dorfner, email: gerhard.dorfner@lfl.bayern.de

ten und koalieren teils erfolgreich mit dem Einzelhandel bzw. mit Molkereien. Dies sind die neuen Impulsgeber und „Player“ in der Veränderung von Vermarktung. Sie agieren unabhängig von Verwaltungsvorschriften oder politischen Entscheidungswegen und können landwirtschaftliche Prozesse und Strukturveränderungen direkt oder indirekt maßgeblich beeinflussen. In dieser Entwicklung liegt die große Gefahr, nur einzelne Aspekte von Produktqualität herauszugreifen und die ökonomische Nachhaltigkeit vor allem auf der Ebene der Erzeuger aus dem Auge zu verlieren. Am Beispiel des „Tierschutzlabels“ zeigt sich die große Schwierigkeit, Nachhaltigkeit im umfassenden Sinne zu gewährleisten, wenn Verbesserungen bei Tierschutz, Umweltschutz, sozialer Situation (der Erzeuger), Stabilität des ländlichen Raums und nicht zuletzt der einzelbetrieblichen Ökonomie gleichermaßen erreicht werden sollen.

Schlagwörter: Milchvermarktung, Tierwohl, Produktqualität, Nachhaltigkeit

of focussing on single aspects of product quality while neglecting the economic sustainability on the producer side. The example of the 'animal welfare label' illustrates the difficulty of ensuring comprehensive sustainability while at the same time improving the protection of animals and the environment, the social situation of the producers, the stability of the rural areas and not least the economic conditions of each agricultural operation.

Keywords: milk marketing, animal welfare, product quality, sustainability

Einleitung

Die Vermarktung von Milch und Milchprodukten ist ein hochkomplexes Thema. Dies beginnt bei der Zahl von rund 1,2 Mio. Milcherzeugern allein in der EU-28, die mit unterschiedlichsten Strukturen und Rahmenbedingungen ein relativ homogenes Produkt Milch erzeugen, das aufgrund der hohen Verderblichkeit nicht lagerfähig und entsprechend täglich zu verarbeiten ist. Auch auf der Ebene der Verarbeiter und Vermarkter existieren europaweit unterschiedlichste Strukturen, Konstellationen und Marktausrichtungen und somit auch Interessenslagen. Orientierung am Binnenmarkt oder Exportorientierung, Anstreben hoher Wertschöpfung und Aufbau starker Herstellermarken oder Suche nach Kostendegression in den Massenprodukten Milchpulver und Butter oder in Handelsmarken sind nur zwei Dimensionen in den Unternehmensausrichtungen. Gleiches gilt für die Ebene der Milcherzeuger. In der Praxis gingen viele Betriebe den Weg des Wachstums und der Spezialisierung, während in den letzten Jahren auch wieder stärker die Suche nach der Optimierung der Wertschöpfung in kleineren Strukturen an Bedeutung gewinnt.

Diese Problematik ist nicht neu. Neu ist hingegen, dass beginnend mit 2007 die zunehmende Öffnung des Marktes zu extremer Volatilität führt, die Vermarkter, aber noch viel mehr die Erzeuger vor große Probleme stellt. Vor allem in den Krisenphasen des Milchpreises wird das existierende Marktsystem von einigen in Frage gestellt.

Grundsätzlich beinhaltet das Wort Vermarktung unterschiedlichste Bedeutungsebenen:

- Strukturen und Organisationen in der gesamten Wertschöpfungskette Milch
- Handelsbeziehungen zwischen Erzeuger, Verarbeiter und Vermarkter
- Gesetzliche Rahmenbedingungen bzw. Inhalte für Milchkauf- und -lieferverträge bei genossenschaftlicher und privater Vermarktung von Milch durch die Erzeuger (vgl. dazu HESS et al. 2017)
- Steigerung des Aufgabenniveaus im Herstellungsprozess von Milch (z.B. ohne Gentechnik (oGT), Futterherkunft,

Mineraldüngereinsatz, Pflanzenschutzinsatz, Tierwohl, Emissionen; Nachhaltigkeit im engeren und weiteren Sinne) getragen von staatlichen oder privatwirtschaftlichen Vorgaben

- Nutzung von Vermarktungsnischen im globalen und regionalen Handel mit Hilfe von spezifischen Qualitätsmerkmalen
- (Staatliche Eingriffe in Krisensituationen des Milchmarktes)

In diesem Beitrag soll es vornehmlich um die Frage gehen, inwieweit neue Produktionsauflagen bzw. Produktqualitäten von Seiten des Lebensmitteleinzelhandels eine Rolle in der Vermarktung spielen werden.

Lebensmitteleinzelhandel als treibende Kraft

Im Konkurrenzkampf des Lebensmitteleinzelhandels um Marktanteile nimmt die Zahl an unterschiedlichen „Milchqualitäten“ im Supermarktregal immer weiter zu. Neben der traditionellen Aufteilung in Milch aus ökologischer und konventioneller Erzeugung und den Auslobungen der regionalen Erzeugung kommen immer mehr Labels hinzu, die sich zunehmend um oft sehr spezifische Aspekte der Fütterung und Haltung drehen. Die Milcherzeugung ohne gentechnisch veränderte Futtermittel (GVO-freie oder oGT-Milch) machte damit vor Jahren den Anfang. Was damals als ein kleiner, aus Österreich kommender Niscentrend begann, ist nach Auswertungen des LfL-Institutes für Ernährungswirtschaft und Märkte (IEM) im Jahr 2017 dabei, einen Anteil von 70 % an der Milcherzeugung in Bayern auszumachen (JANTKE u. KELLERMANN 2017). Auch deutschlandweit stellen mittlerweile einige marktdominierende Molkereien auf GMO-freie Milch um und werden damit voraussichtlich diese bisher besondere Auslobung zum neuen Standard machen. Andere Qualitätsversprechen, wie „Weidemilch“, „Heumilch“, „Bergbauernmilch“ oder auch der vollständige Verzicht auf Futter aus Übersee, speziell Palmöl, sind hingegen noch eindeutig Marktnischen und oft nur begrenzt ausweitbar. Die aktuell laufenden Diskussionen

Trend	Dynamik	Anforderungen an Erzeugerbetriebe
Biomilch	++	+++
ohne Gentechnik	+++	+
Heumilch	++	++
Regionale Produkte	+	--
z.B. Bergbauern	+	+
A2 Milch	+	++
Weidemilch	- / +	++
Tierwohl	+++	+ / +++

Abbildung 1: Trends bei verschiedenen Milchqualitäten in Bayern; Quelle: JANTKE u. KELLERMANN 2017. Die Trends „ohne Gentechnik“ und Tierwohl sind die derzeit dynamischsten im deutschen Markt.

über den Glyphosat-Einsatz oder den Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung bestätigt die große Breite der Themen. *Abbildung 1* zeigt auf, mit welcher Dynamik sich derzeit verschiedene Trends entwickeln und welche Anforderungen sie im Einzelfall an den Erzeugerbetrieb stellen.

Aufgrund der gesellschaftlichen Breite der Diskussion und des aktiven Agierens des Einzelhandels in diesem Bereich soll hier vertieft auf das Thema „Tierwohl“ eingegangen werden.

Tierwohllabel – eine Chance für mehr Wertschöpfung?

Nach intensiven Auseinandersetzungen in Deutschland über die Verbesserung der Haltungsbedingungen bei Geflügel (u.a. Verbot der Käfighaltung) und Schweinen (u.a. Einschränkung bzw. Verbot der Kastenstandhaltung bei Zuchtschweinen) rückt nun auch die Milchviehhaltung stärker in den Fokus der gesellschaftlichen Diskussion über die Art und Weise der Nutztierhaltung. Während der Gesetzgeber noch zögert, entwickeln Molkereien und Einzelhandel bereits zahlreiche Konzepte, um eine gegenüber den gängigen Standards verbesserte Tierhaltung und damit ein Mehr an „Tierwohl“ als Werbebotschaft zu etablieren – ein Begriff, der zunächst emotional sehr ansprechend ist, in der Definition und Bemessung aber Schwierigkeiten bereitet.

Bayerische Milchviehhalter durch strukturelle Probleme im Nachteil

Nahezu alle Medienberichte und Werbebotschaften in Deutschland zum Thema Tierhaltung sind sich einig, dass Anbindehaltung per se nicht tiergerecht ist. Anders als in Österreich, das mit einer sogenannten Kombihaltung aus Anbindung und Auslauf oder Weide einen politischen und offensichtlich auch gesellschaftlichen Kompromiss gefunden hat, zeichnet sich in Deutschland bisher eine klassische Schwarz/Weiß-Diskussion ab, welche die aus Sicht des Tierschutzes „gute“ Milch aus Laufställen und „schlechte“ Milch aus Anbindehaltung gegeneinander ausspielt. So wird über Abschläge beim Auszahlungspreis diskutiert oder gar die Nichtabholung von Milch aus Anbindeställen.

Das ist eine Drohkulisse, die den süddeutschen Bundesländern Sorge bereiten muss. Denn im bundesweiten Vergleich

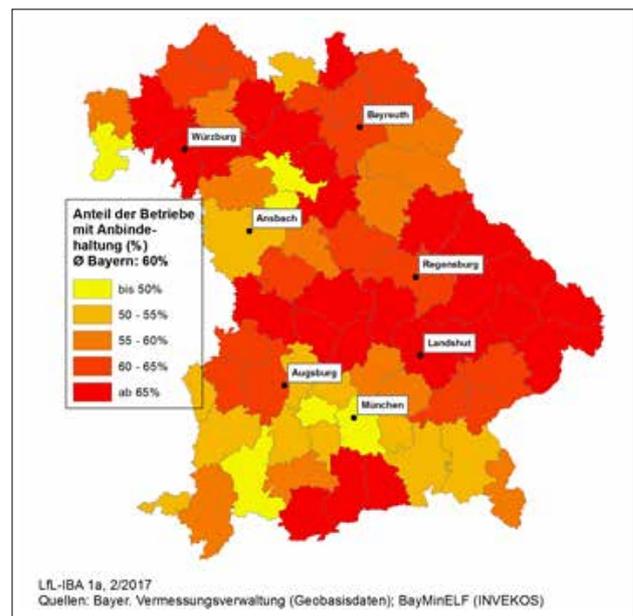


Abbildung 2: Anteil der Betriebe mit Anbindehaltung in Bayern (Hochrechnung, Datenbasis 2016); Quelle: DORFNER u. ZENGER 2017. Der Anteil der Betriebe mit Anbindehaltung beträgt in Bayern derzeit rund 60 % bei großen regionalen Unterschieden.

zeigen die bayerischen Zahlen, dass die Anbindehaltung strukturell immer noch eine große Rolle spielt. Eine IBA-Studie des Jahres 2017 (DORFNER u. ZENGER 2017) zu diesem Thema kommt zum Ergebnis, dass die Anbindehaltung einen Anteil von rund 60 % bei den Milchviehbetrieben, 35 % bei den Milchkühen und 30 % bei der Molkereimilch ausmacht (*Abbildung 2*).

Allein bei der Frage der Anbindehaltung, die die Tierwohldiskussion derzeit dominiert, geht es aus bayerischer Sicht um rund 19.000 Betriebe, 416.000 Kühe und 2,7 Mio. t Milch. Der größte Teil dieser Betriebe betreibt zudem ganzjährige Anbindehaltung, wenn auch regional mit erheblichen Unterschieden.

Einführung des Labels „Für mehr Tierschutz“ auf deutschem Markt 2017

Eine neue Stufe des Qualitätsbegriffs bei der Trinkmilch ergab sich 2017 mit der Einführung des Labels „Für mehr Tierschutz“ für Milchkühe. Hier werden definierte Haltungsvorgaben für die Tiere mit der Auslobung verbesserten Tierwohls auf der Milchpackung verknüpft. Entwickelt wurde das Tierschutz-Label vom Deutschen Tierschutzbund, aufbauend auf der Arbeit der „Initiativgruppe Tierwohllabel“ an der Universität Göttingen und verschiedenen von BMEL und BLE geförderten Forschungsvorhaben (DEIMEL et al. 2010). Das nun neu hinzugekommene Label für Milchkühe entstand in Zusammenarbeit mit Molkereien und Lebensmitteleinzelhandel (LIDL, ALDI) und enthält sehr konkrete Haltungsauflagen zu Haltung, Fütterung, Tierbehandlungen, Stallklima und Bestandsobergrenzen, wobei es eine Einstiegsstufe (1 Stern) mit geringeren und eine Premiumstufe (2 Sterne) mit strengeren Auflagen vorsieht (*Abbildung 3*). Erlaubt ist beispielsweise in Stufe 1 die Enthornung der Kälber ausschließlich mittels thermischer



Abbildung 3: Labelling für Milchprodukte „Für mehr Tierschutz“ des Deutschen Tierschutzbundes; Quelle: DEUTSCHER TIERSCHUTZBUND 2017. Das Qualitätslabel des Deutschen Tierschutzbundes gibt es mit zwei unterschiedlichen Stufen.

Verödung unter Sedation, Lokalanästhesie und Schmerzmittelgabe. Die Lokalanästhesie ist von einem Tierarzt vorzunehmen. In Stufe 2 soll langfristig generell auf eine Enthornung verzichtet werden. In beiden Stufen können nur Betriebe mit Laufställen teilnehmen (DEUTSCHER TIERSCHUTZBUND 2017).

Für die Phase des Markteintritts konnten sich Milchviehhalter auf freiwilliger Basis vertraglich binden und erhalten dafür einen Mehrpreis von 4 ct/kg (Basisstufe 3 ct/kg zzgl. 1 ct/kg für GVO-freie Fütterung) bzw. 6 ct/kg (Premiumstufe). Dies unterscheidet sich positiv von anderen Ansätzen, die zwar verpflichtend einzuhaltende schärfere Auflagen für alle Molkereilieferanten nach sich ziehen, aber nur zum Teil Preisaufschläge mit sich bringen. Allerdings existiert im Konzept „Für mehr Tierschutz“ keine zeitliche Garantie für die Gewährung der Aufschlagszahlung.

Abschätzung der ökonomischen Effekte

Landwirte, die einer Teilnahme offen gegenüber stehen, haben ökonomisch abzuwägen, ob sich eine Teilnahme für

ihren Betrieb rechnet. Bei der Entscheidung für oder gegen eine Teilnahme an Qualitätsprogrammen muss daher eine Abwägung der zusätzlichen Leistungen und Kosten in der Milchviehhaltung erfolgen (Abbildung 4).

Um die ökonomischen Konsequenzen einer Teilnahme an solchen Markenlizenzprogrammen für mehr Tierwohl abschätzen zu können, wurde in Zusammenarbeit mit Kollegen der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ein Excel-basiertes Rechentool entwickelt. Dieses basiert auf einer Deckungsbeitragskalkulation, die die notwendigen Investitionsschritte ökonomisch bewertet. Die veränderten Festkosten und monetär bewerteten Arbeitseffekte werden in Bezug zu den erwarteten Bonuszahlungen gesetzt. Eine grafische Übersicht erlaubt einen schnellen Überblick über die Auswirkungen einer Teilnahme (Abbildung 5).

Im dargestellten Beispiel müssen 50.000 € investiert werden, um der Anforderung, dass jedes Tier einen Fress- und Liegeplatz benötigt (1:1-Verhältnis), gerecht zu werden. Wendet man die gängigen Abschreibungszeiträume an – das heißt man unterstellt, dass die Bonuszahlungen von 3 ct/kg von Dauer sind – würde sich die Teilnahme in diesem Fall lohnen. In vielen Praxisfällen stellen sich auch kleinere Bestandsabstockungen finanziell positiv dar, wenn damit die 1:1-Auflage zu erfüllen ist. Die positiven Effekte der reduzierten Belegdichte auf Milchleistung oder Tiergesundheit sind einzelbetrieblich zu bewerten und gegebenenfalls in der Rechenanwendung zu berücksichtigen.

Tierwohl als Qualitätskriterium wird bei Milchprodukten an Bedeutung gewinnen

Im Einzelbetrieb können sich je nach Ausgangsvoraussetzung und Molkereistrategie zumindest kurz- und mittelfristige finanzielle Chancen ergeben. Dies betrifft vorrangig die zukunftsorientierten Betriebsleiter mit neuen Ställen, während ein großer Teil der Betriebe mit älteren Ställen und Strukturen außen vor bleiben. Diese Trennung von Gruppen birgt im übergeordneten Blick auf den Sektor die Gefahr einer zunehmenden Entsolidarisierung der Milcherzeuger – umso mehr, je mehr unterschiedliche Qualitätsschienen mit unterschiedlichen Preisaufschlägen der Markt bietet. Gleich-

<ul style="list-style-type: none"> • Bonus/Ausgleich/Aufpreis Milch (wie lange?) • Höhere Nebenerlöse? (Zucht-/Schlachtrinder) • Höhere staatliche Prämien? (Bsp. KULAP: Weideprämie, Heumilchprämie, weite Fruchtfolge) • Imagegewinn (ideeller und oder monetärer Effekt) 	<ul style="list-style-type: none"> • Haftungsrisiko • Verwaltungsaufwand/Kontrolle • Verlust unternehmerischer Freiheit • Abstocken oder Investition in Stall & Technik • Investition in Futterlager (gleichzeitige Umstellung der Rindermast?) • Futtermation – oGT-Fütterung
---	--

Abbildung 4: Checkliste für Betriebe – wie interessant ist die Teilnahme an Label-Programmen? (oGT = ohne Gentechnik, KULAP = 2. Fördersäule). Bei der einzelbetrieblichen Entscheidung für die Teilnahme an Qualitätsprogrammen sind Pro- und Contra-Argumente abzuwägen.

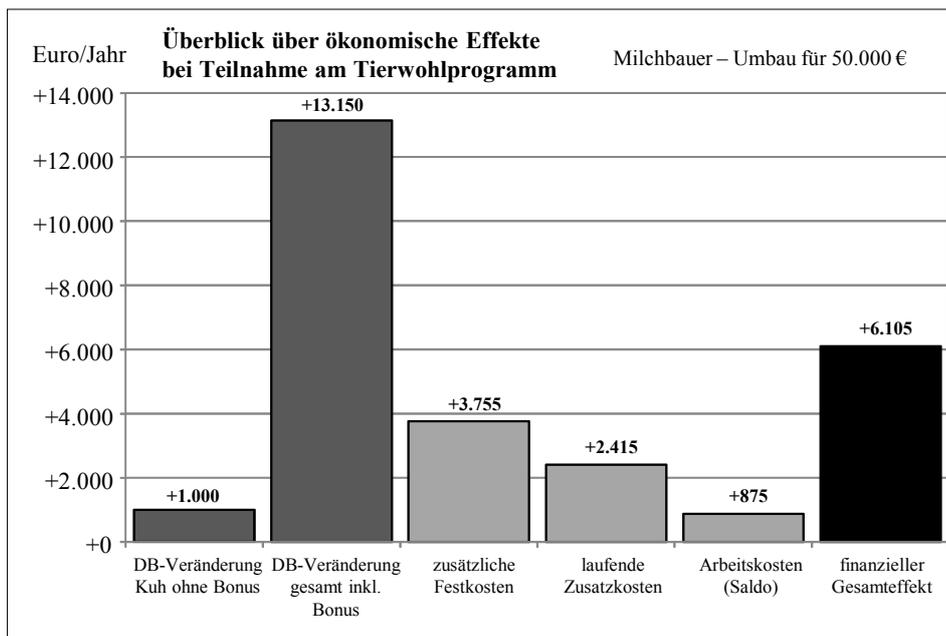


Abbildung 5: Beispiel für Ergebnis bei Teilnahme am Tierschutzlabel „Für mehr Tierschutz“ im Falle eines Umbaus für 50.000 €. Je nach Umstellungs- und Investitionskosten sowie Höhe und zeitlicher Dauer des Preisaufschlags kann sich die Teilnahme an Tierschutzlabeln rentieren.

zeitig wird mit der steigenden Anzahl von Milchqualitäten gelungene Profilierung des betreffenden Milchproduktes beim Verbraucher immer schwieriger.

Das Beispiel GVO-freie Milch zeigt darüber hinaus deutlich, dass großer Wert darauf zu legen ist, Auflagen oberhalb der gesetzlichen Mindestanforderungen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette dauerhaft zu honorieren. Investitionen in überdurchschnittliches Tierwohl bedürfen eines verlässlich planbaren Zeitraums der Bonuszahlungen, ansonsten liegt das wirtschaftliche Risiko allein auf den Schultern der Erzeuger. Wenn eine solche Zusage im Konzept fehlt, sind die Aufschlagszahlungen speziell bei größeren Baumaßnahmen – exemplarisch beim Schritt vom Anbindestall zum Laufstall – nur sehr befristet einzubeziehen. Speziell die maßgebliche Rolle von Lebensmitteldiscountern in der Zusammenarbeit mit dem Deutschen Tierschutzbund lässt erwarten, dass je nach Markterfolg des Labels die Höhe und zeitliche Länge der Preisboni für die Erzeuger kritisch diskutiert werden wird. Die derzeitigen Preisaufläge an der Ladentheke für Milch mit Tierwohllabel in Höhe von rund 10 Cent je Liter erscheinen bereits jetzt als zu gering, um eine ausreichende, höhere Wertschöpfung auf allen Stufen auf Dauer zu gewährleisten.

All diese Befürchtungen dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass das Tierwohl, speziell im deutschsprachigen Raum, eine zunehmend wichtige Rolle in der Diskussion um die Zukunft der Milchviehhaltung spielen wird. Das Anstreben einer Vorreiterrolle beim Tierwohl ist erklärtes Ziel im Koalitionsvertrag der verabredeten neuen großen Koalition in Deutschland. Dazu zählt auch die konkrete Einführung eines staatlichen Tierwohllabels – nicht zu verwechseln mit dem vorgestellten Tierschutzlabel des Tierschutzbundes. Eine sogenannte nationale Nutztierstrategie soll Tier- und Umweltschutz ebenso wie die Qualität der Erzeugung und Marktorientierung beachten (CDU, CSU, SPD 2018).

Fazit

Die Vermarktung wird sich in den kommenden Jahren in mehreren Bereichen verändern und weiterentwickeln. Vertragsbeziehungen zwischen Erzeugern und Vermarktern beinhalten zukünftig mehr als bisher das Mengenmanagement der Milch in Kombination mit Preisfestlegungen, wobei die regionalen und strukturellen Unterschiede verschiedenste Systeme hervorbringen werden. Der Gesetzgeber wird Produktionsstandards voraussichtlich noch konkreter regeln und restriktiver als bisher handhaben sowie kontinuierlich verschärfen. Neben engeren Vorgaben in der Nutztierhaltung werden auch das Baurecht, die Umweltgesetzgebung bei Düngung und Pflanzenschutz

oder auch die Investitionsförderung die strukturelle Entwicklung und zumindest indirekt die Vermarktungswege bestimmen. Mit der Integration von staatlich subventioniertem Risikomanagement wird ein neues Element in die neue europäische Agrarpolitik nach 2020 einziehen.

Die größte Dynamik geht aktuell allerdings vom Lebensmittel Einzelhandel und somit vom „Point of Sale“ aus. Losgelöst vom gesetzgeberischen Prozess ergeben sich manchmal sehr schnelle und unkalkulierbare Entscheidungen auf der Vermarkterseite bezüglich produktionstechnischer Vorgaben. Dies verunsichert viele Landwirte, vor allem vor dem Hintergrund enger Wirtschaftlichkeitsspannen und volatiler Märkte. In der Zielsetzung und Verantwortung, Entwicklungen nachhaltig zu gestalten, seien folgende Thesen bzw. Forderungen formuliert:

1. Die Landwirtschaft muss im „freien Markt“ im Einvernehmen mit gesellschaftlichen Mehrheitsmeinungen arbeiten. Steigende Ansprüche an die Art der Milchviehhaltung sind die neue dauerhafte Realität und der Rahmen des Marktes.
2. Der Gesetzgeber verliert an Bedeutung für die Standards der Produktion. Die Konkurrenz des Einzelhandels, seine Marktmacht und die starke Öffentlichkeitsarbeit von Interessengruppen bestimmen zusehends die landwirtschaftlichen Produktionsmethoden.
3. Nachhaltigkeit hat viele Seiten, dazu zählt auch wesentlich die ökonomische Nachhaltigkeit. Basis einer erfolgreichen Volkswirtschaft ist die Wirtschaftlichkeit der Unternehmungen auf allen Stufen.
4. Premiumstrategien müssen höhere Wertschöpfung dauerhaft bei allen Beteiligten der Wertschöpfungskette sicherstellen. Die Kombination aus Premiumimage und Discount birgt die Gefahr, auf längere Sicht ein höheres Aufslagenniveau ohne Mehrwert zu etablieren. Die Kommunikation mit dem Verbraucher muss auch

die berechtigten ökonomischen Interessen der Erzeuger aktiv ansprechen.

5. Die Beschleunigung des Steigerns des Auflagenniveaus beschleunigt den strukturellen Wandel hin zu größeren Strukturen.
6. Die Zunahme an unterschiedlichen Standards und Labels führt zu einem steigenden Auseinanderdriften von Gruppen innerhalb des Sektors und birgt die Gefahr seiner Schwächung.

Literatur

- CDU, CSU, SPD, 2018: Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. Download am 8.2.2018 unter http://www.handelsblatt.com/downloads/20936422/4/koalitionsvertrag_final.pdf.
- DEIMEL I., A. FRANZ, M. FRENTRUP, M. VON MEYER, A. SPILLER und L. THEUVSEN, 2010: Perspektiven für ein Europäisches Tierschutzlabel. Göttingen.
- DEUTSCHER TIERSCHUTZBUND (Hrsg.), 2017: Kriterienkatalog für die Haltung und Behandlung von Rindern im Rahmen des Tierschutzlabels „Für Mehr Tierschutz“. Teil: Milchkühe Version 1.1.o.O.
- DORFNER, G. und X. ZENGER, 2017: Abschlussbericht zum Forschungsprojekt „Analyse der Struktur der Milchviehbetriebe mit Anbindehaltung in Bayern“. LfL-Information, München.
- DORFNER, G. und G. HOFMANN, 2017: Milchreport Bayern (2016), Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2015/16. LfL-Information, München.
- HESS, S., J. PETERSEN und G. DORFNER, 2017: Gegenwart und Zukunft der Milch Lieferbeziehungen aus Sicht Deutscher Landwirte: Ergebnisse einer Befragung. In: Agra-Europe 58, Nr.13.
- JANTKE, C. und M. KELLERMANN, 2017: Auswertungen zur Bedeutung besonderer Milchqualitäten, Auswertungen des Instituts für Ernährungswirtschaft und Märkte der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. München.

Vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Braunvieh- und Fleckviehbullen

Comparative evaluation of fattening and slaughter performance of Braunvieh and Fleckvieh bulls

Thomas Ettle^{1*}, Anton Obermaier¹, Martin Heim², Maximilian Pickl³,
Manfred Schuster⁴ und Dagmar Brüggemann⁵

Zusammenfassung

Auf Grund der relativ großen Bedeutung der Rasse Braunvieh in der Milchviehhaltung in Bayern stehen neben Fleckviehkälbern auch männliche Braunviehkälber für die Mast zur Verfügung. Neuere vergleichende Untersuchungen zur Wachstumsleistung und zur notwendigen Mastintensität sind jedoch nicht verfügbar. Deshalb wurde ein Fütterungsversuch durchgeführt, in dem die Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen der Rassen Fleckvieh und Braunvieh vergleichend bei 2 Energieversorgungsstufen untersucht wurde.

Für den Versuch standen 72 Bullen zur Verfügung, es konnten Daten von 68 Tieren ausgewertet werden. Zu Versuchsbeginn hatten die Braunviehbullen ein Gewicht von 227 ± 20 kg bei einem Alter von 153 ± 10 Tagen, die Fleckviehbullen wogen 241 ± 20 kg bei einem Alter von 163 ± 10 Tagen. Die Bullen wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Gewicht und Alter entsprechend der Energiekonzentration der Ration gleichmäßig auf die Gruppen „Norm“ und „Hoch“ aufgeteilt. Die Tiere wurden über eine Totale Mischration (TMR) auf Basis Maissilage, Kraftfutter und Stroh versorgt. Die Differenzierung des Energiegehaltes der Rationen erfolgte zum einen über einen erhöhten Anteil an Pflanzenöl im Kraftfutteranteil der TMR „Energie Hoch“, zum anderen durch eine Variation der Anteile an Stroh und Kraftfutter an den beiden TMR. Die Energiegehalte lagen durchschnittlich bei 12,0 und 11,6 MJ ME/kg TM, die mittleren XP-Gehalte einheitlich bei 13,5 % der TM. Erfasst wurden die Futter- und Nährstoffaufnahme, die Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualitätsparameter. Darüber hinaus wurde eine sensorische Beurteilung von Fleischproben vorgenommen. Die Daten aus dem Fütterungsversuch wurden weiterhin ökonomisch bewertet.

Die Futter-, Energie- und Rohproteinaufnahme wurde weder durch den Energiegehalt der Ration noch durch die Rasse beeinflusst. Die täglichen Zunahmen lagen bei den

Summary

Because of the high importance of the breed Braunvieh in milk production in Germany, besides Fleckvieh calves, there are also male Braunvieh calves available for fattening. Current comparative investigations on fattening performance and adequate feeding intensity are not available. For this reason, a feeding study was conducted to investigate fattening and slaughter performance of Braunvieh and Fleckvieh bulls fed diets with 2 varying energy concentrations.

The study involved a total of 72 bulls, 68 of them were used for statistical evaluation. At the start of the experiment the Braunvieh bulls had a body weight of 227 ± 20 kg and an age of 153 ± 10 days. The Fleckvieh bulls had a body weight of 241 ± 20 and an age of 163 ± 10 days. The bulls were equally assigned to the treatments “energy norm” or “energy high” considering breed, body weight and age. Bulls were fed a total mixed diet mainly based on maize silage, concentrates and straw. Variation of energy concentration of diets was obtained by variation of portion of oil in concentrates and by variation of portion of straw and concentrates in the diets. Mean dietary energy concentration was 12.0 and 11.6 MJ ME/kg DM, mean crude protein concentration was 13.5 % of DM. Measurement criteria were feed and nutrient intake, fattening and slaughter performance and meat quality parameters. Moreover, a sensory evaluation of meat was conducted.

There was no influence of breed or dietary energy concentration on intake of feed, energy or crude protein. Daily gain of Fleckvieh bulls was comparable to former investigations. Also, the Braunvieh bulls had unexpected high growth rates, which were, however, about 100 g/day lower than in Fleckvieh bulls ($p < 0.05$). Consumption of energy per kg of body weight gain was lower in Fleckvieh than in Braunvieh bulls (66 vs. 69 MJ ME/kg, respectively). Dressing percentage as well as carcass

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, D-85586 Poing

² LfL, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, Menzinger Straße 54, D-80638 München

³ LfL, Institut für Tierzucht, Grub, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, D-85586 Poing

⁴ LfL, Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen, Grub, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, D-85586 Poing

⁵ Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, E.-C.-Baumann-Straße 20, D-95326 Kulmbach

* Ansprechpartner: Dr. Thomas Ettle, email: thomas.ettle@lfl.bayern.de

Fleckviehbullen in einem vergleichbar hohen Bereich wie in früheren Untersuchungen. Die Zuwachsleistung der Braunviehbullen lag niedriger ($p < 0,05$), mit über 1600 g/Tag jedoch immer noch auf hohem Niveau. Für die Fleckviehbullen errechnete sich ein niedrigerer Aufwand an Energie je kg Zuwachs als für Braunviehbullen (66 vs. 69 MJ ME/kg Zuwachs). Die Ausschachtung und die Handelsklasseneinstufung waren bei den Fleckviehtieren günstiger als beim Braunvieh, bei geringerer Verfettung. Bei den Fleckviehtieren wurde eine günstigere sensorische Einstufung bezüglich der Saftigkeit des Fleisches erreicht. Die differenzierten Energiegehalte der Ration hatten vergleichsweise geringe Effekte auf die Mast- und Schlachtleistung. Für die ökonomische Einordnung im Vergleich der Rassen Fleckvieh und Braunvieh ist neben den Unterschieden in der Zuwachsleistung und der Handelsklasseneinstufung in erster Linie der Zukaufspreis für die Tiere entscheidend.

Schlagwörter: Bullenmast, Rassenvergleich, Braunvieh, Fleckvieh

classification was favorable in Fleckvieh compared to Braunvieh bulls. Sensory evaluation revealed a higher juiciness of meat of Fleckvieh bulls. Dietary energy concentration had only minor effects on fattening and slaughter performance. Besides growth performance and carcass classification the profitability of fattening either Braunvieh or Fleckvieh bulls depends mainly on the costs for the calves.

Keywords: fattening bulls, breed, Braunvieh, Fleckvieh

Einleitung

In Bayern steht in der Rindermast die Mast von Fleckviehbullen im Vordergrund. Auf Grund der relativ großen Bedeutung der Rasse Braunvieh in der Milchviehhaltung in Bayern stehen neben Fleckviehkälbern jedoch auch männliche Braunviehkälber für die Mast zur Verfügung. Neuere vergleichende Untersuchungen zur Wachstumsleistung und zur notwendigen Mastintensität sind jedoch nicht verfügbar. Deshalb wurde an der LfL Bayern ein Fütterungsversuch durchgeführt, in dem die Mast- und Schlachtleistung von Mastbullen der Rassen Fleckvieh und Braunvieh vergleichend bei 2 Energieversorgungsstufen untersucht wurde.

Material und Methoden

Für den Versuch standen 72 Bullen zur Verfügung. Zu Versuchsbeginn hatten die Braunviehbullen ein Gewicht von 227 ± 20 kg bei einem Alter von 153 ± 10 Tagen, die Fleckviehbullen wogen 241 ± 20 kg bei einem Alter von 163 ± 10 Tagen. Die Bullen wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Gewicht und Alter entsprechend der Energie-

konzentration der Ration gleichmäßig auf die Gruppen „Norm“ und „Hoch“ aufgeteilt. Die Tiere wurden über eine Totale Mischration (TMR) versorgt, wobei der XP-Gehalt der Ration im Mastverlauf in drei Phasen an den sinkenden Bedarf der Tiere angepasst wurde. Eine Differenzierung des Energiegehaltes der Rationen erfolgte zum einen über einen erhöhten Anteil an Pflanzenöl im Kraftfutteranteil der TMR „Energie Hoch“, zum anderen durch eine Variation der Anteile an Stroh und Kraftfutter an den beiden TMR. Im Mittel der gesamten Mast betrug der Anteil an Maissilage, Kraftfutter, Maiskornsilage und Stroh an der Trockenmasse (TM) in der Gruppe „Energie Hoch“ 51,3 % - 35,6 % - 12,0 % und 1,2 %, in der Gruppe „Energie Norm“ 51,7 % - 32,1 % - 11,8 % und 4,4 % (Tabelle 1). Die tatsächlich realisierten Energiegehalte lagen durchschnittlich bei 12,0 und 11,6 MJ ME/kg TM, die mittleren XP-Gehalte einheitlich bei 13,5 % der TM. Während des Versuches wurde die Futteraufnahme tierindividuell über Wiegetröge erfasst, eine Wiegung der Tiere erfolgte alle 4 Wochen. Die Rückenfettdicke wurde viermal während des Versuches mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Nieder-

Tabelle 1: Zusammensetzung und Rohnährstoffgehalte der Rationen

Mastphase Energiekonzentration der TMR	Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
	Norm	Hoch	Norm	Hoch	Norm	Hoch
			% der TM			
Maissilage	60,5	62,8	47,8	42,0	45,5	45,4
Gerstenstroh	5,13	1,28	3,66	1,10	3,50	1,05
Gerste	3,22	3,22	4,76	4,78	4,56	4,55
Weizen	-	-	-	4,71	4,50	4,49
Körnermais	3,32	3,32	4,74	4,75	9,97	10,40
Maiskornsilage	-	-	19,7	19,8	18,9	18,8
Rapsöl	-	1,49	0,85	1,97	0,10	1,88
Rapsextraktionsschrot	23,4	23,4	15,5	15,1	11,9	12,3
Trockenschnitzel	2,93	2,93	1,86	4,67	-	-
Mineralfutter/CaCO ₃ /NaCl	1,55	1,55	1,12	1,12	1,07	1,07
Rohnährstoff- und Energiegehalte (Rationskalkulation)						
Rohprotein, g/kg TM	146	146	135	135	126	126
Energie, MJ ME/kg TM	11,3	11,8	11,3	11,8	11,4	11,8
Rohfaser, g/kg TM	174	161	168	148	144	134
Stärke+Zucker, g/kg TM	274	282	327	350	379	382

lande) in Anlehnung an STAUFENBIEL (1992) gemessen. Die Rohrnährstoffgehalte der TMR wurden aus den Anteilen der Einzelkomponenten an der TMR und den Rohrnährstoffgehalten der Einzelkomponenten errechnet.

Die Schlachtung der Bullen erfolgte bei einem einheitlichen mittleren Alter von 488 Tagen. Bei der Schlachtung wurde die Handelsklasseneinstufung der Schlachtkörper gemäß den gültigen rechtlichen Vorschriften vorgenommen. Nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörper in der Kühlung bei einer Temperatur von 4 °C gelagert. Der pH-Werte des Fleisches (*musculus longissimus dorsi*, MLD) wurde 1 h nach der Schlachtung an einem Einstich zwischen der 8./9. Rippe gemessen (pH-Star, Mattheus). Am Tag nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörperhälften auf Höhe der 8./9. Rippe geteilt. Am Anschnitt wurde erneut der pH-Wert des MLD gemessen. Weiterhin wurde die Marmorierung des MLD subjektiv an Hand einer 5-stufigen Skala (1= wenig marmoriert; 5= stark marmoriert) beurteilt. Vom MLD wurde an derselben Stelle ein digitales Foto erstellt, an dem später mit Hilfe der PC-Software „Planimet“ die Rückenmuskelfläche gemessen wurde. Eine Scheibe des MLD unterhalb der 9./10. Rippe wurde entnommen und für weitere Analysen in das Labor der LfL in Grub verbracht. Die Färbung des Fleisches wurde mit dem Spektrometer ermittelt. Die Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) wurde an einem Teil der Lendenscheibe (9./10. Rippe) nach HCL-Aufschluss mittels Nahinfrarot-Reflexionsspektrometrie (NIRS) durchgeführt. Nach 14-tägiger Lagerung der Lendenscheibe im Umluft-Kühlschrank wurden die Lagerungsverluste durch Wägung ermittelt und eine weitere pH-Messung (pH-Meter, Portamess, Knick, Berlin) durchgeführt. Anschließend wurde die Fleischprobe unter standardisierten Bedingungen (70 °C, 40 Minuten) im Wasserbad erhitzt und die Verluste nach der Kochmethode ermittelt. Die Scherkraftaufwendung wurde bei 10 Teilproben pro Scheibe (10. Rippe) am Instrongerät (Instron, Norwood, MA, USA; Gerätetyp 4301) nach der Warner-Bratzler-Methode vermessen.

Am Tag nach der Schlachtung wurde eine weitere Scheibe des MLD (11./12. Rippe) entnommen, vakuumiert und tiefgefroren an das MRI in Kulmbach verbracht. Dort wurden die Verluste nach der Grillmethode ermittelt. Weiterhin wurde an den Fleischproben die beschreibende sensorische Analyse durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden 8 Prüfer ausgewählt, die Erfahrungen bei der Prüfung von Fleisch und Fleischerzeugnissen haben. Bei einer Trainingssitzung wurden die Prüfer zusätzlich hinsichtlich der Wahrnehmung

und der Bewertung der Intensität von Rindfleischaroma, Zartheit, Saftigkeit der Rindfleischproben sowie hinsichtlich der Abweichungen im Aroma, wie metallisch, leberartig, blutig, süßlich, säuerlich, chemisch, grasig nach einer 6 Punkte-Skala geschult. Pro Sitzung wurden 8 Rindfleischproben, die nach Zufallsprinzip ausgewählt wurden, geprüft. Vor der Prüfung wurde eine Ausrichtungsprobe für die Einstellung der Prüfer bewertet. Für Aroma, Zartheit und Saftigkeit wurde die Skala 6 = sehr gut bis 1 = ungenügend, inakzeptabel verwendet. Die Intensität der Aromaabweichungen wurde nach der Skala 1= nicht wahrnehmbar bis 6 = stark ausgeprägt bewertet. Für die Verkostung wurden 2,5 cm dicke Fleischscheiben in Alufolie eingeschlagen und auf dem vorgeheizten Kontaktplattengrill Silex S-162 GR KF OV (Fa. Silex) bei 160 °C bis auf eine Kerntemperatur von 70 °C gegrillt. Die gegrillte Probe wurde in Würfel geschnitten und den Prüfern für die Bewertung angereicht.

Die Rohrnährstoffgehalte in den Futtermitteln wurden an Mischproben der Maissilage (wöchentlich), des Kraftfutters (monatlich) und des Strohes (alle 2 Monate) nach Weender analysiert (VDLUFA 2012); aus den Analysenwerten wurden die Energiegehalte nach den derzeit gültigen Vorgaben (GfE 2008, DLG 2011) errechnet. Aus den Rohrnährstoff- und Energiegehalten der Einzelkomponenten und der Zusammensetzung der TMR wurden die Rohrnährstoff- und Energiegehalte der TMR ermittelt. Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ausgewertet. In den Tabellen sind die Gruppenmittelwerte und die zugehörigen Standardabweichungen dargestellt. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden bei $p < 0,05$ als signifikant gewertet. Für die Rassen Braunvieh und Fleckvieh kamen Daten von 35 bzw. 33 Tieren zur Auswertung.

Ergebnisse und Diskussion

Die Futteraufnahme wurde weder durch den Energiegehalt der Ration noch durch die Rasse beeinflusst (Tabelle 2), lediglich die Kraftfutteraufnahme lag entsprechend der Rationsgestaltung in den Gruppen „Energie Hoch“ über derjenigen in den Gruppen „Energie Norm“. Daraus ergibt sich, dass auch die Energie- und Nährstoffaufnahme zwischen den Versuchsgruppen vergleichbar war. In einer Untersuchung von STEINWIDDER et al. (2006) erhöhte sich die Futteraufnahme, wenn die Energiekonzentration der Ration, von einem relativ niedrigem Bereich ausgehend, erhöht wurde. Eine weitere Steigerung der Energiekonzentration der Ration beeinflusste die Futteraufnahme dagegen nicht

Tabelle 2: Einfluss von Rasse und Energiekonzentration der TMR auf Futteraufnahme-, Energie- und Nährstoffaufnahme im Mittel der Mastperiode

Rasse	Energiekonzentration	Versuchsgruppe				p-Wert	
		Fleckvieh		Braunvieh		Energie	Rasse
		Norm	Hoch	Norm	Hoch		
TM-Aufnahme	kg/Tag	9,76±0,87	9,52±0,83	9,42±0,76	9,47±0,99	0,677	0,359
Maissilageaufnahme	kg TM/Tag	5,05±0,44	4,89±0,41	4,87±0,38	4,85±0,52	0,407	0,293
Kraftfutteraufnahme	kg TM/Tag	3,13±0,28	3,39±0,30	3,02±0,24	3,37±0,35	<0,001	0,377
ME-Aufnahme	MJ/Tag	113±10	114±10	109±9	114±12	0,250	0,390
XP-Aufnahme	g/Tag	1.306±115	1.276±110	1.259±100	1.268±133	0,730	0,335
XF-Aufnahme	g/Tag	1.553±137	1.370±118	1.496±120	1.362±142	<0,001	0,311
aNDFom-Aufnahme	g/Tag	3.317±293	3.072±265	3.197±254	3.052±321	0,006	0,325
XS-Aufnahme	g/Tag	3.242±292	3.299±295	3.135±255	3.295±345	0,131	0,456
XZ-Aufnahme	g/Tag	247±22	243±21	238±19	241±25	0,992	0,315

mehr, was mit negativen Rückkoppelungen einer steigenden Verfettung auf die Futtermittelaufnahme erklärt werden könnte (NRC 2000). Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung wurde in dem Versuch von STEINWIDDER et al. (2006) die Variation des Energiegehaltes der Ration durch eine deutliche Erhöhung des Kraftfutteranteils der Ration erreicht. Bei Variation des Kraftfutteranteils könnten sich Unterschiede in der Futtermittelaufnahme durch Unterschiede in der Passagerate und unterschiedlicher Fressgeschwindigkeit auf Grund unterschiedlichem Volumen des Futters ergeben (ETTLE et al. 2014). Im Vergleich der Rassen lag die Futtermittelaufnahme bei Fleckvieh numerisch höher als bei Braunvieh. Gengenläufige Tendenzen ergeben sich jedoch, wenn die Futtermittelaufnahme auf die (metabolische) Lebendmasse bezogen wird. Ähnliche Ergebnisse zeigen Untersuchungen von ALPS (1984) und BURGSTALLER (1984).

Die Ergebnisse zur Mast- und Schlachtleistung sind in *Tabelle 3* dargestellt.

Die täglichen Zunahmen lagen bei den Fleckviehbullen in einem vergleichbar hohen Bereich, wie in früheren Untersuchungen im Rindermaststall in Grub (ETTLE et al. 2017). Die Zuwachsleistung der Braunviehbullen lag niedriger, mit über 1.600 g/Tag jedoch immer noch auf einem sehr hohen Niveau. Eine ähnliche Differenzierung in den täglichen Zunahmen bei Fleckvieh- und Braunviehbullen zeigte sich in einer Untersuchung von GEUDER et al. (2012), wobei in diesem Versuch die Schlachtung der Braunviehbullen mit 440 Tagen Alter erfolgte, bei Fleckviehbullen bei einem Alter von 460 Tagen. In einer älteren Untersuchung von ALPS (1984) lag die Differenz im täglichen Zuwachs zwischen Braunvieh und Fleckviehbullen bei ca. 60 g/Tier und Tag. Die höheren Rassenunterschiede in den neueren Versuchen könnten auf die stärkere Milchbetonung bei den Braunviehbullen neueren Genotyps bzw. auf den hohen Anteil an Brown-Swiss-Genetik zurückgeführt werden. In Untersuchungen von BURGSTALLER (1984) lag der tägliche Zuwachs bei Deutsch-Braunvieh \times Brown-Swiss-Bullen um etwa 110 g niedriger, als bei Deutsch-Fleckviehbullen. Für die Fleckviehbullen errechnete sich in der vorliegenden Untersuchung ein niedrigerer ($p < 0,05$) Aufwand an Energie je kg Zuwachs als für Braunviehbullen (66 vs. 69 MJ/kg Zuwachs). Eine ungünstigere Energie- und Futterverwertung ist als typisch für eher milchbetonte Rassen anzusehen und zeigt sich auch bei vergleichenden Untersuchungen mit Fleckvieh, Braunvieh-Kreuzungen und Deutsch-Holstein-

Kreuzungen von ALPS (1984) sowie ROSENBERGER (1984). Die Ausschächtung war bei den Fleckviehtieren besser als bei den Braunviehtieren, das gleiche gilt für die Handelsklasseneinstufung. Die Fleckviehbullen wurden überwiegend in Handelsklasse U und R eingestuft, die Braunviehbullen erreichten jeweils etwa zur Hälfte Handelsklasse R oder O. Auch die Zahlen zur Länge der Schlachtkörperhälften oder zum Keulenumfang untermauern die günstigere Konformation der Fleckviehbullen. Das deckt sich mit Untersuchungen von GEUDER et al. (2012). Die Energiekonzentration der Ration hatte nur einen geringen Einfluss auf die Schlachtleistungsmerkmale. Das steht bei einigen Parametern im Widerspruch zu den Ergebnissen von STEINWIDDER et al. (2006), ist aber durch die geringen Unterschiede in der täglichen Energieaufnahme zwischen den Fütterungsgruppen zu erklären.

Die Nierenfettgewichte, die Fettklassifizierung und die Rückenfettdicke zur Schlachtung zeigen, dass die Braunviehtiere stärker zur Verfettung neigen als Fleckviehbullen. Durch eine frühzeitigere Schlachtung könnte eine zu starke Verfettung der Braunviehbullen eventuell gemindert werden. Nach Betriebszweigauswertungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK NI 2017) scheinen die Schlachtgewichte von Braunviehbullen in der Praxis aber nur unwesentlich unter denen in der vorliegenden Untersuchung zu liegen. Eine höhere Energiekonzentration im Futter führte beim Braunvieh zwar zu mehr Nierenfett, nicht aber zu einer ungünstigeren Fettklasse.

In *Tabelle 4* sind die Einflüsse von Rasse und Energiekonzentration der TMR auf Fleischqualitätsparameter aufgeführt. Die Scherkraft, ein Maß für die Zartheit des Fleisches, lag in einem für Fleckvieh typischen Bereich und unterschied sich zwischen den Versuchsgruppen nicht. Auffällig sind die höheren Lager- und Kochverluste beim Fleckvieh im Vergleich zum Braunvieh. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch in den Untersuchungen von GEUDER et al. (2012). Dies könnte sich durch einen geringeren intramuskulären Fettgehalt bei Fleckvieh erklären lassen. Bei der Fleischfärbung ergaben sich nur geringe Unterschiede zwischen den Rassen.

Die Energiekonzentration der Ration hatte keinen Einfluss auf die Lager- und Kochverluste, was sich mit den Ergebnissen von STEINWIDDER et al. (2006) deckt. Der intramuskuläre Fettgehalt steigt mit der Energiekonzentration innerhalb der Rasse leicht an, im Vergleich

Tabelle 3: Einfluss von Rasse und Energiekonzentration der TMR auf die Mast- und Schlachtleistung

Rasse	Energiekonzentration	Versuchsgruppe				p-Wert	
		Fleckvieh		Braunvieh		Energie	Rasse
		Norm	Hoch	Norm	Hoch		
Anfangsgewicht	kg	243±22	240±18	226±15	227±24	0,932	0,003
Stallendgewicht	kg	798±60	815±57	765±61	777±58	0,306	0,015
Zunahmen	g/Tag	1.704±165	1.773±160	1.615±153	1.643±125	0,198	0,004
Schlachtgewicht	kg	445±35	458±36	411±36	421±32	0,187	<0,001
Ausschächtung	%	58,0±1,7	58,9±1,5	56,6±1,4	56,9±1	0,099	<0,001
Nierenfett	kg	18,1±4,8	19,8±3,2	21,2±3,9	24,1±4,3	0,021	<0,001
Handelsklasse	(E=1 U=2)	2,33±0,62	2,17±0,71	3,61±0,5	3,47±0,51	0,286	<0,001
Handelsklasse Fett	(1= mager, 4= fett)	3,40±0,51	3,11±0,68	3,61±0,5	3,41±0,62	0,090	0,072
Rückenmuskelfläche (8./9. Rippe)	cm ²	77,9±15,0	78,7±10,4	66,9±7,9	66,3±5,5	0,962	0,001
Hälftenlänge	cm	143±4	144±3	147±4	147±3	0,685	0,001
Keulenumfang	cm	126±4	128±5	121±4	122±3,5	0,188	<0,001
Pistolengewicht	kg	89,9±7,3	91,6±8,7	83,3±7,0	85,1±5,6	0,334	<0,001
Rückenfettdicke	cm	2,54±0,32	2,44±0,39	2,56±0,47	2,68±0,50	0,876	0,194

der Rassen zeigt sich ein etwas höherer IMF bei den Braunviehtieren.

Das Aroma des Fleisches wurde weder durch die Energiekonzentration der Ration noch durch die Rasse beeinflusst (Tabelle 5). Dasselbe gilt für die Bewertung der Zartheit, was sich mit den Scherkraftmessungen deckt. Die Bewertung der Saftigkeit war im Vergleich der Energiestufen einheitlich, das Fleisch der Rasse Braunvieh wurde jedoch als deutlich ($p < 0,05$) trockener bzw. weniger saftig empfunden als das Fleisch der Rasse Fleckvieh. Als Begründung könnte die negative Korrelation von Fett- und Wassergehalt im Muskelfleisch angeführt werden. Ein anderer Erklärungsansatz ist, dass die Fleckviehbullen spätreifer sind als die Braunviehbullen und dementsprechend bei gleichem Schlachtagalter physiologisch jünger sind als die Braunviehbullen. Bei den Geschmacksabweichungen fällt auf, dass nahezu alle Fleischproben von mehreren Bewertern (durchschnittlich 3 von 8) als metallisch, leberartig oder säuerlich empfunden wurden. Die Unterschiede zwischen den Rassen und zwischen den Fütterungsgruppen erscheinen dabei gering.

Auf Grundlage der Internet-Deckungsbeiträge der LfL (LfL 2017) wurde eine ökonomische Bewertung des Mastverfahrens unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Fütterungsintensität vorgenommen. In der Fütterung sind die variablen Kosten für Maissilage und Maiskornsilage im dreijährigen Schnitt ohne Prämien kalkuliert; bei den anderen Komponenten liegt die LfL-Preisstatistik der Jahre 2013-2015 zu Grunde. Die Kraftfutterkosten wurden für jeden Futterabschnitt getrennt errechnet.

Tabelle 6 fasst die Leistungen und variablen Kosten im Deckungsbeitrag zusammen. Der mit Abstand größte Kostenfaktor ist der Tierzukauf (Einstellwert). Die Werte stammen aus der Preisstatistik der LfL bzw. von der Allgäuer Herdebuchgesellschaft; für das Braunvieh ergibt sich hier ein Vorteil von rund 300 €/Tier. Dies entspricht in etwa dem Mehrerlös, den der Fleckviehbulle beim Verkauf erzielt. Die Marktleistung beruht auf der EUROP-Klassifizierung der Schlachtkörper, die mit den durchschnittlichen Notierungen der Jahre 2013-2015 bewertet wurden. Bei der Marktleistung wurde für Fleckvieh in Anlehnung an die

Tabelle 4: Einfluss von Rasse und Energiekonzentration der TMR auf Fleischqualitätsparameter

Rasse	Energiekonzentration	Versuchsgruppe				p-Wert	
		Fleckvieh		Braunvieh		Energie	Rasse
		Norm	Hoch	Norm	Hoch		
Scherkraft	N	47,8±9,4	44,8±5,6	47,7±10,9	45,3±9,3	0,511	0,920
Lagerverluste	%	3,51±0,99	3,89±1,22	2,25±0,44	2,46±0,74	0,190	<0,001
Kochverlust	%	24,8±3,3	24,4±3,3	23,0±3,0	23,6±2,2	0,847	0,068
Grillverlust	%	27,0±3,2	26,8±4,3	29,9±3,6	30,0±4,3	0,907	0,002
Marmorierung (1=wenig, 5=viel)		2,87±0,52	2,89±0,83	2,89±0,83	2,88±0,86	0,979	0,979
IMF	%	3,44±0,88	3,62±1,36	3,64±1,21	4,26±1,48	0,197	0,166
pH-Wert		5,65±0,07	5,64±0,04	5,67±0,06	5,69±0,07	0,729	0,052
Fleischfarbe							
L*	(Helligkeitswert)	36,4±1,6	36,9±1,2	37,0±1,4	37,1±1,7	0,436	0,326
a*	(Grün-Rotton)	13,0±1,3	13,4±1,3	12,6±1,2	13,0±1,1	0,166	0,182
b*	(Blau-Gelbton)	3,88±1,13	4,68±1,40	3,62±1,27	4,18±0,91	0,023	0,183

Tabelle 5: Einfluss von Rasse und Energiekonzentration der TMR auf die sensorische Bewertung

Rasse	Energiekonzentration	Versuchsgruppe				p-Wert	
		Fleckvieh		Braunvieh		Energie	Rasse
		Norm	Hoch	Norm	Hoch		
Aroma		4,18±0,54	4,03±0,21	3,96±0,45	3,97±0,45	0,522	0,182
Zartheit		3,53±0,93	3,59±0,83	3,35±0,99	3,79±0,86	0,243	0,951
Saftigkeit		4,07±0,62	4,12±0,59	3,53±0,50	3,48±0,61	0,948	<0,001

Tabelle 6: Deckungsbeitrag für die Untergruppen¹⁾

(€/Tier)	Braunvieh		Fleckvieh	
	Norm	Hoch	Norm	Hoch
Marktleistung ²⁾	1.518	1.600	1.826	1.884
Düngerwert	60	60	60	60
Summe Leistungen	1.578	1.660	1.886	1.944
Einstellwert	640	641	945	934
Kraftfutter	281	333	286	325
Mineralfutter	12	12	12	12
Einstreu	47	47	46	46
Sonstige variable Kosten ³⁾	57	57	56	56
Summe Variable Kosten	1.037	1.090	1.344	1.372
Deckungsbeitrag I	541	570	542	572
Variable Grobfutterkosten	237	231	240	225
Deckungsbeitrag II	304	339	302	347
Deckungsbeitrag II (€/Platz)	332	369	338	391
Deckungsbeitrag II (€/Futtertag)	0,91	1,01	0,93	1,07

¹⁾nach LfL-Internet-DB, Ø 2013-2015, brutto; ²⁾ abzüglich Verluste: 4,1 % BV, 1,7 % FV; ³⁾ Tierarzt, Wasser, Energie, Maschinenkosten Stall, Gebühren

LKV-Ergebnisse der Bullenmast ein Verlustausgleich von 1,7 % in Ansatz gebracht. Für die Rasse Braunvieh wurde der entsprechende Wert (4,1 %) von der Betriebszweig-analyse Bullenmast aus Niedersachsen (LWK NI 2017) abgeleitet. Bei den Futterkosten ergeben sich praktisch keine Rassenunterschiede.

Unter den getroffenen Annahmen ergibt sich bei einer Energieversorgung nach Fütterungsnorm beim Deckungsbeitrag II (inkl. Grobfutter) kein Unterschied zwischen Braunvieh und Fleckvieh; bei hoher Energieversorgung ist Fleckvieh tendenziell überlegen. Innerhalb der Rasse führt eine höhere Fütterungsintensität auch zu einem höheren Deckungsbeitrag II (+ 37 €/Platz beim Braunvieh gegenüber + 53 € beim Fleckvieh). Es lohnt sich also unterm Strich, das Leistungspotential der Tiere auszufüttern. Großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben bei beiden Rassen die Qualität und der Preis der Fresser und die Tierverluste. Bei der Vermarktung von Braunviehbullen liegt die Messlatte bei der Handelsklasse R und der Fettklasse 3. Unter diesen Maßgaben kann das Braunvieh auch in der Bullenmast eine ökonomisch interessante Alternative sein.

Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass auch Bullen der Rasse Braunvieh sehr hohe Zuwachsraten von über 1.600 g/Tag erreichen können. Beim Energieaufwand für den Zuwachs und bei der Handelsklasseneinstufung schneiden sie ungünstiger ab als Fleckviehbullen. Höhere Verlustraten und größere Schwierigkeiten im Umgang mit den Braunviehbullen, wie sie in der Praxis häufig befürchtet werden, wurden im Versuch nicht festgestellt. Im Sinne der Wirtschaftlichkeit des Mastverfahrens sollte eine eher höhere Fütterungsintensität angestrebt werden. Im Vergleich der Rassen ist die Wirtschaftlichkeit in hohem Maß von den Zukaufpreisen abhängig. Zur Ableitung der Verlustraten, die das ökonomische Ergebnis ebenfalls wesentlich prägen, sind die Tierzahlen im Versuch zu gering.

Literatur

ALPS, H., 1984: Bullenmastversuche mit den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte, Ergebnisse der Mastleistung. Fachtagung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub, 7-17.

BURGSTALLER, G., 1984: Mastleistung und Schlachtkörpermerkmale von Jungbullen der Genotypen Deutsches Fleckvieh, Brown Swiss × Deutsches Braunvieh und Holstein Friesian × Deutsche Schwarzbunte unter Intensivmastbedingungen. Fachtagung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub, 42-45.

DLG, 2011: Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.

ETTLE, T., A. OBERMAIER und P. EDELMANN, 2014: Untersuchungen zur „Strukturversorgung“ beim Mastbullen. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 23-26.

ETTLE, T., S. SPIEKERS, A. OBERMAIER und W. WINDISCH, 2017: Effects of varying supply of fibre, starch and sugar for fattening bulls on feed intake and fattening performance. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 120.

GEUDER, U., M. PICKL, M. SCHEIDLER, M. SCHUSTER und K.-U. GÖTZ, 2012: Mast-, Schlachtleistung und Fleischqualität bayerischer Rinderrassen. Züchtungskunde 84, 485-499.

GfE, 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 191-197.

LfL, 2017: Internet-Deckungsbeiträge der LfL Bayern. Online verfügbar: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/>.

LWK NI, 2017: Betriebszweigauswertung Bullenmast 2015/2016. <https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/2041/article/30407.html> (aufgerufen am 03.04.2017).

NRC (National Research Council), 2000: Nutrient requirement of beef cattle. Seventh revised Edition, 1996, National Academy Press, 292 S.

STAUFENBIEL, R., 1992: Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. Mh. Vet.-Med. 47, 467-474.

STEINWIDDER, A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, A. SCHAUER, G. MAIERHOFER und J. HÄUSLER, 2006: Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung in der Fleckvieh-Jungbullenmast. Züchtungskunde 78, 136-152.

VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) (Hrsg.), 2012: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Mast von milchbetonten Rassen am Betrieb Kapp (Hollingerhof)

Rita Kapp^{1*}

BETRIEBSDATEN

Ort:	Aigen im Ennstal
Seehöhe:	650 Meter
Arbeitskräfte:	Der Betrieb wird im Vollerwerb von Georg und Walpurga Kapp geführt Tochter Rita Kapp hilft am Wochenende/Urlaubsvertretung etc.
Flächen:	75 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (4- und 2- mähdig, 9 ha Silomais, Alm) 56 ha Wald
Viehbestand:	140 Stk. Rinder (~55 Milchkühe, weibliche Nachzucht, ~30 Maststiere)
Rassen:	Hpts. Holstein, Brown Swiss, Einkreuzung mit Weißblauen Belgiern, Wagyu
Gebäude:	Stierstall (1984, Vollspalten) Milchviehstall (1990, Anbindestall) Milchviehstall (2003, Liegeboxenhalle, Umbau Anbindestall zu Laufstall) Umbau 2011 (Melkroboter)

MAST VON MILCHBETONTEN RASSEN

Rassen	HF × HF, BV × BV, HF × WB, BV × WB
Haltung	Kälber Tiefstroh, ältere Tiere Vollspalten
Fütterung	bis ca. 9 Mon.: Mischration der Milchkühe (Grassilage, Maissilage, Stroh, Körnermais, Rapsschrot, Mineralstoff, Salz) ab ca. 9. Mon.: Silomais <i>ad libitum</i> , 2 kg Kraftfutter Transport der Siloblöcke mit Hoftrac Händische Vorlage



KENNZAHLEN 2016		Milchrasse	Milchrasse × WBB
Lebendgewicht	kg	591	643
Schlachtgewicht kalt	kg	303	366
Ausbeute	%	52	57
Tageszunahme	g	1.154	1.298
Schlachtalter	Mon	15,6	14,2
Kälberpreis	€	120	350
Verkaufserlös kalt	€/kg	4,10	4,48
Verkaufserlös pro Stier	€	1.240	1.639

¹ Fischern 6, A-8943 Aigen im Ennstal

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Rita Kapp, email: rkapp@lELY.com

Intensive Mast von Stier, Ochse und Kalbin – Welche Stärken hat jede Rinder-Kategorie

Intensive fattening of bulls, steers and heifers – strenghts of the three beef categories

Margit Velik^{1*}, Georg Terler¹, Roland Kitzer¹ und Josef Kaufmann¹

Zusammenfassung

Rindfleisch wird in Österreich in unterschiedlichen Produktionssystemen erzeugt. Neben anderen Faktoren haben das Geschlecht und die Fütterung einen maßgeblichen Einfluss auf die tierischen Leistungen und die Fleischqualität. Stiere werden in Österreich (fast) ausschließlich intensiv gemästet, während Kalbinnen und Ochsen häufig extensiv(er) gemästet werden. Generell wird Stieren eine gute Mast- und Schlachtleistung nachgesagt, Kalbinnen hingegen eine bessere Fleischqualität. Um den Einfluss von unterschiedlich intensiven Futtermitteln weitestgehend auszuschließen, wurden im vorliegenden Versuch Stiere, Kalbinnen und Ochsen mit einer Ration aus hohen Maissilage- und Kraftfutter-Anteilen gemästet. Tierische Leistungen und Fleischqualität hängen auch von der Fetteinlagerung im Schlachtkörper ab. Um eine möglichst ähnliche Schlachtkörper-Verfettung zu erreichen, wurden Mastendgewichte von ca. 730 kg bei den Stieren, 550 kg bei den Kalbinnen und 650 kg bei den Ochsen angestrebt. Zusätzlich wurde im Versuch noch der Einfluss der Fleischreifung (7 vs. 14 Tage) und des Teilstückes (Rostbraten, Beiried, Weißes Scherzel) auf die Fleischqualität untersucht.

Stiere und Ochsen erreichten ähnliche Tageszunahmen (ca. 1.350 g), während jene der Kalbinnen (1.050 g) signifikant niedriger waren. Bezüglich Nettotageszunahme und Ausschachtung waren die Stiere deutlich überlegen. Die Stier-Schlachtkörper waren trotz der hohen Mastendgewichte am magersten (Fettklasse 2,2 vs. 2,7 bei Kalbin und Ochse), das Merkmal Nierenfettanteil unterschied sich jedoch nicht zwischen den Rinder-Kategorien. Auffallend war die ausgezeichnete Qualität des Ochsenfleisches, die insbesondere bei der Verkostung sogar über jener des Kalbinnenfleisches lag. Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF), der die Fleischqualität häufig positiv beeinflusst, war beim Stierfleisch mit 2,2 % am niedrigsten und unter dem Referenzwert von 2,5 %. Stierfleisch wies die höchsten Gehalte an den ernährungsphysiologisch wertvollen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) sowie die höchsten Gehalte an Eisen (Fe) und Zink (Zn) auf. Zwischen den häufig für das Steak-Grillen verwendeten Teilstücke Rostbraten und Beiried fanden sich signifikante Unterschiede in IMF, Fettfarbe, Fleisch-Rotfärbung, Gehalten an gesättigten Fettsäuren (SFA), Fe und Zn und den Zubereitungsver-

Summary

In Austria, beef is produced in different production systems. Among other factors, sex and feeding regime have a major impact on animal performance and meat quality. In Austria, bulls are mainly fattened in intensive feeding systems, while heifers and steers are often raised more extensively. Generally, bulls are known for their convincing fattening and carcass performance, heifers for their meat quality. To reduce the effect of different feeding intensity, bulls, heifers and steers were fed a maize silage-concentrate based diet. Animal performance and meat quality also depend on carcass fatness. To achieve similar fatness scores, bulls were slaughtered at 730 kg live weight, heifers at 550 kg and steers at 650 kg. Furthermore, the trial examined the impact of meat ageing (7 vs. 14 days) and beef cut (forerib, striploin, eye of round) on meat quality.

Bulls and steers had similar daily gains (1,350 g), while significantly lower gains (1,050 g) were found for heifers. Bulls achieved highest daily net gain and dressing percentage. Regarding carcass fatness, bulls were scored lowest (fatness score 2.2 vs. 2.7 for heifers and steers). However, kidney fat (in relation to carcass weight) did not differ between beef categories. Meat quality of steers was outstanding and higher scored by a sensory panel compared to heifers. The intramuscular fat content (IMF), which is often positively correlated to meat quality, was lowest in bulls (2.2%) and below the advised range of 2.5%. Bull meat showed highest values of nutritionally valuable poly-unsaturated fatty acids as well as contents of iron and zinc. Between forerib and striploin, which are often grilled as steaks, differences in IMF, fat colour, redness of meat, cooking losses as well as contents of saturated fatty acids, iron and zinc were observed. Meat ageing of 14 days had a positive impact on tenderness in all beef categories.

Keywords: sex, Simmental, carcass performance, meat quality, mineral content of meat

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Stabstelle Analytik, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Margit Velik, email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at

lusten beim Kochen. Eine Fleischreifung von 14 Tagen wirkt sich bei allen drei Rinderkategorien positiv auf die Fleischzartheit auf.

Schlagwörter: Geschlecht, Fleckvieh, Schlachtleistung, Fleischqualität, Mineralstoffe im Fleisch

1. Einleitung

Rindfleisch wird in Österreich in sehr unterschiedlichen Produktionssystemen erzeugt. So werden die Mast- und Schlachtleistung sowie die Rindfleisch-Qualität von den Faktoren Rasse, Genetik, Mastendgewicht und Schlachalter beeinflusst, aber insbesondere auch von der Rinder-Kategorie (Stier, Kalbin, Ochse, Jungrind, Kalb) und der Fütterung.

Das dem Konsumenten im österreichischen Lebensmittel-Einzelhandel angebotene Rindfleisch stammt großteils von Stieren. So werden in Österreich hauptsächlich Stiere gemästet, die Mast von Kalbinnen ist seit den letzten Jahren leicht steigend (knapp 20 % aller Rinderschlachtungen). Die Ochsenmast hat mit jährlich rund 30.000 Schlachtungen (ca. 5 % aller Rinderschlachtungen) nach wie vor eine geringe Bedeutung (AMA 2017). Fleckvieh ist mit einem Anteil von ca. 75 % die wichtigste Rinderrasse in Österreich.

Prinzipiell wird Stieren eine gute Mast- und Schlachtleistung nachgesagt, Kalbinnen hingegen eine bessere Fleischqualität; Ochsen werden zwischen Stieren und Kalbinnen gereiht (BRANSCHIED et al. 2007). Stiere werden im deutschsprachigen Raum fast ausschließlich intensiv mit Maissilage-Kraftfutter-betonten Rationen gemästet. Bei Kalbinnen und Ochsen sind extensivere Mastformen verbreitet (Grassilage, Heu, weniger Kraftfutter, Weide- bzw. Almhaltung); mit Rationen wie in der Stiermast üblich werden Kalbinnen und Ochsen selten gemästet.

Der Grund für die bessere Eignung von Kalbinnen und Ochsen für extensivere Produktionssysteme liegt darin, dass sie physiologisch bedingt rascher Fett ansetzen als Stiere und somit auch mit geringeren Energie-Konzentrationen des Futters eine entsprechende Schlachtkörperreife (Schlachtkörper-Fetteinlagerung) erreichen (STEINWIDDER 1996). Eine entsprechende Fettabdeckung (Fettklasse 2 bis 3, (4)) ist für eine gute Schlachtkörper- und Fleischqualität Voraussetzung und wird von den Vermarktungsorganisationen (Erzeugergemeinschaften) monetär bewertet. Die am Schlachthof vergebene Fettklasse steht indirekt mit dem Fettgehalt des Fleisches (intramuskuläres Fett (IMF)) in Zusammenhang. Höhere IMF-Gehalte wirken sich in der Regel positiv auf die Fleischqualität (insbesondere Zartheit, Saftigkeit, Geschmack) aus.

Der Konsument ist in den letzten Jahrzehnten im Bezug auf den Fettgehalt in Lebensmitteln sehr sensibel geworden; es sollte hierbei jedoch nicht vergessen werden, dass Fett ein wichtiger Geschmacksträger und (in Maßen) in der menschlichen Ernährung essenziell ist. Die Fleischqualität wird aber nicht nur über den Fettgehalt definiert. Unter Fleischqualität versteht sich die Summe aller sensorischen (Genusswert), ernährungsphysiologischen (Nährwert), hygienisch-toxikologischen (Gesundheitswert) und verarbeitungstechnologischen (Eignungswert) Eigenschaften von Fleisch (HOFFMANN 1995).

Prinzipiell wird in Österreich für Stier-Schlachtkörper (pro kg Schlachtgewicht) ein höherer Preis bezahlt als für Kalbinnen (AMA 2018). In Österreich haben sich zahlreiche Rindfleisch-Markenprogramme für Stiere, Kalbinnen und Ochsen etabliert (siehe z.B. Homepage der Österreichischen Rinderbörse). Werden bestimmte Zielwerte für Schlachalter, Schlachtgewicht, Handels- und Fettklasse des Schlachtkörpers eingehalten, erhält der Landwirt Preiszuschläge und dadurch steigt der Verkaufserlös deutlich an. Im relativ neuen Markenfleischprogramm Cult Beef für Mastkalbinnen und Mastochsen wird auch speziell auf ein Fleischqualitäts-Merkmal, die Fleisch-Marmorierung (IMG-Gehalt), Wert gelegt.

Im vorliegenden Versuch sollte geklärt werden, inwieweit sich Stiere, Ochsen und Kalbinnen der Rasse Fleckvieh bei intensiver Fütterung und ähnlicher Schlachtkörper-Fetteinlagerung in der Mastleistung (Tageszunahmen), Schlachtleistung (Ausschlachtung, Fettklasse, Teilstücke etc.) und Fleischqualität (Farbe, Zubereitungsverluste, Zartheit, Fleischinhaltsstoffe etc.) unterscheiden. Im Rahmen eines Kooperationsprojektes mit der landwirtschaftlichen Fachschule Obersiebenbrunn und der landwirtschaftlichen Koordinationsstelle für Bildung und Forschung des Landes Niederösterreich (NÖ) wurden die Rinder mit Maissilage-Kraftfutter-Rationen gemästet und bei ca. 730 kg (Stiere), 550 kg (Kalbinnen) und 650 kg (Ochsen) geschlachtet. Weiters wurden im Versuch der Einfluss der Fleischreifung (7 vs. 14 Tage) sowie Unterschiede zwischen Teilstücken (Rostbraten, Beiried, Weißes Scherzel) herausgearbeitet.

Die Qualität ist dem Konsumenten bei Rindfleisch wichtig. So wird auch beim in den letzten Jahren immer beliebter gewordenen Grillen von Rindfleisch (z. B. Steaks von Rostbraten und Beiried) die Fleischqualität stark thematisiert (z.B. AMA Grillclub, Weber's Grillkurse, Grillbücher etc.). Im Rahmen des Projektes wurden kolportierte Qualitäts-Unterschiede zwischen den Teilstücken (Muskeln) wissenschaftlich bewertet.

2. Tiere, Material und Methoden

Der Rindermastversuch wurde an der Landwirtschaftlichen Fachschule (LFS) Obersiebenbrunn (NÖ) durchgeführt. Insgesamt wurden im Versuch 47 Fresser (davon 36 männliche und 11 weibliche) gemästet. Die Fresser wurden mit einem Durchschnittsgewicht von 164 kg und einem Durchschnittsalter von 4 Monaten zugekauft und in 3 Durchgängen gemästet (je 5 bzw. 6 Tiere pro Durchgang). Die Hälfte der männlichen Tiere wurde jeweils eine Woche nach dem Zukauf kastriert; somit standen 18 Stiere und 18 Ochsen im Versuch. Die 6 Kalbinnen des dritten Durchgangs wurden nicht mit ausgewertet, da sie bei der Schlachtung drei Monate älter als jene von Durchgang 1 und 2 waren und da zu Mastbeginn sowie ab einem Lebendgewicht von 400 kg keine Wiegungen vorlagen.

2.1 Haltung und Fütterung

Die Ochsen und Stiere wurden in einem Laufstall (Spaltenboden) mit plangefestigtem, eingestreutem Auslauf ins Freie gehalten. Die Kalbinnen wurden in einem Tieflaufstall gehalten und hatten ständig Zugang zu einer rund 0,5 ha großen, sehr extensiven Weide. Die Tiere wurden ungefähr

1 Mal im Monat gewogen. Da zwischen letzter Wiegung und Schlachtung durchschnittlich 1 bis 3 Wochen lagen, wurde das Mastendgewicht mittels Regression errechnet.

Die Kalbinnen und Ochsen erhielten eine Grundfütter-Ration bestehend aus rund 70 bis 90 % Maissilage und 10 bis 30 % Heu sowie ca. 2 kg Kraftfutter (KF) (Frischmasse) pro Tier und Tag. Die Ration der Stiere bestand ausschließlich aus Maissilage und KF, wobei jedem Tier pro Tag 3 kg KF gefüttert wurden. Die Stiere erhielten während der Mast zwei verschiedene KF-Mischungen (Mischung 1 bis 350 kg Lebendgewicht (LG), Mischung 2 ab 350 kg LG). Die Zusammensetzung der KF-Mischungen findet sich in *Tabelle 1* und die Nährstoff-Zusammensetzung aller Futtermittel ist in *Tabelle 2* dargestellt.

Bei der Maissilage fallen der geringe Energiegehalt von 10,1 MJ ME auf (Zielwert laut Futtermittellabor Rosenau 10,7 bis 11,0 MJ), sowie die hohen Rohfaser- (Zielwert 190 bis 210) und Rohasche-Gehalte (Zielwert < 40) auf.

2.2 Ergebung der Schlachtleistung

Nach Erreichen des angestrebten Mastendgewichts (Kalbinnen ca. 550 kg, Ochsen ca. 650 kg, Stiere ca. 730 kg) wurden die Tiere in einem nahegelegenen Schlachthof geschlachtet. Die Mastendgewichte wurden so gewählt, damit alle Tiere bei der Schlachtung ähnliche Verfettungsgrade aufweisen, aber auch um den in der Praxis anzutreffenden Mastendgewichten annähernd Rechnung zu tragen. Am Tag nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörper zerlegt (Absetzen zwischen 8. und 9. Rippe), wobei die Gewichte aller Teilstücke sowie die Fleisch- und Fettklasse festgestellt wurden. Aus den erhobenen Daten wurde das Schlachtkörpergewicht kalt (Schlachtkörpergewicht warm * 0,98), die Nettotageszunahme (Schlachtkörpergewicht kalt / Schlachtalter * 1.000), die Ausschachtung (Schlachtkörpergewicht

Tabelle 1: Kraftfutter-Zusammensetzung (in %)

	Kalbinnen und Ochsen	Stiere < 350 kg LG	Stiere > 350 kg LG
Winterweizen	30		
Wintergerste	30	15	21
Körnermais	25		36
Sojaextraktionsschrot 44		40	12
Rapsextraktionsschrot	12	20	16
Sonnenblumenextraktionsschrot		20	10
Mineralstoffmischung (Schaumann)	3	5,5	5,5

Tabelle 2: Nährstoff-Zusammensetzung der eingesetzten Futtermittel

Merkmal (wenn nicht anders angegeben g/kg TM)	Maissilage	Heu	KF Kalbinnen / Ochsen	KF Stiere < 350 kg LG	KF Stiere > 350 kg LG
Anzahl Futterproben	9	9	8	5	4
Trockenmasse, g/kg FM	276	873	875	879	878
Energiegehalt, MJ ME/kg TM	10,1	8,0	13,2	11,8	12
XP	78	112	160	359	217
XL	26	15	22	14	21
XF	258	300	51	104	73
XA	54	86	57	119	94
NDF	493	613	180	199	183
ADF	290	362	71	146	91
ADL	30	57	21	42	28

kalt / Mastendgewicht * 100) und der Anteil wertvoller Teilstücke (Anteil von Rostbraten, Beiried, Filet, Keule und Hinterhese am Schlachtkörper) berechnet.

2.3 Untersuchung der Fleischqualität

Sämtliche Fleischqualitäts-Untersuchungen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Methodik der Fleischqualitätsuntersuchungen kann in VELIK et al. (2013) und VELIK et al. (2015) nachgelesen werden.

Im Zuge der Schlachtkörperzerlegung wurden vom Englischen (Rostbraten und Beiried) (*Musculus longissimus*) und vom Weißen Scherzel (*Musculus semitendinosus*) Proben für Fleischqualitäts-Untersuchungen entnommen. Die Fleischstücke wurden 7 bzw. 14 Tage in Vakuumsäcken gereift und unmittelbar danach untersucht. Von einer Probe des Rostbratens wurden nach 7 Tagen Fleischreifung Fleisch- und Fettfarbe, Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust sowie Scherkraft gegrillt bestimmt. Nach 14-tägiger Fleischreifung wurden von einer weiteren Rostbratenscheibe nochmals Fleisch- und Fettfarbe, Koch- und Grillsaftverlust, Scherkraft gegrillt und Scherkraft gekocht erhoben. Von einer dritten Fleischscheibe des Rostbratens wurden zusätzlich wichtige Fleisch-Inhaltsstoffe (Trockenmasse, Rohprotein, intramuskuläres Fett, Rohasche, Fettsäuremuster, Mineralstoffe und Spurenelemente) bestimmt. Weiters wurde für die Verkostung durch 5 Personen vom Rostbraten eine 14 Tage gereifte Fleischprobe gezogen.

Um mögliche Unterschiede zwischen Rostbraten und Beiried feststellen zu können, wurden auch vom Beiried (14-tägige Fleischreifung) Fleischproben entnommen. An diesem Fleischstück wurden Fleisch- und Fettfarbe, Scherkraft gekocht sowie die Fleischinhaltsstoffe ermittelt.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS (Statistical Analysis System, Version 9.4, 2013). Das Signifikanzniveau (P-Wert) wurde bei 0,05 angesetzt. Unterschiedliche Hochbuchstaben (a,b,c) in den Ergebnistabellen deuten auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen hin. Tendenzielle Unterschiede (P-Wert zwischen 0,05 und 0,10) werden in den Ergebnistabellen nicht ausgewiesen. In den Ergebnistabellen sind die Least Square Means und Residualstandardabweichungen (s_e) dargestellt.

Die Daten der Mast- und Schlachtleistung wurden mit einem GLM-Modell mit dem fixen Faktor Geschlecht (Stier, Ochse, Kalbin) ausgewertet. Die Tageszunahmen, die aus den monatlichen Tierwiegun-gen ermittelt wurden, wurden zusätzlich mit einem MIXED-Modell mit Geschlecht und Lebenswoche als fixe Effekte und Lebenswoche als wiederholte Messung ausgewertet.

Die Auswertung der Fleischqualität wurde mit drei MIXED-Modellen durchgeführt. In Modell I wurde die Fleischqualität des Rostbratens mit Hilfe der fixen Faktoren Geschlecht und Reifedauer (7, 14 Tage) analysiert. Im MIXED-Modell II waren Geschlecht und Teilstück (Rostbraten, Beiried) die fixen Effekte. Im MIXED-Modell III wurden die Fleischinhaltsstoffe mit Geschlecht und Teilstück (Rostbraten, Beiried, Weißes Scherzel) als fixe Effekte ausgewertet. Im Modell I war die Reifedauer, in den Modellen II und III das Teilstück die wiederholte Messung. In allen MIXED-Modellen war das Tier die kleinste experimentelle Einheit und es wurde die cs-Kovarianzstruktur gewählt. Wechselwirkungen zwischen den fixen Effekten wurden getestet, da sie jedoch für die wesentlichen Fleischqualitätsmerkmale nicht signifikant waren bzw. keine praktische Relevanz haben, wurden sie im Modell nicht berücksichtigt.

Tabelle 3: Einfluss des Geschlechts auf die Mastleistung

Merkmal	Geschlecht			s _e
	Kalbin	Ochse	Stier	
Alter Mastbeginn, Tage (d)	150 ^a	113 ^b	114 ^b	11,7
Lebendgewicht Mastbeginn, kg	190 ^a	157 ^b	156 ^b	17,4
Mastendgewicht, kg	560 ^c	656 ^b	745 ^a	25,5
Schlachalter, d	479 ^b	472 ^b	520 ^a	27,9
Mastdauer, d	329 ^c	359 ^b	406 ^a	25,8
Tägliche Zunahmen, Mastphase ¹ , g	1.045 ^b	1.341 ^a	1.414 ^a	392,9
Tägliche Zunahmen, Mastphase ² , g	1.127 ^b	1.398 ^a	1.454 ^a	119,0
Tägliche Zunahmen, gesamtes Leben, g	1.088 ^b	1.310 ^a	1.358 ^a	90,7

¹ Auswertung anhand der monatlichen Einzelwiegungen

² (Mastendgewicht – Zukaufgewicht) / Mastdauer * 1.000

^{a,b} unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede

Tabelle 4: Einfluss des Geschlechts auf die Schlachtleistung

Merkmal	Geschlecht			s _e
	Kalbin	Ochse	Stier	
Mastendgewicht, kg	560 ^c	656 ^b	745 ^a	25,5
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	294 ^c	338 ^b	408 ^a	16,8
Nettotageszunahme ¹ , g/Tag	614 ^c	718 ^b	787 ^a	45,3
Ausschlachtung kalt ² , %	52,5 ^b	51,5 ^b	54,8 ^a	1,82
Fleischigkeit (1=P, 5=E)	3,5	3,3	3,6	-
Fettklasse (1=mager, 5=fett)	2,7 ^a	2,7 ^a	2,2 ^b	-
in % vom Mastendgewicht				
Kopf	2,3	2,2	2,3	0,24
Haut	8,8 ^a	8,2 ^b	8,8 ^a	0,59
Herz, Lunge, Zwerchfell	1,5	1,4	1,5	0,16
Leber	1,2 ^a	1,1 ^{ab}	1,0 ^b	0,10
Nierenfett	2,3	3,1	2,5	1,02
Nierenfett, kg	12,8 ^b	20,2 ^a	18,4 ^{ab}	6,98
Teilstücke (in % vom Schlachtkörpergewicht kalt)				
Kamm (Hals)	8,4 ^b	8,6 ^b	9,7 ^a	1,11
Vorderhese (Vorderer Wadschinken)	4,0	3,8	3,7	0,62
Fehlrippe (Hinteres Ausgelöstes)	8,9 ^b	9,0 ^b	10,3 ^a	1,05
Bug (Schulter)	11,6	11,8	12,2	0,71
Brust- und Spannrippe	12,0	12,5	12,5	1,25
Fleisch- und Knochendünnung (Rippen)	10,5 ^{ab}	11,3 ^a	10,0 ^b	0,98
Hinterhese (Hinterer Wadschinken)	5,1 ^a	5,2 ^a	4,5 ^b	0,42
Schlegel (Keule)	28,4 ^a	26,9 ^b	26,9 ^b	0,91
Englischer (Beiried, Rostbraten)	8,6 ^a	8,5 ^{ab}	8,1 ^b	0,66
Anteil wertvoller Teilstücke ³	44,3 ^a	42,2 ^b	41,2 ^b	1,29
Wertvolle Teilstücke ³ , kg	64,8 ^c	70,9 ^b	84,0 ^a	3,00

¹ Nettotageszunahme = Schlachtkörpergewicht kalt / Schlachalter * 1.000

² Ausschlachtung = Schlachtkörpergewicht kalt / Mastendgewicht * 100

³ Englischer, Lungenbraten, Schlegel, Hinterhese

^{a,b} unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede

3. Ergebnisse

3.1 Mastleistung

Die Mastleistung der Stiere, Kalbinnen und Ochsen ist in *Tabelle 3* dargestellt. Die Tiere wurden als Fresser zugekauft, wobei die Kalbinnen beim Zukauf signifikant älter (rund 1 Monat) und schwerer (rund 30 kg) als die Ochsen und Stiere waren. Die Mastendgewichte unterschieden sich versuchsbedingt deutlich und wurden entsprechend dem Versuchsplan eingehalten. Das Schlachalter war bei den Kalbinnen und Ochsen identisch, während die Stiere signifikant älter waren. Die täglichen Zunahmen waren bei den Ochsen und Stieren ähnlich hoch (rund 1.350 g bzw. 1.400 g in der Mastphase), während sie bei den Kalbinnen signifikant niedriger waren (1.050 g in der Mastphase).

Da keine Futterraufnahmen erhoben wurden, kann keine Aussage zur Futtermittelverwertung der drei Rinder-Kategorien gemacht werden.

3.2 Schlachtleistung

Die Schlachtleistungsdaten sind in *Tabelle 4* dargestellt. Wie beim Mastendgewicht fand sich auch beim Schlachtkörpergewicht ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern, der auf die Versuchsanstellung zurückzuführen ist. Während Stiere und Ochsen ähnliche Tageszunahmen erreichten (*Tabelle 3*), hatten die Ochsen signifikant niedrigere Nettotageszunahmen als die Stiere, aber höhere als die Kalbinnen. Die Ausschlachtung war bei den Stieren signifikant höher als bei den Kalbinnen und Ochsen. Hinsichtlich Fleischigkeit wurden weder signifikante noch tendenzielle Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt. Ziel des Versuches war eine ähnliche Schlachtkörperabdeckung zu erzielen, was bei Betrachtung des Merkmals Fettklasse nicht erreicht wurde, wohl aber beim Nierenfettanteil bezogen auf das Schlachtkörpergewicht. Die Stiere waren, trotz des hohen Mastendgewichts deutlich weniger verfettet als die Kalbinnen und Ochsen, erreichten aber die von Vermarktungsseite geforderte Fettklasse 2. Von den insgesamt 47 gemästeten Rindern erreichte nur ein Ochse Fettklasse 4; zwei Ochsen wurden in die Fleischklasse O eingestuft. Alle anderen Rinder wurden mit U/R und Fettklasse 2 bzw. 3 bewertet.

Der Anteil wertvoller Teilstücke (bezogen auf das Schlachtkörpergewicht) war bei den Kalbinnen am höchsten; absolut (in kg) wiesen die

Stiere bei den wertvollen Teilstücken die höchsten Werte auf.

3.3 Fleischqualität

3.3.1 Sensorisch, technologische Fleischqualität

In *Tabelle 5* ist der Einfluss von Geschlecht (Stier, Kalbin, Ochse), Reifedauer (7, 14 Tage) und Teilstück (Rostbraten, Beiried) auf die Fleischqualität beschrieben. Zu beachten ist, dass der Einfluss von Geschlecht, Reifedauer und Teilstück in zwei getrennten statistischen Auswertungen untersucht werden musste, da für das Beiried nur nach 14 Tagen Fleischreifung Daten vorlagen. Die Ergebnisse für das Merkmal Geschlecht in *Tabelle 5* sind aus der statistischen Auswertung mit Modell I (Geschlecht und Reifedauer als fixe Faktoren). Die LSmeans und Signifikanzen für das Geschlecht aus der statistischen Auswertung "Geschlecht und Teilstück" werden nicht dargestellt; sie sind jenen in *Tabelle 5* sehr ähnlich.

Einfluss des Geschlechts

Das Ochsenfleisch war im Vergleich zum Kalbinnen- und Stierfleisch am hellsten. Das Kalbinnenfleisch war am frischen Anschnitt intensiver rot als das Ochsenfleisch, noch 2-stündiger Lagerung im Kühlschrank war allerdings kein Unterschied in der Rotfärbung zwischen den Geschlechtern mehr nachweisbar. Die Gelbfärbung des Fleisches war bei den Stieren deutlich weniger intensiv ausgeprägt als bei Kalbin und Ochse. Bei der Fettfarbe fiel auf, dass das Fett der Kalbinnen deutlich dunkler und intensiver gelb gefärbt war als jenes der beiden anderen Kategorien, was auf den Zugang zu einer extensiven Weidefläche zurückzuführen sein dürfte.

Das Safthaltevermögen des Fleisches gibt Auskunft darüber wie gut das Fleisch für die Zubereitung und Verarbeitung geeignet ist. Beim Tropf- und Kochsaftverlust gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Das Stierfleisch verlor beim Grillen signifikant mehr Wasser als das Kalbinnenfleisch. Bei der am gegrillten Fleisch ermittelten Scherkraft (objektives Maß für die Fleischzartheit) erwies sich das Stierfleisch als signifikant zäher als das Kalbinnen- und Ochsenfleisch. Bei der am gekochten Fleisch ermittelten Scherkraft war das Stierfleisch gegenüber Ochsenfleisch signifikant, gegenüber Kalbinnenfleisch aber nur tendenziell zäher.

Die Verkostungs-Ergebnisse sind in *Tabelle 6* dargestellt. Die Verkostung wurde am Rostbraten nach 14-tägiger Fleischreifung durchgeführt. Hinsichtlich Saftigkeit, Zartheit und Gesamteindruck wurde das Ochsenfleisch am besten beurteilt; das Stierfleisch wurde bei allen vier Merkmalen am niedrigsten bewertet. Das Stierfleisch sensorisch am schlechtesten bewertet wird, deckt sich mit den Ergebnissen zu Scherkraft und Grillsaftverlust in *Tabelle 5* sowie den niedrigeren intramuskulären Fettgehalten in *Tabelle 7*.

Tabelle 6: Einfluss des Geschlechts bei der Verkostung des Rostbratens

Merkmal	Geschlecht		
	Kalbin	Ochse	Stier
Saftigkeit	4,1 ^b	4,5 ^a	3,7 ^c
Zartheit	4,4 ^b	4,8 ^a	3,4 ^c
Geschmack	4,7 ^a	4,8 ^a	4,1 ^b

^{a,b} unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede
Bewertung nach 6-teiligem Bewertungsschema (1 = sehr trocken, sehr zäh, wenig ausreichender Geschmack; 6 = sehr saftig, sehr zart, ausgezeichnete Geschmack)

Tabelle 5: Einfluss von Geschlecht, Reifedauer und Teilstück auf die sensorisch, technologische Fleischqualität

Merkmal	Geschlecht ¹			Reifedauer		Teilstück		s _e ¹	s _e ²
	Kalbin	Ochse	Stier	7 Tage	14 Tage	Rostbraten	Beiried		
Fleischfarbe, 0 h Oxidation									
Helligkeit (L)	39,5 ^b	41,3 ^a	38,4 ^b	39,2 ^b	40,3 ^a	40,3	40,2	0,72	0,93
Rotton (a)	16,0 ^a	14,7 ^b	15,3 ^{ab}	14,4 ^b	16,3 ^a	16,2 ^b	17,3 ^a	1,69	0,89
Gelbton (b)	14,4 ^a	14,5 ^a	13,2 ^b	13,0 ^b	15,1 ^a	15,0	15,0	0,86	0,86
Fleischfarbe, 2 h Oxidation									
Helligkeit (L)	40,0 ^b	42,0 ^a	38,9 ^b	39,7 ^b	41,0 ^a	41,0	40,6	0,88	1,16
Rotton (a)	19,4	18,8	18,9	18,1 ^b	20,0 ^a	19,9 ^b	20,8 ^a	0,90	0,90
Gelbton (b)	16,4 ^{ab}	17,0 ^a	15,4 ^b	15,3 ^b	17,2 ^a	17,2	17,2	0,12	0,79
Fettfarbe, 0 h Oxidation									
Helligkeit (L)	73,5 ^b	76,7 ^a	76,4 ^a	74,3 ^b	76,7 ^a	76,5 ^a	71,3 ^b	0,97	0,97
Rotton (a)	3,7 ^a	2,2 ^b	2,7 ^{ab}	2,8	2,9	3,1 ^b	4,6 ^a	0,83	0,88
Gelbton (b)	16,3 ^a	12,8 ^b	12,6 ^b	13,5	14,4	14,4	15,1	0,92	0,89
Wasserbindungsvermögen, %									
Tropfsaftverlust ³	1,3	1,0	1,0					0,60	
Kochsaftverlust (TSV) ³	29,4	26,8	27,8						3,43
Kochsaftverlust (SKK) ²	20,9	20,5	21,2			18,6 ^b	23,2 ^a		0,97
Grillsaftverlust warm	21,5 ^{ab}	20,9 ^b	23,1 ^a	21,1 ^b	22,5 ^a			0,93	
Grillsaftverlust kalt	29,8 ^{ab}	28,4 ^b	31,3 ^a	29,4	30,2			0,94	
Zartheit (in kg Force)									
Scherkraft gegrillt	3,65 ^b	3,21 ^b	4,47 ^a	4,25 ^a	3,30 ^b			0,593	
Scherkraft gekocht ^{2,4}	3,09 ^{ab}	3,01 ^b	3,43 ^a			3,07	3,29		0,338

¹ aus Auswertung Geschlecht und Reifedauer (statist. Modell I)

² aus Auswertung Geschlecht und Teilstück (statist. Modell II)

³ Tropfsaft- und Kochsaftverlust (TSV) wurden nur nach 7-tägiger Reifung untersucht

⁴ 14 Tage Fleischreifung

^{a,b} unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb der Gruppen bedeuten signifikante Unterschiede

Einfluss von Reifedauer und Teilstück

Mit zunehmender Reifedauer im Vakuumsack (7 vs. 14 Tage) wurden das Fleisch heller und die Rot- und Gelbfärbung intensiver (Tabelle 7). Bei längerer Fleischreifung wurde auch die Fettfarbe heller, Rot- und Gelbfärbung des Fettes blieben jedoch unverändert. Der Grillsaftverlust nahm mit längerer Reifedauer zu und die Scherkraft ab, das Fleisch wurde also zarter. Die Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Reifedauer war nicht signifikant. Das bedeutet, dass hinsichtlich Fleischzartheit nicht nur für Stierfleisch, sondern auch für Kalbinnen- und Ochsenfleisch eine 14-tägige Fleischreifung empfehlenswert ist.

Der Englische (Rostbraten und Beiried) ist ein beliebtes Teilstück für die Steak-Gewinnung und fürs Grillen. Rostbraten und Beiried unterschieden sich nicht in der Fleischhelligkeit. Der Rotton von Fleisch und Fett war im Beiried intensiver ausgeprägt als im Rostbraten. Zusätzlich war das Fett im Beiried signifikant dunkler als im Rostbraten. Das Beiried zeigte beim Kochen höhere Kochsaftverluste. Bei der Fleischzartheit (Scherkraft) zeigten sich zwischen den beiden Teilstücken keine Unterschiede.

3.3.2 Fleisch-Inhaltsstoffe

In Tabelle 7 wird der Einfluss von Geschlecht und den drei Teilstücken Rostbraten, Beiried und Weißes Scherzel auf wichtige Fleischinhaltsstoffe dargestellt.

Einfluss des Geschlechts

Das Stierfleisch enthielt im Vergleich zum Kalbinnen- und Ochsenfleisch den niedrigsten intramuskulären Fettgehalt, was sich auch im niedrigeren Trockenmassegehalt widerspiegelte. Das Fettsäuremuster von Fleisch wird sehr stark durch die Fütterung beeinflusst. Trotzdem konnten

zwischen den Geschlechtern Unterschiede festgestellt werden. Stierfleisch enthielt die niedrigsten Gehalte an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) (bezogen auf 100 g Fettsäure-Methyl-Ester (FAME)) aber die höchsten Gehalte an mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA) und Omega-6-Fettsäuren. Die Gehalte an konjugierte Linolsäuren (CLA) und Omega-3-Fettsäuren waren im Ochsenfleisch am niedrigsten. In den gesättigten Fettsäuren (SFA) zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Mengen- und Spurenelemente werden vom Menschen in nur sehr geringen Mengen benötigt, haben aber ganz wesentliche Aufgaben im Körper. Rindfleisch ist in unserer Ernährung eine wichtige Quelle für Eisen (Fe) und Zink (Zn). Bei den Mineralstoffen zeigte sich kein einheitliches Bild. Die Fe- und Zn-Gehalte waren im Ochsenfleisch signifikant niedriger als im Kalbinnen- und Stierfleisch. Zusätzlich enthielt das Ochsenfleisch die geringsten Gehalte an Mangan (Mn) und Kupfer (Cu). Bei den Elementen Calcium (Ca) und Kalium (K) fanden sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Bei den Mengenelementen Magnesium (Mg) und Phosphor (P) hatte das Kalbinnenfleisch statisch abgesichert die höchsten Gehalte. Stierfleisch enthielt die höchsten Gehalte an Zn und Cu, gefolgt vom Kalbinnenfleisch.

Einfluss des Teilstücks

Der intramuskuläre Fett- und der Trockenmassegehalt unterschieden sich deutlich zwischen den drei Teilstücken mit den niedrigsten Gehalten im Weißen Scherzel und den höchsten im Beiried. Das Weiße Scherzel enthielt außerdem im Vergleich zum Rostbraten den niedrigsten Rohprotein-gehalt. Bei den Fettsäuren zeigte sich kein einheitliches Bild. Im Weißen Scherzel waren die Gehalte an Omega-3-Fettsäuren und Omega-6-Fettsäuren und folglich auch

Tabelle 7: Einfluss von Geschlecht und Teilstück (Beiried, Rostbraten, Weißes Scherzel) auf die Fleischzusammensetzung

Merkmal (im Frischfleisch)	Geschlecht			Teilstück			s _e
	Kalbin	Ochse	Stier	Rostbraten	Beiried	WScherzel	
Hauptnährstoffe							
Rohprotein, g	224	224	223	225 ^a	224 ^{ab}	222 ^b	1,0
intramuskulär. Fett, g	29 ^a	33 ^a	22 ^b	30 ^b	38 ^a	16 ^c	1,0
Trockenmasse, g	265 ^a	266 ^a	253 ^b	263 ^b	272 ^a	248 ^c	0,6
Rohasche, g	10,6	10,6	10,6	10,4 ^b	10,4 ^b	11,0 ^a	0,28
Fettsäuren (FS) (g/100 g FS)							
SFA	44,9	44,8	44,1	47,2 ^a	44,7 ^b	41,9 ^c	1,26
MUFA	48,9 ^a	49,7 ^a	45,3 ^b	46,4 ^c	49,2 ^a	48,3 ^b	1,24
Ω6-FS	4,9 ^b	4,8 ^b	9,1 ^a	5,4 ^b	5,1 ^b	8,2 ^a	1,22
Ω3-FS	1,01 ^a	0,54 ^c	0,82 ^b	0,67 ^b	0,66 ^b	1,04 ^a	0,126
CLA	0,30 ^a	0,25 ^b	0,31 ^a	0,26 ^b	0,30 ^a	0,30 ^a	0,017
PUFA	6,3 ^b	5,5 ^b	10,2 ^a	6,3 ^b	6,1 ^b	9,6 ^a	1,32
Verhältnisse							
Ω6/Ω3	4,8 ^c	8,9 ^b	10,9 ^a	8,2	8,1	8,4	0,74
PUFA/SFA	0,14 ^b	0,13 ^b	0,23 ^a	0,14 ^b	0,14 ^b	0,23 ^a	0,03
Mengen- und Spurenelemente							
Fe, mg	24 ^a	20 ^b	24 ^a	23 ^b	26 ^a	21 ^b	1,0
Zn, mg	42 ^b	38 ^c	49 ^a	48 ^a	40 ^b	41 ^b	1,0
Mn, mg	0,09 ^a	0,07 ^b	0,08 ^a	0,07 ^b	0,09 ^a	0,07 ^b	0,022
Cu, mg	0,6 ^b	0,5 ^c	0,7 ^a	0,6 ^b	0,7 ^a	0,6 ^b	0,10
Na, mg	501 ^{ab}	488 ^b	526 ^a	456 ^c	546 ^a	512 ^b	1,0
Ca, g	0,06	0,06	0,06	0,06 ^b	0,08 ^a	0,04 ^c	0,022
Mg, g	0,25 ^a	0,23 ^b	0,24 ^b	0,23 ^b	0,24 ^a	0,24 ^a	0,013
K, g	3,8	3,8	3,8	3,8 ^b	3,6 ^c	4,0 ^a	0,80
P, g	1,9 ^a	1,8 ^b	1,8 ^b	1,8 ^b	1,8 ^b	1,9 ^a	0,16

^{a,b} unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb der Gruppen bedeuten signifikante Unterschiede

an PUFA am höchsten und der SFA-Gehalt am niedrigsten. Im Rostbraten war der Gehalt an SFA am höchsten und die Gehalte an MUFA und CLA am niedrigsten. Im Beiried war der Gehalt an MUFA signifikant höher als in Rostbraten und Weißem Scherzel.

Das Weiße Scherzel enthielt den höchsten Rohasche-Gehalt, was ein Indikator für einen hohen Gehalt an Mengen- und Spurenelementen sein kann. Das Weiße Scherzel enthielt die höchsten Gehalte an K und P, den beiden mengenmäßig wichtigsten Mengenelementen.

Das Beiried enthielt die höchsten Gehalte an Fe, Ca, Mg, Natrium (Na), Mn und Cu. Der Rostbraten enthielt die höchsten Gehalte an Zn, aber die niedrigsten Gehalte an Mg und Na. Rostbraten und Beiried entsprechen demselben Muskel (*M. longissimus*) und werden auch als Englischer zusammengefasst. Dennoch unterschieden sie sich im intramuskulären Fettgehalt, Trockenmassegehalt, Rohaschegehalt, in den Fettsäuregruppen SFA, MUFA und CLA sowie in allen Mineralstoffen (mit Ausnahme von P).

4. Diskussion

Im folgenden Kapitel werden nur die Ergebnisse zum Einflussfaktor Geschlecht mit Literaturstellen verglichen. Die Diskussion zur Fleischreifung und zum Teilstückvergleich kann im Projekt-Abschlussbericht (siehe Homepage der HBLFA Raumberg-Gumpenstein) nachgelesen werden. Zur Mast von Stieren, Kalbinnen und Ochsen liegen viele Veröffentlichungen vor, allerdings sind diese teilweise schon mehr als zwei Jahrzehnte alt bzw. behandeln immer nur eine Rinderkategorie. Zusätzlich ist beim Vergleich von Literaturstellen zu beachten, dass Ochsen und Kalbinnen häufig weniger intensiv als Stiere gemästet werden, was einen Vergleich erschwert. In der Diskussion wird nur auf statistische Unterschiede zwischen den Geschlechtern eingegangen; die in den Tabellen zu findenden Zahlen werden nicht mit (absoluten) Werten aus der Literatur verglichen.

Im vorliegenden Versuch erreichten die Ochsen ähnliche Tageszunahmen wie die Stiere (*Tabelle 3*), was in Widerspruch zu Veröffentlichungen von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990), STEEN (1995) und PRADO et al. (2009) steht, bei denen Stiere bei intensiver Fütterung signifikant höhere Tageszunahmen erreichten als intensiv gemästete Ochsen. Hier muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass die Stiere mit rund 80 kg höherem Mastendgewicht geschlachtet wurden als die Ochsen und dass die Zunahmen bei höheren Lebendmassen zurückgehen. Die deutlich geringeren täglichen Zunahmen der Kalbinnen im Vergleich zu Stieren und Ochsen werden von mehreren früheren Versuchen bestätigt (SCHWARZ und KIRCHGESSNER 1990, LINK et al. 2007, STEINWIDDER et al. 2007, BUREŠ und BARTOŇ 2012). Dies ist unter anderem auf einen unterschiedlichen Fett-, Energie- und Proteinansatz der Rinder-Kategorien zurückzuführen (STEEN und KILPATRICK 1995, STEINWIDDER 1996). Im vorliegenden Versuch wurden keine Futteraufnahme-Daten erhoben, weshalb auch keine Aussage zur Futterverwertung (Futter-, Energie-, Proteinbedarf pro kg Zuwachs) gemacht werden kann.

Im Gegensatz zu den Tageszunahmen war die Nettozunahme bei den Ochsen signifikant niedriger als bei den Stieren und bei den Kalbinnen wiederum signifikant niedriger als bei

den Ochsen (*Tabelle 4*). Dies deckt sich mit den Ergebnissen von FRICKH et al. (2002), LINK et al. (2007) und VELIK et al. (2008) bei Maissilage-Kraftfutterbetonter Mast.

Ziel des Versuchs war das Erreichen einer ähnlichen Schlachtkörper-Fetteinlagerung. Dies wurde bei der Kenngröße Nierenfettanteil bezogen auf das Schlachtkörpergewicht erreicht, nicht jedoch bei der Fettklasse (*Tabelle 4*). Die Schlachtkörper-Fetteinlagerung wird neben anderen Einflussgrößen stark von der Fütterungsintensität und dem Mastendgewicht beeinflusst. Die Schlachtkörper von Kalbinnen und Ochsen wurden mit höherer Fettklasse bewertet als jene der Stiere (*Tabelle 4*), was in der Literatur mehrfach belegt ist. Zusätzlich ist aus der Literatur bekannt, dass Stiere deutlich weniger intramuskuläres Fett (IMF) einlagern als Kalbinnen und Ochsen (MANDELL et al. 1997, FRICKH et al. 2003, VELIK et al. 2008, BUREŠ und BARTOŇ 2012, VELIK et al. 2015). Die höheren IMF-Gehalte von Kalbinnen- und Ochsenfleisch im Vergleich zu Stierfleisch gehen oft mit zarterem Fleisch einher (TEMISAN 1989), was in der vorliegenden Untersuchung (Scherkraftwerte in *Tabelle 5* und Verkostungsergebnis in *Tabelle 6*) bestätigt wurde. Auch in Versuchen von FRICKH et al. (2002) und BUREŠ und BARTOŇ (2012) wurde Stierfleisch im Rahmen der Verkostung deutlich zäher als Kalbinnen- und Ochsenfleisch beurteilt, bei der Scherkraft fanden FRICKH et al. (2002) allerdings keine statistischen Unterschiede.

Im vorliegenden Versuch war das Ochsenfleisch heller als das Kalbinnen- und Stierfleisch (*Tabelle 5*), was teilweise in Widerspruch zu FRICKH et al. (2002) steht, bei denen nicht nur das Ochsenfleisch, sondern auch das Kalbinnenfleisch heller war als Stierfleisch. Bei VELIK et al. (2008) fanden sich keine Helligkeitsunterschiede zwischen Kalbinnen- und Stierfleisch. Die Fettfarbe des Kalbinnenfleisches war dunkler und gelblicher als jene von Ochsen und Stieren (*Tabelle 5*), was zumindest numerisch von FRICKH et al. (2003) bestätigt wurde. Die gefundenen Unterschiede in der Fettfarbe können allerdings nicht direkt mit dem Geschlecht verknüpft werden, da nur die Kalbinnen Zugang zu einer extensiven Weide hatten und aus der Literatur bekannt ist, dass Grünfutter zu einer gelberer Fettfarbe führen kann. VELIK et al. (2008) fanden bei intensiver Fütterung von Stieren und Kalbinnen mit Grassilage keine Unterschiede in der Fett-Helligkeit, das Fett der Kalbinnen war jedoch intensiver gelb gefärbt.

Im Tropfsaftverlust wurden im vorliegenden Versuch (*Tabelle 5*) sowie von FRICKH et al. (2003) und BUREŠ und BARTOŇ (2012) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt. Im Versuch von VELIK et al. (2008) hatte Kalbinnenfleisch einen deutlich höheren Tropfsaftverlust als Stierfleisch. Im Kochsaftverlust fanden sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern (*Tabelle 5*), der Grillsaftverlust war bei den Stieren allerdings am höchsten, was sich mit Ergebnissen von VELIK et al. (2008) deckt, allerdings in Widerspruch zu FRICKH et al. (2003) steht.

Das Fettsäuremuster von Fleisch hängt sehr stark von der Fütterung ab. Prinzipiell erhöht eine Grünland-basierte Fütterung die ernährungsphysiologisch wertvollen Omega-3-Fettsäuren und CLA und reduziert die bei zu hoher Aufnahme schädlichen SFA. Beim Vergleich der drei Rinder-Kategorien muss bedacht werden, dass die Kalbin-

nen und Ochsen auch Heu aufnahmen und die Kalbinnen zusätzlich Zugang zu einer Weide hatten. Zusätzlich muss bei Literaturvergleichen berücksichtigt werden, welches Fett untersucht wurde (Muskelfleisch, subkutanes Fett etc.) und worauf sich die Werte beziehen (Gesamtfett, Lipidgruppe, Gesamtfettsäuren etc.). Im vorliegenden Versuch fanden sich keine Unterschiede im Gehalt an SFA zwischen den drei Geschlechtern. Das Stierfleisch enthielt die höchsten Gehalte an Omega-6-Fettsäuren und PUFA und die niedrigsten Gehalte an MUFA (Tabelle 7). Diese Ergebnisse werden in der Literatur mehrfach bestätigt (FRICKH et al. 2003, PRADO et al. 2009, BARTOŇ et al. 2011, TERLER et al. 2015).

Der ernährungsphysiologische Wert von Fleisch hängt auch von seinem Mineralstoffgehalt ab. Der Mineralstoffgehalt von Rindfleisch wird von zahlreichen Faktoren wie Geschlecht, Rasse, Genetik, Alter, Muskeltyp oder Futterration beeinflusst (DUAN et al. 2015). In der Literatur finden sich nur wenige Studien, die den Einfluss des Geschlechts auf den Mineralstoffgehalt von Rindfleisch untersuchten. SEIDEMAN et al. (1989) fanden wie im vorliegenden Versuch (Tabelle 7) in Stierfleisch höhere Gehalte an Zn und Fe als in Ochsenfleisch. Auch FLOREK et al. (2007) fanden in Stierfleisch höhere Gehalte an bestimmten Mineralstoffen im Vergleich zu Kalbinnenfleisch. SEIDEMAN et al. (1989) und FLOREK (2007) führten dies auf Unterschiede in der physiologischen Schlachtkörperreife/Verfettung zurück.

5. Fazit für die Praxis

In Tabelle 8 sind die wichtigsten Unterschiede zwischen Kalbin, Ochse und Stier in Mastleistung, Schlachtleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität zusammengefasst. Grau hinterlegt bedeutet, dass in diesem Merkmal die jeweilige Rinder-Kategorie(n) am besten beurteilt wird.

- Kalbinnen und Ochsen sind auch bei intensiver Fütterung Stieren in der Schlachtleistung (Ausschlachtung, Nettozunahmen, absoluter Menge an wertvollen Teilstücken) unterlegen. Ochsen erreichen allerdings bei intensiver Fütterung ähnliche Tageszunahmen wie Stiere. Auch in der Fleischklasse werden Ochsen und Kalbinnen wie Stiere bewertet.
- Obwohl hier im Versuch nicht erhoben, ist aufgrund der Literatur davon auszugehen, dass Ochsen und Kalbinnen eine schlechtere Futterverwertung (höherer Futterbedarf pro kg Zunahme) als Stiere haben. Da in der Rindermast die Futterkosten neben den Tier-Zukaufkosten den Großteil der Direktkosten ausmachen, müssen Betriebe anhand der erzielbaren

Erlöse (Markenfleischprogramme, Direktvermarktung etc.) abwägen, ob die intensive Kalbinnen- und Ochsenmast mit Stier-ähnlichen Mastrationen für sie sinnvoll ist.

- Ein entsprechender Fettanteil in Schlachtkörper, Teilstück und Fleisch ist für eine gute Rindfleischqualität wichtig. Mastendgewichte von 550 kg (Kalbinnen) bzw. 650 kg (Ochsen) führen zu keiner zu starken Schlachtkörper-Verfettung. Zur Bewertung der Schlachtkörper-Fetteinlagerung sind neben der routinemäßig erhobenen Fettklasse auch der Nierenfettgehalt sowie der intramuskuläre Fettgehalt geeignet.
- Kalbinnen- und Ochsenfleisch ist in der Fleischqualität Stierfleisch überlegen. Für eine überzeugende Fleisch-zartheit und -saftigkeit ist ein intramuskulärer Fettgehalt von zumindest 2,5 % notwendig. Dieser Wert wird bei Stierfleisch trotz intensiver Fütterung und hohen Mastendgewichten meist nicht erreicht. Eine fachgerechte Zubereitung ist bei Rindfleisch generell wichtiger als bei anderen Fleischarten; bei Stierfleisch ist sie aber noch wichtiger als bei Kalbinnen- und Ochsenfleisch.
- Ochsenfleisch aus intensiver Fütterung hat eine ausgezeichnete Fleischqualität, die insbesondere bei Fleischverkostungen noch über der von Kalbinnen liegen kann. Ochsen und Kalbinnen sind daher für Premium-

Tabelle 8: Unterschiede und Stärken der drei Rinderkategorien

Merkmal	Geschlecht			Bewertung ¹
	Kalbin	Ochse	Stier	
Mastleistung				
Tägliche Zunahmen, g	1.050	1.340	1.410	↑ ist besser
Schlachtleistung				
Nettotageszunahme, g/Tag	620	720	790	↑ ist besser
Ausschlachtung, %	53	52	55	↑ ist besser
Fleischigkeit (I=P, 5=E)	3,5	3,3	3,6	↑ ist besser
Fettklasse (1=mager, 5=fett)	2,7	2,7	2,2	2-3 ideal
Nierenfett, %	2,3	3,1	2,5	
Anteil wertvoller Teilstücke, %	44	42	41	↑ ist besser
Wertvolle Teilstücke, kg	65	71	84	↑ ist besser
Fleischqualität				
<i>Fleischfarbe</i>				
Helligkeit (L)	40	41	38	34 - 40
Rotton (a)	16	15	15	≥ 10
Gelbton (b)	14	15	13	≥ 10
<i>Zubereitungsverluste, %</i>				
Kochsaftverlust	21	20	21	
Grillsaftverlust	22	21	23	≤ 22
<i>Zartheit, kg</i>				
Scherkraft gegrillt	3,7	3,2	4,5	↓ ist besser;
Scherkraft gekocht	3,1	3,0	3,4	< 4,0 gut; < 3,2 ausgezeichnet
<i>Verkostung</i>				
Zartheit	4,4	4,8	3,4	↑ ist besser;
Saftigkeit	4,1	4,5	3,7	zumindest > 3 auf
Geschmack	4,7	4,8	4,1	Skala von 1 - 6
<i>Nährstoffe</i>				
Rohprotein, g/kg FM	224	224	223	↑ ist besser
intramuskuläres Fett, %	2,9	3,3	2,2	2,5 - 4,5
gesättigte FS, g/100 g FS	45	45	44	↓ ist besser
Omega-3 FS, g/100 g FS	1,0	0,5	0,8	↑ ist besser
Eisen, mg/kg FM	24	20	24	↑ ist besser
Zink, mg/kg FM	42	38	49	↑ ist besser

¹ Fleischqualitäts-Kennzahlen nach FRICKH et al. (2001)
grau markiert bedeutet, dass statistisch abgesichert am besten

Markenfleischprogramme (wie es sie z.B. bereits mit Cult Beef gibt) mit Berücksichtigung weiterer (innerer) Fleischqualitäts-Merkmale prädestiniert.

- Neben einer optimalen Tierbehandlung rund um die Schlachtung sowie Schlachtkörperbehandlung ist eine 14-tägige Fleischreifung nicht nur für Stierfleisch, sondern auch für Kalbinnen- und Ochsenfleisch für eine gute Fleischartheit entscheidend. Vor allem bei Stierfleisch sollte man – bei optimalen Reifebedingungen – eine noch längere Fleischreifung der wertvollen Teilstücke andenken.
- Rostbraten und Beiried (Englischer) sind beliebte Teilstücke für die Steak-Gewinnung und fürs Grillen. Obwohl beide vom Rinderrücken stammen, unterscheiden sich Rostbraten und Beiried in Fettgehalt, Fettfarbe, Fleisch-Rotton, Zubereitungsverlusten beim Kochen sowie in bestimmten Fettsäuren und Mineralstoffen.
- Extensiv produziertes Kalbinnen- und Ochsenfleisch kann mit der Prozessqualität (also mit der Art und Weise wie es erzeugt wird, Schlagwort Tierwohl) punkten. Intensiv erzeugtes Kalbinnen- und Ochsenfleisch kann ganz stark mit der Produktqualität selbst punkten.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt der landwirtschaftlichen Koordinationsstelle für Bildung und Forschung des Landes NÖ und der LFS Obersiebenbrunn, im Besonderen den Lehrern Veronika Reisner und Andreas Fläckel sowie dem Stallpersonal und dem Fleischhauer für die gewissenhafte Versuchsdurchführung.

6. Literatur

- AMA (Agrarmarkt Austria), 2017: Lebend- und Schlachtgewichte, Schlachtausbeute, Schlachtungen sowie Fleischanfall. https://www.ama.at/getattachment/c9170514-b892-46ff-9e27-f2fd74e0d9b9/220_schlachtgew_2005-2016.pdf, besucht am 31.01.2018.
- AMA (Agrarmarkt Austria), 2018: <https://www.ama.at/Marktinformatio-nen/Vieh-und-Fleisch/Preise>, besucht am 31.1.2018.
- BARTOŇ, L., D. BUREŠ, T. KOTT und D. ŘEHÁK, 2011: Effect of sex and age on bovine muscle and adipose fatty acid composition and stearoyl-CoA desaturase mRNA expression. *Meat Sci.* 89, 444-450.
- BUREŠ, D. und L. BARTOŇ, 2012: Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech J. Anim. Sci.* 57, 34-43.
- BRANSCHIED, W., K.O. HONIKEL, G. VON LENGERKEN und K. TROEGER, 2007: Qualität von Fleisch und Fleischwaren – Band 1. 2. Auflage, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, 551 S.
- DUAN, Q., R.G. TAIT JR., M.J. SCHNEIDER, D.C. BEITZ, T.L. WHEELER, S.D. SHACKELFORD, L.V. CUNDIFF und J.M. REECY 2015: Sire breed effect on beef longissimus mineral concentrations and their relationships with carcass and palatability traits. *Meat Sci.* 106, 25-30.
- ELIAS CALLES, J.A., C.T. GASKINS, J.R. BUSBOOM, S.K. DUCKETT, J.D. CRONRATH und J.J. REEVES, 2000: Sire variation in fatty acid composition of crossbred Wagyu steers and heifers. *Meat Sci.* 56, 23-29.
- FLOREK M., Z. LITWINCZUK, M. KEDZIERSKA-MATYSEK, T. GRODZICKI und P. SKALECKI, 2007: Nutritional value of meat from *musculus longissimus lumborum* and *musculus semitendinosus* of young slaughter cattle (in Polish). *Med. Wet.* 63, 242–246. In: ŁOZICKI A., DYMNICKA M., ARKUSZEWSKA E., PUSTKO-WIAK H., 2012: Effect of pasture or maize silage feeding on the nutritional value of beef. *Anim. Sci.* 12, 81–93.
- FRICKH, J.J., 2001: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Forschungsbericht für das Projekt L 1168 im Auftrag des BMLFUW, Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Wieselburg, Austria, S. 14.
- FRICKH, J.J., R. BAUMUNG, K. LUGER und A. STEINWIDDER, 2002: Einfluss der Kategorie (Stiere, Ochsen, Kalbinnen) und des Kraftfütter-niveaus (Fütterungsintensität) auf der Basis von Gras- und Maissilage auf die Schlachtleistung und Fleischqualität. 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24.-25. April 2002, BAL Gumpenstein, Irnding, 1-19.
- FRICKH, J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2003: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 75, 16-30.
- HOFMANN, K., 1995: Der Qualitätsbegriff bei Fleisch: Inhalt und Anwendung. In: *Fleisch – Gesundheit, Tierschutz, Umwelt. Kulmbacher Reihe* 14, Bundesanstalt für Fleischforschung, 169-193.
- LINK, G., H. WILLEKE, M. GOLZE und U. BERGFELD, 2007: Mast- und Schlachtleistung bei Bullen und Färsen von Fleischerinderrassen und der Kreuzung Deutsch Angus × Fleckvieh. *Arch. Tierz.* 50, 356-362.
- MANDELL, I., E. GULLETT, J. WILTON, R. KEMP und O. ALLEN, 1997: Effects of gender and breed on carcass traits, chemical composition, and palatability attributes in Hereford and Simmental bulls and steers. *Livest. Prod. Sci.* 49, 235-248.
- PRADO R.M., I.N. PRADO, J.A. MARQUES, P.P. ROTTA, J.V. VISENTAINER, R.R. SILVA und N.E. SOUZA, 2009: Meat quality of the *longissimus muscle* of bulls and steers (½ Nellore vs ½ Simmental) finished in feedlot. *J. Anim. Feed Sci.* 18, 221-230.
- SCHWARZ, F. und M. KIRCHGESSNER, 1990: Vergleichende Untersuchungen zur Mastleistung von Jungbullen, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskunde* 62, 384-396.
- SEIDEMANN S.C., H.R. CROSS und J.D. CROUSE, 1989: Carcass characteristics, sensory properties and mineral content of meat from bulls and steers. *J. Food Qual.* 11, 497-507.
- STEEN, R.W.J., 1995: The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 42, 1-11.
- STEEN, R.W.J. und D.J. KILPATRICK, 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 43, 205-213.
- STEINWIDDER, A., 1996: Kalbinnen- und Ochsenmast. Bericht über die 23. Viehzuchttagung. 4.-5. Juni 1996, BAL Gumpenstein, Irnding, 115-131.
- STEINWIDDER, A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 74, 104-120.
- TEMISAN, V., 1989: Bullen, Ochsen, Färsen. *Der Tierzüchter* 41, 286-289.
- TERLER, G., C. TRIPPOLD, M. VELIK, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2015: Wagyu-Kreuzungen in der Rindermast: Welche Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität kann erwartet werden? 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 81-87.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER, J.J. FRICKH, G. IBI und A. KOLBE-RÖMER, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und

Genetik auf Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 80, 378-388.

VELIK, M., I. GANGNAT, R. KITZER, E. FINOTTI und A. STEINWIDDER, 2013: Fattening heifers on continuous pasture in mountainous regions – implications for productivity and meat quality. *Czech J. Anim. Sci.* 58, 360-368.

VELIK, M., G. TERLER, J. GASTEINER, A. GOTTHARDT, A. STEINWIDDER, R. KITZER, A. ADELWÖHRER und J. KAUFMANN, 2015: Stiermast auf hohe Mastengewichte bei unterschiedlicher Proteinversorgung in der Endmast – Einfluss auf Tageszunahmen, Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. Abschlussbericht Projekt „Maststier_hoch“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning-Donnersbachtal.

Die Fütterung in Betrieben mit automatischen Melkssystemen optimieren

Optimize feeding in farms with automatic milking systems

Thomas Bonsels^{1*}

Zusammenfassung

Automatische Melkssysteme (AMS) stellen einen hohen Anspruch an den Betreiber, wenn das System „rund“ laufen und erfolgreich arbeiten soll. Hier hat die Fütterung, sowohl hinsichtlich der vorgelegten Teil-Misch-Ration als auch der über die Melk- oder die zusätzliche Kraftfutterstation gefütterten Kraftfuttermenge einen großen Einfluss.

Um mit einem AMS erfolgreich arbeiten zu können, braucht es eine aufeinander abgestimmte Vorgehensweise in den Einstellungen der Maschinensoftware und einen Blick darauf, sollte ein Parameter verändert werden, welchen Einfluss dies auf den laufenden Prozess hat.

Schlagwörter: Zwischenmelkzeit, Melkzulassung, Verweigerungen, Feed First, Milchmenge je Melkung

Summary

Automatic milking systems (AMS) make high demands on the operator if the system is to run „smoothly“ and work successfully. Feeding has a major importance, both with regard to the partially mixed ration (PMR) at the feed bunk and the amount of concentrates fed via the robot or an additional concentrate feed station.

In order to be able to work successfully with AMS, a concerted procedure in the settings of the machine software is required and a look at it, should a parameter be changed, what effects does this have on the ongoing process.

Keywords: milking interval, milking allowance, refusals, feed first, milk yield per milking

Die Basis muss stimmen

Basis einer ausgewogenen Trogration ist die Kenntnis der Nährstoffgehalte und der Strukturversorgung. Neben der Protein-, Energie- sowie Mineralstoff-, Spurenelement- und Vitaminversorgung muss vor allem die Strukturversorgung passen. Die Ration sollte ausreichend Rohfaser aus Grobfutter (mind. 2,6 kg/ Kuh/Tag) bei max. 250 g/kg Trockenmasse (TM) „pansenabbaubaren Kohlenhydraten“, also im Pansen unbeständige Stärke und Zucker, inklusive der zusätzlich gefütterten Kraftfuttermengen im Roboter oder der Kraftfutterstation, enthalten (DLG 2008). Das am Roboter gefütterte Kraftfutter sollte daher einen möglichst hohen Anteil an beständiger Stärke aufweisen. Hierfür bietet sich bevorzugt die Komponente Körnermais an.

Ein Überschreiten dieser Grenzen erhöht die Gefahr einer subklinischen Pansenacidose. Bei diesen Tieren ist zusätzlich das Risiko von Klauenerkrankungen erhöht. Klauenkranke und „pansensaure“ Tiere zeigen ein vermindertes Laufverhalten und damit ein schlechteres Besuchsverhalten des Roboters.

Hinweise dazu bieten die Daten der Milchleistungsprüfung, aus der z.B. über das Fett:Eiweiß-Verhältnis (< 1:1,0) Rückschlüsse auf Fütterungsbalancen gezogen werden können. Im Einzelbetrieb können zusätzliche Harnuntersuchungen auf Netto-Säure-Basen-Ausscheidung (NSBA) unterstützen. Neben den Kontrollpunkten, wie Pansenfüllung oder Wiederkauverhalten, gibt auch die Kotkonsistenz Aufschluss darüber, ob die Fütterung passt.

Qualität des Kraftfutters beachten

Darüber hinaus sollte das im Automatischen Melkssystem (AMS) eingesetzte Kraftfutter hinsichtlich seiner Gemengteilzusammensetzung stabil sein, um das Besuchsverhalten der Kühe nicht negativ zu beeinflussen. Dazu zählt auch ein pressstabiles Pellet mit geringem Abrieb, der ansonsten zu einem verlängerten Aufenthalt der Kühe in der Melkbox führen kann.

Bewährt hat sich ein energiereiches Kraftfutter mit mindestens 7,2 MJ NEL/kg TM, da hier gegenüber einem energieärmeren Futter insgesamt weniger an Menge je Tier und Melkbesuch verfüttert wird.

Flüssigfutterkomponenten wie Propylenglykol, Glycerin oder Melasse können über spezielle Dosieranlagen angeboten werden. Hier ist zu berücksichtigen, dass besonders attraktive, aromatisierte Kraftfutter im freien Kuhverkehr unter Umständen zu einer Überfrequentierung der Melkbox führen können. In ausgelasteten Anlagen wird dadurch das Zeitbudget negativ beeinflusst. Von daher empfehlen sich solche Komponenten eher in Betrieben mit einer Vorselektion.

Für den Einsatz von Propylenglykol zur Ketoseprophylaxe hat sich eine Dosierung von 50-55 ml/Kuh/Kraftfutterabwurf bewährt. Glycerin sollte als „Reinglycerin“ angeboten werden. Das sonst gehandelte „Rohglycerin“ enthält nur 80 Prozent des Energiegehaltes von „Reinglycerin“, schmeckt unter Umständen bitter und weist schwankende Gehalte an Kalium, Natrium und Chlorid auf (NAGEL 2007).

¹ Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH), Kölnische Straße 48-50, D-34117 Kassel

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Thomas Bonsels, email: thomas.bonsels@llh.hessen.de

Reinglycerin kann im Verhältnis 1:1 mit Wasser, ebenso wie Melasse, verdünnt im Verhältnis 70:30 mit Wasser, auch als Lockfutter eingesetzt werden. Zu beachten ist die in der kalten Jahreszeit verminderte Fließfähigkeit dieser Komponenten.

Ein Anhaltspunkt, ob eine Herde hinsichtlich des Besuchsverhaltens im AMS im „grünen Bereich“ ist, ist die Anzahl an Verweigerungen, also den Besuchen ohne Melkanrecht im Roboter oder im semigelentkten Kuhverkehr, z.B. im „Feed First“, die Anzahl der Torpassagen.

Beispielsweise sollte im „freien Kuhverkehr“ bei drei Melkungen/Tier/Tag den Kühen mindestens noch 1,0 bis 1,5 mal das Melkanrecht verweigert werden. Der Durchschnitt der Herde sagt hier allerdings wenig aus, da „Bosskühe“ oder auch einzelne Färsen mit ihrem zum Teil hohen Besuchsverhalten das Bild verzerren.

Eine nicht angepasste Kraftfütterzuteilung führt unter Umständen zu Restfutter in der Trogschale und damit zu verstärkten Besuchen des Roboters durch nicht melkberechtigte Kühe.

Ist die Verweigerungsrate niedriger, müssen die säumigen Kühe unter Umständen geholt werden, damit sie ihr Kraftfutterrecht ausschöpfen.

In Betrieben mit „Feed First“ gibt die Anzahl der Torpassagen der Vorselektion einen Hinweis auf die Bewegungsaktivität der Herde. Im Durchschnitt sollten je Kuh und Tag mindestens 8 Torpassagen erreicht werden.

Die Auswirkung einer Rationsumstellung auf die Entwicklung der Melkbesuche, der Verweigerungen und den Milchertrag zeigt *Abbildung 1*. Daher sollte gerade in AMS-Herden eine Futterumstellung über einen längeren Zeitraum gleitend gestaltet werden.

Eine verminderte Bewegungsaktivität der Herde kann aber auch andere Ursachen haben. Eine energetisch zu hoch

aufgewertete Trogration macht die Kühe satt und führt zu vermindertem Laufverhalten und damit zu einem höheren Nachtreibeaufwand. Allgemein gilt die Empfehlung, die Trogration nach Milchleistung etwa 3-5 kg unter dem Herdenmittel auszulegen. Hier ist allerdings jeder Betrieb und jede Herde anders zu bewerten. In dem einen Fall zeigt die Herde bei zwei Liter Milchleistungsdifferenz ein gutes Laufverhalten, in einem anderen Fall müssen es fünf Liter sein.

Kennwerte und Zielgrößen

Damit sich ein AMS-Betrieb richtig einordnen kann, ist es wichtig, sich über die wichtigen Kenngrößen und realistischen Zielwerte im Klaren zu sein. *Tabelle 1* zeigt die Eckdaten für die Fütterungseinstellungen auf, die als Orientierung dienen sollen. Ein weiteres zentrales Kriterium ist der Laktationsstand der Herde, der optimaler Weise bei etwa 160-180 Laktationstagen liegen sollte. Ein konsequentes Besamungsmanagement mit gleichmäßig über den Jahresverlauf stattfindenden Abkalbungen sichert eine konstante Auslastung des Melkroboters mit melkenden Tieren. Viel hilft bekanntlich nicht immer viel. Dies trifft auch auf die Anzahl der Melkungen je Tier und Tag zu. Ein zu häufiges Melken strapaziert neben dem Eutergewebe auch den Geldbeutel, denn jede unnötige Melkung mit einem dann in der Regel auch noch niedrigen Milchertrag kostet „Zeit und Verbrauchsmittel“. Eine Spanne von 2,4 bis 2,8 Melkungen bei einer gesamt-laktierenden Herde reicht völlig aus. Entscheidender ist hier der Parameter „Milchmenge je Melkung“, der bei einer angepassten Melkzulassung im Herdenmittel bei etwa 11 kg liegen sollte. Der Milchertrag je Melkung „regelt“ die Verweilzeit der Kuh im Roboter und damit auch die Zeit, in der der größte Anteil an Kraftfutter gefressen wird.

Eventuell kann es sinnvoll sein, innerhalb des Management-Programms eine „Extra-Gruppe“ mit den entsprechenden

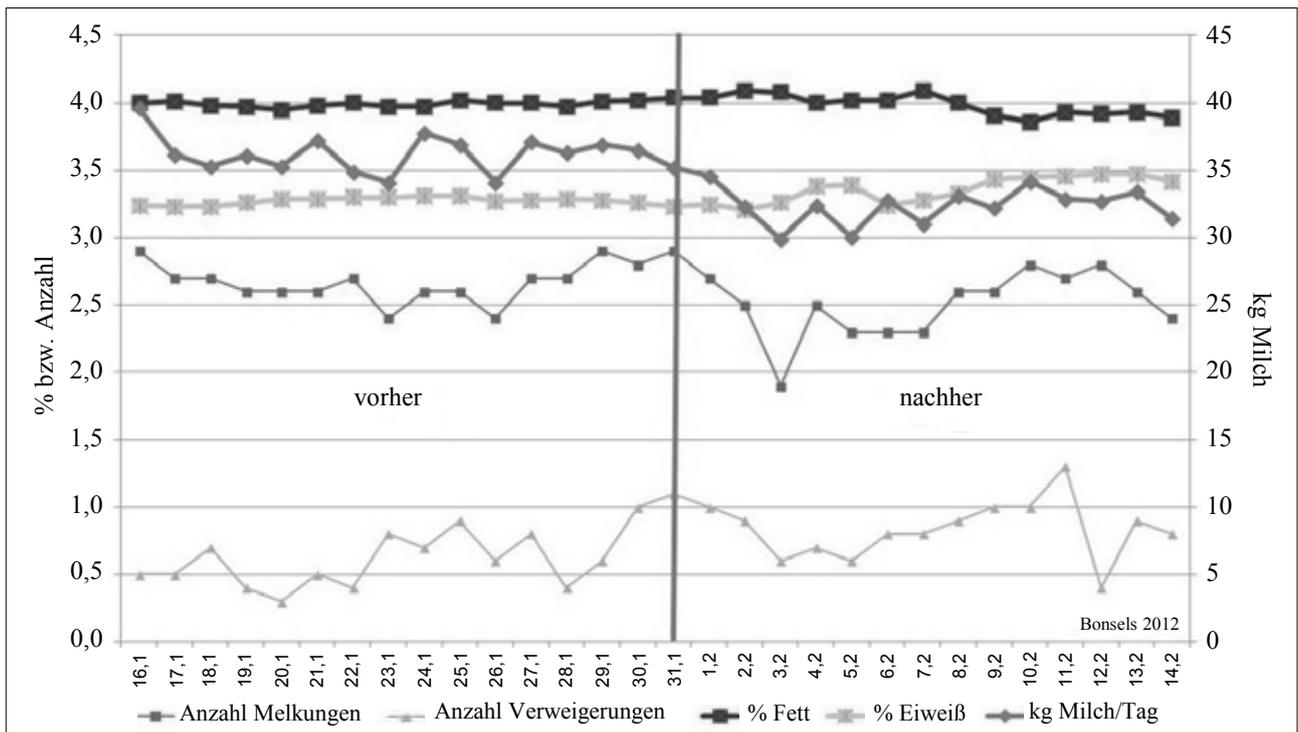


Abbildung 1: Auswirkung einer Rationsumstellung auf das Besuchverhalten am Automatischen Melksystem

Melk- und Fütterungsparametern einzurichten, in der diese Kühe dann geführt werden.

Zwischenmelkzeiten von über 14 Stunden sind negativ zu bewerten, da die Milchleistung sinkt und die Kühe sich im Prinzip selbst trockenstellen.

Wichtig in diesem Zusammenhang ist, möglichst gleichmäßige Zwischenmelkzeiten sicherzustellen.

Milchertrag je Melkung und Kraftfuttereinsatz

Die Komplexe „Melken und Füttern“ dürfen beim automatischen Melken nicht isoliert voneinander betrachtet werden!

Tabelle 1: Kenngrößen und Zielwerte für das Melken mit Automatischem Melksystem (DLG-Kompakt 2010)

Kenngröße	Ziel
Laktationsstand [Tage]	160 - 180
Zwischenmelkzeit [Std./min/max]	6/14
Melkungen je AMS [Tag]	> 165
Melkungen je Kuh [Tag]	2,4 - 2,8
Milch je Melkung [kg]	≥ 11
Kraftfutter gesamt/Kuh/Tag ¹⁾ [kg]	5 - max. 7
Kraftfutter/Melkung [kg]	1,5 - max. 2,0
Pellet-Kraftfutterzuteilung/min [g]	400 - 450
EM-Kraftfutterzuteilung/min [g] ²⁾	300 - 350

¹⁾ über AMS, ²⁾ EM = Eigenmischung

Aus Sicht der Eutergesundheit (u.a. Gehalt an somatischen Zellen) wird eine Zwischenmelkzeit von mindestens 6 Stunden bis zur nächsten Melkzulassung empfohlen (REINECKE 2011). Von 24 Tagesstunden stehen nach Abzug der „Ruhezzeiten“ des Roboters, wie z.B. Haupt- und Tankreinigung etc., noch knapp 20 bis 21 Stunden für das eigentliche Melken zur Verfügung.

In Kombination mit der angestrebten Zwischenmelkzeit von 6 Stunden ergibt sich bei hochlaktierenden Kühen damit ein Anrecht von 3,5 bis maximal vier Melkzulassungen pro Tag.

Die „Fressgeschwindigkeit“, also die Zeit, in der die Kühe ein Kilogramm pelletiertes Kraftfutter aufnehmen können, beträgt etwa 400-450 g/Minute, bei Eigenmischung (EM) mit gequetschtem Getreide ca. 300-350 g/Minute. Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die pansenphysiologisch noch vertretbare maximale Kraftfuttermenge von 1,5-2,0 kg je Melkung bzw. 5 bis maximal 7 kg je Kuh und Tag.

Ein weiterer Parameter ist die „erwartete Milchmenge je Melkung“ (Ziel > 11 kg) im hoch- und mittellaktierenden Abschnitt. Diese Milchmenge soll u.a. sicherstellen, dass z.B. bei einem Minutengemelk von 2,0 kg Milch die Tiere genügend Zeit haben, die zugeteilte Kraftfuttermenge auch fressen zu können.

Tabelle 2 gibt hierzu ein Beispiel. Bei einem Milchertrag von \approx 10 kg je Melkung und einem Milchfluss von 2,0 kg pro Minute sowie einer Kraftfuttermenge von 2,0 kg/Melkung ist schon fast die maximale „Zuteilgeschwindigkeit“ des Kraftfutters von knapp 400 Gramm/Minute notwendig, damit kein Restfutter entsteht. Bei einer niedrigeren Zuteilgeschwindigkeit muss entweder die Kraftfuttermenge reduziert, dies hat wiederum Auswirkungen auf die Gesamtration und die Herdenleistung, oder die Melkzulassung hinsichtlich des Milchertrages je Melkung angepasst werden.

Tabelle 2: Kraftfutteraufnahme in Abhängigkeit von Milchertrag und Milchfluss

Parameter	Variante 1	Variante 2
Milchertrag/Melkung [kg]		10,0
Milchfluss [kg/Min.]		2,0
Boxenzeit [Min.:Sek.]		6:55
„Standzeit“ der Kuh im AMS [Min.:Sek.]		5:40
Futterzuteilung [g/Min.]	250	400
Kraftfutter/Melkung [kg]		2,0
mögl. Futteraufnahme [kg]	1,51	2,27
Futterrest [kg]	0,49	-

Daher sollte die tägliche Kontrolle der Kraftfutterabruflisten zur Routine gehören. Fallen bei der Durchsicht dieser Daten vermehrt Kühe mit höheren Restfuttermengen auf, sollte neben gesundheitlichen Aspekten (z.B. Klauen) unbedingt eine Überprüfung der vorab diskutierten Parameter vorgenommen werden.

Um die Kraftfutterzuteilung für Menschen einfach und für das Tier „stressfrei“ zu gestalten, bietet sich im Managementprogramm das Einrichten von Futterkurven an. Sie erleichtern die gezielte Kraftfutterzuteilung und der Zwang zur regelmäßigen Anpassung der Kraftfuttermengen „von Hand“ entfällt. Einzelne Problemkühe können aus der Futterkurve herausgenommen und auf „festes Füttern“ gestellt werden. Allerdings darf nicht vergessen werden, diese Kühe später wieder auf die Zuteilung mittels Futterkurve zurückzunehmen. Hier ist eine Wiedervorlage über einen Terminplaner nützlich.

Beim Einrichten der Futterkurven sollten unbedingt Erstkalbskühe von Kühen ab der 2. Laktation unterschieden werden. Zudem ist darauf zu achten, dass die Kraftfutterzuteilung nicht zu schnell gesteigert wird. Betriebsindividuell sollte die Kraftfutterzuteilung nach Laktationstagen, also unabhängig von der Milchleistung, nach dem Abkalben etwa 35 bis 45 Tage gesteigert und dann 10 bis 15 Tage im Maximum bis zum ca. 60. Tag konstant gehalten werden, bevor auf die Zuteilung nach Milchleistung umgestellt wird. Die Futterkurven für Erstkalbskühe müssen die in der Regel langsamere Fressgeschwindigkeit und die gegenüber mehrlaktierenden Kühen geringeren Kraftfutterzuteilmengen berücksichtigen. Wer den Melkroboter in Kombination mit einer Transponderstation betreibt, muss darauf achten, dass beide Systeme miteinander kommunizieren, damit der Kraftfutterbedarf ständig angepasst werden kann. Das Sperren der Transponderstation für melkberechtigte Tiere wird je nach Anbieter verschieden geregelt. Zum einen über eine sogenannte „Ansparrate“, zum anderen zeitgesteuert. Dies trifft auch für den Besuch der Kraftfutterstation unmittelbar nach dem Melken zu. Damit der Kraftfutterabruf gewährleistet wird, sollte die Priorität der Kraftfutterzuteilung immer auf dem AMS liegen. Restmengen können dann über die Transponderstation zugeteilt werden.

Möglich ist auch ein Koppeln der Kraftfutterzuteilung an die Abnahme der Melkzeuge. Wird der erste Melkbecher abgenommen stoppt auch die Kraftfutterzuteilung. Damit sollen Futterreste im Trog vermieden werden. Sollte dennoch, gerade bei Färsen oder Kühen mit einem hohen Milchfluss, die Verweildauer im Roboter während des Melkens zur Kraftfutteraufnahme nicht ausreichen, kann die Einstellung

„Priorität Füttern“ Abhilfe schaffen. Hier wird den Tieren zusätzlich Zeit zur Kraftfutteraufnahme eingeräumt, bevor sich die Tore öffnen und melkbereite Kühe nachrücken.

Altmelkende Tiere, die zusätzlich zur Trogration nur noch „Lockfutter“ bekommen, in der Regel 0,5-0,7 kg/Tier/Melkbesuch, sollten dieses ausschließlich über den Roboter abrufen können.

Fazit

Der Einsatz von Melkrobotern in Milchkuhherden fordert umsichtiges Handeln. Um dieses komplexe System erfolgreich zu betreiben, muss neben anderen Bereichen vor allem das Fütterungsmanagement auf das Melksystem abgestimmt sein. Veränderungen im Management oder Anpassungen von Systemparametern in der Robotersoftware müssen in ihren

Auswirkungen „zu Ende gedacht“ werden, da sie sich unter Umständen wechselseitig beeinflussen können.

Literatur

- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2008: Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte. Ergänzung zur Broschüre „Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG-Information 2/2001, Kapitel 4, Vorgaben zur Rationsplanung.
- DLG-Kompakt, 2010: 100 Antworten zu Automatischen Melksystemen.
- NAGEL, D., 2007: „Ist Rohglycerin = Rohglycerin?“, LLH-Fachinformation.
- REINECKE, F., 2011: Automatische Melksysteme – Eutergesundheit und Melkroboter. TLL Fachtagung Automatische Melksysteme, 18.05.2011.

Praktische Erfahrungen zur Fütterung auf einem Melkroboter-Betrieb

Johannes Neuhauser^{1*}

Unser Betrieb liegt in der Gemeinde St. Georgen am Walde, im Mühlviertel, im Bezirk Perg auf einer Seehöhe von 720 m.

Zu meiner Person:

- 43 Jahre alt
- verheiratet
- 4 Kinder (21, 19, 17, 15 Jahre)
- mit 60 %iger Beschäftigung beim LFL OÖ angestellt
- Ausbildung: Ich bin gelernter Landmaschinenmechaniker und Landwirtschaftlicher Facharbeiter.

Allgemeines zum Betrieb:

Der Betrieb wird als typischer Familienbetrieb im Nebenerwerb bewirtschaftet. Wir haben 2005 übernommen und auf Laufstallhaltung umgebaut. 2012 wurde der Milchviehstall auf 46 Liegeboxen erweitert. Im Juli 2016 stellten wir auf ein Automatisches Melksystem (Lely A3) um. Der Roboter wurde gebraucht aus Dänemark zugekauft. Gefüttert wird mit einem Mayr Mischwagen. Wir haben drei Fahrsilos, wobei zwei mit Mais- und einer mit Grassilage befüllt wird. Der Rest wird in Rundballen mit der eigenen Presswickelkombination gepresst. Sämtliches Kraftfutter wird zugekauft.

Flächenausstattung des Betriebes:

- 30 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (ca. 5 ha Pacht)
- 17 ha Wald

Aufteilung der landwirtschaftlichen Kulturen:

- 23 ha Dauergrünland
- 3 ha Wechselgrünland
- 3 ha Mais
- 1 ha Hirse

Viehbestand:

- derzeit 46 Stk. Milchkühe
- 25 Stk. Nachzucht

Leistung 2017:

- Stalldurchschnitt: 40,3 Kühe/8.684 kg Milch/4,37 % Fett/3,42 % Eiweiß/676 Fett+Eiweiß-kg
- durchschnittliche Lebensleistung: 29.079 kg
- Lebensleistung Abgangskühe: 48.096 kg
- Zwischenkalbezeit: 362 Tage

Einige Daten zum Roboter Lely A3:

- Baujahr 2008
- ging am 01. Juli 2016 bei uns in Betrieb
- Zellzahlmessung MQC2 nachgerüstet
- 309.000 kg verkaufte Milch 2017
- 40.592 kg separierte Milch für die Kälber
- 349.592 kg gesamt mit 37.089 Melkungen 2017 (ca. 10 kg Milch je Melkung)
- 57.690 Verweigerungen → kein Melkanrecht
- Kraftfutterverbrauch je kg Milch: 250 g

Die Berechnung der Ration wird mit Hilfe von jährlichen Futtermittelanalysen und im Rationsprogramm durchgeführt.

Fütterung am Roboter:

- Kraftfutterkomponente pelletiert (18,5 % Rohprotein, 7,0 MJ NEL/kg TM)
- Flüssigdosierte mit Naturol Kraft + Energie (Zusammensetzung: 55 % Top-Pflanzenrohglycerin (80 %ig), 45 % Propylenglycol (Propandiol 1,2), 12,1 MJ NEL/kg TM)
- keine Gruppen erstellt → es wird die ganze Herde so gefüttert

Fütterung am Futtertisch:

AGR

- 60 % Grassilage - 40 % Maissilage - 0,5 kg Stroh (Gerste)
- 3 kg Kraftfutter/Kuh lose (13,0 % Rohprotein, 7,0 MJ NEL/kg TM)
- 1 kg Eiweißkraftfutter/Kuh lose (35,0 % Rohprotein, 6,9 MJ NEL/kg TM)
- Mineralstoffe, Salz und Kalk

Vorlage einmal pro Tag → alle 2 Stunden Anschieben mit einem Lely Juno

Optimaler Standort des Roboters:

- muss für die Tiere frei zugänglich sein
- ausreichend Platz im Wartebereich
- hell und gut durchlüftet
- rutschfester Boden

¹ Unter Sankt Georgen 14, A-4372 St. Georgen am Walde

* Ansprechpartner: Johannes Neuhauser, email: joh.neuhauser@aon.at

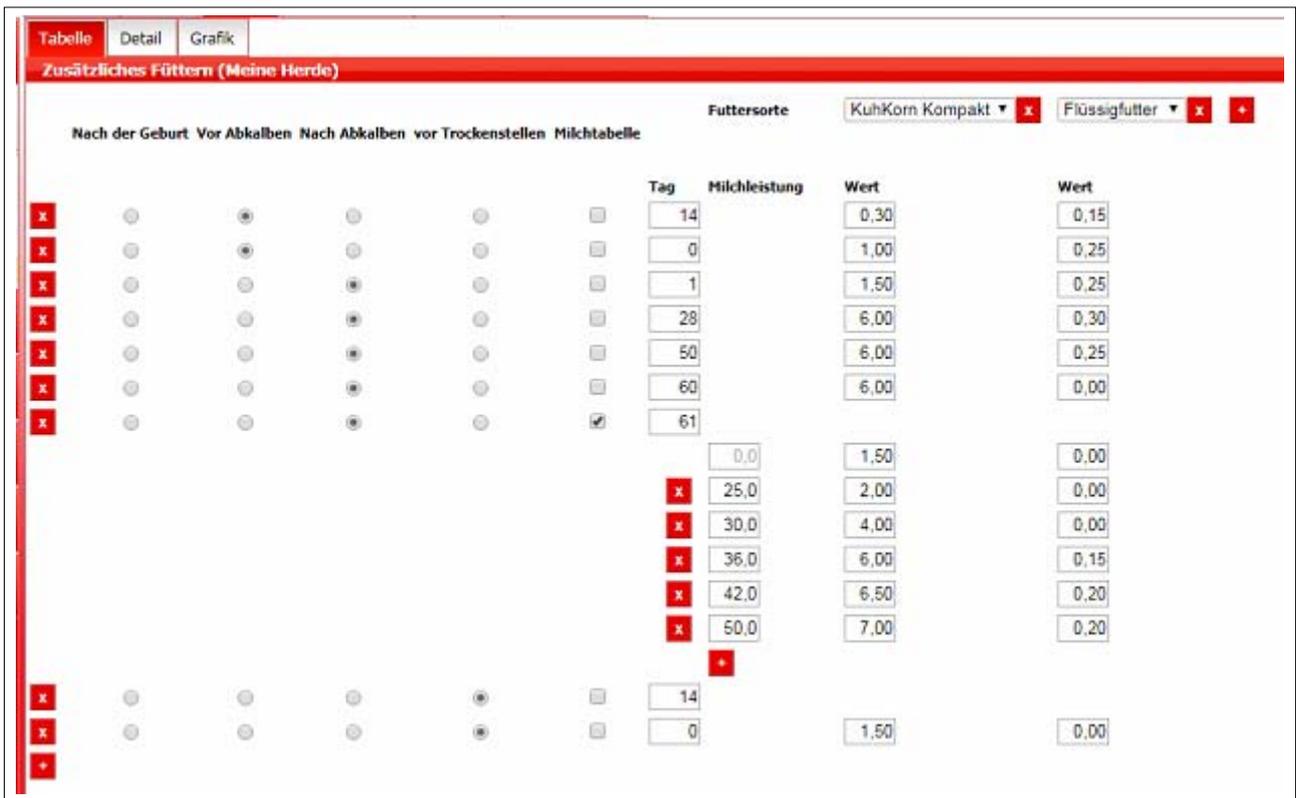


Abbildung 1: Kraftfutterzuteilung am Roboter

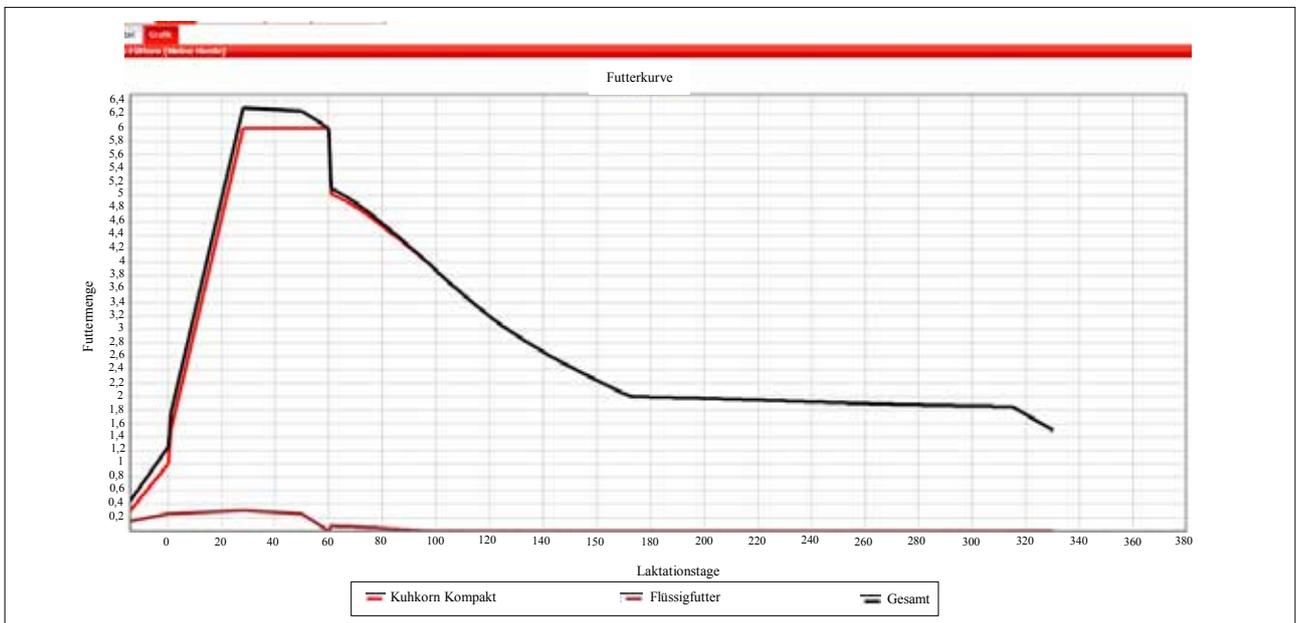


Abbildung 2: Kraftfutterkurve der Herde



Abbildung 3: Wichtige Informationen am T4C

Melkungen:

- derzeit 2,7 Melkungen/Tag, im Durchschnitt 2,8 Melkungen/Tag
- 6,4 Besuche im Melkroboter je Tier und Tag (inkl. Verweigerungen)
- ca. 10 kg Milch je Melkung
- freie Zeit des Roboters ca. 42 %
- Trockensteher und Kalbinnen werden 14 Tage vor dem Kalbetermin zum Angewöhnen eingegliedert

Klauenpflege:

- 2-mal jährlich und nach Bedarf (inkl. Dokumentation)

Einstellungen			
Maximale Anzahl von Melkungen	<input type="text" value="5,0"/>	<input type="text" value="4,5"/>	<input type="text" value="2,6"/>
Optimaler Milchertrag pro Melkung	<input type="text" value="9,0"/>	<input type="text" value="9,0"/>	<input type="text" value="9,0"/>
Minimale Anzahl von Melkungen	<input type="text" value="3,0"/>	<input type="text" value="2,2"/>	<input type="text" value="1,6"/>
	0	40	14
		Tage nach dem Abkalben	Tage bis zum Trockenstellen

Abbildung 4: Einstellungen für die Melkungen

Kraftfutter am Roboter:

- Jede Lieferung muss neu eingewogen werden
- Kraftfutterabwurf täglich beobachten
- kleine Kraftfuttergaben zum Anfüttern sowie am Ende der Laktation
- Höchstmenge pro Besuch: 2,5 kg
- Steigerung von Abkalbung bis 100 % Kraftfuttergabe um 0,16 kg/Tag in 28 Tagen
- Maximale Übernahme vom Vortag: 50 %
- Maximale Erhöhung pro Tag: 0,3 kg
- Maximale Absenkung pro Tag: 0,1 kg
- Fütterungsgeschwindigkeit: 400 g/min bzw. abhängig von der Melkgeschwindigkeit
- mindestens 1,5 kg/Kuh/Tag
- maximal 7,0 kg/Kuh/Tag

Die Fütterung wird laufend optimiert! Die nächste Überlegung ist eine zweite Kraftfuttersorte am Roboter zu installieren um die Persistenz der frischlaktierenden Kühe zu verlängern und die Leistung zu steigern.

KetoMIR – ein neues Werkzeug für LKV-Mitgliedsbetriebe

KetoMIR – a new tool for LKV member farms

Klaus Drössler^{1*}, Andreas Werner¹ und Laura Dale¹

Zusammenfassung

Die Ketose ist das Problem Nr. 1 in der Früh lactation. Die Ketose resultiert aus einem erhöhten Energiebedarf nach der Kalbung zur Produktion der Milch. Dieses natürliche Phänomen wurde durch eine milchleistungs- betonte Zucht verstärkt. Das Energiedefizit führt zu einer übermäßigen Mobilisierung von Fettreserven. Dadurch nimmt der Anteil an langkettigen, gesättigten und ungesättigten Fettsäuren im Blut zu und der Anteil an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren geht zurück. Dies führt zu einer Überbelastung der Leber und es werden verstärkt Keton-Körper gebildet. Der Metabolismus wird stark belastet, was eine Leistungsabnahme im Schlepptau hat und sekundäre Erkrankungen der Kühe nach sich zieht. Klinische Ketosen sind relativ leicht zu diagnostizieren, subklinische Ketosen dagegen nicht. Mit „KetoMIR“ wurde vom LKV Baden-Württemberg ein Werkzeug zum Aufdecken subklinischer Ketosen entwickelt, das diese Lücke elegant und kostengünstig schließt. Mit Hilfe von tierärztlichen Ketose-Diagnosen aus dem GMON - Gesundheitsmonitoring Rind Baden-Württemberg und dem MIR-Spektrum der Milchproben aus der Milchleistungsprüfung (MLP) wurde vom LKV Baden-Württemberg KetoMIR, ein dreistufiger Ketoseindex, entwickelt. Dieser stuft die Kühe in die Klasse 1 = geringes Ketose-Risiko, Klasse 2 = mittleres Ketose-Risiko und Klasse 3 = hohes Ketose-Risiko ein und das jeden Monat nach der Routine-MLP für jeden Betrieb.

Schlagwörter: Ketosediagnosen, Milchspektraldaten, Ketoseindex, Milchleistungsprüfung, Fütterungsberatung

Summary

Ketosis is known as problem n° 1 during the cow's early lactation period. After calving, ketosis often appears because of an energy deficit due to a high demand of energy for the milk production. This phenomenon was boosted by intensive breeding towards a high milk yield. The energy deficit leads to a strong mobilization of fat reserves. This changes the composition of fatty acids in the blood: the percentage of long-chained, saturated and unsaturated fatty acids rises, while the percentage of short- and medium-chained fatty acids declines. This change results in an overload of the liver and an increased building of ketone bodies. The metabolism is severely impacted, followed by a performance degradation as well as secondary disorders in cows. Clinical ketosis is relatively easy to diagnose, contrary to subclinical ketosis. The LKV Baden-Württemberg developed a tool named „KetoMIR“ to detect subclinical ketosis which enables to close this gap in an elegant and economical way. With the help of veterinary diagnoses from the GMON - Cow Health Monitoring Baden-Württemberg, and MIR spectral data from milk performance recording samples, the KetoMIR model was developed at the LKV Baden-Württemberg together with three ketosis index risk classes. The ketosis index risk classes are: class 1 = low risk of ketosis, class 2 = medium risk of ketosis and class 3 = high risk of ketosis. This classification can be done for each farm after the monthly milk performance recording samples are registered.

Keywords: Diagnosis of ketosis, milk spectral data, index of ketosis, milk performance recording, feeding advice

Einleitung

Ketose, Problem Nr. 1 in der Früh lactation bei Kühen

Ketose ist eine Stoffwechselkrankheit der Wiederkäuer, die bei Milchkühen hauptsächlich auftritt, wenn die Energie aus der täglichen Futteraufnahme zur Deckung eines hohen Energiebedarfs nach der Geburt nicht ausreicht. Daraus resultiert insbesondere ein Energiedefizit zu Laktationsbeginn. Der Stoffwechsel der Kuh beginnt Körperreserven in höherem Maße zu mobilisieren. Es werden hauptsächlich Körperfettreserven abgebaut. Der Abbau der Körperfettre-

serven führt zu einem Anstieg der Konzentration der freien Fettsäuren (NEFA) im Blut. Um die freien Fettsäuren im Stoffwechsel energetisch nutzen zu können, wird Glukose benötigt. Je mehr Körperfett abgebaut wird, desto mehr Glukose benötigt die Kuh um dieses Fett zu nutzen.

Freie Fettsäuren und Ketokörper

Da die tägliche Futteraufnahme nicht ausreicht, um den Glukosegehalt zu decken, kann der Stoffwechsel der Kuh nicht alle freien Fettsäuren sofort verarbeiten. Als Reaktion werden Teilmengen der freien Fettsäuren vorsorglich eingelagert. Die Fette landen in der Leber und werden dort gespei-

¹ LKV, Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V., Heinrich-Baumann Str. 1-3, D-70190 Stuttgart

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Klaus Drössler, email: kdroessler@lkvbw.de

chert. Die Leber verfettet, wodurch ihre Funktion leidet. Das wirkt sich negativ auf die Kuh aus und begünstigt weitere Erkrankungen. Ein weiterer Teil der freien Fettsäuren wird vom Stoffwechsel vermehrt in die sogenannten Ketokörper umgebaut. Die Anhäufung der Ketokörper führt letztendlich zum Krankheitsbild der Ketose.

Symptome der Ketose

Verdauungsstörungen, nachlassender Futterverzehr, rascher Rückgang der Milchleistung sowie ein sehr hoher Milchfettgehalt sind u.a. Symptome dieser Krankheit. Das Aceton wird über die Haut, den Harn und die Milch ausgeschieden, aber auch über die Atemluft (süßlicher, obstartiger Geruch). Aus dem Abbau von Körperfett stammende freie Fettsäuren werden zum Teil direkt zur Milchfettsynthese genutzt und erhöhen den Milchfettgehalt. Dabei verändert sich auch das Fettsäuremuster in der Milch. Der Milcheiweißgehalt fällt in der Regel ab. Als Folge der Ketose sinkt die Infektionsabwehr, Krankheiten treten deshalb häufiger auf. Indirekt verschlechtert sich auch die Fruchtbarkeit aufgrund der negativen Energiebilanz. Es ist davon auszugehen, dass in den ersten sechs Laktationswochen 3 bis 5 % der Kühe an einer klinischen Ketose leiden und dass zwischen 20 und 30 % der Kühe von einer subklinischen Ketose betroffen sind.

Auswirkungen der Ketose auf die Herde

Die Tiermedizin definiert mindestens zwei Verlaufsformen der Ketose – die subklinische (verborgene) und die klinische Ketose. Die klinische Ketose ist durch ein sehr deutliches und starkes Auftreten der zuvor genannten Symptome gekennzeichnet. Die Auswirkungen der subklinischen Ketose sind nicht so eindeutig erkennbar und dies erschwert die Diagnose.

Die Hauptverluste in einer Milchviehherde entstehen gerade durch die subklinische Verlaufsform der Ketose. Dabei sind nicht nur die direkten Tierverluste, Milcheinbußen oder Behandlungskosten zu beachten. Ein erheblicher Anteil ergibt sich durch die indirekten Verluste aufgrund weiterer, durch die Ketose begünstigter, Erkrankungen und Fruchtbarkeitsstörungen.

Ursachen der Ketose

Jede Milchkuh befindet sich in den ersten Wochen nach der Abkalbung in einer negativen Energiebilanz. Zusätzlich steigt der Energiebedarf für die Milchproduktion in der Früh-laktation rascher als die Energieaufnahme über die Futterration. Fütterungsfehler haben in diesem Zeitraum eine noch negativere Wirkung. Eine starke Verfettung der Kuh vor der Kalbung verschärft die negative Situation zusätzlich massiv.

Die negative Energiebilanz erreicht in der Regel ein bis zwei Wochen nach der Kalbung ihr Maximum, kann aber in Abhängigkeit der Fütterung und Leistung über mehrere Wochen bestehen bleiben.

Eine Ketose kann auch durch zu hohe Fettgehalte im Futter und durch buttersäurereiche Silage ausgelöst werden. Als weitere Ursachen der Ketose werden Erbfaktoren, bewegungsarme Haltung, Stress und klimatische Faktoren genannt.

Material und Methoden

GMON Rind Baden-Württemberg und Ketose Diagnosen

Das Gesundheitsmonitoring Rind Baden-Württemberg (BW) ist von zentraler Bedeutung für die Entwicklung von KetoMIR in Baden-Württemberg. Über GMON Rind werden seit dem Jahr 2010 in mehr als 1.000 LKV-Mitgliedsbetrieben tierärztliche Diagnosen auf Einzeltierebene erhoben und in den Datenbanken des LKV gespeichert. Ohne die Ketose-Diagnosen, und das sind die akuten Diagnosen, wäre es nicht möglich gewesen, KetoMIR zu entwickeln.

Milchuntersuchung mit Hilfe von Infrarot-Spektren

Von weiterer zentraler Bedeutung ist die Untersuchungstechnik von Milch in den Laboren. Die Routineuntersuchung der Milch, natürlich auch der Proben aus der Milchleistungsprüfung (MLP), wird in den Laboren mit Hilfe der Infrarot-Durchlichtmethode erledigt. Dabei wird ein Infrarotstrahl des mittleren Infrarotwellenbereiches (MIR-Spektrum) durch eine sehr dünne Schicht der zu messenden Milch gesendet. Bei diesem als MIR-Methode bezeichneten Verfahren tritt dabei das Infrarotlicht mit den Inhaltsstoffen in der Milch in Wechselwirkung. Am Austrittspunkt kann ein für die Probe charakteristisches Absorptionsspektrum gemessen werden.

Das Messverfahren beruht im Prinzip darauf, dass Infrarotstrahlen in den organischen Molekülen die Atombindungen zwischen den Atomen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in Schwingung bringen. Diese Wechselwirkung verändert die Lichtstärke und Lichtzusammensetzung, was wiederum am Austrittspunkt im Absorptionsspektrum gemessen werden kann.

Bisher werden im Rahmen der MLP die Standard-Inhaltsstoffe Fett, Eiweiß, Harnstoff und Laktose mit dieser Methode bestimmt. Dazu wird das Spektrum der Milch (etwa 1.000 Werte) ausgewertet, indem es in Beziehung zu den exakten, chemisch analysierten Werten gesetzt wird. Dies geschieht mit sogenannten Kalibrationsgleichungen, die auf statistischen Verfahren basieren.

Europäisches Forschungsprojekt OptiMIR und KetoMIR

Insgesamt 11 europäische Kontrollverbände haben sich in einem gemeinsamen Projekt zusammengefunden, um mehr Informationen aus der MLP-Probe zu gewinnen. Informationen, die es ermöglichen sollen, das Herdenmanagement weiter zu verbessern. Ziel dieses Projektes, das von 2012 bis 2016 lief, war es festzustellen, ob über die Spektraldaten weitere Informationen aus der Milch gewonnen werden können. Bei der Feststellung von Ketose gelang dem LKV Baden-Württemberg auch dank OptiMIR ein Durchbruch.

KetoMIR und Milchspektrum

Als Referenzwerte für Ketose wurden die tierärztlichen Diagnosen aus dem GMON Rind BW herangezogen. Am GMON Rind BW nehmen ca. 1.000 Betriebe seit Anfang

2012 teil. Die Diagnosen werden von Tierärzten dokumentiert. Die Erfassung erfolgt durch Außendienst-Mitarbeiter des LKV oder über Schnittstellen zur Praxissoftware der Tierärzte.

Seit 2012 werden alle MIR-Spektren aus der MLP-Routineanalyse in der RDV-Datenbank gespeichert. Mit Hilfe eines im OptiMIR-Projekt entwickelten und von der Nachfolgeorganisation EMR (European Milk Recording) betriebenen Standardisierungsverfahrens werden Unterschiede zwischen den Geräten und Schwankungen monatlich korrigiert. Das Ketose-Risiko wurde für die ersten 120 Laktationstage modelliert und basiert also auf Daten und Diagnosen aus dem Gesundheitsmonitoring-Projekt GMON Rind BW. Die MIR-Spektren kommen aus der MLP-Milchprobenanalyse. Es wurde die direkte Verwendung der Spektren geprüft, aber diese Modelle waren nicht robust genug.

Deshalb wurde ein gemischtes Modell gewählt, das indirekt über MIR-basierte Indikatoren arbeitet.

Als fixe Effekte (Qualitative Variablen) wurden berücksichtigt:

- Laktationsnummer
- Laktationswoche
- Rasse
- Beprobungszeit (gemischt, morgens, abends)

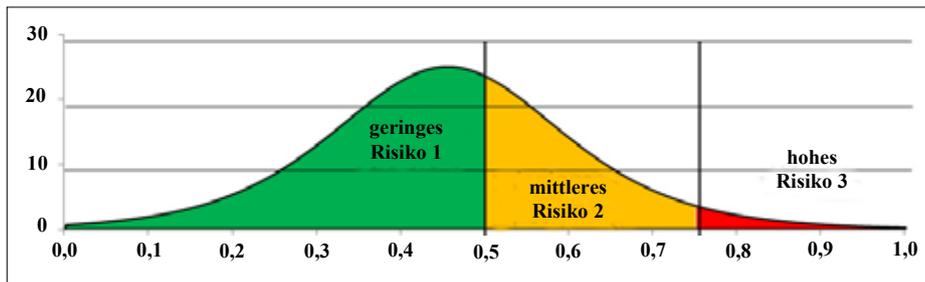


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung des KetoMIR-Indexes und Ketose-Gefährdungskategorien

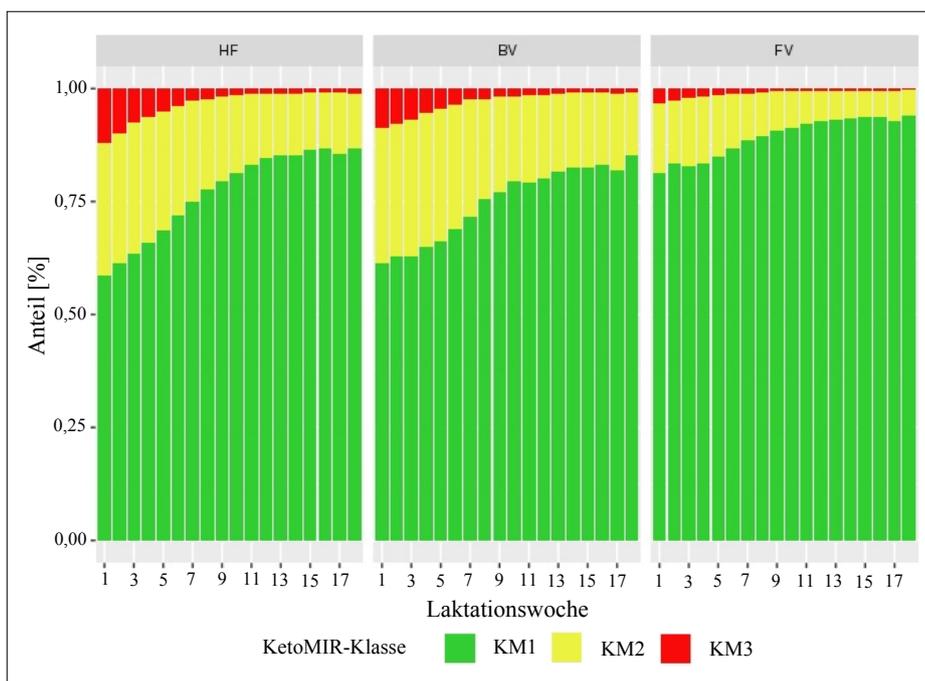


Abbildung 2: Verteilung der Ketose-Klassen nach Rasse und Laktationswoche

Die folgenden MIR-Milchinhaltsstoffe (Quantitative Variablen) wurden, entsprechend statistischer Auswertungen, gewählt:

- Standard MLP-Inhaltsstoffe
- Ketonkörper
- Fettsäuren
- Mineralien

Ergebnisse und Diskussion

Aus diesem gemischten Modell wurde ein dreistufiger KetoMIR-Index entwickelt. Der KetoMIR-Index ist ein zwischen 0 und 1 kontinuierlich möglicher Wert.

Tabelle 1: KetoMIR - Sensitivität und Spezifität

	Kalibrierungsgruppe (n=109.479)	Validationsgruppe (n=2.966)
Sensitivität	0,70	0,72
Spezifität	0,86	0,84

Für ein komplexes biologisches Merkmal, wie Ketose, sind die Sensitivität und die Spezifität des entwickelten Ketose-Indexes ausreichend sicher.

Abbildung 1 zeigt eine hypothetische Häufigkeitsverteilung des KetoMIR-Indexes und eine darauf basierende Einteilung in drei Gefährdungskategorien (geringes, mittleres und hohes Ketose-Risiko).

Die aus der Kombination von GMON- und MLP-Daten abgeleiteten Gleichungen konnten rückwirkend auf alle MLP-Ergebnisse aus Baden-Württemberg seit dem Jahr 2012 angewendet werden.

Verteilung der Ketose-Risikoklassen nach Rassen

Abbildung 2 zeigt die Häufigkeiten der drei Ketose-Risikoklassen (1 = geringes Ketose-Risiko, 2 = mittleres Ketose-Risiko, 3 = hohes Ketose-Risiko) in den ersten 120 Tagen der Laktation bei den drei Hauptrassen in Baden-Württemberg: Fleckvieh (FV), Holstein-Friesian (HF) und Braunvieh (BV).

Die Auswertung zeigt das erwartete Bild. Die milchbetonten Rassen haben deutlich höhere Anteile in den Risikoklassen 2 und 3, verglichen mit der Doppelnutzungsrasse Fleckvieh. Die zum Teil sehr hohen Einsatzleistungen der Kühe

milchbetonter Rassen stellen höchste Anforderungen an den Stoffwechsel der Tiere und an das Fütterungs- und Haltungsmanagement der Landwirte.

Ketose – Risikoklassen und Milchleistung

In einer weiteren Auswertung wurde untersucht, wie sich die ermittelte Ketose-Risikoklasse über KetoMIR auf die Milchleistung der Laktationen auswirkt. Da die Ketose-Risikoklassen rückwirkend für die Prüfungsjahre ab 2012 ermittelt wurden, ließ sich diese Auswertung durchführen. In der *Abbildung 3* sind für die Hauptrassen (HF, BV, FV) in Baden-Württemberg die durchschnittlichen 305-Tage-Leistungen gerechnet worden. Dabei ergibt sich die Durchschnittsleistung der KetoMIR-Klasse 1 (KM1) aus den Tieren, für die beim ersten Probemelken nach der Kalbung die Ketose-Risikoklasse 1 (geringes Ketose-Risiko) ermittelt wurde. Im Vergleich ist deutlich zu erkennen, dass die durch-

schnittliche 305-Tage-Leistung bei jenen Tieren erheblich niedriger liegt, bei welchen beim ersten Probemelken die KetoMIR-Klasse 3 (KM3, hohes Ketose-Risiko) ermittelt wurde. Ketose führt zu hohen Milchleistungsrückgängen in der Laktation. KetoMIR identifiziert diese Kühe zuverlässig.

Da bei einer ermittelten Ketose-Risikoklasse 3 eine akute Ketose vorliegen dürfte, wird erkennbar, zu welcher starken Leistungseinbußen diese Erkrankung führt. Leistungseinbrüche von über 20 % sind keine Seltenheit. Die Auswertung macht deutlich, dass es in jedem Fall notwendig ist, Ketosen zu vermeiden. Dabei kann KetoMIR helfen.

KetoMIR-Index in Beziehung zu weiteren Diagnosen

Die Ketose in den ersten 120 Tagen der Laktation spielt eine zentrale Rolle bei der Gesunderhaltung des Kuhbestandes. Probleme, die in der Früh-laktation auftreten, erstrecken sich häufig über die gesamte Laktationsperiode. Die Milcheinbuße kann nicht mehr aufgeholt werden. Es entsteht ein wirtschaftlicher Schaden für den Milcherzeuger. Um den Folgeerkrankungen auf die Spur zu kommen, wurden erneut die Diagnosedaten aus dem Gesundheitsmonitoring herangezogen. Grundlage der durchgeführten Auswertungen sind die Diagnosen ab dem Prüfungsjahr 2012 mit den ermittelten Ketose-Risikoklassen. Jeweils zugrunde gelegt wurde die ermittelte Ketose-Risikoklasse beim ersten Probemelken nach der Kalbung. Es wurde untersucht, welche Folgeerkrankungen bei den Kühen in den einzelnen Ketose-Risikoklassen im Laufe der Laktation aufgetreten sind. Um die Wahrscheinlichkeit von Folgeerkrankungen bei den drei Ketose-Risikoklassen (gering, mittel, hoch) festzustellen, wurden die drei Häufigkeiten in Relation zueinander gesetzt.

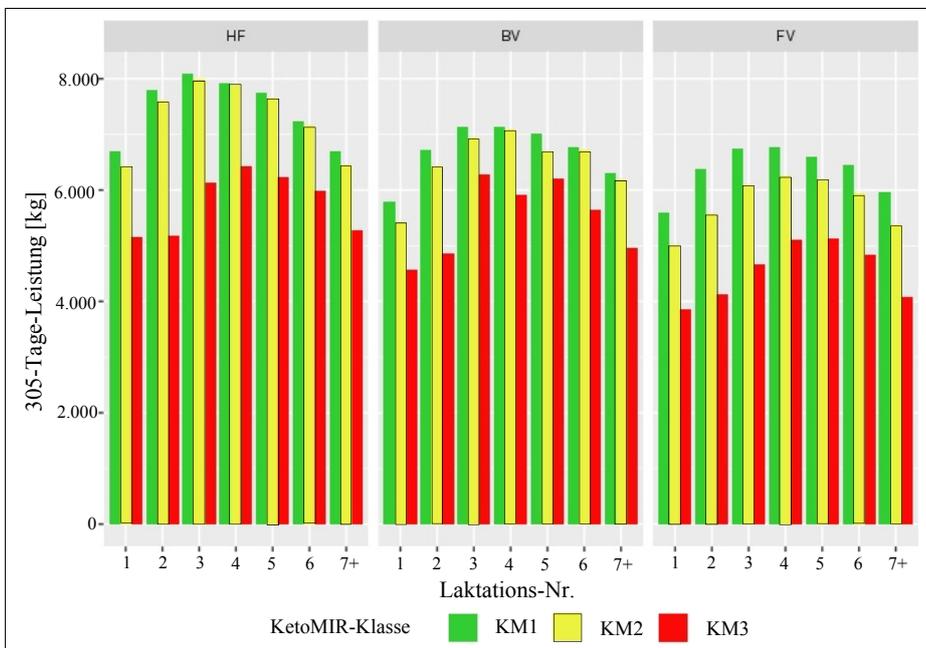


Abbildung 3: Durchschnittliche 305-Tage-Leistung nach KetoMIR-Klasse, Laktation und Rasse

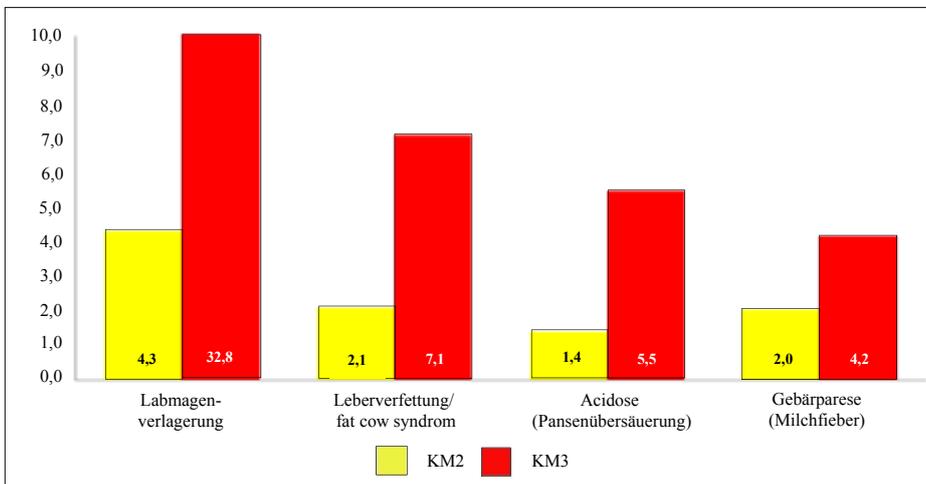


Abbildung 4: Wahrscheinlichkeit einer Stoffwechselerkrankung in den KetoMIR-Klassen 2 und 3 relativ zur Klasse 1

Die Ketose in den ersten 120 Tagen der Laktation spielt eine zentrale Rolle bei der Gesunderhaltung des Kuhbestandes. Probleme, die in der Früh-laktation auftreten, erstrecken sich häufig über die gesamte Laktationsperiode. Die Milcheinbuße kann nicht mehr aufgeholt werden. Es entsteht ein wirtschaftlicher Schaden für den Milcherzeuger. Um den Folgeerkrankungen auf die Spur zu kommen, wurden erneut die Diagnosedaten aus dem Gesundheitsmonitoring herangezogen. Grundlage der durchgeführten Auswertungen sind die Diagnosen ab dem Prüfungsjahr 2012 mit den ermittelten Ketose-Risikoklassen. Jeweils zugrunde gelegt wurde die ermittelte Ketose-Risikoklasse beim ersten Probemelken nach der Kalbung. Es wurde untersucht, welche Folgeerkrankungen bei den Kühen in den einzelnen Ketose-Risikoklassen im Laufe der Laktation aufgetreten sind. Um die Wahrscheinlichkeit von Folgeerkrankungen bei den drei Ketose-Risikoklassen (gering, mittel, hoch) festzustellen, wurden die drei Häufigkeiten in Relation zueinander gesetzt.

In *Abbildung 4* ist zu erkennen, dass z.B. die Wahrscheinlichkeit der Leberverfettung bei einer Kuh mit einem hohen Ketose-Risiko 7,1 mal so hoch ist, wie bei einer Kuh mit Ketose-Risikoklasse 1.

Es wird deutlich, dass bei Kühen mit einer akuten Ketose in der Früh-laktation (Ketose-Risikoklasse 3) die Wahrscheinlichkeit einer Folgeerkrankung

sehr hoch ist. Häufig sind Entzündungserkrankungen festzustellen, die auch als Folge einer verminderten Immunabwehr entstehen dürften.

Die durch den neuen Ketose-Indikator KetoMIR und die Daten des Gesundheitsmonitoring möglich gewordenen Auswertungen zeigen deutlich den enormen Einfluss akuter aber auch subklinischer Ketosen auf die Gesundheit unserer Milchkühe. KetoMIR gibt entscheidende Hilfestellungen, um Ketosen und deren Folgeerkrankungen entgegen zu wirken.

KetoMIR für LKV-Betriebe

Der LKV BW hat für seine Mitgliedsbetriebe im LKV-Herdenmanager Auswertungen zum KetoMIR-Index bereitgestellt. Alle Mitglieder, nicht nur solche die an GMON Rind BW teilnehmen, haben die Möglichkeit, die Stoffwechselsituation der Kühe zu Laktationsbeginn einfacher und besser zu überwachen. Die KetoMIR-Auswertungen sind im LKV-Herdenmanager unter dem Reiter „Gesundheit“ und dort im Modul „KetoMIR“ zu finden. Es gibt an dieser Stelle die Ansichten „Probemelkungen“, „Einzelkuhergebnis Kontrolltag“ und die „Übersicht“ in bewährter Darstellung gut strukturiert und übersichtlich angezeigt. Mit KetoMIR im LKV-Herdenmanager steht den LKV-Mitgliedsbetrieben und den Beratern ein neues, vorzügliches Beratungswerkzeug zur Verfügung, das sowohl das Fütterungs- und Haltungsmanagement der frühlaktierenden Kühe als auch das der Altmelker und Trockensteher wesentlich vereinfacht.

Die Ansicht „Probemelkungen“ (Abbildung 5) liefert auf einen Blick eine Übersicht der Entwicklung des Ketose-Risikos der Herde vom aktuellen Probemelkdatum über das zurückliegende Prüfungsjahr. Selbstverständlich können auch noch weiter zurückliegende Jahre analysiert werden. Ausgewertet werden jeweils Tiere bis zum 120. Laktationstag.

Trends, die eventuell Rückschlüsse auf saisonale bzw. management- sowie fütterungsbedingte Einflüsse ermöglichen, sind kumuliert ersichtlich.

Über die Ansicht „Einzelkuhergebnis Kontrolltag“ (Abbildung 6) können Risikotiere sofort erkannt und aufgrund dessen unverzüglich Maßnahmen ergriffen werden, soweit möglich und notwendig.

Die „Übersicht Kontrolltag“ (Abbildung 7) zeigt den Anteil der Ketose-gefährdeten Tiere in der 1. Laktation und ab der zweiten Laktation. In einer weiteren Spalte sind alle Tiere zusammengefasst. Vorgegebene Zielwerte erleichtern die Beurteilung der festgestellten Ergebnisse.

Auswertungen über einen längeren Zeitraum ermöglicht die „Übersicht Anteil Ketoklasse/PM-Datum“ (Abbildung 8). Unter Beachtung der Verteilung der Ketose-Klassen über die letzten 11 Monate können Entscheidungen und daraus resultierende notwendige Handlungen eventuell einfacher umgesetzt werden, da diese Daten deutliche Hinweise liefern.

Die Abbildungen 5 bis 8 zeigen einen Betrieb mit ca. 150 Kühen, 2/3 Holsteins mit 10.000 kg Jahresleistung, 1/3 Fleckvieh mit 8.000 kg Jahresleistung, Durchschnittsalter der Herde 4,8 Jahre. Der Bulle läuft in der Herde. Unfruchtbarkeit ist die häufigste Abgangsursache. Ketose ist in der Herde ein Problem, wie die KetoMIR-Auswertungen verdeutlichen. Es sind zum einen die klinischen Ketosen, die Schwierigkeiten bereiten, zum anderen ist es aber auch die große Zahl an subklinischen Ketosen im Bestand, die ohne KetoMIR nicht direkt augenscheinlich auffallen würden.

Der Betrieb ist seit Januar 2018 in der Fütterungsberatung des LKV. Die Altmelker und die Trockensteher sind in einer guten körperlichen Verfassung (nicht zu fett). Gefüttert wird eine aufgewertete Grundration. Problematisch ist das Grundfutter. Der Energiegehalt der AGR liegt

Probedatum	Kuhanzahl Milch bis 120 LT	Durchschn. Lakttage	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Zellzahl	FEQ	Harnstoff	Ketose-klasse 1	Ketose-klasse 2	Ketose-klasse3	mittlere Ketose-klasse
27.10.2017	47	56	34,4	3,73	3,13	404	1,19	16,2	28	15	4	1,5
27.11.2017	51	58	34,0	4,17	3,23	185	1,29	22,0	31	19	1	1,4
30.12.2017	46	67	37,0	3,84	3,25	237	1,18	22,7	30	15	1	1,4

Übersicht Kontrolljahr 2018				
Ketose Klasse 3	0%	5%	4%	< 5%
Ketose Klasse 2	7%	37%	34%	< 20%
Ketose Klasse 1	93%	58%	62%	> 80%
	1. Laktation	ab 2. Laktation	alle Laktationen	Zielwerte

Abbildung 5: Entwicklung des Ketose-Risikos der Herde vom aktuellen Probemelkdatum über das zurückliegende Prüfungsjahr

Betrieb Tier Grafik **Gesundheit** Admin

KetoMIR

Zurück Einzelkuhergebnis Kontrolltag

Filter

 Minimum unterschritten
 Maximum überschritten
 Grenze 1 überschritten
 Grenze 2 überschritten

 geringes Risiko
 mittleres Risiko (subklinisch)
 hohes Risiko (klinisch)

Probedatum: 30.12.2017

SNR	Name	Lebensnummer	Lakt. Zahl	Lakt. Tage	ST	Milch kg	Fett %	Eiw %	ZZ	FEQ	Harnstoff	Harnstoff-Klasse	Ketoseklasse
135		DE 08 148	5	39		39,5	5,13	2,85	270	1,80	21	2	3
6		DE 08 153	4	26		46,1	3,83	2,95	96	1,30	23	2	2
11		DE 08 144	6	89		42,9	2,60	3,04	107	0,86	22	2	2
12		DE 08 155	4	82		36,1	2,70	3,17	371	0,85	16	2	2
32		DE 08 156	3	63		50,2	3,23	3,04	98	1,06	21	2	2
43		DE 08 146	5	31		36,2	4,46	3,07	319	1,45	22	2	2
50		DE 08 145	6	29		38,2	4,48	3,07	197	1,46	22	2	2
53		DE 08 158	2	62		26,5	7,61	3,06	378	2,49	37	3	2
63		DE 08 153	4	81		40,2	3,43	3,09	70	1,11	28	2	2
77		DE 08 150	5	34		22,1	4,68	2,99	952	1,57	23	2	2
78		DE 08 117	14	117		20,8	4,14	3,34	696	1,24	24	5	2
98		DE 08 148	5	110		45,8	2,98	2,98	29	1,00	20	2	2
103		DE 08 160	2	28		34,7	4,01	2,93	3162	1,37	22	2	2
131		DE 08 146	6	31		34,1	4,33	3,31	576	1,31	24	5	2
133		DE 08 147	5	103		32,1	3,75	3,53	180	1,06	20	5	2
134		DE 08 148	5	83		49,8	3,50	3,10	74	1,13	19	2	2
14		DE 08 150	4	91		31,7	3,38	3,71	112	0,91	22	5	1
17		DE 08 160	2	52		40,2	2,98	3,36	186	0,89	19	5	1
23		DE 08 162	1	51		29,8	3,33	3,27	66	1,02	25	5	1
24		DE 08 162	1	24		26,2	3,10	3,07	36	1,01	25	2	1

Abbildung 6: Risikotiere am Kontrolltag sind leicht aufspürbar

Übersicht Kontrolltag 30.12.2017

Ketose Klasse	0%	2%	2%	< 5%
Ketose Klasse 3				
Ketose Klasse 2		36%	33%	< 20%
Ketose Klasse 1	100%	62%	65%	> 80%
	1. Laktation	ab 2. Laktation	alle Laktationen	Zielwerte

Abbildung 7: Die Ketose-Situation der Herde am Kontrolltag ist mit einem Blick zu erkennen

bei 6,65 MJ NEL. Die eingesetzte Grassilage ist dafür hauptverantwortlich. Der Fütterungsberater muss nun in Zusammenarbeit mit dem Betriebsleiter versuchen, die AGR zu optimieren.

KetoMIR ist bei den Fütterungsberatern des LKV BW hoch geschätzt. Spätlaktations- und Trockenstehermanagement (Fütterung) können gut überwacht werden. Aber auch ein zu hohes Energiedefizit in der Ration, ohne dass die Tiere vorher verfettet waren, lässt sich gut aufzeigen, wie das Beispiel zeigt.

Übersicht Anteil Ketoklasse / PM-Datum

Ketose Klasse 3	2%	2%	9%	3%	3%	13%	8%	2%	0%	7%	5%
Ketose Klasse 2	33%	37%	32%	9%	22%	21%	40%	24%	13%	28%	23%
Ketose Klasse 1	65%	61%	60%	88%	75%	66%	53%	74%	88%	66%	72%
	30.12.17	27.11.17	27.10.17	19.09.17	30.07.17	28.06.17	31.05.17	27.04.17	31.03.17	23.02.17	30.01.17

Abbildung 8: Dynamische Übersicht zu den Ketose-Klassen der zurückliegenden 11 MLP-Kontrollen

Grenzen von KetoMIR als Beratungswerkzeug

Es geht nicht darum, einzelne subklinisch oder klinisch erkrankte Tiere aufzuzeigen, um für diese Tiere unmittelbare Handlungsempfehlungen abgeben zu können, denn dafür sind letztendlich die Tierärzte zuständig.

Es geht vielmehr darum, im Vorfeld möglichst zu verhindern, dass subklinische oder klinische Ketosen überhaupt auftreten. Hier kann durch ein gutes Fütterungsmanagement viel erreicht werden.

Ausblick

Es scheint so zu sein, dass der KetoMIR-Index auch in der Zuchtwertschätzung eine gewisse Rolle spielen könnte. Die Heritabilitäten lassen wohl eine züchterische Bearbeitung für dieses Merkmal zu.

Zurzeit wird an einer verbesserten Version von KetoMIR gearbeitet (KetoMIR 2). Diese Version verwendet zusätzliche Referenzdaten, die seit 2015 beim LKV BW und bei der Zuchtdaten gesammelt wurden. Außerdem werden neueste Verfahren der statistischen Modellierung von MIR-Spektraldaten verwendet.

Silier- und Fütterungsversuche mit Shredlage-Maissilage im Vergleich zur Maissilage herkömmlicher Häcksellänge

Effects of particle size distribution of maize silage on silage quality, dry matter intake and performance of dairy cows

Martin Pries^{1*}, Jana Denißen² und Jan-Helge Speit²

Zusammenfassung

Zur Sicherung und Aufrechterhaltung einer optimalen Pansenfunktion benötigen Wiederkäufer neben adäquaten Mengen an Energie und Nährstoffen auch eine ausreichende Versorgung mit strukturiertem Futter. Eine der weltweit bedeutsamsten Grundkomponenten in der Rationsgestaltung hochleistender Milchkühe stellt Maissilage dar. Diese enthält neben hohen Stärkegehalten auch beachtliche Mengen an strukturwirksamen Gerüstsubstanzen und dient damit nicht nur als Energiequelle, sondern auch als Strukturkomponente. Nach umfangreichen Versuchstätigkeiten in den Jahren 2005 bis 2007 wird in Deutschland eine theoretische Häcksellänge bei der Ernte von Silomais für die Wiederkäuferfütterung von 5 bis 8 mm empfohlen. Die resultierenden Partikelgrößen ermöglichen eine verlustarme Futterkonservierung sowie bei der Verwendung derartiger Maissilagen in Milchkurationen eine hohe Futteraufnahme und entsprechende Milchleistungen.

Seit einigen Jahren wird in den USA über eine neuartige Erntetechnik berichtet. Bei diesem Verfahren wird der Mais auf Partikelgrößen von 26 bis 30 mm geschnitten. Eine besondere Bauform gegenläufiger Zerkleinerungswalzen („corncracker“) ermöglicht eine starke Nachzerkleinerung der Maiskörner und ein Aufspießen in Längsrichtung der Restpflanzenbestandteile. Im Vergleich zu den Ergebnissen der hiesigen Versuchstätigkeiten in den Jahren 2005 bis 2007 hat der Einsatz der neuartigen Langschnitt-Maissilage keinen negativen Einfluss auf die Futteraufnahme und die Leistung der Kühe. Die neue Technologie ermöglicht eine starke Körnerzerkleinerung, zudem leisten die größeren Partikel einen Beitrag zu einer wiederkäuergerechten Ration. Somit können mit der neuen Technik zwei Ziele vereint werden, die bisher als unvereinbar galten. Die erreichte Dichte (kg TM/m³) im Silagevorrat ist im Vergleich zu kurz gehäckseltem Material um circa 10 Prozent verringert.

Schlagwörter: Partikelgröße, Shredlage, Maissilage, Strukturwirkung, Milchleistung

Summary

In addition to appropriate quantities of energy and nutrients, ruminants need adequate levels of physically effective fibre to ensure and maintain an optimum rumen function. Maize silage is a major forage ingredient in rations of high-yielding dairy cows and, as it contains considerable concentrations of starch and physically effective fibre, provides both, energy and physical structure, to dairy cows. Based on systematic research between 2005 and 2007, the current recommendation in Germany is to harvest forage maize (whole plant of corn) at a theoretical length of cut of 5 to 8 mm. The resulting particle size enables low-loss forage preservation, high feed intakes of maize silage-based rations and finally, high milk yields.

During the past few years, a novel method of harvesting forage maize labeled “shredlage” was developed and applied in the United States of America. Shredlage is harvested with a commercially available self-propelled forage harvester fitted with after-market cross-grooved crop-processing rolls, and the self-propelled forage harvester set for a longer theoretical length of cut than commonly used, namely 26 to 30 mm. Contrary to the results of the German feeding trials in the years 2005 to 2007, the much greater theoretical lengths of cut of forage maize had no negative influence on feed intake and milk production of dairy cattle. Thus shredlage, providing intensively processed maize grain and long particles in the same forage, may merge two previously incompatible objectives, namely high energy density and high concentration of physically effective fibre. The density (kg DM/m³) of shredlage in a bunker silo is about 10% less than that of forage harvested at a theoretical length of cut of 5 mm.

Keywords: particle size, shredlage, maize silage, physical structure, milk yield

¹ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Ostinghausen-Haus Düsse, D-59505 Bad Sassendorf

² Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Haus Riswick, Elsenpass 5, D-47533 Kleve

* Ansprechpartner: Dr. Martin Pries, email: martin.pries@lwk.nrw.de

1. Einleitung

Eine wiederkäuergerechte Rationsgestaltung zur Gesunderhaltung der Milchkuh ist die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Milchproduktion mit hohen Lebensleistungen. Zur Sicherung physiologischer Bedingungen im Pansen benötigen Wiederkäuer neben adäquaten Mengen an Energie und Nährstoffen auch eine ausreichende Versorgung mit strukturiertem Futter. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Grobfutterkomponenten, die in Folge ihrer physikalischen Eigenschaften einen ausreichenden Speichelfluss, stabile pH-Werte in den Vormägen und eine Schichtung des Vormageninhaltes gewährleisten (STEINGASS und ZEBELI 2008). Um den Energiebedarf hochleistender Milchkuhe decken zu können, werden in der Fütterung energiedichte Rationen mit hohen Kraftfutteranteilen erforderlich. Der Einsatz des Kraftfutters kann zu einer Reduzierung der Strukturwirksamkeit der Ration führen. Liegen diese Bedingungen über einen längeren Zeitraum vor, kann dies zu einer subakuten Pansenazidose führen (ZEBELI et al. 2008a). Der Einsatz von Mais-Ganzpflanzensilagen (Synonym Maissilagen) ist in der Wiederkäuerfütterung weit verbreitet, da Maissilage neben hohen Stärkegehalten auch beachtliche Mengen pflanzlicher Gerüstsubstanzen (Cellulose, Hemicellulose und Lignin) enthält (SÜDEKUM 2009). Somit dient Maissilage in der Wiederkäuerernährung nicht nur als Energiequelle, sondern gleichzeitig auch als Lieferant von „Struktur“. Aufgrund dieser herausragenden Bedeutung in der Wiederkäuerfütterung gibt es seit Beginn des Silomaisanbaus eine Diskussion über die optimale Aufbereitung der Maissilage vor dem Hintergrund einer bestmöglichen Verdicht- und Silierbarkeit sowie einer effizienten Nährstoffnutzung durch Milchkuhe und Mastrinder. Nach umfangreichen Versuchstätigkeiten in den Jahren 2005 bis 2007 wird in Deutschland eine theoretische Häcksellänge (tHL) bei der Maisernte für die Wiederkäuerfütterung von 5 bis 8 mm empfohlen (SPIEKERS et al. 2009). Seit einigen Jahren wird in den Vereinigten Staaten von Amerika unter dem Stichwort „Shredlage®¹-Maissilage“ vermehrt über ein neuartiges Verfahren der Silomaiserte berichtet. Shredlage ist ein eingetragenes Warenzeichen und beinhaltet ein Patent der Firma Claas Harsewinkel, auf eine besondere Bauform des Corncrackers zur Nachzerkleinerung des Erntegutes. In dem neuen Verfahren wird die Maispflanze auf Partikellängen von 26 bis 30 mm geschnitten, um in der Ration die physikalische Struktur zu erhalten. Gleichzeitig kommt es zu einer intensiveren Zerkleinerung der Körner, so dass eine bessere Nutzung der hohen Energiekonzentrationen in den Maiskörnern ermöglicht werden soll.

2. Aktueller Wissensstand zur Häcksel- länge von Maissilage

Für die Silierung erfolgt die Ernte der Maispflanze im Regelfall mit einem Feldhäcksler. Das Erntegut wird dabei vom Mähvorsatz des Feldhäckslers geschnitten und gleichmäßig dem Häcksler zugeführt. Im Häcksler gelangt das Gut zu den Einzugs- und Presswalzen, mit Hilfe der Drehzahlverstellung dieser Walzen kann die Partikelgröße bestimmt werden. Diese ist bei Verwendung aller Häckselmesser in der Regel im Bereich von 4 bis 20 mm verstellbar. Längeres

Häckselgut lässt sich durch den Ausbau entsprechender Messer aus dem Häckselaggregat erzeugen. Die Messer fördern das Erntegut mit Unterstützung von zusätzlichen Wurfgebläsen weiter zu den gegenläufigen Zerkleinerungswalzen, auch Corncracker genannt. Diese dienen primär der Kornzerkleinerung, wobei der Grad der Zerkleinerung durch den Abstand der beiden Walzen zueinander und durch die Differenz der Umfangsgeschwindigkeiten der Walzen zu verändern ist. Die Aufbereitungsintensität wird weiterhin maßgeblich von der Maschinenauslastung (Massedurchsatz/Zeiteinheit) beeinflusst.

In Deutschland ist eine tHL von 5 bis 10 mm bei Spaltweiten zwischen den Zerkleinerungswalzen von 1 bis 2 mm üblich. Durch die Zerkleinerung entsteht ein Erntegut, das sich gut verarbeiten und verdichten lässt sowie eine große Oberfläche für eine rasche Silierung bietet. THAYSEN und JÄNICKE (2006) geben eine Empfehlung zur tHL in Abhängigkeit vom Trockenmasse-(TM)-Gehalt der Gesamtpflanze. Bei einem TM-Gehalt von bis zu 30 % kann eine tHL von bis zu 10 mm gewählt werden, oberhalb dieses TM-Gehaltes sollte das Erntegut jedoch auf eine tHL von nur 6 bis 8 mm gehäckselt werden. Hintergrund der Empfehlung ist die angestrebte hohe Verdichtung in der Silomiete. LEURS (2006) stellte fest, dass bei einem Anstieg der Häcksellänge von 5,5 mm auf 21 mm die Verdichtung in der Silomiete um etwa 25 % abnimmt und damit Werte deutlich unterhalb der Empfehlung nach HONIG (1987) zur Verdichtung von Silomais in der Silomiete erzielt werden. Die geringere Verdichtung war in den Versuchen mit einer intensiveren Nachgärung/höheren Nacherwärmung nach Öffnen des Silos und in Folge dessen mit größeren Verlusten verbunden. Auf den Gärsäuregehalt und deren Zusammensetzung hatte die Häcksellänge hingegen keinen Einfluss.

In den Jahren 2005 bis 2007 wurden an verschiedenen Standorten in Deutschland Fütterungsversuche mit Milchkuhen und Mastbullen durchgeführt, um die Effekte einer steigenden Partikelgröße in der Fütterung zu prüfen (MAHLKOW et al. 2005, PRIES et al. 2006, SPIEKERS et al. 2009). Zur Gewährleistung der Strukturwirkung sollte die tHL in der Milchkuhfütterung in Abhängigkeit vom Strukturwert der Ration gewählt werden (SPIEKERS et al. 2009):

Strukturwert der Ration > 1,2 : 5 - 8 mm tHL

Strukturwert der Ration < 1,2 : > 15 mm tHL

3. US-amerikanische Ergebnisse zum Einsatz von Shredlage-Maissilage

In den Jahren 2012 bis 2015 wurden in den Vereinigten Staaten von Amerika Ergebnisse von vier Fütterungsversuchen mit Shredlage-Maissilage veröffentlicht. Eine Übersicht über die Methodik und die Ergebnisse dieser Versuche gibt *Tabelle 1*.

Innerhalb jeder Untersuchung wurden die Kühe mit den gleichen Rationen gefüttert, die sich lediglich in der Aufbereitungsart der Maissilage unterschieden. VANDERWERFF et al. (2015) führten einen Versuch mit drei Fütterungsgruppen durch. Bei der dritten Versuchsgruppe wurde der Anteil an konventioneller Maissilage um 10 % verringert und

¹ Die Bezeichnungen „Shredlage“ und „Shredlage-Maissilage“ werden im Textverlauf synonym zu dem Begriff „Shredlage®“ verwendet

Tabelle 1: Versuchsaufbau und Ergebnisse von Fütterungsversuchen mit Milchkühen zum Einsatz von Shredlage-Maissilage in den USA

Autoren		I		II			III		IV	
Versuchsaufbau		KON	SHR	KON	KONH	SHR	KON	SHR	KON	SHR
tHL	mm	19	30	19	19	26	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
CSPS	%	60,3	75,0	67,6	67,6	72,4	56,2	62,2	50,7	59,5
Anteil MS TMR	% TM	50	50	45	35	45	38	38	50	50
peNDF _{>8}	%	16,0	15,1	14,4	13,7	14,5	16,5	16,8	n.b.	n.b.
Tierzahl	n	56	56	40	40	40	76	76	64*	64*
Versuchsdauer	d	56		28			84		56	
Ergebnisse										
TM-Aufnahme	kg/d	24,7	25,4	26,7	26,7	26,9	25,5	25,6	25,5	25,4
Milchmenge	kg/d	42,8	43,6	50,1 ^a	47,4 ^b	51,3 ^a	40,3	41,4	41,2	41,0
Milchfett	%	3,70	3,74	3,31 ^a	3,67 ^b	3,29 ^a	3,72	3,68	3,71	3,70
Milcheiweiß	%	3,21	3,18	3,13	3,14	3,09	3,08	3,05	3,00	3,01
ECM	kg/d	44,2	45,1	48,6	48,4	49,5				
ECM**	kg/d	40,8	41,7	45,3	44,9	46,1	38,2	39,0	38,8	38,6
(4,0 % Fett; 3,4 % Eiweiß)										

Autor I: Ferraretto und Shaver (2012b)

Autor II: Vanderwerff et al. (2015)

Autor III: Flis (2015)

Autor IV: Chase (2015)

KON: TMR mit konventionell gehäckselter Maissilage

KONH: 10 % der Maissilage aus KON wurden durch gehäckseltetes Luzerneheu ersetzt

SHR: TMR mit Shredlage-Maissilage

tHL: theoretische Häcksellänge

CSPS: Corn Silage Processing Score

MS: Maissilage

TMR: Totale Mischration

peNDFom: physikalisch effektive NDFom

ECM: Energiekorrigierte Milchmenge

n.b.: nicht bekannt

* Periodenwechselforschung

** ECM (kg) = ((0,38 x Fett (%)) + 0,21 x Eiweiß (%)) + 1,05 x Milchmenge (kg) / 3,28

^{a, b} Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben geben signifikante Unterschiede an

stattdessen gehäckselt Luzerneheu der Ration zugemischt. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der deutschen Studien zur optimalen Häcksellänge aus den Jahren 2005 bis 2007 hatte der Einsatz von Shredlage-Maissilage mit einer tHL von bis zu 30 mm in den USA insgesamt eher positive Effekte auf die Futteraufnahme und die Milchleistung der Kühe. Aus diesen Ergebnissen wird gefolgert, dass aufgrund der höheren Strukturwirksamkeit der grob gehäckselten Maissilage der Strohanteil in der Ration verringert oder sogar auf diesen verzichtet werden kann. In den vorliegenden amerikanischen Studien wurden die Kontrollvarianten mit 19 mm tHL gehäckselt und liegen damit ebenfalls *weit über* den deutschen Empfehlungen zur optimalen Häcksellänge. FERRARETTO und SHAVER (2015) stellten fest, dass die Maissorten die TM-Aufnahme, die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe beeinflussen. In den Vereinigten Staaten von Amerika werden andere Mais-Genotypen eingesetzt als im mitteleuropäischen Raum. Aus diesen Gründen sind die Ergebnisse aus den Vereinigten Staaten von Amerika nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse übertragbar, so dass Versuchsanstellungen unter hiesigen Produktionsbedingungen notwendig wurden.

4. Ergebnisse aus Deutschland zum Einsatz von Shredlage-Maissilage

Um die Effekte des Einsatzes von Shredlage-Maissilage unter mitteleuropäischen Bedingungen zu prüfen, wurden in Deutschland in den Jahren 2016 und 2017 insgesamt

5 Fütterungsversuche mit Milchkühen durchgeführt. Das VBZL Haus Riswick sowie das LVFZ in Achselschwang führten in den Jahren 2016 und 2017 jeweils einen Fütterungsversuch durch, im Jahr 2017 wurde zudem im LVZ Futterkamp ein Fütterungsversuch mit Milchkühen abgeschlossen. In allen Versuchen wurde konventionell gehäckselte Maissilage mit einer tHL von 7 mm mit einer Shredlage-Maissilage (tHL 26 mm) verglichen. Neben den Effekten in der Milchviehfütterung wurden ebenfalls Daten zu den Siliereigenschaften und zu dem Einfluss auf die erzielte Verdichtung (kg TM/m³) erfasst.

4.1 Messungen zur Verdichtbarkeit und Lagerdichte

PRIES et al. (2016) führten umfangreiche Erhebungen zur Verdichtbarkeit von Shredlage-Maissilage durch. Am Tag der Ernte wurden zur Bestimmung der Verdichtbarkeit 120 Liter Kunststofffässer unter definierten Bedingungen mit Frischmais beider Varianten (konventionelle Maissilage mit 7 mm tHL und Shredlage mit 26 mm tHL) gefüllt und mit einer hydraulischen Presse mit variierenden Drücken verdichtet. Unabhängig vom Verdichtungsdruck (0,5; 1,0 und 1,5 bar) zeigte sich eine etwa 10 % höhere Verdichtung zugunsten des mit 7 mm tHL geernteten Materials.

Zur Beschreibung der Dichtlagerung in der Silomiete wurden in drei Fütterungsversuchen während der Entnahme Dichtebestimmungen an den Anschnittflächen der Silomieten durchgeführt. Im VBZL Haus Riswick, Kleve,

Tabelle 2: Verdichtung von Maissilagen in den Fahrsilos in kg TM/m³ (PRIES et al. 2016)

Konventionell (7 mm tHL)					Shredlage (26 mm tHL)					Sollwert
	L	M	R	MW		L	M	R	MW	
O	201	254	206	220	O	152	196	150	166	
M	274	281	275	277	M	246	264	253	254	
U	279	314	319	304	U	287	276	303	289	
MW	251	283	267	267	MW	228	245	235	236	260

O: Oben; M: Mitte; U: Unten; L: Links; R: Rechts; MW: Mittelwert

Sollwert nach HONIG (1987) bei einem TM-Gehalt der Maissilage von 34 %

wurden im Jahr 2015 zwei identisch aufgebaute Silomieten mit Shredlage-Maissilage (26 mm tHL) und konventioneller Maissilage (7mm tHL) befüllt. Die Verdichtung der Silomieten erfolgte mit dem gleichen Walzdruck, so dass vergleichbare Bedingungen gegeben waren. Die Dichtebestimmung erfolgte mittels der Bohrkernmethode (Durchmesser 100 mm) an unterschiedlichen Lokalisationen im Silo.

Der Messung hinsichtlich der erzielten Verdichtung an den Anschnittflächen ist zu entnehmen, dass vor allem die obere Schicht der Shredlage-Maissilage deutliche Differenzen zwischen der realisierten und der zur Minimierung des Porenvolumens notwendigen Verdichtung aufweist (Tabelle 2). Während das auf 7 mm tHL gehäckselte Material mit im Mittel 220 kg TM/m³ in der obersten Schicht nur etwa 15 % unterhalb der erforderlichen Dichtlagerung lag, wurden die Sollwerte bei der Shredlage-Maissilage um ca. 35 % unterschritten. Hinsichtlich der Gesamtmittelwerte bestätigt sich das Ergebnis der Dichtemessung in den Kunststofffassern. Es zeigt sich bei gleichem Druck eine um 12 % höhere Verdichtung zugunsten der konventionellen Variante (7 mm tHL).

Im Jahr 2017 wurde im VBZL Haus Riswick die Dichtemessung im Fahrsilo wiederholt. Die Shredlage-Maissilage war aufgrund der Erfahrungen aus dem Vorjahr mit einem deutlich höheren Druck verdichtet worden als die konventionell gehäckselte Maissilage. In beiden Varianten wurde in der oberen Schicht eine geringere Verdichtung als im Vorjahr erzielt (Shredlage: 145 kg TM/m³; Konventionell: 175 TM/m³). Das durchschnittliche Massevolumen war trotz eines deutlich höheren Walzdrucks bei der Shredlage-Maissilage mit 218 kg TM/m³ um etwa 5 % geringer als bei der konventionellen Maissilage (227 kg TM/m³) und lag damit in beiden Varianten deutlich unterhalb der Empfehlungen von HONIG (1987). Im LFVZ Achselchwang wurden im Jahr 2017 ebenfalls Dichtemessungen an der Anschnittfläche durchgeführt, bei der Ernte war auch hier die Shredlage-Maissilage intensiver, das heißt mit erhöhtem Druck, festgefahren worden. Im oberen und seitlichen Silobereich konnten die Zielwerte bei beiden Varianten nicht erreicht werden (-10 bis -15 %), die konventionelle Maissilage zeigte eine geringfügig verbesserte Verdichtung (ETTLE et al. 2017).

In einem Exaktversuch verglichen THAYSEN et al. (2017) die Verdichtbarkeit von Erntegut unterschiedlicher Partikelgröße in Abhängigkeit vom Walzdesign des Corncrackers im Feldhäcksler. Zusätzlich wurden unterschiedliche Trockenmassegehalte im Siliergut und verschiedene Drehzahldifferenzen der Corncrackerwalzen berücksichtigt. Dabei ergaben sich hinsichtlich des Walzdesigns keine signifikanten Unterschiede in der Verdichtbarkeit. Es konnte

jedoch beobachtet werden, dass das erzielte Massevolumen (kg TM/m³) des Frischmaises mit steigender Partikelgröße abnahm.

Somit kann gefolgert werden, dass Shredlage-Mais aufgrund seiner größeren Struktur weniger gut zu verdichten ist, was vor allem durch das ausgeprägtere Nachfederverhalten erklärt werden kann. LEURS (2006) beschrieb einen Rückgang der Verdichtbarkeit von 25 % bei einer Erhöhung der tHL von 5,5 mm auf 21 mm. Bei Shredlage-Maissilage mit einer tHL von 26 mm lag der Rückgang in der Verdichtbarkeit lediglich bei 12 %. Aufgrund der größeren Drehzahldifferenz der Crackerwalzen und der aggressiven Bezeichnung entsteht eine große Reibwirkung, die zu einem Aufspießen des Häckselgutes in Längsrichtung der Stängel- und Blattteile führt. Dieses aufgesplissene Material lässt sich besser verdichten als solches, das lediglich auf eine tHL von 21 mm tHL gehäckselt wurde und keiner intensiven Aufbereitung unterzogen wurde.

4.2 Partikelgrößenverteilung im Erntegut und in Milchviehrationen

PRIES et al. (2016) überprüften beim Erntegut und bei den vorgelegten Mischrationen die Partikelgrößenverteilung der Varianten konventionell und Shredlage mit Hilfe der Schüttelbox. Die Rationen wurden mit einem selbstfahrenden Futtermischwagen mit Fräsvalze gemischt. Die Ergebnisse werden in *Abbildung 1* dargestellt.

Beim Erntegut ist eine deutliche Verschiebung zwischen den beiden Varianten im Ober- und Mittelsieb festzustellen. Shredlage-Mais hat mit 36 % einen deutlich größeren Partikelanteil auf dem Obersieb. Bei konventionell gehäckseltem Mais befindet sich dort lediglich ein Anteil von 2 %. Diese Verschiebung zwischen Ober- und Mittelsieb ist in den Mischrationen ebenfalls festzustellen. Der Anteil an groben Partikeln auf dem Obersieb ist bei den Shredlage-Varianten mit 25 % etwa doppelt so hoch wie bei Rationen mit konventioneller Maissilage. Die gleichmäßige Verschiebung der Anteile zwischen dem Erntegut und den Mischrationen zeigt, dass die Entnahme mittels Fräse und das Mischen der Ration nur einen geringen Einfluss auf die Partikelgrößenverteilung in der Maissilage haben.

4.3 Verdaulichkeitsmessungen

Die konventionell geerntete Maissilage und die Shredlage-Maissilage aus der Untersuchung von PRIES et al. (2016) wurden einer Verdaulichkeitsmessung an je vier Hammeln unterzogen. Auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe wurden die Gehalte an ME und NEL nach Maßgabe der GfE (2001) kalkuliert. Die Verdaulichkeit der organischen Masse betrug für die konventionell gehäckselte Maissilage

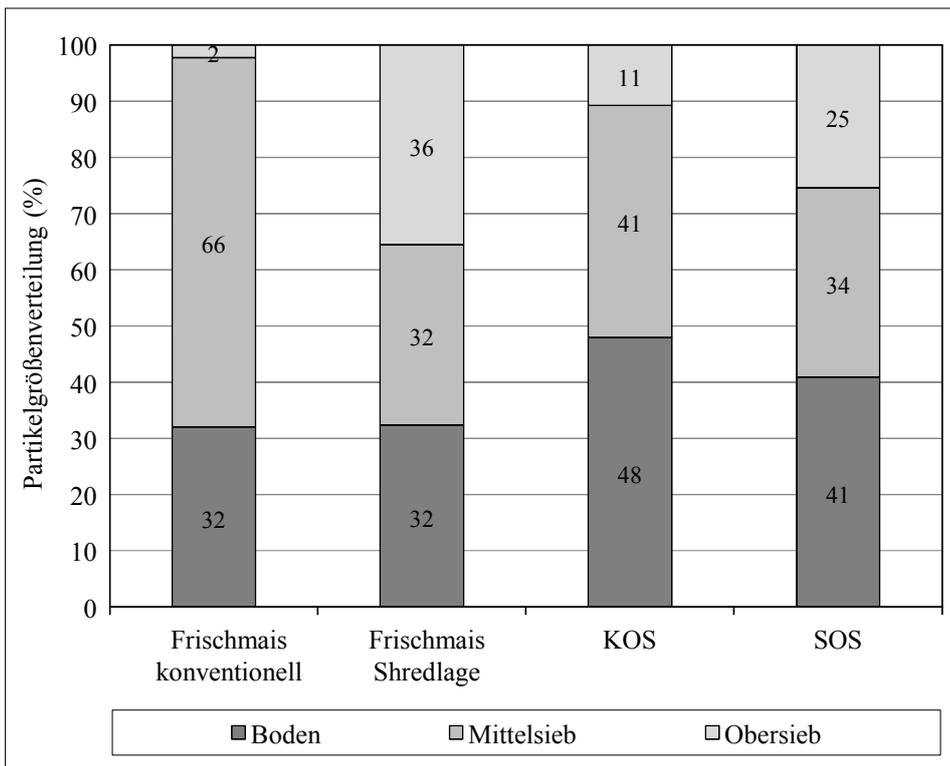


Abbildung 1: Partikelgrößenverteilung von Siliergut aus konventioneller und Shredlage-Ernte sowie von totalen Mischrationen mit von konventioneller und Shredlage-Maissilage

KOS: Konventionelle Maissilage ohne Strohzulage in der Mischration
 SOS: Shredlage-Maissilage ohne Strohzulage in der Mischration
 Obersieb: Sieblochweite: 19 mm
 Mittelsieb: Sieblochweite: 8 mm

81,0 % und für die Shredlage-Maissilage 80,5 %. Auch bei den übrigen Größen ergaben sich ähnliche Werte der Verdaulichkeit. In keinem einzigen Merkmal wurden statistisch abgesicherte Differenzen festgestellt. Die aus den verdaulichen Rohrnährstoffen berechneten Energiegehalte betragen 7,24 bzw. 7,23 MJ NEL/kg TM für die konventionelle Maissilage bzw. die Shredlage-Maissilage. Sowohl die Werte hinsichtlich der Verdaulichkeit der organischen Masse als auch die berechneten Energiegehalte liegen deutlich oberhalb bisher genutzter Tabellenwerte (UNIVERSITÄT HOHENHEIM 1997).

In den Untersuchungen von ETTLE et al. (2017a, 2017b) wurden ebenfalls Verdaulichkeitsmessungen der Maissilagen an jeweils vier Hammeln durchgeführt. Von ETTLE et al. (2017b) wurden Gesamtverdaulichkeiten von 74,4 % (Konventionell) und 74,6 % (Shredlage) festgestellt, sie bewegten sich auf gleichem Niveau und im Bereich von Tabellenwerten (UNIVERSITÄT HOHENHEIM 1997), jedoch etwa 6 Prozentpunkte unterhalb der Ergebnisse von PRIES et al. (2016). Hinsichtlich der Verdaulichkeit der übrigen Nährstoffe konnten zwischen den Varianten ebenfalls keine signifikanten Differenzen ausgemacht werden. Die aus den Rohrnährstoffen errechneten Energiegehalte betragen 6,81 MJ NEL/kg TM (Konventionell) und 6,79 MJ NEL/kg TM (Shredlage). Diese Befunde stimmen sehr gut mit den Ergebnissen von ETTLE et al. (2017a) aus dem Vorjahr überein. Hier konnten ebenfalls keine signifikanten Differenzen hinsichtlich der Gesamtverdaulichkeit und der errechneten Energiegehalte festgestellt werden.

Aus den Befunden der beiden Verdaulichkeitsmessungen an den Standorten Riswick (PRIES et al. 2016, SPEIT et al. 2017) und Grub (ETTLE et al. 2017a, ETTLE et al. 2017b) kann gefolgert werden, dass unabhängig von der Ernte-/Häckseltechnik hoch verdauliche und energiereiche Maissilagen erzeugt werden können.

Neben den Maissilagen wurden auch die Versuchsrationen aus den Untersuchungen von PRIES et al. (2016) in Verdaulichkeitsversuchen an Hammeln geprüft. Die Verdaulichkeit der organischen Masse betrug 80,7 % für die Ration mit kurz gehäckselter Maissilage ohne Strohergänzung (KOS), 81,0 % für die Ration mit kurz gehäckselter Maissilage mit Strohergänzung (KMS), 81,8 % für die Ration mit Shredlage-Maissilage ohne Strohergänzung (SOS) und 81,7 % für die Ration mit Shredlage-Maissilage mit Strohergänzung (SMS). Hinsichtlich der Verdaulich-

keit der übrigen Rohrnährstoffe waren ebenfalls keine signifikanten Differenzen festzustellen. Die aus den verdaulichen Nährstoffen berechneten Energiewerte betragen 7,38 MJ NEL/kg TM bei KOS, 7,39 MJ NEL/kg TM bei KMS, 7,49 MJ NEL/kg TM bei SOS und 7,48 MJ NEL/kg TM bei SMS. Die Unterschiede sind gering und waren nicht signifikant. Die Berechnung der Energiegehalte mit Hilfe der TMR-Schätzgleichung (GfE 2004) führte zu übereinstimmenden Ergebnissen.

4.4 Fütterungsversuche

Die wesentlichen Daten zur Methodik sowie die entscheidenden Ergebnisse der in Deutschland durchgeführten Untersuchungen an Milchkühen sind *Tabelle 3* zu entnehmen.

Hinsichtlich der TM-Aufnahme ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe SMS (25,0 kg TM) und den Gruppen KOS und SOS mit jeweils 23,2 kg TM-Aufnahme pro Tier und Tag (PRIES et al. 2016). Die Unterschiede in der TM-Aufnahme spiegeln sich auch in den Nährstoffaufnahmen wider. Sowohl in der Ration mit konventioneller Maissilage als auch in den Fütterungsgruppen mit Shredlage-Maissilage bewirkte eine Strohzulage von 500 g je Tier und Tag eine Veränderung der Futteraufnahme. Es konnte kein verstärktes Selektionsverhalten bei den Gruppen mit höheren Anteilen an groben Futterpartikeln festgestellt werden. Die Milchleistungsmerkmale zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, die energiekorrigierte Milchmenge (ECM) variierte auf

Tabelle 3: Versuchsaufbau und Ergebnisse der Fütterungsversuche mit Milchkühen zum Einsatz von Shredlage-Maissilage in Deutschland (PRIES et al. (2016), SPEIT et al. (2017), ETTLE et al. (2017a), ETTLE et al. (2017b), KAMPF et al. (2017))

Autoren	Pries et al. (2016)				Speit et al. (2017)		Ettle et al. (2017a)		Ettle et al. (2017b)		Kampf (2017)	
	KOS	KMS	SOS	SMS	KMS	SMS	KMS	SMS	KOS	SOS	KMS	LMS
tHL (mm)	7	7	26	26	7	26	7	26	7	26	7	26
Rationsgestaltung	TMR	TMR	TMR	TMR	TMR	TMR	PMR	PMR	PMR*	PMR*	TMR	TMR
CSPS (%)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	55	79	87	93	82	79	n.b.	n.b.
Anteil MS MR (% TM)	45	44	46	45	40	40	39	39	47	47	46	46
NEL (MJ/kg TM)	7,3	7,2	7,3	7,2	7,1	7,1	6,8**	6,9**	7,1**	7,1**	n.b.	n.b.
peNDF _{8mm} (%)	17,8	17,8	19,6	19,3	18,1	21,1	15,1**	17,5**	14,3**	15,8**	n.b.	n.b.
Tierzahl (n)	39	44	41	40	24	24	24	24	24	24	36	36
Dauer (d)			140			188		84		84		100
Ergebnisse												
TM-Aufnahme (kg/d)	23,2 ^a	24,1 ^{ab}	23,2 ^a	25,0 ^b	21,9	22,3	24,4 ^a	22,7 ^b	24,9	24,7	22,2	21,8
Milchmenge (kg/d)	38,5	38,2	38,4	39,1	35,2	36,1	35,9	34,6	38,9	39,0	38,9	38,0
Milchfett (%)	3,7	3,73	3,61	3,67	3,77	3,81	3,82	3,83	3,69	3,72	3,62	3,67
Milcheiweiß (%)	3,26	3,26	3,24	3,25	3,07	3,01	3,66	3,61	3,68	3,64	3,21	3,26
ECM*** (kg/d)	37,2	36,6	36,2	37	33,8	34,6	35,7	34,3	38,2	38,2	36,9	36,4
Wiederkauen (min/d)	544 ^a	623 ^{ab}	653 ^b	678 ^b	606	602	485	502	591	557	n.b.	n.b.

KOS: Konventionelle Maissilage ohne Strohzulage in der Mischration

KMS: Konventionelle Maissilage mit Strohzulage in der Mischration

SOS: Shredlage-Maissilage ohne Strohzulage in der Mischration

SMS: Shredlage-Maissilage mit Strohzulage in der Mischration

LMS: Langschnitt (26 mm tHL; Scherer Spezialwalzen) mit Stroh

tHL: theoretische Häcksellänge

CSPS: Corn Silage Processing Score

MS: Maissilage

MR: Mischration

NEL: Netto-Energie-Laktation

peNDFom: physikalisch-effektive aNDF nach Veraschung; Korrigiert um mineralische Bestandteile, deshalb „nach Veraschung“; das „a“ steht für „nach Amylasebehandlung“. Amylase wird zur Verflüssigung von Stärke eingesetzt, damit es keine falschen Analyseergebnisse durch ungelöste Stärke in der Faserfraktion gibt

ECM: Energiekorrigierte Milchmenge

TMR: Totale Mischration

PMR: Teilaufgewertete Mischration

n.b.: nicht bekannt

*Neben den Mischrationen stand den Kühen separat Stroh zur Verfügung, dieses wurde in geringen Mengen aufgenommen

**Angaben inklusive Leistungskraftfutter

***ECM (kg) = ((0,38 x Fett (%) + 0,21 x Eiweiß (%) + 1,05) x Milchmenge (kg)) / 3,28

^{a,b} Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben geben signifikante Unterschiede an

hohem Niveau zwischen 36,2 kg/d (SOS) und 37,2 kg/d (KOS). Die differenzierte Strukturversorgung spiegelte sich im Wiederkauverhalten der Kühe wider: Die Kühe der Shredlage-Varianten zeigten mit 653 min/d (SOS) bzw. 678 min/d (SMS) eine signifikant längere Wiederkaudauer als die Gruppe KOS mit 544 min/d. Der Unterschied hinsichtlich der Wiederkaudauer von 17 % zwischen den Gruppen KOS und SOS zugunsten der Shredlage-Maissilage – bei gleicher TM-Aufnahme – ist erheblich. Bei vier Tieren je Fütterungsgruppe wurden mit Messboli der Firma Smaxtec über einen Zeitraum von 50 Tagen die pH-Werte im Pansen gemessen. Der durchschnittliche Tages-pH-Wert war bei den Kühen der Gruppe KOS mit 5,9 deutlich geringer als in der Gruppe SOS (6,2). Trotz gewisser Unsicherheiten bei der Messung des Pansen-pH-Wertes mit den Messboli scheinen die Daten in Verbindung mit der längeren Wiederkaudauer in der Gruppe SOS plausibel. Diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, dass bei den Kühen der Gruppe KOS eine subakute Pansenazidose vorlag und die Shredlage-Maissilage die ruminale Umsetzungen eher stabilisiert, insbesondere was den pH-Wert angeht. Die Fütterungsvarianten hatten aber keinen signifikanten Einfluss auf die Lebendmasseentwicklung und die Körperkondition

der Tiere. Bei der Betrachtung der Lebendmasseentwicklung der Tiere, die nach der Kalbung in den Versuch eingestellt wurden, wird jedoch deutlich, dass ausgehend von einer nahezu identischen Lebendmasse direkt nach der Kalbung der Abbau von Körpersubstanz in den mit Shredlage-Maissilage versorgten Gruppen um etwa 20 kg geringer ausfiel als bei den Gruppen, die mit konventioneller Maissilage gefüttert wurden. Die höhere Energieversorgung, die aus der höheren Futteraufnahme resultierte, führte aber nicht zu einer höheren Milchleistung, sondern nur zu einem geringeren Körpermasseabbau. Damit wurde das Ausmaß der negativen Energiebilanz zum Laktationsbeginn in den Shredlage-Varianten vermindert (PRIES et al. 2016).

Im Jahr 2017 fand im VBZL Haus Riswick ein weiterer Fütterungsversuch statt, bei dem die Erntetechnik aus dem Vorjahr wiederholt wurde (SPEIT et al. 2017). Bereits in der Trockenstehphase wurden die Kühe mit den verschiedenen Maissilagen (konventionell mit 7 mm tHL und Shredlage mit 26 mm tHL) gefüttert, um möglicherweise unterschiedliche Anpassungseffekte nach der Kalbung auszuschließen. Während der Trockenstehphase waren die Körperkondition sowie die Lebendmassen mit 753 kg (KMS) und 756 kg (SMS) in beiden Fütterungsvarianten sehr ähnlich. Nach

der Kalbung verlief der Abbau der Körpermasse nahezu parallel, so dass die durchschnittlichen Lebendmassen in den ersten 100 Laktationstagen Werte von 644 kg (KMS) und 629 kg (SMS) ergab. Die leicht höhere Futtermittelaufnahme zugunsten der Shredlage-Variante in der Trockenstehphase und der Früh-laktation führte zu leicht höheren Energie- und Nährstoffaufnahmen. Daraus ergab sich über den gesamten Versuchszeitraum eine positivere Energiebilanz in der SMS-Gruppe.

In den Versuchen auf der Versuchsstation in Achselschwang (ETTLE et al. 2017a, ETTLE et al. 2017b) wurde der Mais in den Jahren 2015 und 2016 auf 7 mm (konventionelle Maissilage) und 26 mm (Shredlage-Maissilage) gehäckselt. Auch hier erfolgte die Ernte mit parallel fahrenden Häckselketten. Im Fütterungsversuch 2016 erhielten die Kühe zusätzlich zur Teilmischung (PMR), die sich lediglich hinsichtlich der Maissilage unterschied, leistungsabhängig unterschiedliche Mengen Milchleistungsfutter am Kraftfuttermittel. Die eingesetzte Maissilage war aufgrund der Witterungsbedingungen im Anbaujahr sehr kolben- bzw. stärkearm. Die Kühe aus der Gruppe SMS nahmen signifikant weniger Futter auf (22,7 kg TM/d) als die Gruppe KMS (24,4 kg TM/d). In der Shredlage-Variante wurde zusätzlich eine stärkere Futterselektion festgestellt. Bezüglich der Milchmenge und -inhaltsstoffe ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die ECM-Leistung betrug im Mittel 34,3 kg/d (SMS) bzw. 35,7 kg/d (KMS). Keine Unterschiede ergaben sich bei der täglichen Wiederkaudauer, die Kühe kauten täglich 485 min/d (KMS) und 502 min/d (SMS) wieder.

Im Fütterungsversuch von ETTLE et al. (2017b) erhielten die Tiere ebenfalls eine PMR (Teil-TMR), auf eine Strohzulage wurde verzichtet und der Maisanteil in der Mischung auf 47 % erhöht, um deutlichere Effekte bezüglich der Aufbereitungsart der Maissilage heraus arbeiten zu können. Auf einem insgesamt sehr hohen Niveau der täglichen Futtermittelaufnahme ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Die Milchmenge lag mit 38,9 kg/d (KOS) bzw. 39,0 kg/d (SOS) auf fast identischem Niveau. Hinsichtlich der Milch-inhaltsstoffe und somit auch der ECM-Leistung ergaben sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die mittlere tägliche Wiederkaudauer betrug in der Gruppe KOS 591 min/d und für die Gruppe SOS 557 min/d, die Unterschiede zwischen den Gruppen waren zufällig.

In dem Versuch von KAMPF (2017) fand die Maisernte mit John Deere Feldhäckseln statt. Die Langschnitt-Maissilage wurde auf 26 mm tHL gehäckselt, eingesetzt wurde ein John Deere Körnerprozessor mit „Scherer Spezialwalzen“, die in etwa dem Shredlage-Aggregat der Firma Claas vergleichbar sind. Die konventionelle Maissilage wurde auf 7 mm tHL gehäckselt, die Kornaufbereitung erfolgte mit einem John Deere Körnerprozessor mit Standardwalzen. Die Milchkuhe wurden mit einer TMR inklusive Strohzulage gefüttert und nahmen täglich 22,2 kg TM (KMS) und 21,8 kg TM (SMS) auf, die Unterschiede waren nicht signifikant. Auch hinsichtlich der Milchleistung ergaben sich zwischen den beiden Versuchsgruppen keine Unterschiede, so dass das Ernteverfahren des Siliergutes in diesem Versuch keine Auswirkungen auf die Futtermittelaufnahme und die Leistung hatte.

Den bisher in Deutschland ermittelten Ergebnissen ist zu entnehmen, dass der Einsatz von Shredlage-Maissilage ohne negative Folgen für die Futtermittelaufnahme, das Fressverhalten und die Milchleistung möglich ist. In keiner der vorliegenden deutschen Studien gab es signifikante Effekte auf die Milchleistung und die Milch-inhaltsstoffe. PRIES et al. (2016) beobachteten, dass der zusätzliche Einsatz von Stroh positive Effekte auf die Futtermittelaufnahme und die Wiederkaudauer hatte. In der Fütterungsvariante KOS in der Studie von PRIES et al. (2016) wurden die Empfehlungen hinsichtlich einer optimalen Strukturversorgung leicht unterschritten, in der Folge zeigten die Tiere eine signifikant geringere Wiederkaudauer und leicht niedrigere Pansen-pH-Werte. Die Symptomatik ließ somit auf das Vorliegen einer subakuten Pansenazidose schließen. In den Studien von ETTLE et al. (2017a) und ETTLE et al. (2017b) enthielten die Rationen deutlich geringere peNDFom-Gehalte, als die Rationen in den Versuchen von PRIES et al. (2016) und SPEIT et al. (2017). Diese geringere Strukturversorgung erklärt die geringere Wiederkauaktivität der Kühe bei ETTLE et al. (2017a) und ETTLE et al. (2017b) im Vergleich zu den Studien von PRIES et al. (2016) und SPEIT et al. (2017). Die Kenngröße peNDFom₈ stellt somit ein geeignetes Werkzeug zur Vorhersage der Wiederkauaktivität und Stabilität der ruminalen Fermentation bzw. Risiken für die Entwicklung einer Pansenazidose dar. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde die Energiekorrektur der natürlichen Milchmenge der Kühe in den amerikanischen Studien auf 4,0 % Fett durchgeführt (*Tabelle 1*). In Folge der Korrektur auf 4,0 % Fett und 3,4 % Eiweiß kommt es zu einer deutlichen Verringerung der ECM-Leistung. Der zuvor erhebliche Leistungsunterschied zwischen den amerikanischen und den deutschen Versuchsgruppen verliert damit an Aussagekraft. Bei kolbenarmem Mais sollte auf Grund der verstärkten Futterselektion und der geringeren Futtermittelaufnahme auf Ernte des Siliergutes im Shredlage-Verfahren verzichtet werden (ETTLE et al. 2017b).

5. Fazit

Aus den angeführten Studien können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Im Hinblick auf die Nährstoffversorgung der Milchkuh und die in nationalen Studien ermittelten Leistungsparameter zeigt sich kein negativer Effekt bei Einsatz einer Shredlage-Maissilage in Milchviehrationen im Vergleich zur konventionell gehäckselten Maissilage. Verglichen mit früheren Studien zur Häcksellänge, in denen bei Langschnitt-Maissilagen ohne besondere Kornaufbereitung überwiegend geringere Futtermittelnahmen und Milchleistungen ermittelt wurden (SPIEKERS et al. 2009), ergeben sich damit neue Erkenntnisse.
- Der Einsatz von Shredlage-Maissilage ermöglicht vergleichbar hohe Futtermittelnahmen, kann eindeutig die Versorgung mit peNDFom erhöhen und damit einen Beitrag zu einer wiederkauergerechten Ration leisten.
- Die neue Aufbereitungstechnik ist gekennzeichnet durch eine intensive Kornaufbereitung. Bei der richtigen Einstellung der konventionellen Erntetechnik kann jedoch auch eine vergleichbar intensive Zerkleinerung der Maiskörner erzielt werden.

- Shredlage-Maissilage lässt sich gegenüber konventioneller Maissilage um etwa 10 % schlechter verdichten, wodurch das Risiko bezüglich einer Nacherwärmung insbesondere in den oberen Schichten des Silagevorrats wächst. Unter Berücksichtigung einer optimalen Verdichtung im Silo und somit eines ausreichenden Siliererfolges sind die Häcksellängen zum Erntetermin abgestimmt auf die Trockenmassegehalte der Gesamtpflanze zu wählen.
- Wegen der eher geringeren Verdichtung von Shredlage-Maissilage ist gerade unter diesen Bedingungen ein ausreichender Vorschub während der Entnahmephase zur Minimierung von Futtermitteln zu gewährleisten.

6. Literatur

- CHASE, L.E., 2015: Shredlage in dairy cattle rations. Cornell Nutrition Conference, Cornell University, <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/41239> (Zugriff am 17.09.2017).
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2006: DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2013: DLG-Richtlinie zur Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichenfähigkeit. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.
- EISNER, I., K.-H. SÜDEKUM und S. KIRCHHOF, 2006: Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme von Milchkühen. Übers. Tierernährg. 34, 197-221.
- ETTLE, T., M. SCHNEIDER und A. OBERMAIER, 2017a: Untersuchungen zur Bereitung und Fütterung von Shredlage. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2017, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 104-107.
- ETTLE, T., M. SCHNEIDER, A. OBERMAIER, H. RÖSSL, H. SPIEKERS, P. EDELMANN und M. SCHEIDLER, 2017b: Persönliche Mitteilung: Untersuchungen zur Siliereignung von Shredlage und zu den Auswirkungen des Einsatzes von Shredlage in der Milchviehfütterung bei hohen Anteilen von Maissilage in der Ration. Versuchsbericht.
- FERRARETTO, L.F. und R.D. SHAVER, 2012a: Meta-analysis: Effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows. Prof. Anim. Sci. 28, 141-149.
- FERRARETTO, L.F. und R.D. SHAVER, 2012b: Effect of corn shredlage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. Prof. Anim. Sci. 28, 639-647.
- FERRARETTO, L.F. und R.D. SHAVER, 2015: Effects of whole-plant corn silage hybrid type on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactating performance by dairy cows through a meta-analysis. J. Dairy Sci. 89, 2662-2675.
- FLIS, S., 2015: What did we learn about shredlage? Dairy One, Measurement to Management, <http://dairyone.com/wp-content/uploads/2016/07/What-did-we-learn-about-shredlage-2015.pdf> (Zugriff am: 17.09.2017).
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2004: Prediction of Metabolisable Energy (ME) in total mixed rations (TMR) for ruminants. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 13, 195-198.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2014: Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 23, 195-198.
- HONIG, H., 1987: Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo. In: Summary of papers, 8th Silage Conference, Hurley (UK), 51-52.
- KAMPF, D., 2017: Persönliche Mitteilung: Milchkühfütterungsversuch zum „Einfluss der unterschiedlichen Aufbereitung von Maishäckselgut – Langschnitt mit speziellem Corncracker gegenüber herkömmlichen Kurzschnitt – auf Futteraufnahme, Leistungs- und Gesundheitsparameter von Milchkühen“. Versuchsbericht.
- KHOL-PARISINI, P.J. und Q. ZEBELI, 2012: Die Milchkuh im Spannungsfeld zwischen Leistung, Gesundheit und Nährstoffeffizienz. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein 2012, 43-50.
- KONONOFF, P.J., A.J. HEINRICHS und D.R. BUCKMASTER, 2003a: Modification of the Penn State Particle Separator and the effects of moisture content on its measurements. J. Dairy Sci. 86, 1858-1863.
- KONONOFF, P.J., A.J. HEINRICHS und H.A. LEHMANN, 2003b: The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86, 3343-3353.
- LEURS, 2006: Einfluss von Häcksellänge, Aufbereitungsgrad und Sorte auf die Siliereigenschaften von Mais. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Forschungsbericht Agrartechnik 438.
- MAHLKOW, K., J. THAYSEN und J. THOMSEN, 2005: Auswirkungen unterschiedlicher Häcksellängen beim Silomais auf die Strukturversorgung der Milchkuh. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2005. Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 70-74.
- MERTENS, D.R., 2002: Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. Proceedings of the Plains Nutrition Council Spring Conf., 40-66.
- PRIES, M., S. BANDILLA, H. VAN DE SAND, A. MENKE und R. STAUFENBIEL, 2006: Einfluss der Häcksellänge auf Leistung und Acidoseparameter bei Milchkühen. 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg, Kurzfassungen der Referate, 99.
- PRIES, M., A. MENKE, L. STEEVENS und H. VAN DE SAND, 2007: Verdaulichkeitsbestimmung von TMR bei variierendem Ernährungsniveau. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2007. Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 101-104.
- PRIES, M., B. BOTHE, S. BEINTMANN, J. DENISSEN, C. HOFFMANN, S. HOPPE, K. HÜNTING, J.-H. SPEIT, L. STEEVENS, C. WOLZENBURG, K. GERLACH und C. MAACK, 2016: Silier- und Fütterungsversuch mit Shredlage-Silage im Vergleich zur Maissilage mit herkömmlicher Häcksellänge. Riswicker Ergebnisse 2/2016.
- SPEIT, J.-H., S. HOPPE, K. HÜNTING, J. DENISSEN, S. BEINTMANN und M. PRIES, 2017: Persönliche Mitteilung: Fütterung von Shredlage an Trockensteher und frischlaktierende Kühe. Versuchsbericht.
- SPIEKERS, H., T. ETTLE, W. PREISSINGER und M. PRIES, 2009: Häcksellänge und Strukturwert von Maissilage. Übers. Tierernährg. 37, 91-102.
- STEINGASS, H. und Q. ZEBELI, 2008: Strukturbewertung von Rationen für die Milchkuh. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein 2008, 19-25.
- SÜDEKUM, K.-H., 2009: Mais und Maisnebenprodukte und ihre Bedeutung für die Protein- und Aminosäuren-versorgung von Wiederkäuern und Nicht-Wiederkäuern. In: Schwarz, F. J., Meyer, U. (Hrsg.): „Optimierung des Futterwertes von Mais und Maisne-

- benprodukten“, Landbauforschung Sonderheft 331, Braunschweig, 19-27.
- THAYSEN, J. und H. JÄNICKE, 2006: Maissilierung. In: Praxishandbuch Futtermittelkonservierung – Silagebereitung – Siliermittel – Dosiergeräte – Silofolien. 7. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, 101-108.
- THAYSEN, J., H.-G. GERINGHAUSEN, C. MAACK und W. RICHARDT, 2017: Häcksellänge Silomais: Heute kurz – morgen lang. *Mais* 3/2017, 108-112.
- UNIVERSITÄT HOHENHEIM – DOKUMENTATIONSSTELLE (Hrsg.), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- VANDERWERFF, L.M., L.F. FERRARETTO und R.D. SHAVER, 2015: Brown midrib corn shredlage in diets for high-producing dairy cows. *J Dairy Sci.* 98, 5642-5652.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAFI, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2008a: Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91, 2046-2066.
- ZEBELI, Q., M. TAJAFI, B. JUNCK, V. ÖLSCHLÄGER, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2008b: Evaluation of the response of ruminal fermentation and activities of nonstarch polysaccharide-degrading enzymes to particle length of corn silage in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91, 2388-2398.
- ZEBELI, Q. und E. HUMER, 2016: Ausreichend Struktur in der Milchviehration? Von der Bewertung zur adäquaten Versorgung. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein 2016, 21-27.

Ansatz zu einem ganzheitlichen Vergleich der Kosten und Erlöse von Bodenheu, Belüftungsheu und Grassilage

*Towards a holistic comparison of costs and revenues of field dried hay, ventilated hay and
grass silage*

Christian Fritz^{1*}

Zusammenfassung

In diesem Artikel werden die wirtschaftlichen Unterschiede zwischen Bodenheu, Kaltbelüftungsheu, Entfeuchterheu und Grassilage auf Basis der Ergebnisse eines dreijährigen Konservierungs- und Fütterungsversuches an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein dargestellt. Die Analyse erfolgt ausgehend vom identen Wiesenbestand und Mahdzeitpunkt über den gesamten Produktionsprozess von der Ernte über die Verluste bis zur Milchleistung anhand der Wirkungen je Fläche und Jahr. Die durchgeführte Modellkalkulation stellt die Unterschiede der Verfahren bezüglich der Kosten und Leistungen einander gegenüber. Im Ergebnis zeigt der Einsatz einer modernen Konservierungstechnik (Warmbelüftung, Silierung) eine höhere Milchleistung pro Fläche, aber keinen großen finanziellen Vorteil für den Einzelbetrieb. Der maßgebliche betriebswirtschaftliche Vorteil entsteht durch die Reduktion des Wetter- und Ertragsrisikos.

Schlagwörter: Futterkonservierung, Heutrocknung, Ernteverluste, Grundfutterkosten, Milchproduktion

Summary

The economic differences between field-dried hay, artificially ventilated hay, dehumidifier-dried hay and grass silage are examined based on the results of a three-year conservation and feeding study at the AREC Raumberg-Gumpenstein. The analysis starts from the identical meadow and date of mowing. It covers the entire production process from harvesting and losses to milk yield based on the effects per area and year. The model calculation used compares the differences of the procedures regarding costs and revenues. As a result, the use of modern preservation technology (air dehumidification, ensiling) shows a higher milk yield per area, but no substantial financial benefit for the individual farm. The key economic advantage results from the reduction of the weather and harvest risk.

Keywords: forage conservation, barn drying, harvesting losses, staple feed costs, milk production

1. Einleitung

Die Grundfutterkonservierung ist im Alpenraum Voraussetzung für eine ganzjährige Wiederkäuerfütterung. Ökonomisch stellt sich die Frage, welchen Beitrag unterschiedliche Konservierungsverfahren zur Wirtschaftlichkeit der Nahrungsmittelerzeugung leisten. Für die landwirtschaftlichen Betriebe geht es um die Frage der betriebswirtschaftlichen Rentabilität der verschiedenen Konservierungsverfahren. Es sind Investitionsentscheidungen zu treffen, und zwar vor dem Hintergrund der technischen Entwicklung und der Dynamik auf den Märkten. Technikseitig wurden im Bereich der Silagebereitung die benötigten Kompetenzen bereits über einen längeren Zeitraum kontinuierlich verbessert. In der Heubelüftungstechnik sind im letzten Jahrzehnt deutliche Entwicklungsschritte erfolgt. Die Unterdach-Heutrocknung ist als Konservierungsverfahren wieder aktuell geworden. Zum einen ermöglichen Heubelüftungsanlagen mittlerweile sowohl hinsichtlich der Schlagkraft als auch im Bereich der Arbeitswirtschaft volle Flexibilität in der Grünfutterkonservierung (KTBL 2017, ÖKL 2017). Zum

anderen hat der Preisdruck am Milchmarkt mit der Marktöffnung zugenommen (KIRNER 2017), während die Märkte für Heumilch zugelegt haben.

In der Praxis unumstritten sind die ökonomischen Vorteile einer Silagebereitung gegenüber der Bodenheuwerbung. Auch für die Vorteilhaftigkeit der Belüftungstrocknung werden verschiedene Gründe genannt: Erweiterte Erntegelegenheiten, weniger Wetterrisiko und Bröckelverluste, höhere Lagerstabilität, leichtere Fütterungsarbeit, höhere Futteraufnahme und Milchleistung, sowie gegebenenfalls ein höherer Milchpreis und mehr Förderung (KIRNER et al. 2017, KTBL 2017). Den Vorteilen der Werbetechniken stehen aber auch Nachteile gegenüber. Diese können bei der Silagewerbung in arbeitswirtschaftlichen Spitzen und Futterverlusten bei der Gärung bestehen. Mögliche Nachteile von Unterdachtrocknungsverfahren können die Investitionskosten für den Baukörper und die technische Anlage sowie der hohe Energieaufwand sein.

In Österreich nehmen 10.887 Betriebe am ÖPUL-Silageverzicht teil und mehr als 5.000 Betriebe liefern Heumilch

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Abteilung für Ökonomie und Ressourcenmanagement, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Mag. Christian Fritz, MA, email: christian.fritz@raumberg-gumpenstein.at

an eine Molkerei (BMLFUW 2017, KIRNER et al. 2017). *Abbildung 1* gibt einen Überblick über die regionale Verteilung der Heumilchbetriebe, und zeigt den starken Bezug zu Gebieten mit traditioneller Hartkäseproduktion und silofreier Milchproduktion. Insgesamt liegt das überwiegende Motiv zur Produktion von Heumilch in der Tradition: Gemäß einer Befragungsstudie haben 94 % der Heumilchbetriebe bereits vor 1995 Heumilch produziert (n = 1.313, KITTL und LINDNER 2016).

In der Stichprobe der Befragungsstudie beträgt die von den Heumilchbetrieben durchschnittlich bewirtschaftete Fläche ca. 18 ha (n = 1.441). Die mittlere jährliche Milchleistung liegt bei ca. 6.000 kg pro Kuh (n = 1.361, KITTL und LINDNER 2016). Die Studie zeigt auch, dass die Milchleistung aus dem Grundfutter je Einzeltier bei Heubelüftungsbetrieben um ca. 1.000 kg höher liegt als bei reinen Bodenheubetrieben (n = 1.059, KITTL und LINDNER 2016, BMLFUW 2017, KIRNER et al. 2017). Unklar bleibt dabei, inwieweit die Mehrleistung aus der Futterqualität oder aus anderen Faktoren im Betriebsmanagement resultiert.

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde über drei Jahre hinweg ein Ernte-, Konservierungs- und Fütterungsversuch durchgeführt. Es wurde gezeigt, dass eine Heubelüftung unter Dach gegenüber einer Bodentrocknung weniger Verluste am Feld und eine höhere Futterqualität ermöglicht (PÖLLINGER 2015, GRUBER et al. 2015). Zugleich wurden der Energieeinsatz für die Heubelüftung sowie die Lagerstabilität des Futters beobachtet (RESCH 2014, PÖLLINGER 2015). Der Fütterungsversuch zeigte bei Heufütterung eine höhere Futteraufnahme und Milchleistung pro Einzeltier gegenüber einer Silagefütterung (FASCHING et al. 2015). Im vorliegenden Beitrag werden die Größenordnung und die Anteile dieser Effekte diskutiert und einander gegenübergestellt. Auch kostenseitig werden der Mehraufwand für die Anlageninvestition und den Energieeinsatz verglichen. Die Ergebnisse aus dem

Versuch dienen als ein zentraler Ausgangspunkt dafür, einen direkten ökonomischen Vergleich der vier Verfahren Bodenheuwerbung, Kaltbelüftung, Entfeuchtertrocknung und Grassilage anzustellen.

2. Methodik und Datenmaterial

Die vorliegende Untersuchung verfolgt zwei Ziele. Erstens sollen möglichst alle ökonomischen Unterschiede zwischen den Verfahren erfasst und ganzheitlich betrachtet werden. Zweitens soll der Verfahrensvergleich modellhaft die idealtypischen Vor- und Nachteile der Verfahren darstellen, also möglichst von konkreten einzelbetrieblichen Abweichungen abstrahieren, die in der Praxis klarerweise vorkommen. Als grundlegendes Datenmaterial eignen sich hierfür die an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in den Jahren 2010 bis 2012 erarbeiteten Projektergebnisse. Denn hierbei wurden vier Konservierungsverfahren am selben Betrieb zum selben Schnitzeitpunkt und mit denselben Milchkühen verglichen.

2.1 Wirtschaftliche Auswirkungen des Konservierungsverfahrens

Verfolgt man das Ziel, die wirtschaftlichen Vor- und Nachteile zu vergleichen, so benötigt man eine Vorstellung bzw. ein Modell davon, in welchen Bereichen das Konservierungsverfahren direkt oder indirekt zu Kosten und Erlösen führt. Anhand einer Wirkungsanalyse wurden die folgenden sechs Bereiche definiert:

(1) Grünlandnutzung und Erntebedingungen: Seit jeher zielt der Einsatz von Konservierungstechnik auf eine Ausweitung der Nutzungsmöglichkeiten im Zusammenspiel von klimatischen Gegebenheiten und Erntebedingungen ab. Als eine konkrete wirtschaftliche Auswirkung wird in der modernen Grünlandwirtschaft insbesondere die Steigerung des Energiegehalts und der Erträge durch eine frühe Nutzung der Bestände diskutiert.

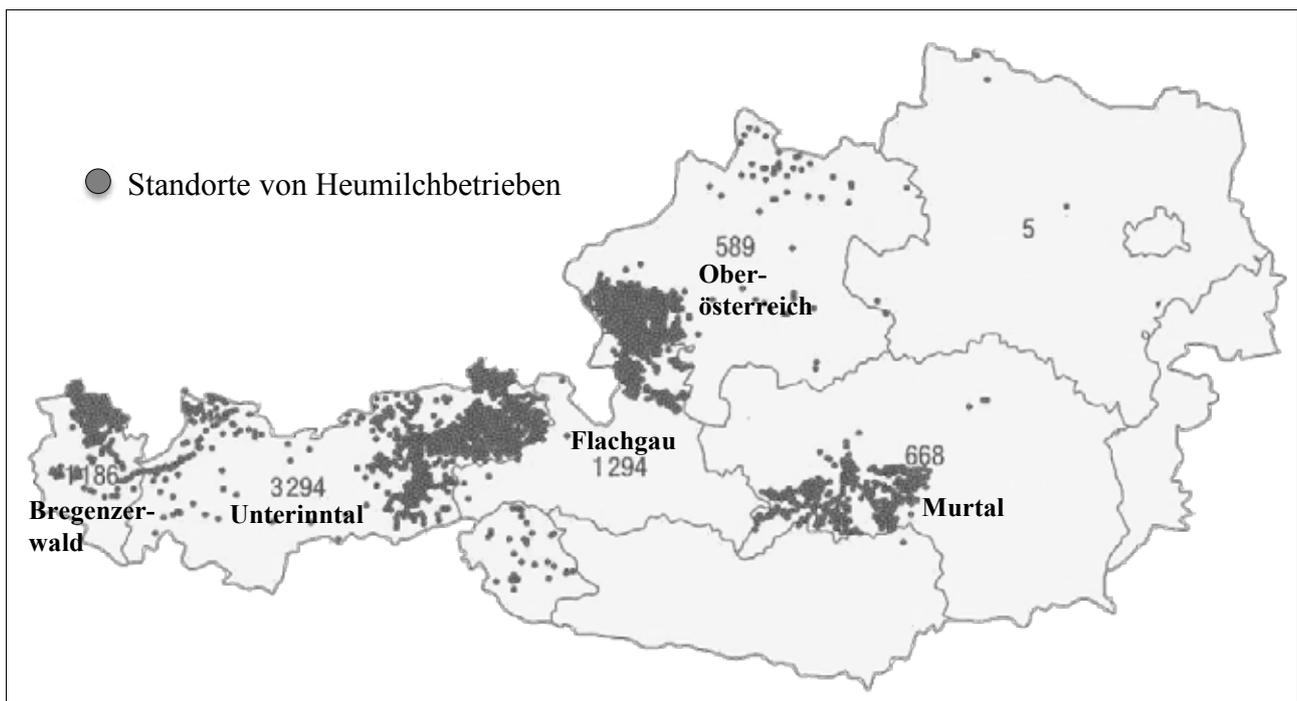


Abbildung 1: Standorte von Heumilchbetrieben in Österreich (adaptiert übernommen aus KIRNER et al. 2017 nach BMLFUW, s.p.)

- (2) Veränderungen auf den Märkten: In der Wirtschaftlichkeitsbewertung der Verfahren ist die Situation auf den Absatzmärkten (Erlösseite) und auf den Faktormärkten (Kostenseite) relevant. Speziell für die Belüftungsheuverfahren bedeutet dies, dass einerseits die Entwicklungen am Heumilch- bzw. Hartkäsemarkt und andererseits die Entwicklungen am Energiemarkt zu beachten sind.
- (3) Technikinvestition und Techniknutzung: Hinsichtlich der Nutzung von Konservierungstechnik stellen sich, ähnlich wie bei automatisierten Melksystemen, Fragen zu den Investitions-, Installations-, Betriebs- und Wartungskosten, und zur Ertragssteigerung oder Arbeitserleichterung, die im Gegenzug realisiert werden kann.
- (4) Futtermittel und Milchleistung: Zentrale Punkte in der Diskussion um den Einsatz von Konservierungstechnik nehmen die Lagerfähigkeit des gewonnenen Futters und dessen Wert als Futtermittel in der Milchviehhaltung ein. Es ist zu diskutieren, inwieweit das Verfahren hierauf Einfluss nimmt, und welche finanziellen Konsequenzen damit verbunden sind.
- (5) Arbeitswirtschaft: Das Konservierungsverfahren beeinflusst in erster Linie die Organisation der Erntearbeit. Eine feuchte Einbringung des Futters erlaubt die Nutzung von kurzen Wetterfenstern und reduziert die Terminbindung (Opportunitätskosten der Arbeitskraft). Am Futterlager soll u.a. die Kontrolle der Nacherwärmung vereinfacht werden. Auch die Fütterungsarbeit unterscheidet sich zwischen Heu und Silage. Neben dem Arbeitsaufwand ist auch die Arbeitszufriedenheit zu beachten.
- (6) Umweltwirkungen: Im Bereich der Umweltwirkungen lauten wichtige Fragestellungen, welcher Flächenbedarf mit der Produktion des Grundfutters und des zugekauften Kraftfutters verbunden ist, wie es um die Boden- und Pflanzenbestandsqualität sowie um die (lokale) Biodiversität steht, welche Folgewirkungen der Zukauf von Betriebsmitteln hat (z.B. Energie für die Heutrocknung), und welche ökonomischen Konsequenzen damit einhergehen.

2.2 Versuchsdesign und Methodik der ökonomischen Bewertung

Im Versuchsdesign wurden folgende Verfahren verglichen und die gewonnenen Futterkonserven über drei Jahre in der Milchproduktion verfüttert: (1) Bodentrocknung am Feld, (2) Unterdachrocknung mit Ventilator-Kaltbelüftung am Heulager, (3) Unterdachrocknung mittels Entfeuchter in Kombination mit solarer Luftanwärmung und (4) Silagekonservierung in Rundballen (*Abbildung 2*). Gegenstand der Untersuchung waren Effekte im Prozess von der Futtererzeugung (PÖLLINGER 2015), über die Konservierung (RESCH 2014, GRUBER et al. 2015), bis zur Fütterung und Milchproduktion (FASCHING et al. 2015). Die Grassilage wurde in Hinblick auf die Futterqualität als Ballensilage ausgeführt, wobei in der ökonomischen Auswertung die geringeren Kosten eines Fahrsilo-Systems bewertet werden, um einen Vergleich zur Heutrocknung in Boxen zu ermöglichen.

Um sicherzustellen, dass Effekte aus dem Konservierungsverfahren und nicht etwa aus dem Vegetationsstadium oder den Erntebedingungen resultieren, wurde der gleiche Schnitzeitpunkt für jede Konservierungsform gewählt. Das Versuchsfutter stammt von einer 11 ha großen Dauerwiese in 4-Schnitt-Nutzung im Ennstal. Die Nutzung erfolgte im Jahresmittel am 23. Mai, 1. Juli, 15. August und 23. September. Ausgehend von den klimatischen Bedingungen und der Vegetationsdauer bedeutet dies eine frühe Mahd und eine Nutzung der jungen Bestände im Stadium „Beginn Ähren- und Rispschieben“. Der Trockenmasse-Ertrag verteilt sich auf die Schnitte mit 24, 27, 29 und 20 % (GRUBER et al. 2015). Die Fütterung erfolgte nach 6 Monaten Lagerungsdauer nach dem Versuchsdesign eines lateinischen Quadrates über einen Zeitraum von 4 × 4 Wochen an Kühe mit Ø 624 kg Lebendmasse. Die Grundfuttervorlage erfolgte *ad libitum* und die Kraftfuttergabe betrug 20 % der Trockenmasse-Aufnahme (FASCHING et al. 2015).

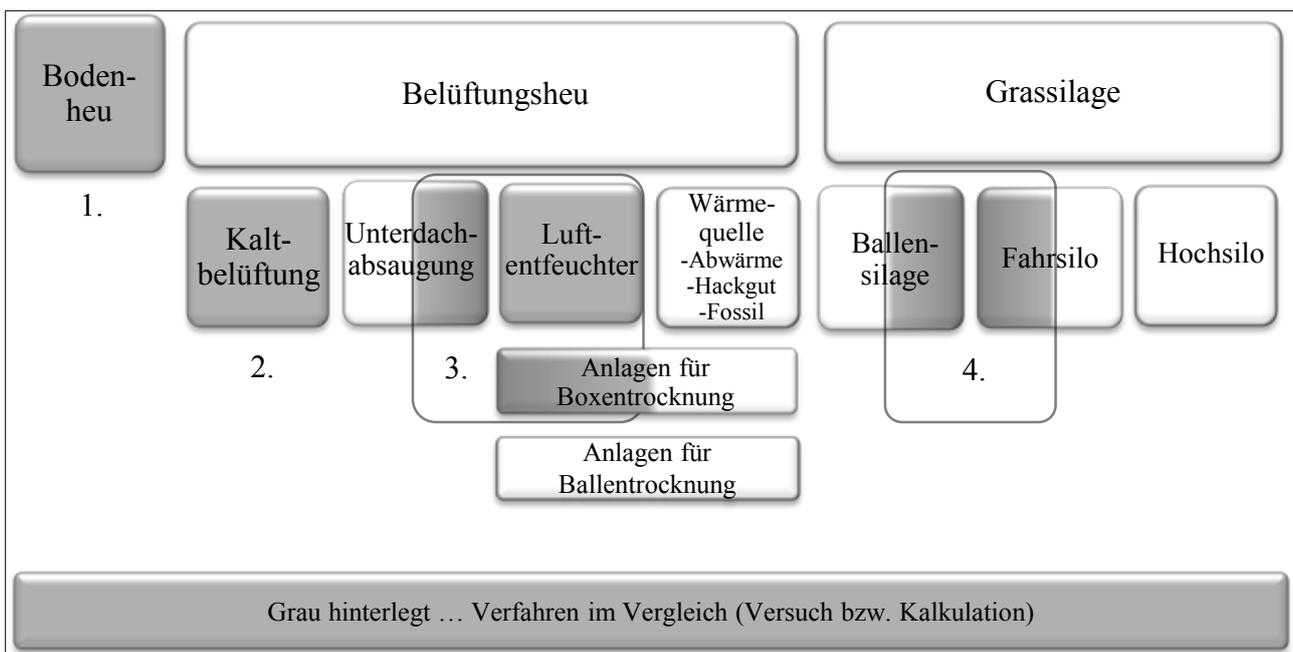


Abbildung 2: Im Vergleich behandelte Konservierungsverfahren (angelehnt an NILLES 2016, zit. n. BOHNE 2016)

Die ökonomische Betrachtung erfolgt über den gesamten Produktionsprozess für den Betriebszweig Milchkühe (ohne Nachzucht) anhand der Wirkungen je Flächeneinheit und Jahr. Die jeweiligen Kosten und Erlöse werden nicht absolut, sondern als Differenz zum Kaltbelüftungsverfahren berechnet. Unterstellt wird ein fiktiver Betrieb auf Basis der Versuchsparameter und -ergebnisse, sowie anhand von Annahmen, die einen Vergleich mit einem Grünlandbetrieb mit 18 ha ermöglichen sollen. Um den alleinigen Effekt des Konservierungsverfahrens zu zeigen erfolgt die Konservierungsfütterung für 365 Tage, bei 305 Tagen Laktation und 60 Tagen Trockenstehzeit. Die verwendeten Preise betragen Euro 12 pro Arbeitskraftstunde, Euro 1,25 pro Liter Diesel, Euro 0,18 pro kWh Strom und Euro 0,30 pro kg Kraftfutter.

3. Datenmaterial zu den einzelnen Wirkungsbereichen

Mit dem Ziel, einen ganzheitlichen und idealtypischen Vergleich durchzuführen, sind wirtschaftliche Verfahrensparameter vor dem Hintergrund der Praxisbedingungen und des aktuellen Wissensstandes einzuordnen. Es erfolgen hierzu ein Vergleich mit Literaturwerten sowie eine Vervollständigung der Datengrundlage hinsichtlich Kenngrößen, die im Versuch nicht behandelt wurden.

3.1 Grünlandnutzung und Erntebedingungen

In der Grünlandwirtschaft hat ein hoher Grundfutterertrag bei ansprechender Futterqualität eine hohe Bedeutung für die betriebliche Wirtschaftlichkeit. Der Erntezeitpunkt des Pflanzenbestandes und das Ernte- und Konservierungsverfahren sind wichtige Ertragsfaktoren. Sobald Bestände

über den Zeitpunkt des Ähren- und Rispschiebens hinaus wachsen, nimmt der Energiegehalt im Futter ab. Neben den Trocknungsbedingungen (insbesondere Witterung) bestimmt die verwendete Konservierungstechnik, ob eine Erntegelegenheit zum angestrebten Vegetationsstadium möglich ist. Eine Futterkonservierung mit einer modernen Trocknungs- oder Siliertechnik erfordert einen geringen Anwelkgrad am Feld und damit eine kurze Feldphase. Damit erhöht sich die Chance auf ein günstiges Wetterfenster, die Erntearbeit wird erleichtert und Futterverluste werden reduziert. Bei Silierung findet generell eine frühe Nutzung der Pflanzenaufwüchse statt, und auch Betriebe mit der Möglichkeit zur Warmbelüftung mähen um sechs Tage früher als reine Kaltbelüftungsbetriebe auf gleicher Seehöhe (RESCH 2013). Dabei bestehen zwischen den einzelnen Regionen und Betriebsstandorten starke Unterschiede hinsichtlich der klimatischen Bedingungen (z.B. Seehöhe, Niederschläge, Exposition), der Grünlanderträge und der Möglichkeit zur Nutzung der Wiesen in zwei, drei oder mehr Schnitten pro Jahr (SCHAUMBERGER 2011). Beispielsweise verschob sich in den Auswertungen zum LK-Heuprojekt mit einem Anstieg der Seehöhe um 100 m das Erntedatum im Östereichmittel um 3,6 Tage nach hinten (RESCH 2013).

Tabelle 1 stellt die Jahresmittelwerte zu einzelnen Parametern der Feldphase im dreijährigen Versuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein dar. Zeile eins zeigt, dass bei

Tabelle 1: Daten zur Feldphase im dreijährigen Versuch (Mittelwerte)

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
TM-Gehalt bei der Einfuhr [%]	78	71	62	38
Feldliegedauer [h] (GRUBER et al. 2015)	45	33	24	11
Zett- und Wendevorgänge (PÖLLINGER 2015)	4	3	2	1
Bröckel- und Rechverluste [kg TM/ha/a] (PÖLLINGER 2014)	1.479	1.087	784	618

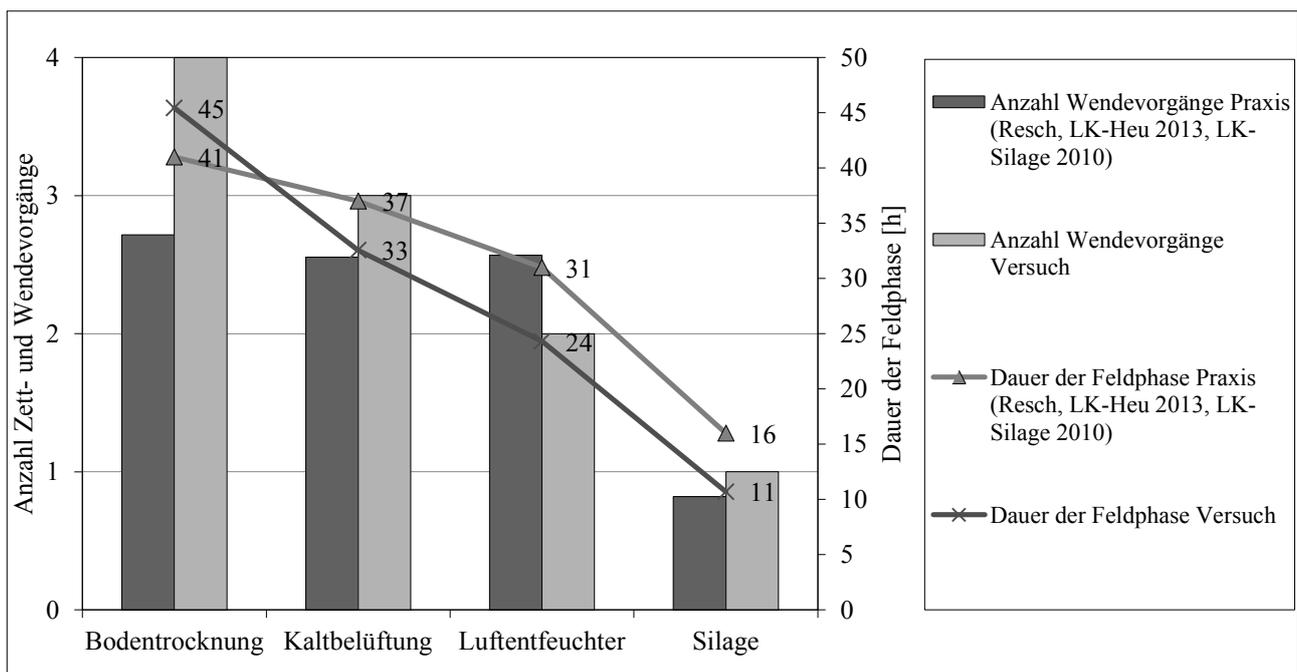


Abbildung 3: Ausgangsbedingungen bei der Ernte im Versuch und in der Praxis (Versuchsdaten, RESCH 2010, RESCH 2013)

der Ernte in Abhängigkeit des Verfahrens verschiedene Trockenmassegehalte erzielt werden mussten. Hieraus resultieren unterschiedliche mechanische Bearbeitungsgänge, Feldliegezeiten und Bröckelverluste.

Abbildung 3 stellt die Ausgangsbedingungen bei der Ernte im Versuch mit den Werten in der österreichischen Praxis gegenüber. Die Anzahl der Zett- und Wendevorgänge und der Abtrocknungsgrad bis zur Einfuhr weisen im Versuch eine klare Reihenfolge zwischen den Verfahren auf; dies bedeutet im Mittel viermal wenden bei Bodentrocknung, dreimal wenden bei Kaltbelüftung, zweimal wenden bei Entfeuchtertrocknung und einmal wenden bei Silagewerbung.

Gegenüber den Praxiswerten aus Futterprobenstudien (RESCH 2010, RESCH 2013; Projekte LK-Heu und LK-Silage) wurden das Bodenheu und das Kaltbelüftungsheu im Versuch relativ häufig gewendet. Dies dürfte daran liegen, dass ein solches Heu in der Praxis eher nur bei sehr guten Witterungsbedingungen gemacht wird. Die Ausgangsmaterialien für das Entfeuchterverfahren und für die Silageproduktion weisen, bei Betrachtung der Jahresmittelwerte, eine vergleichsweise kurze Feldphase auf.

3.2 Veränderungen auf den Märkten

Die marktseitig herausragenden Merkmale sind die Schwankungen der allgemeinen Milchpreise und der Unterschied zu den Preisen für Heumilch. Im Allgemeinen sind mit der Marktliberalisierung auch die österreichischen Milchpreise von den Veränderungen am Weltmarkt betroffen. Für die Investitionsrechnung ist eine Vorstellung von den mittleren Preisen und Erlösen ausreichend, es müssen aber zukünftige Schwankungen in der betrieblichen Liquiditätsplanung berücksichtigt werden. Langfristig erlaubt die Struktur der österreichischen Grünlandwirtschaft allerdings keine Kostenführerschaft am Weltmilchmarkt. Es stellt sich daher die Frage, in welchen Bereichen und inwieweit eine

Abkoppelung über Differenzierung oder Nischenprodukte gelingt (KIRNER 2017).

Der Heumilchmarkt, der u.a. mit gemeinschaftlichen Bemühungen rund um die ARGE Heumilch in den vergangenen Jahren etabliert wurde, bedeutet eine Gelegenheit zur Differenzierung. Betriebe mit der Möglichkeit zur Anlieferung profitieren direkt in Form von höheren Milcherlösen (Heumilchzuschlag). Der Markt für Heumilch ist deutlich gewachsen (Abbildung 4). Die angelieferte Menge ist im Zeitraum 2008 bis 2016 um durchschnittlich 4 % pro Jahr gestiegen, der Preiszuschlag um 13 % pro Jahr auf aktuell 5,7 Cent pro kg Milch. Dieser Zuschlag wird in der Kalkulation angesetzt, und zwar in Verbindung mit einem Basispreis von Euro 0,34 pro Liter ECM (AMA 2017). Überdies besteht eine Förderungsmöglichkeit mit dem ÖPUL-Silageverzicht in der Höhe von Euro 150 pro ha. Diese kann als gesellschaftliche Prämie zum Marktpreis hinzugerechnet werden und ist von agrarpolitischen Rahmenbedingungen abhängig.

Auf Seiten der Faktormärkte sind im speziellen der Arbeits-, Kapital- und Energieeinsatz für die Fütterung relevant. Grünlandbetriebe sind einkaufsseitig u.a. von den Preisen für Maschinen und Arbeit (z.B. für die Häckselkette) und von den Kraftfutterpreisen (in Relation zum Grundfutterpreis) abhängig. Gerade die Kosten für die Arbeitskraft steigen kontinuierlich. Auch die Schwankungen sind zum Teil erheblich, insbesondere bei den Futtermittelpreisen. Diese Veränderungen stellen aber im Vergleich von Konservierungsverfahren ein untergeordnetes Problem dar, solange alle Verfahren gleichermaßen betroffen sind. Einzig die Schwankungen der Energiepreise würden sich aufgrund des höheren Energieeinsatzes bei Heubelüftung gravierend auswirken. Die für eine Warmbelüftung wesentlichen Biomasse- und Strompreise sind aber langjährig stabil (BM-WFW 2016). Je nach Betriebsstandort bzw. nach Region und Land sind allerdings Unterschiede in den Strompreisen zu beachten.

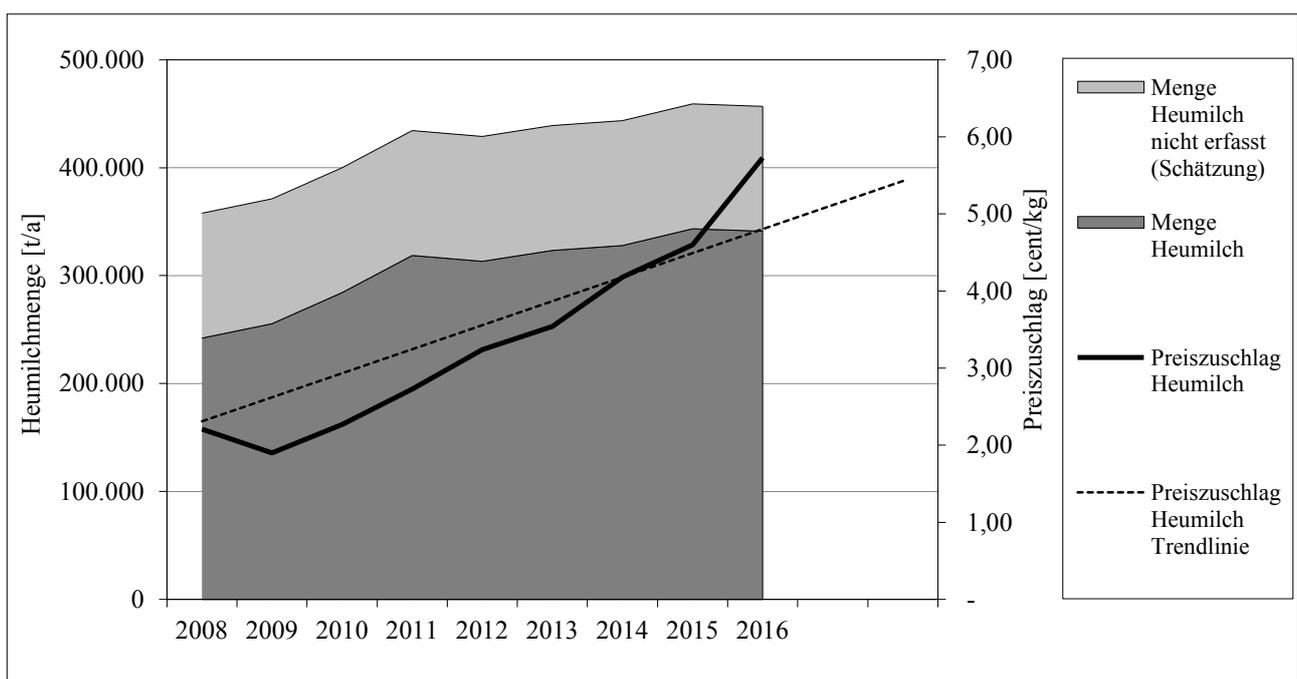


Abbildung 4: Entwicklung Heumilchmenge und Preiszuschlag in Österreich (Daten AMA 2017)

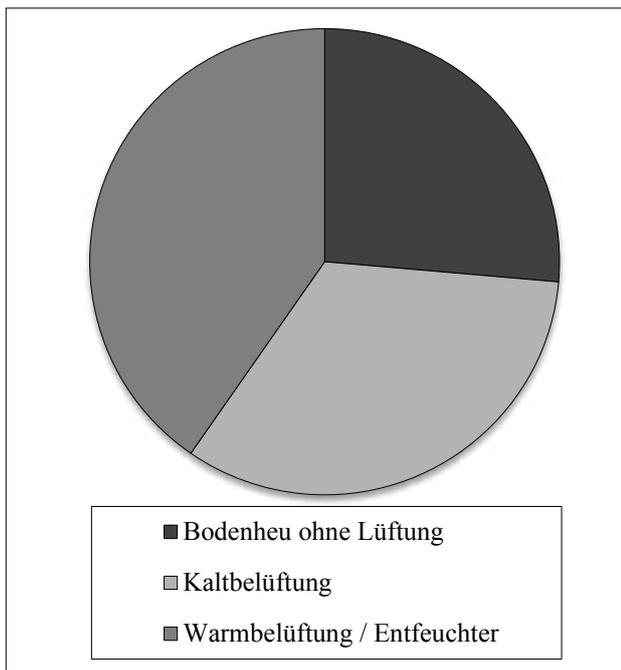


Abbildung 5: Einsatz von Heutrocknungsanlagen auf österreichischen Betrieben (Mittelwerte von RESCH 2013 (n = 1.000) und KITTL und LINDNER 2016 (n = 1.430))

3.3 Technikeinsatz, Investitionskosten und laufende Kosten

Abbildung 5 zeigt den Einsatz von unterschiedlichen Heu-Konservierungsverfahren auf österreichischen Betrieben. Etwa ein Viertel der Betriebe, die entweder nur Heu verwenden, oder in Kombination mit Silage zu einem bedeutenden Teil Heu einsetzen, wirbt ausschließlich Bodenheu ohne Belüftung. Etwa ein Drittel verwendet eine Kaltbelüftungsanlage und mehr als ein Drittel verwendet eine Form der Warmbelüftung. Letztere bezeichnet Systeme mit einem Entfeuchter oder einem Ofen, aber auch solche mit einer Absaugung der sonnenerwärmten Luft unter dem Stalldach.

Die Verwendung einer Heubelüftungstechnik unterscheidet sich klarerweise je nachdem, ob alleine Heutrocknung betrieben wird oder eine Kombination mit Silierung erfolgt. Von den Betrieben mit Silageverzicht haben 88 % eine Trocknungsanlage, auf den gemischten Betrieben mit Heu und Silage sind es demgegenüber nur 56 % (RESCH 2013). Welche Bedeutung der Diskussion um die Trocknungstechnik und der betriebswirtschaftlichen Entscheidung darüber zukommt, zeigt sich an die Absatzzahlen der Anlagenhersteller und in den Zukunftsvorhaben der Betriebe: Ausgehend von ihrer Ausstattung im Jahr 2016 gab ca. ein Drittel der Bodenheu-Betriebe, ein Drittel der Kaltbelüftungs-Betriebe und ein Viertel der Warmbelüftungs-Betriebe an, (weiter) in Trocknungstechnik investieren zu wollen (n = 1.442, KITTL und LINDNER 2016).

Für die Modellrechnung werden die Investitions- und Abschreibungskosten für die Trocknungsanlage getrennt von den Abschreibungskosten für die übrigen Gebäudeteile und Einrichtungen behandelt. Zur Gegenüberstellung der Belüftungsheuvarianten und der Silageproduktion werden folgende Werte aus Literatur und Praxis eingesetzt: Der Unterhalt für den Fahrsilo wird mit Euro 24 pro Hektar und Jahr

veranschlagt. Die Baukörperabschreibung wird pro Hektar und Jahr mit Euro 135 für das Heulager und Euro 72 für den Fahrsilo bewertet (DILGER und FAULHABER 2006, OVER 2009). Die Unterschiede in den Maschinenkosten werden mit Null veranschlagt. Diese Annahme entspricht einer Schweizer Auswertung zu den Grundfutterkosten von verschiedenen Verfahren (SUTTER und REIDY 2013).

Die Investitionskosten für die Kaltbelüftungsanlage werden mit Euro 400 und für die Entfeuchteranlage mit Euro 2.500, sowie für die bauliche Trocknungsanlage mit jeweils Euro 1.000 pro Hektar angenommen (PÖLLINGER 2015, KITTL und LINDNER 2016, KTBL 2017). In der baulichen Trocknungsanlage sind bspw. die Kosten für die Heubox und für die Luftkanäle zur Unterdachabsaugung enthalten. Die Abschreibung der Anlagen erfolgt in der Kalkulation auf 15 Jahre mit 2 % Reparatur (technisch) bzw. 30 Jahre mit 1 % Reparatur (baulich) bei 2,5 % Zinssatz und 0,2 % Versicherung (KTBL 2017, ÖKL 2017). Die Investitionskosten der Trocknungstechnik orientieren sich an Abschätzungen in Fachpublikationen, die sich ihrerseits wiederum an Angeboten von Herstellern und den Kosten in konkreten Bauvorhaben orientieren (KTBL 2017, ÖKL 2017). Zusätzlich wurde eine Analyse der Kostenangaben der österreichischen Heumilchbetriebe in einer Befragungstudie herangezogen (KITTL und LINDNER 2016). Es ist zu beachten, dass es sich um retrospektive Nennungen im Fragebogen handelt, und sich die Werte über die letzten 10 Jahre erstrecken (nicht valorisiert); die Kosten sind heute tendenziell höher anzusetzen.

Die Auswertung der Betriebe zwischen 10 ha und 50 ha zeigt folgendes Bild für die Medianwerte (in Klammer sind jeweils das 25 % Quartil Q1 und das 75 % Quartil Q3 angegeben): Für die baulichen Teile der Trocknungsanlage ca. Euro 11.000 (Q1 ≈ Euro 6.000, Q2 ≈ Euro 20.000, n = 50), für den Lüfter ca. Euro 8.000 (Q1 ≈ Euro 5.000, Q3 ≈ Euro 13.000, n = 70), für die Dachabsaugung ca. Euro 8.000 (Q1 ≈ Euro 5.000, Q3 ≈ Euro 20.000, n = 29) und für einen Entfeuchter ca. Euro 28.000 (Q1 ≈ Euro 18.000, Q3 ≈ Euro 36.000, n = 40). Abbildung 6 zeigt die Investitionskosten nach Betriebsgrößenklassen aufgeschlüsselt. Die meisten der Anlagenkosten steigen mit der Betriebsgröße in Hektar an. In Summe aller Anlagenteile ergeben sich für einen Betrieb zwischen 10 ha und 50 ha Mediankosten von Euro 55.000 für die gesamte Trocknungsanlage.

Auch hinsichtlich der variablen Kosten ist die Spannweite der Werte, die auf den Grünlandbetrieben möglich sind, zu diskutieren. Im dreijährigen Versuch in Raumberg-Gumpenstein lag der elektrische Energieeinsatz im Mittel bei 80 kWh pro Tonne Heu für das Kaltbelüftungsverfahren und bei 170 kWh pro Tonne Heu für das Entfeuchterverfahren (PÖLLINGER 2015). Vergleicht man diese Werte mit Erfahrungen in der Praxis oder auch mit Literaturangaben zu anderen Messungen, so zeigt sich eine hohe Schwankungsbreite. Denn selbst bei vergleichbarer Bauart der Anlagentechnik entstehen Unterschiede insbesondere durch den Abtrocknungsgrad des eingefahrenen Ernteguts, die technische Auslegung und Effizienz der Anlage, die Art und Intensität der Anlagenbeschickung und die Witterungsbedingungen während der Trocknungszeit. Je feuchter das eingefahrene Welkheu ist, desto mehr Wasser muss in der Anlage abgetrocknet werden. Beispielsweise sind bei 55 % Trockenmasse-Gehalt 580 kg Wasser, aber bei 70 %

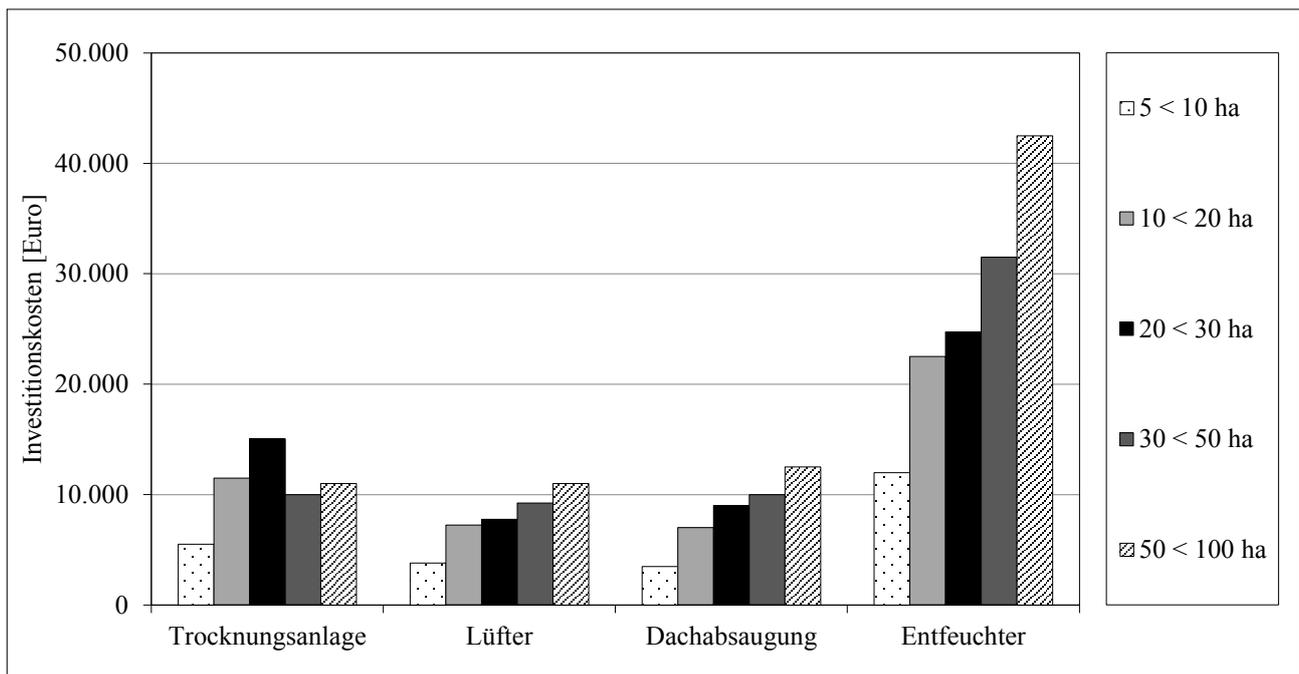


Abbildung 6: Angaben zu Investitionskosten für einzelne Anlagenteile nach Betriebsgrößenklasse (Daten von KITTL und LINDNER 2016 (n = 720 bei Item-Batterie))

Trockenmasse-Gehalt nur 240 kg Wasser je Tonne Heu abzutrocknen. Auch die Außenluftbedingungen spielen eine wichtige Rolle. Ein technisch effizienter Anlagenbetrieb setzt zudem eine geeignete Bauform und Dimensionierung der Trocknungsbox und der Anlagenkomponenten sowie eine gute Anlagenbedienung bzw. -steuerung voraus (WIRLEITNER 2010, PÖLLINGER 2015).¹

Eine mögliche Bezugsgröße für einen technischen Anlagenvergleich ist der spezifische Energiebedarf je Kilogramm abzutrocknendem Wasser oder auch je Tonne Heu. Die Spannweite der Literaturangaben ist in der *Tabelle 2* ersichtlich. Um eine betriebswirtschaftliche Bewertung vorzunehmen, sind die Kosten je Tonne Heu zu kalkulieren. Eine solche Vorgehensweise impliziert bereits Annahmen über den tatsächlichen Betrieb der Trocknungsanlage und den Energiepreis. Für die Kaltbelüftung liegen publizierte Angaben im Bereich von Euro 11 bis Euro 21 je Tonne Heu vor. Die Entfeuchtertrocknung mit solarer Luftanwärmung wird mit Euro 12 bis Euro 31 je Tonne Heu ausgewiesen (WIRLEITNER 2010, NYDEGGER und WIRLEITNER 2014, PÖLLINGER 2015, KTBL 2017, ÖKL 2017). Die vorliegende Modellkalkulation geht von den Messwerten im Versuch aus; diese entsprechen variablen Kosten von

Euro 14,40 je Tonne Heu aus der Kaltbelüftung bzw. von Euro 30,60 je Tonne Heu aus dem Entfeuchterverfahren.

3.4 Futtermittel und Milchleistung

Die Unterschiede in der Qualität der Konserven aus den unterschiedlichen Verfahren werden in verschiedenen Studien diskutiert. Wichtige Quellen sind die Studienwerte aus den LK-Heuprojekten und den LK-Silageprojekten, in denen auch das Konservierungsverfahren (Art der Heutrocknung bzw. verwendetes Siliersystem) sowie diverse Managementfaktoren mit erhoben wurden. In der Befragungsstudie der österreichischen Heumilchbetriebe (KITTL und LINDNER 2016) wurden ebenfalls das Trocknungsverfahren und die Milchleistung abgefragt. Hieraus zeigt sich klar, dass Bodentrocknungsbetriebe geringere Milchleistungen aufweisen als Belüftungsheubetriebe. Der Unterschied zu den Kaltbelüftungsbetrieben liegt bei ca. 800 kg Milch pro Kuh und Jahr aus dem Grundfutter; zu den Warmbelüftungsbetrieben bei ca. 1.200 kg Milch pro Kuh und Jahr aus dem Grundfutter. Offen bleibt dabei, welcher Teil der Leistungsdifferenz aus dem Futtermittel resultiert, und welcher Teil auf andere Einflussfaktoren zurückgeht (z.B. Standort und Flächen der Betriebe, Genetik, Management).

Im dreijährigen Versuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war es das Ziel, möglichst viele Einflussgrößen gleichzuschalten, um die Differenz aus dem Verfahren selbst besser abschätzen zu können. Die wichtigsten Messparameter zu Futtermittelqualität, Futteraufnahme und Milchleistung aus dem Versuch sind in *Tabelle 3* dargestellt (Jahresmittelwerte). Ausgehend vom selben

Tabelle 2: Spannweite der Angaben zum spezifischen Energiebedarf und zu den variablen Kosten (Spannweite der Daten anhand von WIRLEITNER 2010, NYDEGGER und WIRLEITNER 2014, PÖLLINGER 2015, KTBL 2017, ÖKL 2017, NBS 2017)

Anlagenart	Kaltbelüftung		Entfeuchter mit Dachabsaugung	
	günstig	ungünstig	günstig	ungünstig
Bedingungen				
Spezifischer Energiebedarf [kWh/kg Wasser]	0,15	0,70	0,24	0,46
Spezifischer Energiebedarf [kWh/t Heu]	69	115	77	186
Variable Kosten [Euro/t Heu]	11	21	12	40

¹ In der ÖKL-Broschüre „Heutrocknung – Technische Grundlagen für die Bauplanung“ (2017) sind die wichtigsten Grundlagen zusammengefasst.

Tabelle 3: Daten zu Futterqualität und Milchaufnahme im dreijährigen Versuch (Mittelwerte)

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]				
bei Einfuhr	5,8	5,9	5,9	5,9
am Lager am 190. Tag (RESCH 2014)	5,4	5,6	5,7	5,6
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]				
bei Fütterung (FASCHING et al. 2015)	5,5	5,8	5,7	5,7
Proteingehalt [g/kg TM]				
bei Fütterung (FASCHING et al. 2015)	134	134	142	156
Futteraufnahme				
Grundfutter [kg TM/d]	15,4	15,8	15,8	14,6
Grundfutter [MJ NEL/d]	85	90	90	83
Kraftfutter [kg TM/d]	3,9	3,9	4,0	3,8
(FASCHING et al. 2015)				
Milchleistung [kg/Kuh/d]				
aus Grundfutter	15,4	15,8	15,8	14,6
aus Gesamtfutter (FASCHING et al. 2015)	25,4	27,2	27,3	24,5

Tabelle 4: Daten zur Futterqualität in der Praxis (LK-Heu und LK-Silageprojekte, RESCH 2010, RESCH 2013)

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]	5,51 (n = 290)	5,64 (n = 416)	5,75 (n = 107)	5,86 (n = 2.550)
Proteingehalt [g/kg TM]	127 (n = 290)	130 (n = 416)	137 (n = 107)	156 (n = 2.527)

Energiegehalt der Futtermittel zum Erntezeitpunkt wurde dessen Verlauf über den Zeitraum der Lagerung und bei der Fütterung untersucht, und u.a. die Futteraufnahme der Kühe und deren Milchleistung erhoben. Da die tatsächliche Milchleistung aufgrund der kurzen Periodenlänge von vier Wochen nicht vollständig mit dem Milchleistungswert der Konservierungsvariante übereinstimmen muss, wurde in den Kalkulationen der Milchproduktionswert der Ration verwendet.

Die Versuchsergebnisse zur Futterqualität liegen im Bereich der Praxiswerte, die in den Futtermittelstudien im Rahmen der LK-Projekte erhoben wurden. *Tabelle 4* zeigt die österreichischen Mittelwerte für die Parameter Energiegehalt und Proteingehalt (RESCH 2010, RESCH 2013). Der Energiegehalt der Silage im Versuch liegt geringfügig unter dem Mittel in der österreichischen Praxis; im Übrigen entspricht die Versuchssilage gängigen Praxiswerten (GRUBER et al. 2015). Der höhere Proteingehalt der beprobten Silagen weist darauf hin, dass durch die Fermentation leicht lösliche Kohlenhydrate durch Gärmikroben verbraucht werden, und so eine relative Anreicherung an Rohprotein entsteht (GRUBER et al. 2015).

Den Ergebnissen aus dem dreijährigen Fütterungs- und Milchleistungsversuch zufolge kam es beim Bodenheu zu einer geringfügig und bei der Silage zu einer klar verringerten Futteraufnahme und Milchleistung (FASCHING et al.

2015). Die im Versuch festgestellten Unterschiede in diesen beiden Parametern wurden auch in verschiedenen internationalen Arbeiten in vergleichbarer Weise festgestellt. Die Trockenmasseaufnahme von Heu wird demzufolge durchwegs als höher als jene von Silage beschrieben (GRUBER et al. 2015). Aus den Unterschieden in der Nährstoff- und Energieaufnahme resultieren Unterschiede in der Milchleistung. Die Kraftfutteraufnahme der einzelnen Varianten unterscheidet sich kaum; sie steht in einem konstanten Verhältnis zur Grundfutteraufnahme. Auf die Frage, welche betriebswirtschaftlichen und finanziellen Auswirkungen mit diesen Ergebnissen verbunden sind, wird in Abschnitt 4.3 auf den Fütterungs- und Milchleistungseffekt eingegangen.

3.5 Arbeitswirtschaft

Ein bedeutender arbeitswirtschaftlicher Unterschied besteht zu Beginn des jeweiligen Verfahrens in der Terminbindung der Futterwerbung. Das zur Ernte benötigte Wetterfenster hängt, neben vielen anderen Faktoren, wesentlich vom erforderlichen

Abtrocknungsgrad am Feld ab. Belüftungsheu und Grassilage können wesentlich früher abtransportiert werden als Bodenheu. Damit wird nicht nur eine kürzere Arbeitszeit benötigt, sondern es stehen auch mehr Wetterfenster für die Ernte zur Verfügung (FORMAYER et al. 2000).² Damit reduziert sich die Terminbindung der Erntearbeit, womit betriebswirtschaftlich positive Auswirkungen auf die Arbeitskosten und/oder auf die Arbeitszufriedenheit verbunden sind. Der Wert dieses Vorteils hängt von den jeweiligen Gegebenheiten am Betrieb ab (z.B. Erwerbstätigkeit, Organisation der Häckselkette). Der Unterschied kann einzelbetrieblich hoch relevant sein, wurde aber im vorliegenden modellhaften Vergleich nicht monetär bewertet.

Bei der Ernte liegt ein konkreter Unterschied in der Anzahl der Wendevorgänge und im Arbeitsbedarf hierfür. In der Kalkulation wurde der Aufwand pro Wendevorgang mit Euro 6,58 für die Eigenmechanisierung und 0,30 Akh an Arbeitsaufwand pro Hektar und Jahr veranschlagt (AWI 2017). Der konkrete Aufwand in der betrieblichen Praxis und die Kosten hängen von der Maschinenausstattung, der Maschinenauslastung, der Nutzungsdauer und den Personalkosten ab. Welche Anzahl an Wendevorgängen für die einzelnen Verfahren zu veranschlagen ist, wurde bereits in Abschnitt 3.1 diskutiert.

Der Aufwand für die Einfuhr und Einlagerung bei den einzelnen Verfahren wurde anhand des Berichts zum Arbeits-

² Anhand der Arbeiten von FORMAYER et al. (2000) steht ein umfangreiches Kartenmaterial zu den verfügbaren Feldarbeitstagen in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen und den konkreten Ernteerträgen und Konservierungsverfahren für Standorte in Österreich zur Verfügung.

zeitbedarf in der österreichischen Landwirtschaft (GREI-MEL und HANDLER 2004) wie folgt bemessen: 8,68 Akh für Bodenheu, 8,15 Akh für Kaltbelüftungsheu, 7,62 Akh für Warmbelüftungsheu und 7,40 Akh für Silage. Bei den beiden Belüftungsverfahren fällt ein zusätzlicher Arbeitsaufwand für das Auslagern der Trocknungsbox zwischen den einzelnen Trocknungschargen mit dem Heukran an. Hierfür werden pro Hektar und Jahr 0,50 Akh veranschlagt. Für die Beobachtung des Heulagers (insb. bei Bodenheu) bzw. für die Steuerung der Trocknungsanlage wurden keine separaten Kosten veranschlagt. Der Aufwand hierfür ist von den Ernte- und Einbringbedingungen bzw. von der Technik der Belüftungsanlage abhängig. Jedenfalls ist anzumerken, dass bei der Unterdachttrocknung ein sehr hohes Augenmerk auf eine gute Anlagenbedienung und auf die Planung und Kontrolle des Einlagerns der einzelnen Chargen zu legen ist. Es stellt also auch diese Technik gewissen Anforderungen an die Betriebsleitung. Erst dann können günstige Futterqualitäten und geringe Trocknungskosten erreicht werden.

3.6 Umweltwirkungen

Für die Betrachtung der Umweltwirkungen am Betrieb, auf den Flächen und außerhalb des Betriebes kommt eine Vielzahl von Bewertungsgrößen in Betracht. Einer der wichtigsten Faktoren ist die standortangepasste Nutzung der betriebseigenen Flächen. Eine Veränderung der Schnittzahl, die mit einer modernen Konservierungstechnik möglich wird, nimmt Einfluss auf Pflanzenbestand und Boden. Dies kann mittel- bis langfristig zu Mehrkosten (z.B. für Nachsaaten) und zu Ertragseinbußen führen. Aufgrund der Vermarktungsstrategie für Heumilch könnte eine Übernutzung auch indirekt zu Preiseinbußen auf den Konsumentenmärkten führen. In der vorliegenden Modellkalkulation wird aber davon ausgegangen, dass unabhängig vom Verfahren und von der damit verbundenen Möglichkeit zur früheren Ernte eine geeignete Nutzung der Bestände erfolgt. Es werden also im Bereich Boden und Biodiversität keine Kostendifferenzen zwischen den Verfahren veranschlagt.

Einen Anhaltspunkt für die betriebsfremden Umweltwirkungen, gerade in Hinblick auf die Diskussion der Belüftungsheuproduktion, bieten Kenngrößen zum Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen und zum Treibhauspotenzial. Eine Analyse von Milchviehbetrieben im steirischen Ennstal zeigte, dass der Energieeinsatz (nicht erneuerbare Ressourcen) bei mittelintensiven Betrieben bei ca. 24.000 MJ-Äquivalenten pro ha und Jahr liegt. Hiervon beträgt der Anteil an Energieträgern am Hof ca. 7.000 MJ-Äquivalente pro ha und Jahr (GUGGENBERGER und HERNDL 2017). Ausgehend vom Strombedarf für die Kaltbelüftung im Versuch würde ein Bedarf an nicht erneuerbaren Energieressourcen von ca. 2.300 MJ pro ha und Jahr hinzukommen; bei der Entfeuchterttrocknung wären es zusätzlich ca. 4.900 MJ pro ha und Jahr.

In der Bewertung analog verhält es sich beim Treibhauspotenzial, ausgedrückt in kg CO₂-Äquivalenten. Hier lag die Gruppe der Referenzbetriebe im Ennstal bei ca. 7.400 kg CO₂-Äq pro ha und Jahr; der Anteil der Energieträger am Hof bei ca. 500 kg CO₂-Äq pro ha und Jahr. Für die Bewertung des Stromaufwands der Heubelüftung wird ein Emissionsfaktor von 0,3 kg CO₂-Äq pro kWh unterstellt (UMWELTBUNDESAMT 2017). Dies würde zusätzlich ca. 200 kg CO₂-Äq pro ha und Jahr bei Kaltbelüftung und ca. 400 kg CO₂-Äq pro ha und Jahr bei Entfeuchterttrocknung bedeuten.

Darüber hinaus unterscheiden sich zahlreiche weitere Umweltwirkungen je nach Konservierungsverfahren. Zu nennen wären beispielsweise die Vorleistungen (die sogenannte graue Energie) zur Herstellung der benötigten Anlagen, Maschinen und Betriebsmittel. Diese werden aber hier nicht näher behandelt, und ebenso wie die betriebsinternen Umweltwirkungen fließen auch die betriebsfremden Umweltwirkungen nicht in die monetäre Kosten-Leistungsbewertung der Verfahren ein.

4. Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung

Die wirtschaftliche Bewertung der Verfahren gliedert sich in mehrere Teile. In den Abschnitten 4.1 bis 4.3 werden der Weg der Konserven vom Feld bis zu Futtertisch und Milchkuh betrachtet und die Verfahren hinsichtlich der Verlustraten und Milchleistungen verglichen. In den Abschnitten 4.4 bis 4.5 werden die Kosten und Erlöse der Verfahren je ha Grundfutterfläche gegenübergestellt. Der abschließende Abschnitt 4.6 zeigt eine wirtschaftliche Bewertung des Verlustrisikos der Verfahren.

Für den Grundfutterertrag und die Milchleistung zeigen die Versuchsdaten drei Effekte, die miteinander in Zusammenhang stehen. Denn die Feldphase beeinflusst auch die Ausgangsbedingungen am Lager und in weiterer Folge die Qualität zum Fütterungszeitpunkt und die Milchleistung. Als Ausgangspunkt der Berechnung aller drei Effekte dient der Ernteertrag zum Zeitpunkt der Mahd mit 7.913 kg Trockenmasse pro ha und 6,0 MJ NEL pro kg Trockenmasse.³ Die kalkulierten Verlustwerte orientieren sich am Versuch und werden eher gering veranschlagt, sie können also in der Praxis durchwegs höher liegen.

4.1 Feldphase und Ernteeffekt

Der erste wirtschaftliche Effekt betrifft die Unterschiede in den Atmungs-, Witterungs- und Bröckelverlusten bei der Ernte, aufgrund der unterschiedlichen Feldliegezeiten, Bearbeitungsgänge und Feinblattgehalte. Die Atmungsverluste entstehen durch Enzymtätigkeit in den noch lebenden Zellen. Sie werden anhand der Versuchsergebnisse und

³ Die Berechnung der Ertragsmenge wurde mit den Ertragsdaten aus einem anderen Versuchsprojekt auf derselben Wiesenfläche mit ebenfalls 4-Schnitt-Nutzung abgeglichen. Der Ernteertrag gemessen am Ladewagen betrug hierbei 6.812 kg TM/ha (GRUBER et al. 2000, bei Wirtschaftsdüngung und mineralischer Düngung). Dabei wurde das Futter einmal gezettet, einmal gewendet, und danach geschwadet und als Welkheu abtransportiert. Diese Vorgehensweise zur Ernte entspricht der Feldphase des Entfeuchterheus im Konservierungsversuch, das im Mittel ebenfalls einmal gezettet und einmal gewendet wurde. Zur Ermittlung des Feldertrags wird der Ladewagen-Ertrag um die mittleren Bröckelverluste des Entfeuchterheus in der Höhe von 784 kg TM/ha und die Veratmungsverluste in der Höhe von 4 % der TM korrigiert. Der mittlere Energiegehalt bestimmt sich ausgehend von den Messdaten im Konservierungsversuch, die für alle Versuchsjahre und Aufwüchse am Mähswad erhoben wurden, mit 6,0 MJ NEL/kg TM (RESCH, persönliche Mitteilung).

mit Literaturwerten abgeschätzt.⁴ Die Witterungsverluste werden mit Null angenommen, da die Ernte durchwegs bei guten Wetterbedingungen erfolgt ist. Die Bröckel- und Rechverluste wurden im Versuch über drei Jahre bei allen Schnitten mittels Saugmethode gemessen (PÖLLINGER 2015; für die absoluten Werte vgl. Abschnitt 3.1).

Tabelle 5 zeigt die unterschiedlichen Verlustquellen und das Ausmaß der Verluste während der unterschiedlich langen Feldphasen der Verfahren. Der größte Teil der Ernteverluste und der Unterschiede entfällt auf mechanische Verluste durch die Wendevorgänge. Diese betragen zwischen 19 %

Tabelle 5: Ertrag bei Mahd, Verluste am Feld

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Ertrag bei Mahd				
TM [kg TM/ha]			7.913	
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]			6,0	
Energie [MJ NEL/ha]			47.475	
Atmungsverluste TM (Abschätzung) [%]	6	5	4	2
Atmungsverluste NEL (Ann. 1/5 der TM-Verluste) [%]	1,2	1,0	0,8	0,4
Bröckel- u. Rechverluste TM [%]	19	14	10	8
Bröckel- und Rechverluste NEL (Ann. 1/10 der TM-Verluste) [%]	1,9	1,4	1,0	0,8

Tabelle 6: Ertrag bei Einfuhr, Verluste zwischen Mahd und Einfuhr

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Ertrag bei Einfuhr				
Trockenmasse [kg TM/ha]	5.959	6.430	6.812	7.136
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]	5,82	5,86	5,89	5,92
Energie [MJ NEL/ha]	34.655	37.633	40.140	42.312
Ernteverluste zwischen Mahd und Einfuhr				
Trockenmasse [%]	25	19	14	10
Energiegehalt [%]	3	3	2	1
Energieertrag [%]	27	21	15	11

Tabelle 7: Lagerverluste zwischen Einfuhr und Futtertisch

Lagerverluste zwischen Einfuhr und Futtertisch	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Trockenmasseverlust				
Konservierungsverluste [%]	3	3	3	8
Mechanische Verluste [%]	0,5	0,5	0,5	0,5
Energiegehaltsverlust [MJ NEL]	0,3	0,2	0,2	0,2
Energiegehaltsverlust [%]	5	3	3	4
Energieertrag [MJ NEL]	2.972	1.986	2.539	5.158
Energieertrag [%]	9	5	6	12

⁴ Die Atmungsverluste wurden anhand von Messwerten aus dem Versuch (Energiegehalt) und mit Hilfe von Werten aus der Literatur abgeschätzt. Der Trockenmassegehalt bei der Mahd wurde mit 20 % angenommen, mögliche Atmungsverluste bis zu einem Trockenmassegehalt von 70 % (sofern das Futter im Verfahren nicht bereits vorher geerntet wurde), wobei die Verlustrate im Verlauf der Trocknung geringer wird. DULPHY (1987) gibt in einer Literaturübersicht folgende Richtwerte für Trockenmasse-Verluste an: (a) ca. 0,15 % je gewonnenem Trockenmasse %-Punkt, (b) 0,05 bis 0,30 % der anfänglichen Trockenmasse pro Stunde, bzw. (c) 2 bis 3 % bei günstiger Witterung (2. und 3. Schnitt) und 8 bis 10 % bei ungünstiger Witterung (1. und 4. Schnitt).

⁵ Die Werte beziehen sich auf die im Versuch verwendete Zapfwelldrehzahl zwischen 480 U/min beim Breitstreuen und 380 U/min beim letzten Wendevorgang (PÖLLINGER 2015). Die Verluste setzen sich zusammen aus Verlusten von 2,2 % bis 4,4 % beim Mähen, 6 % bis 20 % beim Zetten und Wenden und 5 % bis 15 % beim Schwaden, jeweils in Relation zum Gesamtertrag (BOHNE 2016).

bei Bodenheuerhebung und nur 8 % bei Silagewerbung. Erst mit großem Abstand folgen danach Atmungsverluste. Diese resultieren aus der Enzymtätigkeit der noch lebenden Zellen während der Dauer am Feld, und sind somit von deren zeitlicher Länge abhängig. Die Verluste im Energiegehalt nehmen, verglichen mit den anderen Verlustquellen, eine nur untergeordnete Rolle ein.

Die Ertragswerte zur Einfuhr ergeben sich aus den Verlustwerten und korrespondieren mit den Messwerten im Versuch (RESCH 2014). Wie in *Tabelle 6* ersichtlich, differieren die Energieverluste der Verfahren zwischen 27 % und 11 % von der Ausgangsenergie. Relativ betrachtet sind gegenüber dem Kaltbelüftungsverfahren die Energieverluste bis zur Einfuhr bei Bodentrocknung um 30 % höher, bei Entfeuchtertrocknung um 25 % geringer und bei Silierung um 50 % geringer. Die Verlustwerte korrespondieren mit Angaben in der Literatur. BOHNE (2016) gibt Verluste von ca. 10 % bei einmal Wenden, ca. 15 % bei zweimal Wenden, ca. 23 % bei dreimal Wenden und ca. 30 % bei viermal Wenden an.⁵

4.2 Lagerungseffekt

Als zweiter Effekt unterscheiden sich die Lagerungsverläufe je nach Konservierungsart (Trocknung/Vergärung) und Trocknungstechnik. Sie werden primär durch mikrobiologische Umsetzungsprozesse (Fermentation) bestimmt. Bei Silagekonservierung fermentieren die Mikroben insbesondere die leicht verfügbaren Kohlenhydrate und reduzieren so die für den Wiederkäuer verfügbare Energie im Futter und setzen seine Verdaulichkeit herab (GRUBER et al. 2015). Auch am Heulager führt die mikrobiologische Aktivität zu Verlusten, am stärksten beim Bodenheu (RESCH 2014).

Tabelle 7 zeigt die Verluste über die Lagerungsdauer. Hierbei wurden die Verluste an absoluter Trockenmasse am Lager anhand des Verlaufs der schwer fermentierbaren Futtermittelinhaltsstoffe Lignin und Rohfaser (RESCH 2014) und anhand von Literaturdaten mit 3 % der Trockenmasse für die Heukonservierung und

8 % der Trockenmasse für die Gärverluste und Nacherwärmung der Silagekonservierung veranschlagt (DILGER und FAULHABER 2006, STEINWIDDER et al. 2017). Hinzu kommen 0,5 % mechanisch bedingte Reste am Lager, die verloren gehen. Der gemessene Energiegehalt sank im Mittel der Varianten um 0,2 MJ NEL pro kg Trockenmasse (RESCH 2014, GRUBER et al. 2015).

Aus diesen Parametern resultieren für die Heuvarianten in der Größenordnung vergleichbare Energieverluste von ca. 2.000 bis 3.000 MJ NEL, der Energieverlust bei der Silagekonservierung und -lagerung liegt bei ca. 5.000 MJ NEL. In Summe beträgt der Energieverlust am Lager für Bodenheu 9 %, für Kaltbelüftungs- und Entfeuchterheu 5 bis 6 % und für die Silage ca. 12 %. Demnach treten bei Futter, welches mit hohen Gehaltswerten ins Lager gebracht wird (Tabelle 6), vergleichsweise hohe Konservierungsverluste auf (Tabelle 7).

Für den Vergleich der Konservierungsverfahren relevant sind die Gesamtverluste am Weg vom Feld bis zum Futtertisch (Summe von Ernte- und Lagerungseffekt). Tabelle 8 zeigt die am Futtertisch verbleibenden Erträge und die Gesamtverluste. Bezogen auf die identische Ausgangsenergie betragen die Energieverluste bei Bodenheuerwerb 33 %, bei Kaltbelüftung 25 % und beim Entfeuchter- und Silageverfahren jeweils ca. 20 %. In Relation zum Kaltbelüftungsverfahren sind die Verluste beim Bodenheu um 30 % höher, bei Entfeuchterheu um 16 % geringer und bei Grassilage um 13 % geringer.

4.3 Fütterungs- und Milchleistungseffekt

Neben der Ernte- und Lagerungsphase sind als Drittes die Unterschiede am Wiederkäuer selbst zu vergleichen. Im

Tabelle 8: Ertrag am Futtertisch, Verluste zwischen Mahd und Futtertisch

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Ertrag am Futtertisch				
Trockenmasse [kg TM/ha]	5.750	6.205	6.574	6.530
Energiegehalt [MJ NEL/kg TM]	5,51	5,75	5,72	5,69
Energie [MJ NEL/ha]	31.684	35.678	37.601	37.154
Ertragsverluste zwischen Mahd und Futtertisch				
Trockenmasse [%]	27	22	17	17
Energiegehalt [%]	8	4	5	5
Energieertrag [%]	33	25	21	22
Energieertrag [MJ NEL/ha]	15.791	11.797	9.874	10.321

Tabelle 9: Futteraufnahme und Milchleistung

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Grundfutter Laktation				
[kg TM/Kuh/a]	4.703	4.816	4.810	4.462
[MJ NEL/Kuh/a]	25.864	27.572	27.420	25.437
Grundfutter Trockenstehzeit				
[kg TM/Kuh/a]	558	536	539	540
Grundfutter gesamt				
[kg TM/Kuh/a]	5.261	5.352	5.349	5.002
[MJ NEL/Kuh/a]	28.937	30.653	30.504	28.510
Kraftfutter				
[kg TM/Kuh/a]	1.193	1.186	1.211	1.150
Milchleistung pro Kuh aus Gesamtfutter				
[kg/Kuh/a]	7.747	8.296	8.327	7.473

Versuch wurde festgestellt, dass sich Futter- und Energieaufnahme der Milchkühe zwischen den Konservierungsvarianten unterscheiden (Tabelle 3). Dies liegt primär an der unterschiedlichen Verdaulichkeit der Futtermittel (GRUBER et al. 2015). Für den wirtschaftlichen Vergleich werden die Jahresmilchleistungen betrachtet. Hierfür wurden die Versuchsergebnisse als Mittelwerte interpretiert und über den Laktationszeitraum von 305 Tagen hochgerechnet. Der Futterbedarf für die Trockenstehzeit wurde auf Basis der Versorgungsempfehlungen der GfE berechnet (GfE 2001).

Die Ergebnisse in Tabelle 9 zeigen eine höhere Energieaufnahme bei den Belüftungsheuvarianten gegenüber dem Bodenheu und der Silage. Zwar wird bei Silagefütterung am wenigsten Trockenmasse aufgenommen, der höhere Energiegehalt gegenüber dem Bodenheu gleicht diesen Nachteil aber aus. In Summe liegt die jährliche Energieaufnahme aus Grundfutter gegenüber dem Kaltbelüftungsheu bei Bodenheu um 6 % geringer, bei Entfeuchterheu gleich auf und bei Silage um 7 % geringer. Die Kraftfuttermenge beträgt durchwegs ca. 1.200 kg pro Kuh und Jahr und unterscheidet sich nur geringfügig zwischen den Verfahren.

Aus den Unterschieden in der Gesamtenergieaufnahme resultieren unterschiedliche Milchleistungen der einzelnen Konservierungsverfahren. Hierbei wird neben der Energie aus dem Grundfutter auch die Energie aus dem Kraftfutter mit bewertet; diese ist aber anteilig zur Grundfutteraufnahme bemessen. Die resultierenden Gesamtmilchleistungen pro Tier liegen im Bereich von ca. 7.500 bis 8.300 kg pro Jahr. Verglichen mit der Kaltbelüftungsvariante ist die jährliche Einzeltierleistung bei Bodenheufütterung um ca. 500 kg geringer und bei Silagefütterung um ca. 800 kg geringer. Dies würde bei einem Milchpreis von Euro 0,34 einem

Mindererlös von ca. Euro 170 bei Bodenheu- und Euro 270 bei Silagefütterung entsprechen. Verglichen mit den Milchleistungswerten der Heumilchstudie (KITTL und LINDNER 2016) bedeuten diese Ergebnisse, dass nur ein Teil der dort gefundenen Unterschiede zwischen den Betrieben aus dem Konservierungsverfahren an sich resultiert.

4.4 Flächenproduktivität der Verfahren

Für einen wirtschaftlichen Vergleich der Konservierungsverfahren insgesamt ist weniger die Einzeltierleistung entscheidend, sondern die Flächenproduktivität und die zusätzlichen Kosten und Erlöse der Verfahren je Flächeneinheit von Interesse. Als Bewertungsgröße wird die Gesamtmilchleistung je benötigter Grundfutterfläche herangezogen. Möglich ist dies aufgrund der gleichmäßigen Grundfutter-Kraftfutter-Relation in der Versuchsanordnung. Mit der Besatzdichte (Kühe pro Fläche) wird der Grundfutter-Energieertrag der einzelnen Konservierungsverfahren

ren (Tabelle 8) abzüglich 5 % Futterrest in Relation zur jeweiligen Futteraufnahme der Kühe (Tabelle 9) gesetzt. Erst die resultierende Milchproduktion pro Fläche zeigt damit die Effekte von Ernte, Lagerung und Fütterung in Summe. Die Bodenheuwerbung liegt in der Flächenleistung ca. 1.100 kg unter dem Kaltbelüftungsverfahren, das Entfeuchterverfahren um ca. 600 kg höher und das Silageverfahren um ca. 100 kg höher. Das Silageverfahren weist die höchste Besatzdichte auf, da sowohl die Konservierungsverluste als auch die Futteraufnahme gering sind. Der Effekt der geringen Milchleistung je Einzeltier wird durch die höhere Besatzdichte weitgehend kompensiert. Beim Entfeuchterheu ist die Futteraufnahme ähnlich hoch wie beim Kaltbelüftungsheu, die Verluste sind aber um ca. 2.000 MJ NEL pro ha und Jahr geringer, und damit die mögliche Besatzdichte höher (Abbildung 7 und Tabelle 10).

4.5 Kosten- und Erlösdifferenz zwischen den Verfahren

Auf Basis der Milchproduktion pro Flächeneinheit und der in Abschnitt 3 diskutierten und getroffenen Annahmen

Tabelle 10: Flächenproduktivität; Grundfutterertrag und Milchleistung inkl. Kraftfutter

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Grundfutterertrag, abzgl. 5 % Futterrest [MJ NEL/ha/a]	30.099	33.894	35.721	35.296
Besatzdichte Grundfutter [Kühe/ha]	1,04	1,11	1,17	1,24
Energieaufnahme aus Kraftfutter [MJ NEL/ha/a]	9.943	9.913	10.096	9.577
Milchproduktion pro Flächeneinheit [kg/ha/a]	8.058	9.173	9.751	9.251

können die Unterschiede in den Kosten und Leistungen zwischen den Verfahren errechnet werden. Im Unterschied zur oben dargestellten Bruttomilchproduktion wird hierbei der Verkaufsanteil der Milch mit 93 % veranschlagt (BMLFUW 2016). *Abbildung 8* stellt die Ergebnisse der Kalkulation dar. Die linke Seite der Grafik zeigt, welche Unterschiede in den Kosten der Verfahren bestehen. Gegenüber der Kaltbelüftung weist die Bodenheuwerbung geringere Kosten, die Entfeuchterheutrocknung höhere Kosten, und die Silageproduktion wiederum geringere Kosten auf. Auf der rechten Seite sind die Leistungen (= Erlöse) der Verfahren dargestellt. Gegenüber der Kaltbelüftung weist das Bodenheu negative Erlöse auf, da weniger Milch je ha produziert werden kann. Alle Heuverfahren weisen aber gegenüber der Silage höhere Erlöse auf, insofern der Heumilchzuschlag und die Prämie für den Silageverzicht veranschlagt werden. Betrachtet man die Differenz in den einzelnen Kostenpositionen (ΔK), fällt gegenüber der Kaltbelüftung die Abschreibung für das Lager bei Silierung geringer aus. Die Abschreibung für die Trocknungstechnik fällt bei Entfeuchter Trocknung höher aus. Für die Maschinenkosten gelten gleiche Abschreibungen für die Verfahren. Im Zuge der Ernte sind bei Bodenheuwerbung mehr, und bei Warmbelüftung und

Silierung weniger Wendevorgänge zu bewerten. Die variablen Kosten am Lager verringern bzw. erhöhen sich gegenüber der Kaltbelüftung v.a. um die Stromkosten und um die Kosten für den Silounterhalt.

Bei der Differenz der Leistungen (ΔL) ist zu unterscheiden zwischen dem Milcherlös aus dem Grundpreis (Euro 0,34), dem Zuschlag für die Heumilch (Euro 0,057) und der Flächenprämie. Die Milcherlöse aus dem

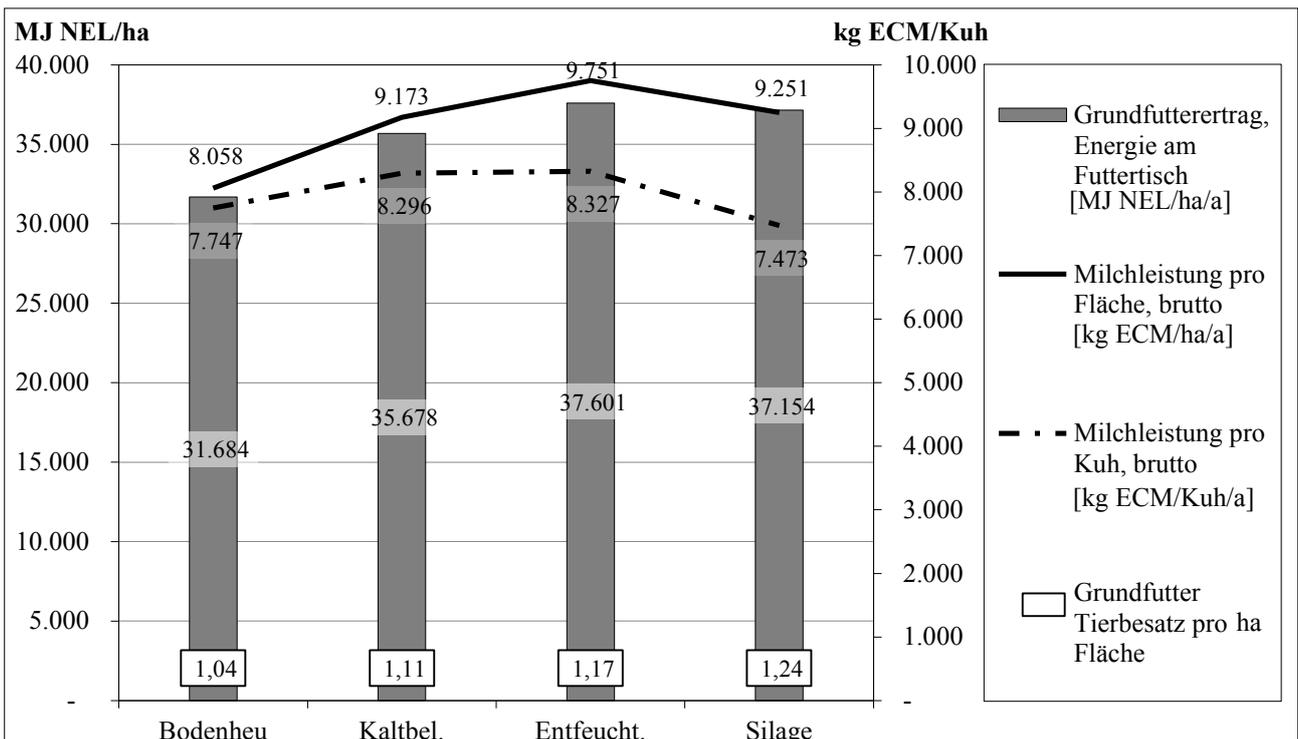


Abbildung 7: Flächenproduktivität; Grundfutterertrag und Milchleistung inkl. Kraftfutter

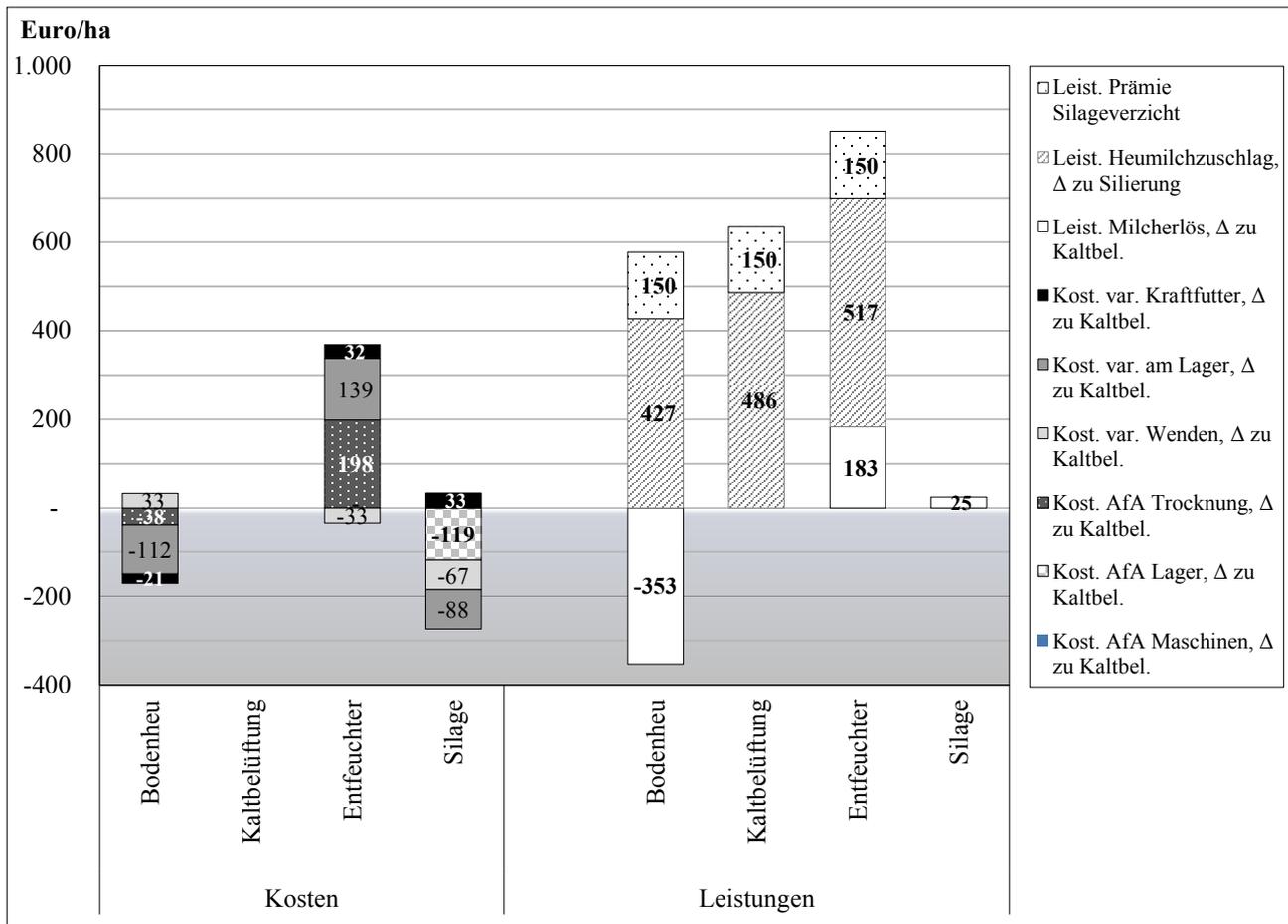


Abbildung 8: Unterschiede in den Kosten und Leistungen der Verfahren

Grundpreis sind, verglichen mit der Kaltbelüftung, beim Bodenheu um ca. Euro 350 geringer, beim Entfeuchterheu um ca. Euro 180 höher und bei der Silage etwa gleich hoch. Die Heukonservierung bringt zudem Erlöse aus dem Heumilchzuschlag und der ÖPUL-Prämie. Diese schlagen sich für alle Heuvarianten mit jeweils ca. Euro 600 an Mehrleistungen zu Buche.

Für die Verfahrensbewertung relevant ist die Differenz zwischen den verfahrensspezifischen Unterschieden ($\Delta L - \Delta K$). Die Werte hierzu sind in *Tabelle 11* dargestellt. Bei Bodenheuwerbung übersteigen die zusätzlichen Leistungen die zusätzlichen Kosten um Euro 362, bei Kaltbelüftung um Euro 636, bei Entfeuchtertrocknung um Euro 514 und bei Silierung um Euro 265. Demzufolge weist die Kaltbelüftung die günstigste Relation von Mehrerlösen zu Mehrkosten auf, gefolgt von der Entfeuchtertrocknung und der Bodenheuwerbung.

Vereinfacht gesagt zeigt der Kosten-Leistungs-Vergleich der Modellkalkulation:

(a) Für die Bodenheuwerbung mittlere Erlöse und Kosten pro ha und Jahr.

(b) Für die Kaltbelüftung hohe Erlöse und mittlere Kosten pro ha und Jahr.

(c) Für das Entfeuchterverfahren sehr hohe Erlöse und Kosten pro ha und Jahr.

(d) Für die Silageproduktion geringe Erlöse und geringe Kosten pro ha und Jahr.

Die Erlös-Kostendifferenz ist gegenüber dem Kaltbelüftungsheu beim Bodenheu ca. Euro 300 pro ha und Jahr, beim Entfeuchterheu ca. Euro 100 pro ha und Jahr und bei Silage ca. Euro 400 pro ha und Jahr geringer.

Es ist allerdings zu beachten, dass diese Resultate davon ausgehen, dass jedes Ernteverfahren zum selben Zeitpunkt möglich ist und auch durchgeführt wird. Im Versuch wurden alle Varianten unabhängig von der Witterung zugleich gemäht. Die Kalkulation geht also von der Möglichkeit zu einer erfolgreichen Konservierung zum angepeilten Schnitzeitpunkt aus. Eine solche Annahme ist in der Praxis aber vielfach nicht realistisch, insbesondere aufgrund der Klima- und Witterungsbedingungen bzw. aufgrund der Erntegelegenheiten und der Arbeitssituation, gerade bei

Bodenheuwerbung, aber auch bei Kaltbelüftungsheuwerbung. Es wird daher in weiterer Folge eine Bewertung des Ernte- und Verlustrisikos der Verfahren vorgeschlagen, um die Modellergebnisse dahingehend zu erweitern.

Tabelle 11: Zusätzliche Kosten und Leistungen der einzelnen Verfahren

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Zusätzliche Leistungen [Euro/ha]	224	636	850	25
Zusätzliche Kosten [Euro/ha]	-138	0	336	-241
$\Delta L - \Delta K$	362	636	514	265

4.6 Bewertung des Verlustrisikos der Verfahren

Das Verlustrisiko ist definiert als Produkt aus Schadensausmaß (Ertragsminderung) und Eintrittswahrscheinlichkeit über mehrere Perioden hinweg. Die Ertragsminderung kann beispielsweise durch schlechte Witterungsbedingungen oder Futtermittelverderb am Lager zu Stande kommen. In der Tat können alle ertragsmindernden Umstände als Schadensausmaß interpretiert werden: (A) Die Terminbindung bei der Ernte, die zu einem ungünstigen bzw. zu späten Schnitzeitpunkt und zu einem Verlust im Energie-Gehalt des Futters führen kann, bzw. am Feld Witterungsverluste und Auswaschung bewirkt, oder ungewollte Arbeitsspitzen erzeugt. (B) Im Zuge der Konservierung kann es zu unzureichender Lagerstabilität, zu einer Fehlgärung und zu einem teilweisen bis vollständigen Futtermittelverderb von Chargen am Lager kommen. (C) Auch eine Folgewirkung im Zuge der Fütterung kann als Schaden bewertet werden; insbesondere eine geringere Futteraufnahme und Milchleistung, bis hin zu einer reduzierten oder gefährdeten Tiergesundheit.

Die Abschätzung des Verlustrisikos kann sich in der Praxis an den folgenden beiden Fragen orientieren: Wie hoch ist der potenzielle Schaden, wenn z.B. eine schlechte Charge eingefahren wird oder der letzte Schnitt ausfällt? Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Fall eintritt? Zuerst erfolgt die Schätzung der beiden Prozentwerte (Schaden und Wahrscheinlichkeit), danach multipliziert man die beiden Werte und erhält so einen Orientierungswert für das Verlustrisiko.

Tabelle 12 zeigt die Vorgehensweise anhand eines Zahlenbeispiels. Im Beispiel wird befürchtet, dass der letzte Schnitt im September/Oktober nicht mehr unbeschadet als Bodenheu eingefahren werden kann, und das Futter dadurch um 20 % an Futterwert verlieren würde. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist sehr hoch, denn erfahrungsgemäß bringt am Standort nur eines von zwei Jahren (= 50 %) ein ausreichend schönes Wetter für ein geeignetes Erntefenster im Herbst. Das Verlustrisiko berechnet sich als $20 / 100 * 50 / 100 = 10 \%$. Die gleiche Kalkulation am Beispiel der Silage könnte lauten: Es wird angenommen, dass eine schlecht vergorene Charge im Futterwert um 10 % abfällt („Schadensausmaß“), und dass bei jeder 5. Charge (= 20 %) mit einer Fehlgärung zu rechnen ist („Wahrscheinlichkeit“). Das Verlustrisiko beträgt $10 / 100 * 20 / 100 = 2 \%$.

Tabelle 12: Beispieltabelle zur Abschätzung des Verlustrisikos

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
Schadensausmaß	20 %	20 %	10 %	10 %
Wahrscheinlichkeit	50 %	20 %	10 %	20 %
Verlustrisiko	10 %	4 %	1 %	2 %

Tabelle 13: Unterschiede in den Kosten und Leistungen, Risikobewertung im Modell

	Bodenheu	Kaltbelüftung	Entfeuchter	Silage
$\Delta L - \Delta K$ [Euro]	362	636	514	265
bei Verlustrisiko [%]	0	0	0	0
$\Delta L - \Delta K$ [Euro]	465	616	617	368
bei Verlustrisiko [%]	0	4	0	0
$\Delta L - \Delta K$ [Euro]	576	576	825	577
bei Verlustrisiko [%]	4	12	0	0

Aufbauend auf den Modellergebnissen ist das Ziel von *Tabelle 13*, Werte für das Verlustrisiko anzugeben, ab dem eine Warmbelüftung oder Silierung vorteilhaft wäre. Es wurde hierfür ausgehend von den Versuchsdaten berechnet, ab welchem Verlustrisiko das Entfeuchterverfahren und das Silageverfahren der Kaltbelüftung bzw. der Bodenheuerwerbung überlegen sind. In der *Tabelle 13* sind die Grenzwerte für das Verlustrisiko sowie die korrespondierenden Kosten und Leistungen der Verfahren eingetragen.

Die Kalkulation zeigt, dass ab einem zusätzlichen Ertragsverlust von 4 % bei Kaltbelüftung das Entfeuchterverfahren überlegen wäre. Ein Verlustrisiko von 4 % bedeutet, dass der Grundfutterertrag um 4 % sinkt. Dadurch sinkt auch die Milchleistung und damit auch der Erlös aus dem Milchverkauf. Dadurch steigen die Erlöswerte der anderen drei Verfahren in Relation zum Kaltbelüftungsverfahren um ca. Euro 100 pro Hektar und Jahr.

Ab einem Verlustrisiko von 4 % bei Bodenheuerwerbung und 12 % bei Kaltbelüftung wäre auch das Silageverfahren überlegen. In der Versuchsdurchführung zeigte sich auch, dass diese Werte schnell erreicht werden. Denn in einem der drei Versuchsjahre war die Witterung beim letzten Schnitt im September dermaßen ungünstig, dass das Bodenheu nicht fertig getrocknet werden konnte (PÖLLINGER 2015).

5. Diskussion

Zusammenfassend zeigt die Betrachtung, dass jedes der untersuchten Verfahren den anderen wirtschaftlich überlegen sein kann, und somit je nach den gegebenen Rahmenbedingungen seine Berechtigung hat. Mit der Versuchsanordnung und der daraus abgeleiteten Modellkalkulation ist es jedenfalls gelungen, die Unterschiede zwischen der Bodenheuerwerbung, der Kaltbelüftung, der Entfeuchterdrehnung und der Silageproduktion bei gleichen Ausgangsbedingungen am Feld klar herauszuarbeiten und quantitativ und monetär vergleichbar zu machen.

Eine Reflexion der kalkulatorischen Ergebnisse ist aber in mehrerer Hinsicht erforderlich. Erstens wurden im Versuch und in der Modellkalkulation Annahmen für einen mittleren Heumilchbetrieb in Österreich getroffen; die Unterschiede in den einzelbetrieblichen Bedingungen in der Praxis können damit nicht erfasst werden (Erträge, Klima, Baubestand, Arbeitskräfte, etc.). Zweitens hat der Einsatz einer Konservierungstechnik Auswirkungen in allen betrieblichen Bereichen und auch über den Betrieb hinaus, deren Zusammenhänge mit der Wirtschaftlichkeitskalkulation nicht erfasst werden können. Drittens besteht weiterer Forschungsbedarf, insbesondere in Hinblick auf den Energieeinsatz bei den Verfahren, die Bedeutung der arbeitswirtschaftlichen Ausgestaltung, die Umweltwirkungen und die weitere Entwicklung des Produkts Heumilch auf den Märkten.

5.1 Zusammenfassung der Modellergebnisse

Der Versuch und die Modellkalkulation zeigen für die beiden Belüftungsheuverfahren und für das Sila-

geverfahren eine vergleichbar hohe Flächenproduktivität. In diesem Parameter fällt einzig die Bodenheufütterung ab. Die Futterverluste waren insgesamt bei der Entfeuchtertrocknung und bei der Silierung deutlich geringer. Beide Belüftungsheuvarianten wiesen eine deutlich höhere Grundfutteraufnahme und Milchleistung je Einzeltier auf. Die Bewertung der verfahrensspezifischen Kosten und Leistungen zeigt numerisch einen leichten Vorteil für die beiden Unterdachtrocknungsverfahren.

Insgesamt zeigt sich aber kein großer finanzieller Mehrwert durch eine Höhertechnisierung zum Entfeuchter- oder Silageverfahren. Besteht allerdings ein Risiko für Ertragsverluste, so kann dieses den Mehraufwand der beiden Verfahren absolut rechtfertigen. Zu beachten ist, dass im vorliegenden Vergleich eine ganzjährige Fütterung mit nur einem Konservierungsverfahren unterstellt wurde. Je höher der Anteil an anderen Futtermitteln wird, desto stärker würden die Investitionskosten für die Technik ins Gewicht fallen. Andererseits geht die vorliegende Arbeit von einem Grünlandertrag von ca. 8.000 kg Trockenmasse je ha aus. Bei höheren Erträgen würden sich die Investitionskosten wiederum auf mehr Produktionseinheiten verteilen.

5.2 Überlegungen zur Verfahrensauswahl in der Praxis

In der Praxis weisen die Standorte, die betrieblichen Anlagen und mit ihnen die Investitionskosten, die variablen Kosten und die arbeitswirtschaftliche Situation auf den Grünlandbetrieben in Österreich erhebliche Unterschiede auf. Die Frage der Wirtschaftlichkeit der Produktion von Bodenheu, Belüftungsheu oder Silage ist daher betriebsindividuell unter mehreren Aspekten zu betrachten. Schließlich treten am landwirtschaftlichen Betrieb hierdurch auch finanzielle Auswirkungen auf.

Zentraler Ausgangspunkt ist die Frage der Grünlandnutzung am Standort. Eine Höhertechnisierung der Futterkonservierung bedeutet eine kürzere Feldphase, weniger Abhängigkeit von der Witterung und tendenziell eine Intensivierung der Feldnutzung, verbunden mit all ihren Konsequenzen. Es entstehen damit eine höhere Kapitalbindung und Abhängigkeit von externen Leistungen (z.B. für die Nachsaat), und langfristig ist die Frage nach dem Grenzertrag des Standortes zu bedenken.

Betrachtet man die Märkte, so ist die Frage der Chance auf die Vermarktung der Heumilch zentral. Aufgrund von Preisdruck und Schwankungen am Weltmilchmarkt ist das Ziel eine Milchproduktion, die nicht auf den allgemeinen Massenmarkt setzt. Zugleich ist man gerade bei Belüftungsheuproduktion auf die eingesetzten Energieträger angewiesen, die mitunter auf globalen Märkten zugekauft werden müssen. Zu bedenken ist auch, dass der Mehrwert der Heumilch in einem ökologischen Versprechen an die Konsumenten besteht. Die reine Heuproduktion kann aber auch ohne Marktzuschlag wirtschaftlich sein, was sowohl der direkte Vergleich als auch viele Betriebe in der Praxis zeigen.

Betriebswirtschaftlich bedeutend ist die eingesetzte Technik. Jedenfalls kostengünstig in Anschaffung und Betrieb ist eine Vorrichtung zur Absaugung der Luft unter dem Dach, die dort von der Sonne angewärmt wird. Jede Höhertechnisierung

bedeutet Investitionskosten, Kapitalbedarf und eine langfristige Bindung; zugleich entstehen Energiekosten und laufende Betriebskosten. Ausgangspunkt der Entscheidung muss der bauliche Bestand sein. Häufig ist eine Veränderung mit der Frage der Betriebsentwicklung oder Betriebsfortführung verbunden. Die Schlagkraft von modernen Trocknungsanlagen ist mittlerweile sehr hoch und stellt keine Beschränkung mehr dar. Zielführend ist es, verschiedene Informationen über die Angebote der Hersteller einzuholen, um eine reibungsfreie Installation der Anlage sowie später einen fehlerfreien, benutzerfreundlichen und kostengünstigen Betrieb sicherzustellen.

Hinsichtlich der Produktivität im Grundfutter unterscheiden sich die einzelnen Konservierungsverfahren, und zwar primär aufgrund der unterschiedlichen Feldphase. Muss das Heu oft gewendet werden, sinken als Konsequenz der Ertrag und die Futterqualität. Dennoch kann auch die Bodentrocknung bei entsprechenden Bedingungen sehr gut geeignet sein, etwa beim zweiten oder dritten Schnitt im Sommer, bei trockenen Böden, sonnseitiger Lage oder geringer Erntemenge. Bei der Silierung ist zwar die Feldphase kurz, der Energieertrag sinkt aber durch die Fermentation im Siloballen oder am Silolager. Unabdingbar für eine hohe Futterqualität, Futteraufnahme und Milchleistung ist jedenfalls das Beherrschen des jeweiligen Konservierungsverfahrens.

In Hinblick auf die Arbeitswirtschaft kann Belüftungsheu zu erheblichen zeitlichen Erleichterungen während der Erntezeit beitragen und auch die Fütterung der Tiere erleichtern. Hier zeigt Bodenheu Nachteile durch die starke Terminbindung an geeignete Wetterfenster. Die Silageproduktion am Fahrtilo erfordert die Organisation der Häckselkette, und auch die Rationierung gestaltet sich mitunter schwieriger. Genauere Details zu den arbeitswirtschaftlichen Abläufen von verschiedenen Systemen der Belüftungsheuproduktion werden derzeit an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft erforscht und in absehbarer Zeit als Veröffentlichungen vorliegen.

Ausgehend von der Produktionsintensivierung, die mit einer Höhertechnisierung entsteht, ist abschließend die Frage der Umweltwirkungen zu stellen. Ein langfristiges Ziel aus Sicht der Grünlandwirtschaft ist eine für jedes Feldstück angepasste Nutzung. Der Zukauf von Betriebsmitteln wie beispielsweise von Energieträgern führt zu Wirkungen außerhalb des eigenen Betriebes. Dem könnte, je nach betrieblicher Ausrichtung, wiederum der Vorteil eines höheren Grundfutteranteils in der Ration gegenüberstehen.

6. Literatur

- AMA (AgrarMarkt Austria), 2017: Daten & Fakten für den Bereich Milch und Milchprodukte, Stand: Juni 2017. Wien.
- AWI (Bundesanstalt für Agrarwirtschaft), 2017: AWI-IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Online-Rechner für landwirtschaftliche Produktionsverfahren. Wien. URL: <https://idb.awi.bmlfuw.gv.at/> (12.12.2017).
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2016: Milchproduktion 2016 – Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. Wien.

- BMFWF (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft), 2016: Energiestatus 2016. Wien.
- BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2017: Grüner Bericht 2017. Wien.
- BOHNE, B., 2016: Besseres Heu mit weniger Bröckelverlusten. BWagrar 25/2016, 23-24.
- DILGER, M. und I. FAULHABER, 2006: Materialsammlung Futterwirtschaft – Daten, Fakten und Berechnungsgrundlagen zu den Kosten der Grundfuttererzeugung und der Futterwirtschaft. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) München.
- DULPHY, J.P., 1987: Fenaison: pertes en cours de récolte et de conservation. In: Demarquilly, C. (Hrsg.) Les fourrages secs récolte traitement utilisation. Paris, INRA, 103-124.
- FASCHING, C., L. GRUBER, B. MIETSCHNIG, A. SCHAUER, J. HÄUSLER und A. ADELWÖHRER, 2015: Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Milchproduktionswert im Vergleich zu Silage. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 67-74.
- FORMAYER, H., G. VOLK und A. WEBER, 2000: Endbericht zum Projekt: Ermittlung der verfügbaren Feldarbeitstage für die Landwirtschaft in Österreich. Universität für Bodenkultur und Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt.
- GREIMEL, M. und F. HANDLER, 2004: Abschlussbericht „Arbeitszeitbedarf in der österreichischen Landwirtschaft“. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein und Bundesanstalt für Agrartechnik. Irdning und Wieselburg.
- GRUBER, L., R. RESCH, A. SCHAUER, B. STEINER und C. FASCHING, 2015: Einfluss verschiedener Heutrocknungsverfahren auf den Futterwert von Wiesenfutter im Vergleich zur Silierung. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 57-66.
- GUGGENBERGER, T. und M. HERNDL, 2017: Ökoeffiziente Milchviehhaltung. Abschlussstagung des Projektes Ökoeffiziente Milchviehhaltung in der Modellregion Bezirk Liezen, 17.-18. Oktober 2017. HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- KIRNER, L., 2017: Betriebswirtschaftliche Aspekte von Strategien für Milchviehbetriebe in Österreich unter volatilen Märkten. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 05.-06. April 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 1-14.
- KIRNER, L., M. KITTL und G. LINDNER, 2017: Heumilch: Verpassen Sie den Anschluss nicht. Top agrar Österreich, 7/2017, 14-17.
- KITTL, M. und G. LINDNER, 2016: Heumilchproduktion in Österreich – Bestandserhebung und Implikationen für die Weiterbildung und Beratung. Bachelorarbeit an der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik, Wien.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft eV), 2017: Belüftungsheu: Qualität – Verfahren – Kosten. Darmstadt/Frankfurt.
- NBS, 2017: Erste Erfahrungswerte zum Energieverbrauch bei der Heutrocknung in 2017. Aue Milch GbR, Zeven.
- NYDEGGER, F. und G. WIRLEITNER, 2014: Vergleich von Kapazität und Kosten verschiedener Unterdachtrocknungsverfahren. 19. Alpenländisches Expertenforum 2014, Reckenholtz.
- OVER, R., 2009: Grundfutterkosten: Schlüssel zum Erfolg. landinfo 7/2009, 37-43.
- ÖKL (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung), 2017: Heutrocknung – Technische Grundlagen für die Bauplanung. ÖKL LTS 236, Wien.
- PÖLLINGER, A., 2014: Heutrocknungsverfahren im Vergleich. 19. Alpenländisches Expertenforum, 03. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 35-44.
- PÖLLINGER, A., 2015: Technische Kennzahlen zu verschiedenen Heutrocknungsmethoden. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26. März 2015, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 41-48.
- RESCH, R., 2010: Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Tätigkeit „Silagequalität“ Raumberg-Gumpenstein.
- RESCH, R., 2013: Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse aus LK-Heuprojekten. 40. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 18.-19. April 2013, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 57-72.
- RESCH, R., 2014: Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. 19. Alpenländisches Expertenforum, 03. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 45-53.
- SCHAUMBERGER, A., 2011: Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Forschungsbericht / Dissertation, HBLFA Raumberg-Gumpenstein / Graz.
- STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER und R. PFISTER, 2017: Systemvergleich – Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 09. November 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 15-44.
- SUTTER, M. und B. REIDY, 2013: Was Konservierungsverluste kosten. Profi Lait, 7-8 2013, 62-63.
- UMWELTBUNDESAMT, 2017: Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger – Datenstand: Oktober 2017. URL: <http://www5.umweltbundesamt.at/emas/co2mon/co2mon.html> (30.01.2018).
- WIRLEITNER, G., 2010: Qualitätsheu durch energieeffiziente Technik. 37. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 13.-14. April 2010, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 71-80.

Entwicklungen bei Silofolien und Schutz vor Folienbeschädigung zur Verbesserung der Versiegelungsgüte von Fahrsilos und Rundballen

Progress of silage films and protection against foil-damage for improvement of sealing quality of bunkers, clamps and round bales

Reinhard Resch^{1*}

Zusammenfassung

In Österreich werden jährlich etwa 4,4 Millionen Tonnen an siliierter Futter-Trockenmasse durch die Installation von möglichst luftdichten Abdecksystemen vor aerobem Verderb geschützt. Für den Silageproduzenten stehen heute je nach Silierverfahren (Flachsilos, Silageballen etc.) verschiedene Möglichkeiten der Siloversiegelung zur Verfügung, wobei sich die einzelnen Abdeckverfahren in punkto Versiegelungsgüte sowie Arbeitsaufwand für Installation und Entfernung unterscheiden. In der guten landwirtschaftlichen Praxis haben heute Abdecksysteme auf Basis von co-extrudierten, mehrschichtigen Polyethylen-Folien (PE) die größte Anwenderschaft. Seit den 1990er-Jahren finden zunehmend Silofolien mit höherwertigeren Kunststoffen Verbreitung, weil diese eine deutlich geringere Luftdurchlässigkeit (oxygen barrier = OB) aufweisen. In vielen international durchgeführten Folienvergleichen konnte nachgewiesen werden, dass mehrschichtige OB-Folien mit Barrierschichten aus Polyamid (PA) oder Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer (EVOH, EVAL) insbesondere die TM-Verluste der oberflächennahen Silageschicht verringern konnten und auch die aerobe Stabilität der Silage deutlich verbessern. Der Trend bei der modernen Folienproduktion geht in Richtung mehrschichtig (Co-Extrusion mit mindestens 3 Lagen) und Verwendung von hochwertigen Komponenten, welche die Reiß- und Durchstoßfestigkeit sowie die UV-Stabilität verbessern. Mit bester Technik und optimalen Bestandteilen ist es möglich die gewünschten Folieneigenschaften auch bei viel geringerer Foliendicke (Flachsilofolie bis 45 µm, Ballenstretchfolie bis 17 µm) zu gewährleisten. Ein Gegentrend in der Praxis geht in Richtung Langlebigkeit und Mehrfachanwendung von dickeren Abdecksystemen wie Multifolie mit 500 µm Foliendicke oder einem filzartigen Polypropylen-Vlies (PP). Bei diesen Verfahren ist die Grundanschaffung zwar teurer, allerdings kann das System mehrere Jahre verwendet werden und belastet damit weniger die Stoffkreisläufe und die Umwelt.

Luftdicht versiegelte Silos können durch mechanische Schädigung (Vögel, Tiere, Menschen, Hagel, Ballenhandling etc.) des Abdeckungssystems undicht werden, wodurch Sauerstoff über Luft und Wasser in die Silage eindringen kann, um in der Folge Verderbprozesse zu

Summary

In Austria, approx. 4.4 Mio. tons DM of silage are protected every year against spoilage via airtight sealing. Concerning silage systems (bunker, clamp, bale etc.) many different sealing methods are available for farmers. These methods vary in terms of sealing quality and work input for installation and replacement. Today, sealing systems on the basis of co-extruded multilayer polyethylene films (PE) are most common. Since the 1990ies, silage films with high quality components are often used, because they include an oxygen barrier (OB) layer with less air permeability. Many international trials concluded that OB films with a barrier layer of polyamid (PA) or ethylen-vinylalcohol-copolymer (EVOH, EVAL) can reduce DM loss at the silage surface (up to approx. 30 to 50 cm depth) and improve aerobic stability of silage significantly. Industrial production of multilayer films (minimum 3 layers) via co-extrusion and application of high quality plastic components with best properties in tear strength, puncture resistance and UV stability is state of the art. Utilisation of best production technologies allows reduction of film thickness (down to 45 µm for bunker and clamp films; down to 17 µm for bale stretchfilms) without losing quality properties of thicker films. An alternative trend is the application of longlife sealing systems on basis of very thick multilayer PE films (500 µm) or felt-like polypropylene fleece (PP), because farmers can use this sealing material several times over five years or more. Those multiple-use systems have less negative effects to environment and to cycles of material. Airtight sealed silosystems could be damaged mechanically by birds, animals, human, hail, bale handling etc. However, damaged sealing systems are locally permeable and allows permeation of oxygen via air or water to silage. In consequence of oxygen influence, silage spoilage can start. Protection of silage systems against mechanical damage of birds/animals could be managed by additional installation of a protective grating or net. Round bale system (RBS) is more sensitive to film damage, therefore, it is important to handle bales with care and transport them from the field quickly after wrapping. Otherwise rooks (*Corvus corone*) often attack the bale surface and pick holes. Utilisation of transparent stretchfilm or painting of an eye-symbol (⊙) onto the wrapped

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

starten. Der Schutz des Silagelagers vor mechanischen Verletzungen durch Vögel, Tiere etc. kann durch die Installation von Schutzgitter/-netz deutlich verbessert werden. Die für Folienbeschädigung besonders anfälligen Silageballen bedürfen eines möglichst raschen und schonenden Abtransportes nach der Wickelung vom Feld zum Ballenlager, damit Vögel wie Aaskrähen (*Corvus corone*) keine schädigenden Attacken durchführen können. Die Verwendung von transparenten Folien oder das Aufmalen eines Augensymbols (⊙) verringert die Vogelangriffe. Die Silageballen sollten am Ballenlager einen gegenseitigen Abstand von 50 cm aufweisen, weil dadurch die Gefahr der Schädigung durch Mäuse und Ratten massiv reduziert werden kann und die Kontrolle auf Folienschäden bzw. die Folienreparatur mit Spezialklebebandern wesentlich erleichtert wird.

Schlagwörter: Siloabdeckung, Silofolie, Barrierefolie, Multifolie, Silovlies, Versiegelungsgüte, Sauerstoffdurchlässigkeit, Folienbeschädigung, Vogelschäden

film can reduce bird damage. Bales should be stored in a mutual distance of 50 cm, because such layouts decreased damage by mice, rats etc. Control of sealing film damage at regular intervals is an important procedure of quality management to reduce spoilage. Detected holes in the sealing film should be repaired as quickly as possible with repair adhesive tapes of high quality.

Keywords: sealing, silage film, barrier film, silage fleece, sealing performance, air permeability, foil damage, bird damage

1. Einleitung

In Österreich wurden im Jahr 2016 auf 444.950 ha mehrschnittigen Dauerwiesen und auf 94.550 ha Feldfutterbauflächen rund 3,12 Mio. t Grassilage-TM und auf 84.502 ha Silomaisflächen rund 1,32 Mio. t Maissilage-TM erzeugt (BMLFUW 2017, RESCH 2017a). Für den wirtschaftlichen Betriebserfolg eines Milch- oder Mastviehbetriebes mit Rindern oder kleinen Wiederkäuern ist eine gute Silagequalität Grundvoraussetzung. Die Produktion von Qualitätssilagen erfordert die Einhaltung von elementaren Silierregeln, die luftdichte Siloabdeckung zählt dabei zu den wesentlichsten Erfolgsfaktoren in der Silowirtschaft (RESCH et al. 2011).

Nach GROSS und RIEBE (1974) setzt ein günstiger Gärverlauf das Entfernen der Luft aus dem Futter unmittelbar bei und nach der Befüllung des Silos und ein Fernhalten der Luft während des Gärverlaufes voraus. Gärfutterbehälter müssen deshalb möglichst dicht sein. Diese Luft- und Wasserdichtheit sollte rasch und mit einfachen Mitteln erreicht werden können, um das Risiko der Schimmelbildung und Nacherwärmung zu vermindern (NUßBAUM 2002) und dadurch die aerobe Stabilität zu verbessern (WILKINSON und DAVIES 2012). Nach POSCHENRIEDER (1963) und (WILKINSON et al. 2003) ist dem Menschen die Silierung von Futterpflanzen wahrscheinlich seit prähistorischen Zeiten bekannt, allerdings gibt es aus dieser Zeit kaum technische Hinweise auf die Art und Weise wie Siloanlagen abgedeckt wurden. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde das Siliergut für die tierische Nutzung meist noch gar nicht abgedeckt, teilweise wurden Gewebesäcke oder spezielles Papier (Dachpappe, Teerpappe [tar paper] etc.) und darüber eine ca. 10-15 cm starke Erd- bzw. Stallmistschicht oder eine Schicht von minderwertigen Pflanzen aufgetragen (MOORE 1914, WESTOVER 1919), um den massiven Silageverderb an der Oberfläche zu reduzieren. Den Einfluss der Abdeckung auf die Silagequalität von Mais stellte BLATTMANN (1957) fest, indem er verschiedene Abdeckungssysteme verglich. Dabei stellte sich heraus, dass die besten Maissilagen mit den luftdichtesten Siloabdeckverfahren (Hochsilo mit Tauchdeckel) hergestellt werden konnten.

Im Verlauf des 20. Jahrhunderts veränderten sich in Österreich die Anteile der Silosysteme sehr stark (LIEBSCHER 1966, SCHECHTNER 1993). Bis in die 1960er-Jahre dominierten monolithische Hoch- und Tiefsilos, danach Hermetiksilos mit luftdichter Verschlussmöglichkeit (Tauchdeckel, Seeger-Verschluss). Flachsilo-systeme wie Fahrhilos, Traunsteinsilo oder Vorarlberger Siloplatte setzten sich in den 1980er-Jahren aufgrund der kostenmäßig günstigeren Bauweise und der arbeitswirtschaftlichen Vorteile insbesondere auf größeren Betrieben durch, allerdings erfordern Flachsilos für den Siliererfolg ein höheres Maß an Professionalität. Flachsilos werden üblicherweise mit Silofolien abgedeckt. Die Abdichtung an den Rändern ist für die Luftdichtheit entscheidend und kann mit gewichtigen Materialien (Kiessäcke, Sand, Reifen etc.) erreicht werden. Ein luftdichter Verschluss kann am Flachsilo auch mittels Seeger-Verschluss erzielt werden (GROSS 1968). Ende der 1980er-Jahre wurde das Silosystem der Pressballen in Österreich eingeführt, das sich insbesondere auf kleinstrukturierten Betrieben mit kleinen Feldstücken in Streulage rasch durchsetzte (BUCHGRABER und RESCH 1993). In Österreich wird heute etwa ein Drittel der Grassilagen als Rundballensilage konserviert. Luftdichtheit kann bei Pressballen nur durch mehrlagige Wickelung mit Stretchfolie erreicht werden (RESCH 2010).

Cellophan-Folien wurden 1948 in den USA erstmals im Agrarbereich zur Abdeckung von Gewächshäusern eingesetzt, danach verbreiteten sich Agrarfolien für verschiedene Anwendungen sehr schnell (SCARASCIA-MUGNOZZA et al. 2012). Mit dem Einsatz von Kunststoff-Folien wurden die Gärungsbedingungen in der Silowirtschaft schlagartig verbessert (ZIMMER 1961, SCHULZ 1967). In der Kunststofftechnik stehen verschiedene Basismaterialien wie z.B. Polyethylen (PE) bzw. Low-Density Polyethylene (LD-PE, LLD-PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polyester, Polycarbonat (PC), Polyamid (PA) und Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer (EVOH, EVAL) für die Folienproduktion zur Verfügung. Für die Silageabdeckung werden seit Jahrzehnten vor allem PE-Folien (BROWN und KERR 1965) verwendet, obwohl eine gewisse Sau-

erstoffdurchlässigkeit in Kauf genommen werden muss (MCNALLY et al. 2005, O'KIELY und FORRISTAL 2003). PVC-Folien (LEBELT 1972, SPRAGUE und TAYLOR 1970) kamen früher ebenso zum Einsatz, sind heutzutage aber nicht mehr gebräuchlich.

Silofolien werden meistens mit Farbpigmenten versetzt, um die Resistenz der Folie gegenüber Sonnenlicht (Ultraviolett- und Wärmestrahlung) zu verbessern. Schwarze Silofolien werden mit Ruß eingefärbt, sie zeichnen sich durch hohe UV-Stabilität aus, allerdings erwärmt sich die Folien- und Silageoberfläche bei Sonneneinstrahlung bis in ca. 10 bis 15 cm Tiefe (FRICK 2000, SNELL et al. 2002, RÖTZER 2012). Weiße Folien reflektieren das Sonnenlicht am besten, die Silageerwärmung kann vermindert werden. Zwischen weiß und schwarz gibt es unzählige Farbtöne, welche meist landschaftsästhetische Anforderungen (Grüntöne) erfüllen sollen. Der Zusatz von Farbpigmenten erhöht die Materialkosten, was sich in höheren Produktkosten niederschlägt. Transparente Folien eignen sich lange nicht als Silofolien, weil sie keine UV-Stabilisatoren enthielten und so durch die Einwirkung des Sonnenlichts während der Lagerung durch die Polymer-Degradation zerfielen, seit ein paar Jahren gibt es auch UV-stabile transparente Stretchfolien. Mehrschichtfolien, die mit dem Verfahren der Co-Extrusion hergestellt werden, können zwei unterschiedliche Farben aufweisen, um die Vorteile der jeweiligen Farbe zu nutzen. So werden beispielsweise Silofolien mit schwarzer Unterseite und weißer Oberseite angeboten.

Bereits Anfang der 1990er-Jahre empfahl DAPONTE (1992) den Einsatz von co-extrudierten Barrierefolien zur Versiegelung von Silagen, allerdings hatte die Agrarfolienindustrie aufgrund der höheren Kosten der Komponenten kein Interesse daran. Erst mit dem Wechsel ins 21. Jahrhundert wurden für die Silowirtschaft vermehrt Materialien mit Sauerstoff-Barriereeigenschaften (OB = oxygen barrier) benützt, daher wird in diesem Beitrag die Bezeichnung OB-Silofolie für derartige Folien verwendet. Nach BORREANI et al. (2009) haben EVOH-Folien eine um mehr als 300-mal geringere Sauerstoffdurchlässigkeit als PA-Folien (ASTM 2013). Die moderne Extrusionstechnik ermöglicht im Herstellungsprozess über das Cast- oder Blasverfahren unterschiedliche verflüssigte Kunststoffmaterialien schichtweise übereinander zu legen (Co-Extrusion) und sehr dünn auszuformen. Auf diese Weise ist es bei Flachsfolien möglich bis zu sieben Lagen inklusive einer Barrierschicht in der Mitte mit nur 85 µm Folienstärke zu erzeugen. Bei gefärbten Stretchfolien hat sich das Blasverfahren durchgesetzt. Hier ist es heute üblich 5-lagig mit einer Folienstärke von 19 bis 25 µm auszuformen.

Dieser Beitrag stellt die aktuellen Entwicklungen von Siloabdeckverfahren für Flachsilo und Pressballen vor und bespricht darüber hinaus die Problemstellung von Folienbeschädigungen und Möglichkeiten wie diese reduziert werden können.

2. Material und Methoden

2.1 Arten von Silofolien/Abdecksystemen

Für die Abdeckung des Siliergutes werden von Herstellern unterschiedliche Arten von Silofolien und andersartigen Abdeckverfahren angeboten. Daraus ergeben sich für Land-

wirte mehrere Varianten, wie ein Silo luftdicht abgedeckt werden kann.

2.1.1 Rand-/Wandfolie

Bei massiven Fahrsiloanlagen bzw. Traunsteinsilos mit Betonwänden übt die Wandfolie mit Folienstärken von 100 bis 150 µm eine zweifache Schutzwirkung aus. Einerseits schützt die Wandfolie die Betonoberflächen des Silos vor den aggressiven Gärsäuren und andererseits kann die Abdichtung im Randbereich gegenüber Luft und Wasser wesentlich verbessert werden. Wandfolien sind von 2 bis 4 m Breite erhältlich. Diese Art der Silofolie wird vor der Silobefüllung an den Wänden mit einem Überstand von mindestens 50 cm vorinstalliert. Nach der Silobefüllung wird die überstehende Folie nach innen auf den Futterstock gelegt (NUßBAUM 2002).

2.1.2 Unterziehfolie

Die transparente PE-Folie mit 40 µm wird hauptsächlich in Flachsilo eingesetzt. Nach NUßBAUM (2002) passt sich die Unterziehfolie durch Adhäsion dem frischen Siliergut optimal an, deshalb wird diese Folie auch als „Saugfolie“ bezeichnet. Diese anpassende Eigenschaft lässt weniger Luft unter der Folie verbleiben, was sich günstig auf den Beginn der Gärung und auf das Eindringen von Luft nach Öffnung des Futterstocks auswirkt. Schwierig ist die Folieninstallation bei Wind, weil die Folie sehr leicht ist und sich dann nicht so einfach auflegen lässt. PE-Unterziehfolien werden bis 20 m Breite und einer Länge von 300 m angeboten.

2.1.3 Flachsfolien zum einmaligen Gebrauch

Die meist verbreitete Silofolienart in der Praxis ist die PE-Silofolie, die hauptsächlich in Folienstärken von 45 bis 200 µm hergestellt wird. Bei Silofolien mit weniger als 150 µm ist die Materialgüte hinsichtlich Belastbarkeit und Schutzwirkung zu beachten. Die PE-Silofolie wird im Sinne der guten landwirtschaftlichen Praxis über die Unterziehfolie gelegt. Die Silofolie ist ein Produkt, das in der Regel nach einer Nutzung ausgedient hat und entsorgt werden muss. PE-Silofolien sind bis 27 m Breite und 400 m Länge erhältlich. Heute werden Silofolien hauptsächlich mit dem Co-Extrusionsverfahren hergestellt, d.h. die Folien weisen mindestens zwei Verbundlagen mit unterschiedlicher Materialzusammensetzung auf. Wenn neben PE zusätzlich andere Kunststoffe (PA, EVOH etc.) als Layer in der Mitte eingesetzt werden ist das Recycling problematisch, weil die Basisstoffe nicht mehr getrennt werden können und bei der Wiederverwertung Nachteile gegenüber reinen Materialien auftreten.

Des Weiteren gibt es die Kombination von Unterzieh- und Silofolie auf einer Rolle (2in1). Beide Folien werden bei diesem System gefaltet, bevor sie auf die Rolle gewickelt werden. Beim Kombisystem wird entweder mit klassischen Folienelementen wie PE-Unterziehfolie 40 µm + PE-Silofolie 150 µm (RESCH und WILDLING 2017) oder mit der Kombination PA-Unterziehfolie 20 µm + PE-Silofolie 80 µm gearbeitet (RÖTZER 2012, NUßBAUM 2017). Die PA-Folie löst sich nach dem Auslegen durch Wasseraufnahme aus der Silage von der Silofolie (NUßBAUM 2013). Das Kombisystem bietet Vorteile: geringerer Material- und Arbeitsaufwand, leichtere Installation bei Wind und materialreine Sammlung für die Wiederverwertung.

Neue Entwicklungen: 7-lagige Co-Extrusionsfolie mit 85 µm Foliendicke (oben weiß, unten silber), welche eine mittig angeordnete Barrierschicht aus EVOH enthält; 3-lagige Co-Extrusionsfolie (oben orange, unten schwarz) mit 45 µm Foliendicke und einer PA-Barriere zwischen den äußeren PE-Layern; 3-lagige Co-Extrusionsfolie (beidseitig schwarz) mit 45 µm Foliendicke und einer EVOH-Barrierschicht zwischen den PE-Layern. Diese Abdecksysteme mit sehr geringer Foliendicke benötigen keine zusätzliche Unterziehfolie, allerdings ist die Aufbringung eines Schutzgitters zum Schutz vor mechanischen Beschädigungen empfehlenswert.

2.1.4 Flachsilo-Abdecksysteme zum mehrmaligen Gebrauch

Multifolie

Silagebetriebe, welche das Abdecksystem öfter als einmal nutzen möchten, können eine sogenannte Multifolie mit einer Foliendicke von ca. 500 µm verwenden. Diese PE-Folien sind wesentlich schwerer (ca. 475 g/m²) und lassen sich auch bei viel Wind gut über die Unterziehfolie legen, allerdings reichen die 6 m breiten Bahnen meist nicht aus, um den Silo komplett abzudecken. In diesem Fall müssen weitere Multifolienbahnen mit einer Überlappung von mindestens 30 cm aufgelegt werden. An den Überlappungsstellen ist es notwendig durchgängig zu beschweren, damit keine Luft bzw. Regenwasser eindringen können. Für Multifolien gibt es vom Hersteller eine fünfjährige Garantie und sie werden meist kostenlos zurückgenommen.

Gewebefolien

Diese enthalten, wie schon der Name sagt ein Gewebe (ähnlich den LKW-Planen) und sind schwerer als reine Kunststoff-Folien (~650 g/m²). Nach NUBBAUM (2002) sind derartige Folien entsprechend belastbar und erfordern kein zusätzliches Schutzgitter, außerdem liegen diese Folien flatterfrei und weisen eine lange Haltbarkeit auf. Nachteil sind die deutlich höheren Kosten für Gewebefolien.

Silofolien mit integrierten Wasserschläuchen

Ein Abdecksystem mit sehr schweren Folien (680 g/m²) wurde in den Niederlanden (Firma Bokano; FOLKEMA 2003) entwickelt. In der Folie sind Wasserschläuche eingenaht, die mit Salzwasser befüllt werden, um einerseits das Gewicht zu erhöhen und andererseits frostsicher zu sein (LATSCH und WYSS 2017).

Silovlies

Der französische Landwirt Gilbert Duhamel hat ein Abdecksystem entwickelt, das auf ein filzartiges Polypropylen-Vlies (PP) mit einer Stärke von 3,2 mm (6 m breite Bahnen) zurückgreift. In Deutschland hat der Landwirt Rainer Burkhardt das Vlies-System aufgegriffen und weiterentwickelt (DORSCH 2012, DLZ 2013). Die PP-Vliesbahnen werden über die PE-Unterziehfolie aufgerollt, wobei sich die PP-Bahnen ca. einen Meter überlappen sollen. Anschließend werden die Vliesbahnen mit einem 19 cm breiten Pilzkopf-Klettverschlussband verbunden. Dabei legt eine Person das Klettband auf, die zweite drückt es mit einem Besen an. Das robuste Vlies-Material (500 g/m²) hält Vögel und Tiere ab, sodass auf das Schutzgitter verzichtet werden

kann. Für die Abdichtung der Seitenränder können entweder Silosäcke verwendet werden oder es wird zusätzlich eine Zweimeter-Vliesbahn vor der Wandfolie an der Seitenwand gelegt und später über die ausgerollte Vliesbahn geschlagen und ebenfalls mit einem Klettband verbunden. Das hätte den Vorteil, dass Silosäcke nur mehr zur Abdichtung an den stirnseitigen Siloenden verwendet werden müssten. Mit diesem System werden zusätzlich nur mehr Wand- und Unterziehfolie benötigt und es lassen sich laut Burkhardt etwa 50 % der Arbeitszeit gegenüber einem Standardverfahren einsparen. Landwirte, welche das System bereits einsetzen, rechnen mit einer Einsatzdauer von 3 bis über 10 Jahren. Zum Vlies-System sind noch Fragen wie tatsächliche Lebensdauer und Probleme mit dem Klettverschlussystem bei Entstehung größerer Gärgashauben offen.

2.1.5 Stretchfolie für Pressballen

Die Herstellung der Luftdichtheit erfolgt bei runden oder quaderförmigen Pressballen über die mehrlagige Umwicklung (4 bis 6 Lagen; bei TM-Gehalten über 500 g/kg FM 8 Lagen) des Futterballens mit einer vorgedehnten Folie (MAACK und WYSS 2012), deswegen der Name Stretchfolie. Diese PE-Folien sind mit Foliendicken von 19 bis 25 µm wesentlich dünner als Silofolien. Aufgrund der Vorstreckung (50 bis 70 %) kann die Folie zwar deutlich besser an die Ballenoberfläche geschmiegt werden, allerdings erhöht sich durch die Dehnung die Sauerstoffdurchlässigkeit (Permeabilität) der Folie. Stretchfolien-Rollen werden mit 500 mm, hauptsächlich jedoch mit 750 mm Breite angeboten. Für die Ballenwicklung stehen verschiedene Wickeltechniken zur Verfügung. Gemeinsam haben die Wickelsysteme, dass eine Überlappung der Folienbahnen erfolgt. Der bei der Extrusion beigefügte Kleber (z.B. PIB-Kleber) verbessert den Folienverbund im Überlappungsbereich. Es gibt auch Folien, wo der Kleber erst vor dem Aufrollen auf eine Folienseite gesprüht wird. Die Klebekraft wird in ZentiNewton (cN bzw. 0,01 Newton; 1 Newton = 1 kg × m/s²) nach ISO EN 14932 gemessen (CEN 2006). Stretchfolien werden besonders an den Ballenkanten stark belastet, daher sind die qualitativen Anforderungen an die Folienkomponenten hoch. Bei der Herstellung von Stretchfolien hat sich das Blasverfahren mit mehreren Extrudern durchgesetzt, sodass mittlerweile 5-lagige Folien auf Basis PE Standard sind. Diese Folien weisen eine geringere Sauerstoffdurchlässigkeit und höhere Reißfestigkeit in Längs- und Querrichtung als Castfolien auf. Die beiden äußeren Schichten sind meist für Kleber, Farbe und UV-Schutz, die mittlere für die Gasdichtheit verantwortlich. Darüber hinaus werden auch schon OB-Stretchfolien mit Barriereigenschaften produziert. Die Qualität der Komponenten ist bei Stretchfolien entscheidender als die Foliendicke (RÖTZER 2014). Die Farbpalette reicht von weiß über verschiedene Grüntöne (verträglicher mit dem Landschaftsbild) bis schwarz. Transparente Stretchfolien stehen Praktikern erst seit wenigen Jahren zur Verfügung (RESCH 2014a). In Österreich wird hauptsächlich grüne und weiße Folie gewickelt (*Abbildung 1*), wobei kleinere Betriebe verhältnismäßig lieber die weiße Folie und größere Betriebe eher die grüne Folie verwenden (TRUMMER und WIESER 2017).

Der neueste Trend bei Rundballen besteht darin, dass für die Herstellung der Formstabilität der Pressballen nach dem Pressvorgang anstatt von Bindegarn oder der Netzbindung

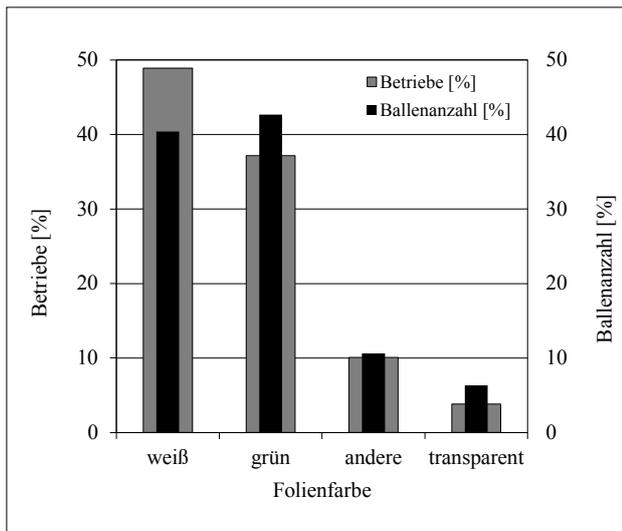


Abbildung 1: Anteil von transparenten und gefärbten Wickelfolien auf österreichischen Betrieben mit Rundballensystem (TRUMMER und WIESER 2017)

eine sogenannte „Mantelfolie“ für die Stabilität sorgt. Die Mantelfolie wird, wie der Name schon sagt, über die Mantelfläche des Pressballen-Zylinders und auch leicht über die Ballenkanten gewickelt. Die Mantelfolie bietet Vorteile hinsichtlich einfacherer Wiederverwertung und erleichtert zudem die Futterentnahme im Winter, weil das Bindnetz an feuchten Silageballen leicht festfriert.

2.1.6 Sonstige Siloabdecksysteme

Strangwickelverfahren

In diesem System werden Rund- oder Quaderballen stirnseitig aneinander gereiht und durch einen Strangwickler transportiert. Auf einem rotierenden Folienrollenhalter befindet sich die Wickelfolie, die nach Vorstreckung über den Ballen gezogen wird. Durch den stetigen Vorschub wird die Ballenoberfläche mit einer gewissen Überlappung luftdicht versiegelt. Mit diesem Verfahren können variabel lange Ballenstränge produziert und bis zu 50 % an Folie gespart werden (DLG 2012).

Folienschlauch

Mittels Schlauchpresse wird das Siliergut in einem Stahl-tunnel über Presswerkzeuge (Förderrotor, Verdichterschnecke) verdichtet und anschließend in einen geschlossenen PE-Siloschlauch mit einer Foliendicke über 200 μm und Foliendurchmessern zwischen 195 und 360 cm gepresst (MAACK und WYSS 2012). Dieses System gibt es nach BIRNKAMMER (1972) schon seit Anfang der 1970er-Jahre und es wird in der Praxis insbesondere für die Silierung von Rübenpressschnitzeln und später für Maissilage verwendet. Siloschläuche sind mindestens 3-lagig und bis zu einer Länge von 150 m verfügbar. Die luftdichte Versiegelung von Folienschläuchen wird nach der Befüllung mit einem speziellen Masterseal-System durchgeführt. Während der Befüllung wird der Schlauch um ca. 10-15 % gedehnt. Die mechanische Belastung der Folienschläuche ist besonders hoch, daher sind die qualitativen Anforderungen hinsichtlich Reißdehnung, Durchstoßfestigkeit und UV-Stabilität deutlich höher als bei einer Standard-Silofolie.

Folientunnel

Der Unterschied gegenüber dem Schlauchsilageverfahren ist, dass beim Folientunnel, auch als Verfahren „Silospeed“ bezeichnet, kein geschlossener Siloschlauch verwendet wird, sondern eine speziell ziehharmonikaartig gefaltete co-extrudierte Silofolie (3 Layer) mit 180 bis 200 μm Foliendicke (7 m Breite und 500 m Länge), die nur bis ca. 70 cm unter den ellipsenförmigen Futterstock geführt wird, d.h. das Futter hat teilweise Kontakt zum Untergrund. Für dieses System können Kosten gegenüber dem teureren Folienschlauchsystem gespart werden, aber dafür wäre der Einsatz einer Bodenfolie empfehlenswert. Sowohl für das Schlauch- als auch für das Tunnelsilagesystem wäre ein zusätzlicher Schutz gegenüber Tiere und Vögel mittels Schutzgitter zu empfehlen.

Sprühdecke

Am Technologie- und Förderzentrum (TFZ) im bayerischen Straubing arbeiten Forscher an einer gummiartigen Siloabdeckung, die über ein Sprühverfahren in einer Stärke von 0,7 bis 2,5 cm Dicke aufgetragen wird (DLZ 2011). Das aufgesprühte Material kann theoretisch später sogar verfüttert werden. Durch die Haftfunktion des Materials entsteht zur Silage und zur Silowand hin ein luftdichter Abschluss. Das neuartige Material wird durch Naturlatex (Milchsaft des Kautschukbaums) sehr elastisch und das ist in einem Silo auch unbedingt nötig, man denke nur an die Bildung von Gärgashauben. Weitere Bestandteile sind Pflanzenöl und Alginat von Braunalgen, welches als Gelier- und Verdickungsmittel gebraucht wird. Die aufgesprühte Silodecke ist biologisch abbaubar. Im Gärgasfermenter waren nach 15 Wochen 70 % der Silodecke abgebaut. Die Materialienaufbringung könnte mit einem Zwei- oder Mehrkomponenten-Spritzsystem, wie in der Bauwirtschaft, durchgeführt werden. Die aufgetragene Sprühschicht braucht je nach Anteil Reaktionsbeschleuniger oder -verzögerer ein paar Minuten bis Stunden für die Aushärtung. Prinzipiell könnte auf die Sprühschicht später ohne Problem eine neue Schicht Siliergut befüllt werden (Sandwichprinzip). Derzeit werden verschiedene Materialmischungen in Laborversuchen auf Wetterbeständigkeit (über 1 Jahr) Gasdichtheit und Säurebeständigkeit untersucht. Sollte das Sprühsystem künftig funktionieren, würde es keine Komponenten mehr geben, die entsorgt werden müssten.

2.2 Prüfung der Folienqualität

Kunststoff-Folien sollten für die Abdeckung von Flachsilos nach den Richtlinien der DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) gewisse technische Mindestanforderungen erfüllen, um für den Einsatz in der Praxis qualifiziert zu sein. Zu diesen Anforderungen zählen: Geringe Abweichung in der Foliendicke, gleichmäßige Materialbeschaffenheit, Reißkraft von mindestens 25 N/cm (N = Newton), Reißdehnung von mindestens 400 %, Reißfestigkeit von mehr als 17 N/mm², Festigkeit nach Säurelagerung bzw. nach Alterung und eine Sauerstoffdurchlässigkeit von maximal 250 cm³/m² in 24 Stunden (DLG, www.dlg-test.de).

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten die Güte einer Silofolie zu bewerten: Das wäre zum einen eine Materialprüfung der Folie unter bestimmten Prüfbedingungen und -verfahren und zum anderen die Prüfung der Auswirkungen des Einsatzes der Folie auf das zu schützende Siliergut.

Im Fall der Materialprüfung gibt es für Hersteller/Verkäufer von Silofolien keine gesetzliche Verpflichtung zur Qualitätskontrolle von Folien. Die DLG bietet im Prüfzentrum Groß-Umstadt nach Auftragserteilung eine Materialprüfung, den sogenannten „DLG SignumTest“, für Silofolien und Stretchfolien an. Der DLG SignumTest bewertet neutral die wesentlichen Merkmale des Produktes von der Leistungsfähigkeit über die Haltbarkeit bis hin zur Arbeits- und Funktionssicherheit. Die Prüfgegenstände werden auf Prüfständen wie im Einsatzbetrieb geprüft. Prüfbedingungen und -verfahren werden von den jeweiligen unabhängigen Prüfungskommissionen in entsprechenden Prüfrahmen festgelegt. Die Prüfung schließt mit der Veröffentlichung eines Prüfberichtes und der Vergabe eines Prüfzeichens ab. Die Liste der DLG-Prüfberichte für Silofolien wird laufend aktualisiert (<http://www.dlg.org/ernteaufbereitung.html#Silofolien>). Eine Tabellenübersicht mit verschiedenen DLG-geprüften Silofolien hat NUßBAUM (2012) veröffentlicht. In Deutschland werden Silofolien in drei Qualitätsklassen angeboten: Standard, Qualität und DLG-geprüft.

2.3 Versuchstechnik zu Folienvergleichen

Um Effekte der Versiegelungsgüte bestimmter Foliensysteme bewerten zu können, ist es notwendig die Silagequalität, Trockenmasseverluste sowie die Keimzahlen von Hefen und Schimmelpilzen zum Zeitpunkt der Siloöffnung zu erfassen. Im Feldversuch an Praxisilos wird dazu der halbe Flachsilo mit einer Standardfolie (Kontrolle) und die andere Hälfte mit der Testfolie abgedeckt (BORREANI et al. 2007). Üblicherweise wirken Folieneffekte an der Silageoberfläche am stärksten, sodass eine Beprobung der obersten Silageschicht bis ca. 25-30 cm Tiefe sinnvoll erscheint (OROSZ et al. 2013). Eine Messung von Massenverlusten kann über die Beutelmethode durchgeführt werden, dazu werden mehrere Kunstnetzsäcke mit Siliergut befüllt, gewogen und während der Silobefüllung in der gewünschten Tiefe positioniert. Bei der Beprobung erfolgt die Rückwaage und Analyse der Silage (BORREANI et al. 2007).

Die aerobe Stabilität (ASTA) ist ein Maßstab für die Dauer der Haltbarkeit von Silagen (WILKINSON und DAVIES 2012) bzw. der Zeitraum bis der Silageverderb unter Luftstress einsetzt. Die Messung der aeroben Stabilität einer Silageprobe erfolgt unter ständiger Luftausgesetztheit bei einer konstanten Raumtemperatur von ca. 20 °C. Die Temperaturmessung der Silage erfolgt in guter zeitlicher Auflösung (Intervall von 30 Minuten), mindestens solange bis die Silagetemperatur der Probe die Marke von 2 °C über der Raumtemperatur erreicht. Ab diesem Zustand kann vom Beginn des Futterverderbs gesprochen werden bzw. das Futter ist bis zu diesem Zustand stabil und für Nutztiere verfütterbar.

2.4 Beschädigungen an Silofolien

2.4.1 Beobachtung von Vögeln und Tieren

Nach MCNAMARA et al. (2004) ist eine systematische Beobachtung der schädigenden Vögel bzw. Tiere erforderlich, um über deren Verhalten mögliche Strategien zum Schutz von Siloballen ableiten zu können. Die Beobachtung muss ein ungestörtes Agieren der Vögel/Tiere zulassen, d.h. der Beobachter braucht einen entsprechenden Abstand zum Silo

(Flachsilo oder Silageballen). Die tageszeitliche Aktivität der Vögel/Tiere wird am Morgen (nach Sonnenaufgang), um die Mittagszeit und vor dem Sonnenuntergang jeweils in Zweistundenintervallen beobachtet und bei Annäherung an die Siloballen (< 10 m Abstand) auf einer vorbereiteten Liste protokolliert. Die Anzahl an Individuen wird dabei festgehalten, ebenso ob die Vögel/Tiere Kontakt zu Ballen auf dem Boden oder auf dem Ballen hatten und ob die Vögel/Tiere die Folie aktiv schädigten. Im Exaktversuch können nach RESCH (2015) zwei Ballenvarianten getestet werden, um die Vögel/Tiere nicht zu überfordern bzw. um die Aussagekraft der Beobachtungen zu erhöhen. Idealerweise werden 2 × 2 Ballengruppen (2 bis 4 Ballen einer Variante) gebildet und linienförmig auf zwei unterschiedlichen Feldstellen (z.B. Feldmitte und Nähe zu einem Weg) mit einem gewissen Abstand (ca. 30 bis 50 m) voneinander entfernt platziert. Die Beobachtungsdauer beginnt unmittelbar nach der Wickelung der Ballen und endet 3 bis 4 Tage danach. Um beispielsweise den Effekt von zwei Folienfarben hinsichtlich Vogelschädigung zu untersuchen ist es notwendig mehrere Beobachtungsversuche mit den gleichen Folienvarianten in unterschiedlichen Regionen und verteilt über die ganze Erntesaison (Frühjahr bis Herbst) anzustellen.

2.4.2 Erfassung des Schadens an der Folie

Für die Erfassung der Folienbeschädigung durch Vögel und Tiere ist die Zählung der Löcher in der Folie notwendig (MCNAMARA et al. 2004). Darüber hinaus kann von den Löchern auch noch der Durchmesser erhoben werden, weil die Lochgröße einen Einfluss auf die eindringende Luftmenge hat. Die Art der Löcher erlaubt Rückschlüsse auf den Verursacher. Vögel machen einerseits Picklöcher, wo sie auch Grashalme rausziehen und andererseits verursachen Vögel Krallenschäden, wobei die Krallenschäden an der Ballenoberseite zu finden sind. Katzen und andere Tiere (Marder etc.) hinterlassen Löcher durch Krallen, die feinklörig bis länglich aufgekratzt erscheinen und sich vielfach nicht an der Ballenoberfläche befinden (TRUMMER und WIESER 2017). Darüber hinaus lassen Fußspuren Rückschlüsse auf Vogel-/Tierart zu.

Mechanische Verletzungen die durch das Handling von Silageballen entstehen, sind meist an größeren Löchern erkennbar. Allerdings kann die Folienbeschädigung auch durch eine zusätzliche Dehnung der Stretchfolie beim Einsatz von Ballenzangen hervorgerufen werden. In diesem Fall ist die Folienschädigung schwer von außen erkennbar.

2.5 Versuche der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

2.5.1 Flachsilofohlen

Zu Fragen der Abdeckung von Flachsilos wurden im Jahr 2017 zwei Versuche durchgeführt, um die Wirkung der 7-lagigen OB-Folie „Super7“ gegenüber dem Standardverfahren, einmal bei Grassilage und einmal bei Maissilage zu untersuchen (RESCH und WILDLING 2017). Im Grassilageversuch wurden drei nebeneinander liegende Fahrsilokammern mit dem gleichen Ausgangsmaterial des 1. Aufwuchses befüllt und anschließend mit unterschiedlichen Foliensystemen abgedeckt: 1 – Standardverfahren (Unterziehfolie + Silofolie), 2 – Kombisystem 2in1 (Kom-

bi2plus), 3 – OB-Folie (Super7). Bei Maissilage wurde nur eine Fahrsilokammer befüllt und jeweils eine Silohälfte mit dem Standardverfahren und die zweite Hälfte mit der OB-Silofolie (Super7) abgedeckt. In beiden Versuchen wurden Zeitmessungen bei der Folieninstallation durchgeführt. Vor der Siloöffnung wurde der Randbereich und die Silomitte jeweils auf 25 cm Tiefe beprobt und auf Weender Nährstoffe, Gärqualität (VDLUFA 1976) sowie Mikrobiologie (VDLUFA 2007) und sensorische Parameter (Geruch, Gefüge, Farbe) untersucht. Das beprobte Material wurde in einem Haltbarkeitstest sieben Tage lang auf aerobe Stabilität getestet.

2.5.2 Stretchfolien

Aufgrund der großen Verbreitung des Rundballensystems in Österreich sind Ergebnisse zu Stretchfolien und deren Qualität für die Silowirtschaft von Bedeutung, daher wurden Silierversuche mit folgenden Fragestellungen durchgeführt:

- Folienfarbe und Foliendicke (RESCH 2009)
- Klebekraft (RESCH 2011)
- OB-Folie und Anzahl Folienlagen (RESCH 2012)
- Transparente Stretchfolie (RESCH 2014a)

Die Versuche wurden jeweils auf Praxisbetrieben in der näheren Umgebung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein angelegt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Entwicklung einer guten Silofoliengüte für die luftdichte Abdeckung von Silagen hängt mit diversen Faktoren zusammen:

- Typ und Eignung der verwendeten Materialgüte (z.B. PE) für die aktuelle Anwendung
- Konstante Foliendicke und homogene Verteilung der beigemengten Bestandteile
- Erforderliche Gebrauchsdauer entsprechend der geographischen Region (Lichtbeständigkeit/UV-Stabilität und Wärmestrahlung)
- Hohe Durchstoß- und Reißfestigkeit
- Kompatibilität von Farbpigmenten mit dem Lichtstabilisator und anderen Komponenten
- Schichtdesign und spezifische Dosierung jedes Layers mit Rezeptkomponenten (Farbe, funktionale Additive) im Fall von mehrlagigen Co-Extrusionsfolien

Die Anwendung von effektiven Silo-Abdecksystemen und der Schutz dieser Abdeckung vor Beschädigung sind für die Silowirtschaft entscheidende Management-Faktoren zur Sicherung der Silagequalität. In diesem Beitrag werden Abdeckverfahren bewertet, Gefahren von Beschädigungen aufgezeigt und Schutzmaßnahmen besprochen.

3.1 Folienabdecksysteme für Flachsilos

Der Aufbau der Flachsiloabdeckung sollte nach MAACK und WYSS (2012) unabhängig von der Art des eingesetzten Siloabdecksystems bei festen Siloanlagen über den seitlichen Rand gezogen werden. Damit wird der Sauerstoffeintrag über Luft und Regenwasser in die Silage verhindert. In der Praxis können bei Verwendung einer neuen Unter-

ziehfolie unterschiedliche neue oder gebrauchte Siloabdeckmaterialien zum Einsatz kommen (SPIEKERS et al. 2009).

3.1.1 Standardverfahren

In der guten landwirtschaftlichen Praxis hat sich heutzutage ein Versiegelungsverfahren für Flachsilo etabliert, das eine Kombination aus einzelnen Elementen (PE-Wandfolie / PE-Unterziehfolie / PE-Silofolie / Schutzgitter) vereint (RESCH et al. 2011, NUßBAUM 2017, LATSCH und WYSS 2017). Um die Problemzone des Silorandes im Wandbereich besser abdichten zu können wird vor Silobefüllung eine Wandfolie (Folienstärke etwa 120 µm) mit entsprechender Breite so angebracht, dass nach Beendigung der Befüllung die ca. 0,5 bis 1 m überstehende Wandfolie auf den Futterstock nach innen gelegt werden kann. Anschließend wird die dünne Unterziehfolie (Folienstärke ca. 40 µm) aufgezogen. Diese Folie saugt sich über die Adhäsionskraft förmlich an den umgelegten Wandfolienstreifen und die Futteroberfläche an und unterbricht somit sehr schnell den Luftzutritt an das Futter.

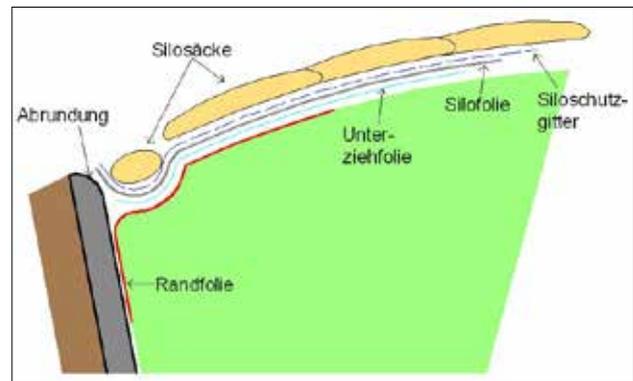


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Standardmethode zur luftdichten Flachsiloabdeckung mittels Wandfolie, Unterziehfolie, Silofolie und Schutzgitter (RESCH et al. 2011)

Für eine provisorische Siloabdeckung zwischen zwei Befüllungsintervallen wäre die dünne Unterziehfolie alleine durchaus praktisch. Vielfach zieht der Wind diese Folie allerdings derartig auf, dass es schnell zu Beschädigungen kommen kann. Diese Anfälligkeit der Unterziehfolie gegenüber Beschädigung erfordert die Kombination mit einer robusten Folie (gute Reißfestigkeit und Reißdehnung, geringe Sauerstoffdurchlässigkeit etc.), welche auf die Unterziehfolie gelegt wird. Nach der optimalen Installation (falten- und blasenfreie Auflage) der Folie werden die Ränder mit geeigneten Gegenständen (Kies- oder Sandsäcke), Erde oder anderen Materialien durchgehend beschwert, um die Silage gegenüber Luftzutritt abzudichten (Abbildung 2). Ein Schutzgitter aus Kunststoff sorgt schließlich für Schutz gegenüber schädigenden Tieren und Vögeln. In verschiedenen nachstehend zitierten Silierversuchen, in welchen Folienvergleiche angestellt wurden, kam dieses Standardverfahren als Referenz zum Einsatz, das heißt, dass die gute Leistung dieses Verfahrens sehr umfangreich dokumentiert wurde.

3.1.2 Kombisysteme (2in1)

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde das Kombisystem „Kombi2plus“ (Unterziehfolie 35 µm + PE-Silofolie

115 µm) gegenüber einem Standardverfahren und einer OB-Silofolie (85 µm) an Grassilage getestet (RESCH und WILDLING 2017). Dabei stellte sich heraus, dass das Kombisystem hinsichtlich Silagequalität (Tabelle 1) und aerober Stabilität (Abbildung 3) gleichwertig abschnitt. Der Aufwand für die Folieninstallation brachte eine Zeitersparnis von 14 % gegenüber der separaten Auflage von Unterzieh- und Silofolie.

3.1.3 Sauerstoff-Barriersysteme

Der Einbau einer Barrierschicht in das mehrlagige Layerpaket über die Co-Extrusion ist in der Lage die Sauerstoffdurchlässigkeit auf unter 30 cm³/m² in 24 Stunden zu senken. In einer breit angelegten Meta-Analyse von WILKINSON und FENLON (2014), in welcher insgesamt 51 Folienvergleiche zwischen PE-Silofolie und OB-Silofolie bei Fahrsilos, Silohaufen und Siloballen einbezogen wurden, stellte sich heraus, dass es bei Silagen mit OB-Silofolie an

der Silageoberfläche (0 bis ca. 50 cm Tiefe) im Durchschnitt zu signifikant geringeren TM-Verlusten kam und dass die aerobe Stabilität der Silage deutlich verbessert werden konnte (Tabelle 2).

Ergebnisse der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Tabelle 1, Abbildung 3) bestätigen die positiven Effekte der OB-Silofolie bei Grassilage insbesondere in Hinblick auf die verbesserte aerobe Stabilität, bei einem Maissilageversuch konnten keine praxisrelevanten Verbesserungen in der Silagequalität festgestellt werden. Bei der Installation der OB-Silofolie konnten 58 bis 68 % (nur Folie auflegen) bzw. 30 bis 33 % (inkl. Abdichtung mit Kiessäcken) an Arbeitszeit gegenüber dem Standardverfahren eingespart werden (RESCH und WILDLING 2017).

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts wurde eine Vielzahl von Untersuchungen an OB-Silofolien durchgeführt und es zeichnet sich ein Trend ab, dass sich die deutlich verringerte Sauerstoffdurchlässigkeit dieser Folien zumindest qualitativ

Tabelle 1: Inhaltsstoffe, Gärqualität und mikrobiologischer Status von Grassilagen zum Zeitpunkt der Öffnung in Abhängigkeit des verwendeten Abdecksystems und der Probestelle (RESCH und WILDLING 2017)

Silofoliensystem Probestelle im Fahrsilo Parameter	Kürzel	Einheit	PE-Standardfolie		Kombisystem (2in1)		OB-Silofolie	
			Rand	Mitte	Rand	Mitte	Rand	Mitte
Trockenmasse	TM	g/kg FM	441	482	437	438	402	461
Rohprotein	XP	g/kg TM	129	127	129	128	127	133
nutzbares Rohprotein	nXP	g/kg TM	136	136	136	138	136	138
Ruminale N-Bilanz	RNB	g/kg TM	-1	-2	-1	-2	-1	-1
Rohfett	XL	g/kg TM	28	27	25	26	27	26
Rohfaser	XF	g/kg TM	253	251	252	236	253	244
Rohasche	XA	g/kg TM	71	67	67	68	69	70
Zucker	XZ	g/kg TM	163	167	161	158	139	153
OM-Verdaulichkeit	dOM	%	75,0	75,3	75,2	76,6	75,0	75,8
Metabolische Energie	ME	MJ/kg TM	10,63	10,70	10,68	10,88	10,65	10,76
Nettoenergie Laktation	NEL	MJ/kg TM	6,40	6,45	6,43	6,59	6,41	6,50
Milchsäure	Ms	g/kg TM	24,7	23,7	26,9	22,8	22,7	25,7
Essigsäure	Es	g/kg TM	6,0	6,8	5,3	5,8	3,9	5,8
Propionsäure	Ps	g/kg TM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Buttersäure	Bs	g/kg TM	2,0	0,5	1,9	0,6	4,7	2,2
Gesamtsäure	Gs	g/kg TM	32,7	31,0	34,1	29,2	31,5	33,7
Ethanol	Eth	g/kg TM	7,0	5,8	6,9	7,4	3,6	4,7
Ammoniakanteil vom Gesamt-N	NH ₃ -GesN	% von Ges-N	2,6	2,7	3,3	3,3	3,3	2,8
pH-Wert	pH		4,3	4,4	4,2	4,2	4,6	4,6
Gärqualität nach DLG (1997)	DLG	Punkte	90	100	95	100	70	90
Geruch		Punkte	10	11	11	12	11	11
Gefüge		Punkte	4	4	4	4	4	4
Farbe		Punkte	1	1	1	1	1	1
Sinnenbewertung (1999)	ÖAG	Punkte	15	16	16	17	16	16
Verdichtung bis 25 cm Tiefe	Dichte	kg TM/m ³	127	132	113	138	99	134
Aerobe mesophile Bakterien	Bakterien	KBE/g FM	340.000	20.000	330.000	10.000	850.000	20.000
Hefen	Hefen	KBE/g FM	< 1.000	< 1.000	< 1.000	1.000	< 1.000	< 1.000
Schimmelpilze	Schimmel	KBE/g FM	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000	< 1.000

Tabelle 2: Verluste, unverwertbare Silage und aerobe Stabilität von Silage der Oberflächenschicht, gelagert unter PE-Standardfolie oder OB-Silofolie (WILKINSON und FENLON 2014)

Silosystem	Parameter	Einheit	Anzahl	PE-Standardfolie		OB-Silofolie		P-Wert
				Mittelwert	Bereich	Mittelwert	Bereich	
Fahrsilo*	Verlust an TM oder OM	g/kg	41	195	-120 bis +700	114	-89 bis +380	< 0,001
Silohaufen*	Unverwertbare TM	g/kg TM	5	107	59 bis 201	30	1 bis 39	0,022
	Aerobe Stabilität	h	11	75	0** bis 184	135	48 bis 355	0,001
Ballensilage	Verlust an TM oder OM	g/kg	10	77	43 bis 123	46	23 bis 75	<0,001

* enthält überfahrbare Flachsilos und Laborsilos; ** Material schon beim Start der Bewertung instabil (verdorben)

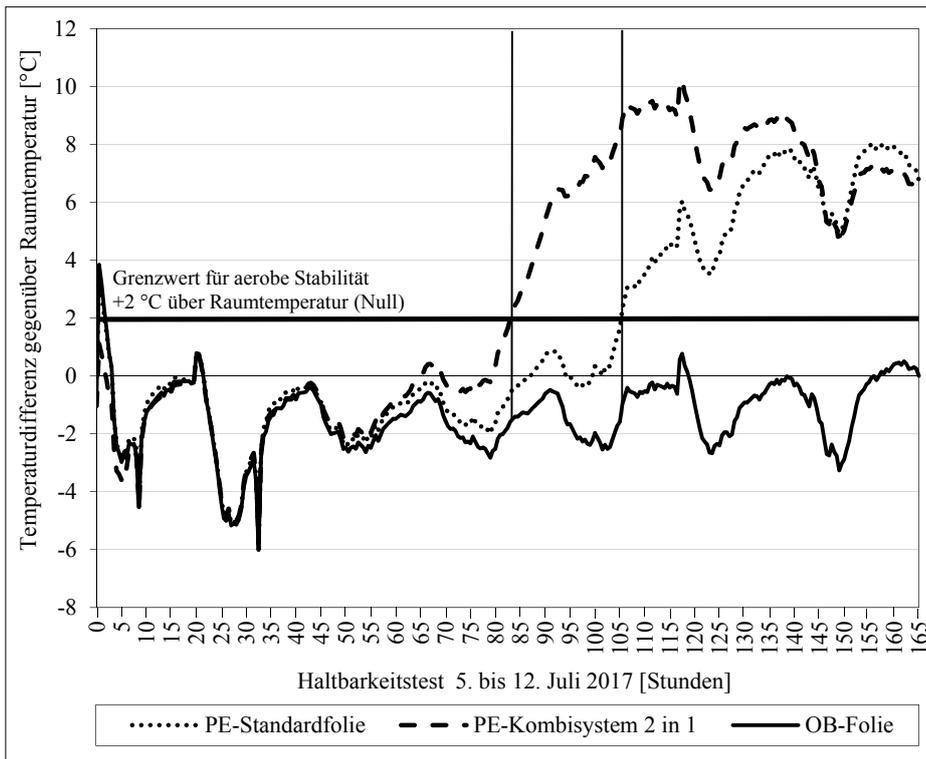


Abbildung 3: Temperaturverlauf von Grassilage (1. Aufwuchs) nach Siloöffnung in Abhängigkeit vom installierten Abdecksystem; Temperaturdifferenz gegenüber Lufttemperatur im Raum (RESCH und WILDLING 2017)

positiv auf die oberste Silageschicht auswirkt. In Verbindung mit Zeitersparnis bei der Folieninstallation liegen Vorteile auf der Hand. Dem gegenüber stehen höhere Kosten und Probleme bei der Wiederverwertung der gemischten Kunststoffkomponenten.

3.1.4 Sonstige Flachsilos-Abdecksysteme

Silofolien mit 500 µm Foliendicke, sogenannte Multifolien, weisen nach DLG (2012) eine UV-Stabilität von 5 Jahren auf, d.h. diese Folien können mehrfach über Jahre hinweg benutzt werden. Laut DLG (2012) werden zwei Produkte mit bis zu 10 m Breite und bis 50 m Länge angeboten. Ergebnisse aus Folienvergleichen von Multifolien bzw. PP-Silovlies zu anderen Silofolien, insbesondere hinsichtlich deren Wirkung auf die Silagequalität, stehen zurzeit noch keine zur Verfügung.

Abgesehen von höheren Anschaffungskosten und höherem Foliengewicht, sind mehrfach verwendbare Abdecksysteme für die Praxis wirtschaftlich interessant. Außerdem belasten diese Systeme die Abfallwirtschaft oder das Recycling entsprechend geringer, d.h. die Umweltwirkung ist deutlich weniger negativ als bei Silofolien, die meist nur einmal verwendet werden können.

3.2 Versiegelung von Pressballen

Die möglichst luftdichte Versiegelung ist für die Gärfutterqualität von Pressballen ein entscheidender Faktor, weil im Verhältnis zu anderen Silosystemen bei der Ballensilage ein sehr großer Futteranteil an der Silageoberfläche liegt. Stretchfolie ist somit als Schutzfaktor gegenüber Verderb bei Ballensilage von zentraler Bedeutung, daher sind Verbesserungen hinsichtlich Folienfarbe und Folieneigenschaften für die Praxis sehr wichtig.

3.2.1 Folienfarbe

Die Farbe von Stretchfolien ist vielfach länderspezifisch geprägt. In Großbritannien und Irland wird nach O'KIELY et al. (2002) traditionell hauptsächlich schwarze Wickelfolie und in den nordischen Ländern (Schweden, Norwegen) fast ausschließlich weiße Stretchfolie verwendet.

Schweizer Untersuchungen (FRICK 2000, SNELL et al. 2002) zeigten, dass schwarze Folien hinsichtlich Silagetemperatur bis maximal 10 cm Tiefe höher lagen als weiße Folien, ansonsten traten keine absicherbaren qualitativen Differenzen bei der Silage auf (WEINBERG und ASHBELL 2003). Der Temperaturunterschied in der Silage war unter braunen und grünen Folien gegenüber schwarzer Folie gering, im Hochsommer betrug die Temperatur nach SPIEKERS et al. (2009) unter schwarzer Folie 60 °C und unter weißer Folie 45 °C. Die

Versuchsergebnisse der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (RESCH 2009) bestätigen auch, dass zwischen hellgrüner und schwarzer Folienfarbe keine Auswirkungen auf die Silagequalität auftraten.

Neuartig ist die Verwendung von transparenten Stretchfolien für Pressballen. Die Probleme aus früheren Zeiten mit der Polymer-Degradation konnten beseitigt werden, da die Folie auch nach einem Jahr Freilandlagerung keine Auflösungserscheinungen zeigte. Die Messung der Farbunterschiede der äußeren Silageschicht mittels NIR-Spektroskopie ergaben im sichtbaren Spektrum (400 bis 700 nm) keine Farbdifferenzen zwischen den Silagen mit gefärbter bzw. transparenter Folie. Die Analyse des β-Carotingehaltes ergab in den 3 Versuchen durchschnittlich 119 mg/kg TM bei PE-Folien und 114 mg/kg TM bei transparenter Stretchfolie, die Differenz war nicht signifikant. Insgesamt konnte nachgewiesen werden, dass die transparente Stretchfolie (Bezeichnung im Versuch: TF1 und TF2) keine Nachteile hinsichtlich Silagequalität gegenüber der hellgrünen PE-Standardfolie hervorrief (Tabelle 3). Kleine Beschädigungen sind an der transparenten Folie weniger gut erkennbar als bei gefärbten Folien, allerdings sieht man das Gärfutter von außen und kann sofort schimmelige Stellen erkennen. Für den Handel von Silageballen hätte eine transparente Stretchfolie durchaus den Vorteil, dass der Käufer einen besseren Einblick auf die Futterqualität haben kann.

3.2.2 Kleberanteil

Stretchfolien enthalten in der Regel einen bestimmten Kleberanteil in der äußeren Layerschicht, damit bei der Wicklung der luftdichte Folienverbund und somit die Versiegelungsgüte besser gewährleistet werden können.

Tabelle 3: Einfluss von transparenten Stretchfolien auf Nährstoffgehalt, Gärqualität, Mikrobiologie, Gärverluste und aerobe Stabilität von Grassilage in Rundballen (RESCH 2014b)

Aufwuchs	Variante	n	Nährstoffe	Energie	Gärqualität	Mikrobiologie	Gärverluste	Stabilität
1	PE-hellgrün	3	Trockenmasse	Nettoenergie Laktation	Essigsäure	Aerobe Bakterien	Trockenmasse	Haltbarkeit in Stunden (Temperaturanstieg)
	TF 1	3	Rohprotein	OM-Verdaulichkeit	Milchsäure	Schimmelpilze	Zucker	
	TF 2	3	Rohfaser	Zucker	pH-Wert	Hefen		
2	PE-hellgrün	3	Rohprotein	Nettoenergie Laktation	Essigsäure	Aerobe Bakterien	Trockenmasse	Haltbarkeit in Stunden (Temperaturanstieg)
	TF 1	3	Rohfaser	OM-Verdaulichkeit	Milchsäure	Schimmelpilze	Zucker	
	TF 2	3	Rohfaser	Zucker	pH-Wert	Hefen		
3	PE-hellgrün	3	Trockenmasse	Nettoenergie Laktation	Essigsäure	Aerobe Bakterien	Trockenmasse	Haltbarkeit in Stunden (Temperaturanstieg)
	TF 1	3	Rohprotein	OM-Verdaulichkeit	Milchsäure	Schimmelpilze	Zucker	
	TF 2	3	Rohfaser	Zucker	pH-Wert	Hefen		

Effekte bzw. signifikante Differenzen gegenüber Kontrolle: P-Wert < 0,01 (++ höher); + höher (< 0,05); 0 = gleich bzw. zufällig; - niedriger (< 0,05); -- niedriger (< 0,01)

Varianten: hellgrün (Kontrolle) = Agristretch grün; transparent (TF 1) = Agristretch Crystal; transparent (TF 2) = Agristretch Crystal

Tabelle 4: Gärqualität in Abhängigkeit vom Typ der Stretchfolie und der Anzahl an Wickelungen bei Luzerne-Silageballen (2. Aufwuchs) nach 273 Tagen Konservierung in Turin (Italien), Versuch 1 (BORREANI und TABACCO 2008)

Stretchfilm	Wickelungen	TM g/kg	Ballenoberfläche (0 bis 30 mm)				TM g/kg	pH	Ballenkern (121 bis 480 mm)			NH ₃ -N g/kg TN
			pH	Milchsäure	Essigsäure	Ethanol			Milchsäure	Essigsäure	Ethanol	
PE	2	664	6,45	1,02	0,53	0,91	643	5,68	1,26	0,60	1,04	38,5
	4	614	5,85	4,02	1,38	6,60	629	5,63	0,70	0,85	5,46	27,9
	6	667	5,80	1,12	0,59	4,54	693	5,68	0,32	0,48	3,23	21,1
	8	681	5,74	0,51	0,39	3,30	670	5,66	0,54	0,60	3,75	19,1
OB	2	577	5,73	3,71	2,16	2,89	579	5,63	3,25	2,49	3,40	31,4
	4	620	5,59	1,57	1,42	3,06	642	5,56	0,55	0,84	2,82	17,7
	6	634	5,58	1,02	1,03	2,12	603	5,63	0,64	1,00	2,61	25,3
	8	645	5,65	1,25	1,40	1,13	634	5,62	1,44	1,25	1,76	25,6
F (P-Wert)		0,070	0,001	0,719	0,004	0,023	0,062	0,026	0,218	0,026	0,136	0,656
L (P-Wert)		0,289	0,019	0,106	0,220	0,015	0,781	0,130	0,180	0,291	0,056	0,077
F × L (P-Wert)		0,430	0,189	0,059	0,132	0,028	0,317	0,114	0,626	0,212	0,007	0,297
SED		47,60	0,48	1,49	0,58	1,50	49,70	0,08	1,46	0,76	1,13	9,28

F = Effekt der Stretchfolie; L = Effekt der Wickelungen; NH₃-N = Ammonium-Stickstoff im Gesamtstickstoff (TN); PE = Polyethylen Stretchfolie; OB = Oxygen Barrier Stretchfolie

Effekte sind signifikant bei P-Wert < 0,05; SED = Standardfehler von der Differenz

In einem Versuch der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden 6 Stretchfolien mit verschieden hoher Klebekraft von 0 bis über 300 cN bzw. einer Folie ohne Kleber an Grassilage getestet (RESCH 2011). Es stellte sich heraus, dass die Klebekraft unter den gegebenen Bedingungen keinen Einfluss auf alle geprüften Silageparameter ausübte. Die Cast-Folie ohne Kleber (Agriflex 750) – Haftfähigkeit nach Adhäsionsprinzip – schnitt gleich gut ab wie die Folie mit aufgesprühtem Kleber (Lakufol 750) bzw. die vier Blas-Folien mit einer Klebekraft zwischen 50 und 300 cN.

3.2.3 Barriere-Stretchfolie und Wickellagen

Vorgestreckte PE-Stretchfolien weisen ein höheres Maß an Luftdurchlässigkeit auf – teilweise $> 1.000 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ in 24 Stunden (MCNALLY et al. 2005, TSCHERNER et al. 2016) – als OB-Stretchfolien, die deutlich besser abschneiden – vielfach $< 50 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ in 24 Stunden (WILKINSON und FENLON 2014).

In insgesamt 5 Versuchen in der Nähe von Turin wurden PE- und OB-Stretchfolien mit jeweils unterschiedlicher Anzahl an Wickellagen verglichen (Tabelle 4). Dabei stellte sich heraus, dass sich sowohl das Foliensystem als auch die Anzahl der Wickellagen auf so manchen Gärparameter und auf die mikrobiologische Situation auswirkte (BORREANI und TABACCO 2008). Mit OB-Folie konnte bei 4-lagiger Wickelung die gleiche Silagequalität von Luzerne erreicht werden als bei 6-lagiger Wickelung mit der PE-Stretchfolie.

Die Ergebnisse der HBLFA Raumberg-Gumpenstein bestätigen, dass OB-Folie bei Grassilageballen mit gleicher Anzahl an Wickellagen die Silagequalität verbessert (RESCH 2012) und dass eine Reduktion auf 4 Wickellagen mit OB-Folien möglich wäre, um das gleiche Qualitätsniveau zu erreichen als eine PE-Folie mit 6 Wickellagen.

Eine amerikanische Untersuchung von COBLENTZ et al. (2017) konnte keine wertsteigernden Effekte durch den Einsatz einer OB-Stretchfolie gegenüber PE-Stretchfolie bestätigen, obwohl im Versuch nur 4 Wickellagen und eine lange Lagerungsdauer von 357 Tagen angewendet wurden. Die Rahmenbedingungen von Folien-Vergleichsversuchen spielen offensichtlich in der Ausprägung der Effekte eine Rolle, dennoch zeichnet sich bei Durchsicht von mehreren Untersuchungen ein positiver Effekt auf die Silage ab, wenn OB-Stretchfolien eingesetzt wurden.

3.2.4 Folienbindung

Untersuchungen von BISAGLIA et al. (2011) an 48 Rundballen (Faktor Futter: 1 – Ital. Raygras, 2 – Luzerne; Faktor Bindeverfahren: 1 – Netzbindung, 2 – Folienbindung; Faktor Wickellagen: 1 – 4 Lagen, 2 – 6 Lagen; Faktor Lagerposition: 1 – stirnseitig, 2 – wandseitig) zeigten, dass der Plastikverbrauch durch den Einsatz der Folienbindung erhöht wurde. Andererseits konnte durch die Folienbindung die Keimzahl an Schimmelpilzen an der Ballenoberfläche signifikant reduziert werden.

3.3 Beschädigungen von Silofolien

Mechanische Einwirkungen durch verschiedene Verursacher können Silofolien beschädigen, sodass Luft und Wasser an die Silageoberfläche gelangen können. In der Folge kommt es durch die Wirkung von Luftsauerstoff zu einem

durch Mikroorganismen verursachten Verderb der Silage (PAHLOW et al. 2003).

3.3.1 Schutzgitter/Schutzvliese für Flachsilos

PE- oder PVC-Schutzgewebe mit einem Flächengewicht von 300 bis 400 g/m^2 sollen die Silofolie vor mechanischen Einwirkungen (Vögel, Haustiere, Wildtiere, Hagel, spielende Kinder etc.) schützen und Flatter- sowie Pumpbewegungen der Folie verhindern (NUßBAUM 2002). Im Fall, dass Rabenvögel dennoch durch Schutzgitter und Silofolie durchpicken, besteht die Möglichkeit Altreifen als Distanz zwischen Silofolie und Schutzgitter einzubauen. Der Sicherheitsabstand wird dadurch erhöht und die Vögel können keinen Schaden mehr anrichten. Neben Gewebe und Gitter können auch UV-stabile PP-Vliese mit ca. 200 g/m^2 Flächengewicht zum Oberflächenschutz von Flachsilos und Rundballenlagern verwendet werden. Gegenüber Großtieren sollten Flachsilos mit einer Einzäunung geschützt werden.

3.3.2 Stretchfolienbeschädigung an Siloballen

Folienbeschädigungen betreffen, allgemein betrachtet, insbesondere Silageballen, daher hat nach GAILLARD und MAZOYER (1998) deren Schutz für die weltweite Silowirtschaft eine hohe Bedeutung.

Vogel-/Tierproblematik

In Ländern mit hohen Ballensilageanteilen spielt die Beschädigung der Folienoberfläche durch Vögel/Tiere eine bedeutende Rolle (O'KIELY et al. 2002). In Irland ergaben umfangreiche Beobachtungen von MCNAMARA et al. (2004), dass vorwiegend Krähen (*Corvus frugilegus*) und Dohlen (*Corvus monedula*) für die Schädigung an Ballen verantwortlich waren, danach waren Katzen die nächsthäufigsten Schädiger. Es konnte nachgewiesen werden, dass 53 bis 57 % der am Feld gelagerten Silorundballen durch Vögel beschädigt wurden. Die Häufigkeit und das Ausmaß der Schädigungen waren sehr unterschiedlich und reichten von keiner bis sehr starker Folienbeschädigung. Die Picklöcher hatten im Schnitt einen Durchmesser von weniger als 6 mm. Irländische Forscher stellten fest, dass die Aktivität der Krähen und Dohlen unmittelbar nach dem Wickeln und 13 bis 24 Stunden nach der Wickelung einen Höhepunkt erreichte. Die meiste Zeit verbrachten die Vögel damit, auf dem abgeernteten Feld zu schreiten oder zu stehen bzw. am Boden zu fressen. MCNAMARA et al. (2004) spielten mit dem Gedanken, dass die anfängliche Gasproduktion im Ballen zu Geräuschen an der gespannten Stretchfolie führt und dass dadurch die Neugier der Rabenvögel geweckt wird, um anschließend den Ballen näher zu inspizieren bzw. zu attackieren.

Aufgrund der massiven Schädigungsproblematik in Irland wurde auch versucht, die Vögel durch aufmalen von Linien oder Zeichen oder durch auflegen von Reifen von der Ballenschädigung abzuhalten (O'KIELY et al. 2002). In Australien wurde ein Versuch mit verschiedenen weiß aufgemalten Symbolen (X, O, Augensymbol \odot) an Rundballen mit schwarzer Wickelfolie durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass das Augensymbol eine deutlich abschreckende Wirkung auf Vögel hatte und damit die Anzahl der Löcher je Ballen signifikant reduziert werden konnte (MICKAN 2003).

Nach demselben Beobachtungsprinzip wie in Irland wurden in Österreich insgesamt sieben Versuche in zwei Regionen (Puch bei Paldau in der Oststeiermark, Pichl bei Roßleithen in Oberösterreich) angelegt, um die Schädigung an Rundballen durch Vögel/Tiere erheben zu können (TRUMMER und WIESER 2017). Die Befragung der Landwirte zeigte, dass die schädigende Aktivität der Vögel sich hauptsächlich auf den Sommer und Herbst konzentrierte (Abbildung 4). Neben einer hellgrünen PE-Stretchfolie (25 µm) wurde eine transparente Stretchfolie (25 µm) auf deren Wirkung gegenüber Schädigung durch Vögel/Tiere getestet. In Österreich stellte sich bei den Beobachtungen heraus, dass die Aaskrähne (*Corvus corone*) hauptverantwortlich für die Beschädigungen war, gefolgt von Katzen. In Abbildung 5 ist erkennbar, dass im Durchschnitt die hellgrüne PE-Folie (Kontrolle) mehr Krallenschäden und Picklöcher aufwies als die transparente Stretchfolie.

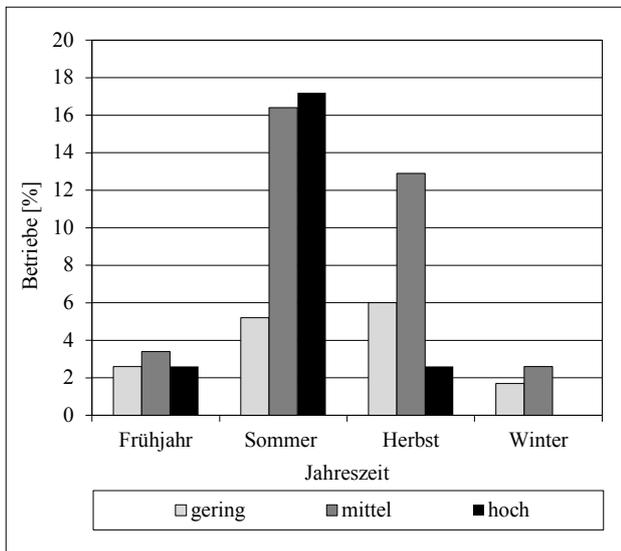


Abbildung 4: Auftreten und Ausmaß von Siloballenschädigungen durch Vögel nach Jahreszeit (TRUMMER und WIESER 2017)

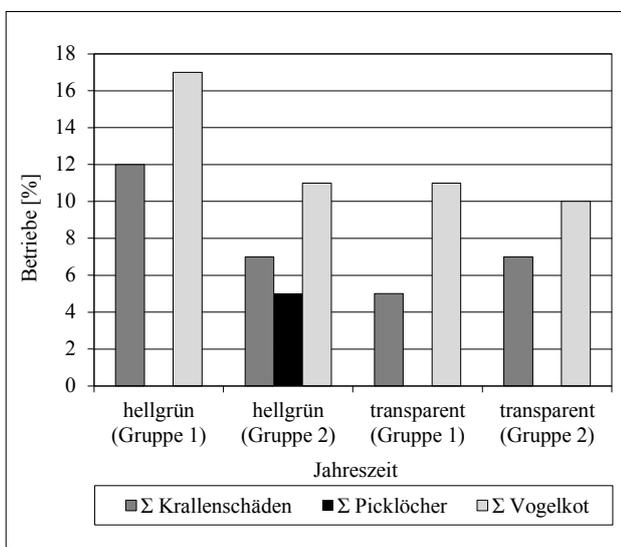


Abbildung 5: Schäden an Silorundballen nach 3-tägiger Feldlagerung; Versuch Puch bei Paldau, 1. Aufwuchs 2016 (TRUMMER und WIESER 2017)

Die Auswertung der 7 Einzelversuche führte zu der Schlussfolgerung, dass die Farbe der Stretchfolie einen deutlichen Einfluss auf das Ausmaß der Lochschädigung an den Silobällen hatte. Die transparente Folie wurde von den Aaskrähen zwar nicht völlig verschont, aber die Schädigung hielt sich, trotz teils starker Krähenaktivität rund um die Ballen, in Grenzen. Das konnte in einem Beobachtungsversuch von RESCH (2015) bestätigt werden. Anders schaute es bei der hellgrünen Folie aus. Hier war ein gewisser Zusammenhang zwischen Krähenaktivität und Lochschädigung erkennbar (Abbildung 6), d.h. mit zunehmender Krähenaktivität nahm das Schadausmaß zu. Außerdem war die Beschädigung der hellgrünen Kontrollfolie im Durchschnitt deutlich höher als bei der transparenten Folie.

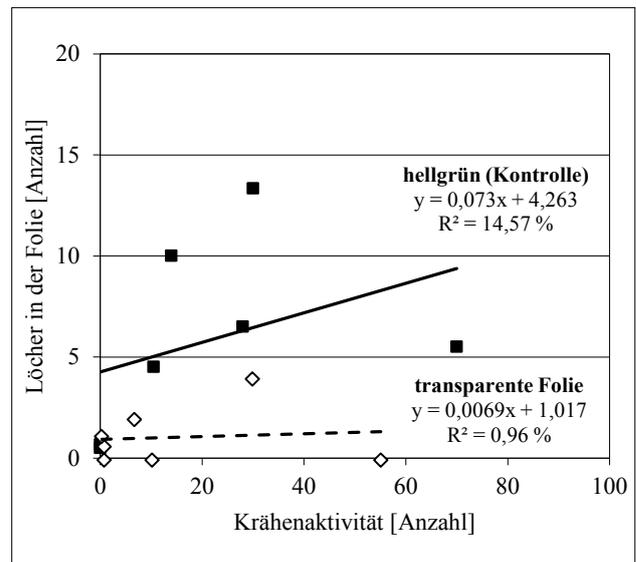


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Krähenaktivität und Lochschädigung von Silobällen in Abhängigkeit der Stretchfolienfarbe; Daten: Praxisversuche Puch bei Paldau und Pichl bei Roßleithen im Jahr 2016 (TRUMMER und WIESER 2017)

Weitere Folienbeschädiger, die nicht unterschätzt werden sollten, sind Ratten und Mäuse, welche sich insbesondere in dicht gestellten Ballenlagern sicher fühlen und Ballenfolien stellenweise massiv aufnagen. In Japan stellten KAWAMOTO et al. (2012) fest, dass die Folienbeschädigung durch Ratten signifikant verringert werden konnte, wenn der Abstand zwischen den stirnseitig aufgestellten Rundballen auf mindestens 50 cm vergrößert wurde. Diese Art der Lagerung benötigt zwar mehr Platz, allerdings wird dadurch das Folien-Controlling und die Reparatur von Schäden wesentlich erleichtert. Außerdem erleichtert der größere Ballenabstand bestimmten Beutegreifern (Katze, Marder etc.) die Jagd auf die schädigenden Nagetiere. In Österreich wird für die Ballenlagerung ein befestigter Untergrund empfohlen, weil den Mäusen dadurch die Anlage von Erdgängen in Ballennähe erschwert wird (RESCH 2017b).

Ballenhandling

In Schweden wurde in mehreren Praxisversuchen an 122 Pressballen der Einfluss des Ballenzangenhandlings nach unterschiedlich langen Feldliegezeiten untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass TM-Gehalt und Zeitpunkt des Handlings eine Wirkung auf die Ballenversiegelung

hatten (HÖRNDAHL et al. 2012). Bei Rundballen mit TM-Gehalten unterhalb von 400 g/kg FM wirkte sich das Zangenhandling innerhalb von 3 bis 24 Stunden nach der Wicklung negativ auf die Ballenversiegelung aus, dagegen war der Zeitpunkt des Handlings bei TM-Gehalten über 400 g/kg FM unerheblich. Abgesehen von diesen Ergebnissen ist ein rascher Abtransport der gewickelten Rundballen vom Feld zum Ballenlager empfehlenswert.

Unabhängig von der Technik des Ballenhandlings (Ballenzange, Ballengabel etc.) konnte festgestellt werden, dass die Art der Ballenlagerung einen Einfluss auf die Folienbeschädigung durch das Handling hatte (Abbildung 7). Nach Angaben von 116 Landwirten war das Risiko, dass Ballen verletzt wurden umso größer, je mehr Ballen das Lager aufwies. Größere Ballenlager waren offensichtlich auch für Katzen und Marder attraktiver, deswegen war dort die Schädigung durch diese Tiere stärker ausgeprägt.

Hinsichtlich Vorbeugung gegenüber einer Folienbeschädigung von Silageballen war der rasche Abtransport der Ballen vom Feld wohl die effektivste Methode, um Schäden zu reduzieren, das bestätigte die Fragebogenerhebung von TRUMMER und WIESER (2017). Ein wirklich effektives

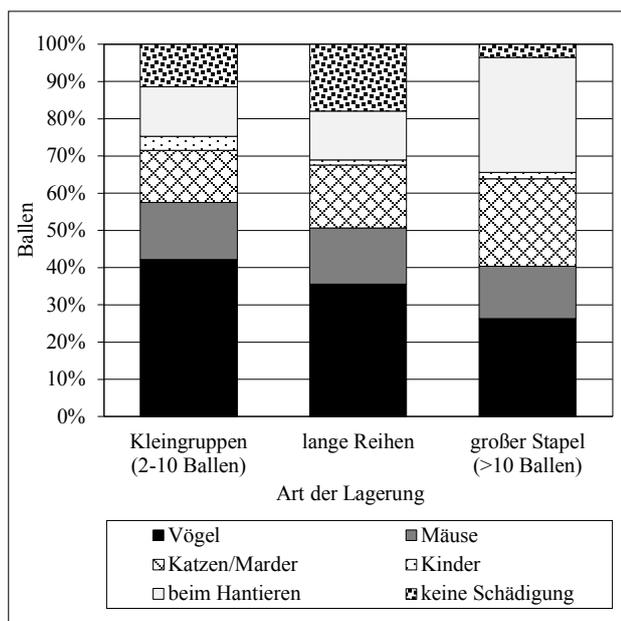


Abbildung 7: Art der Folienschädigung an Silorundballen im Zusammenhang mit der Art der Lagerung (TRUMMER und WIESER 2017)

Hilfsmittel wäre es die Siloballen mit einem Schutznetz zu überdecken. Dies verursacht jedoch höhere Kosten und kann ab einer gewissen Menge an Siloballen praktisch nicht gut ausgeführt werden. Außerdem friert das Schutznetz nach Schneefall an und lässt sich nur mit hohem Aufwand beschädigungsfrei entfernen.

Beim Schutz von Ballenlagern durch Schutzgitter/-netz hat sich gezeigt, dass die Wirkung besser war, wenn eine Distanz zwischen Ballenoberfläche und Schutzgitter/-netz gegeben war. Außerdem sollte das Schutzsystem nicht ganz bis zum Boden reichen, weil dadurch Beutegreifer wie Katzen und Marder zwischen den Ballen auf Mäusejagd gehen konnten. Im Winter kann das Schutzgitter/-netz am Ballenlager festfrieren und bei Schneelast und Kälte kann

das Schutzgitter/-netz auch leicht beschädigt werden, eine Entfernung vor dem Schneefall wäre zu überlegen.

3.4 Visuelle Folienkontrolle

Beim Kauf eines Siloabdecksystems sollte nach NUBBAUM (2002) darauf geachtet werden, dass die Verpackung unbeschädigt ist, ansonsten könnte der Inhalt (Folienrolle) ebenfalls beschädigt sein. Bei der Lagerung von ungeschützten Folienrollen wäre eine liegende Position besser, weil die Silofolie an den Rollenden gefaltet ist und sich bei aufgestellter Lage bzw. bei unvorsichtiger Handtierung leicht Schürfverletzungen an den Faltstößen ergeben könnten. Die letzte Möglichkeit der Schadenskontrolle bei Silofolien ist direkt beim Auflegen der Folie am Silo. Auffallende Materialunregelmäßigkeiten in Längsrichtung sind gute Hinweise, dass bei der Produktion der Silofolie die Komponentenverteilung möglicherweise heterogen war. Derartige Inhomogenitäten deuten auf Materialschwachstellen hin, die sich später negativ auswirken können. Sollten qualitative Mängel bis zur Installation auffallen, ist eine fotografische Dokumentation und Reklamation beim Händler/Produzenten umgehend durchzuführen. Auf der Originalverpackung befindet sich eine Chargennummer des Folienproduzenten, welche bei der Reklamation ebenfalls angeführt werden sollte. Die Folienproduzenten verfügen heute über ein entsprechendes Qualitätsmanagement, daher führen gut dokumentierte Reklamationen vielfach zu einem besseren Fehlerverständnis und in der Folge zu einem qualitativen Fortschritt in der Produktherstellung und Logistik. Generell sollte der Lagerraum für Silagen keine scharfkantigen Elemente, wie z.B. gratige Ränder von Betonwänden oder grob gebrochene Schotterrollierung als Untergrund, aufweisen, weil diese Elemente eine Gefahr für die Verletzung von Silofolien darstellen. Wenn derartige Elemente vorhanden sind, könnte die Auflage von einem filzartigen, weichen PP-Vlies die Verletzungsgefahr bei Silofolien deutlich verringern.

3.5 Silocontrolling bis zur Siloöffnung

Eine Kontrolle der Folienoberfläche auf Beschädigungen sollte nach der Versiegelung der Silooberfläche regelmäßig erfolgen, weil ansonsten Sauerstoff über Luft und Wasser in den Futterstock eindringen kann (RESCH et al. 2011). Die Folge ist ein Futterverderb durch Schimmelpilze und Fäulnisbakterien und eine Nacherwärmung durch Hefepilze. Die beschädigten Folienstellen sind optimalerweise mit einem Spezialklebeband mit entsprechend guter Klebekraft luftdicht zu verschließen. Die Verwendung von minderwertigen Klebebändern bringt keinen Erfolg!

3.6 Schlussfolgerungen

Für die luftdichte Versiegelung von silierten Futterpflanzen stehen dem Landwirt heute verschiedene Abdecksysteme für Flachsilos, Pressballen etc. zur Verfügung. Bei Abdeckungssystemen (Folien, Vliese etc.) entscheidet die Qualität der bei der Herstellung eingesetzten Komponenten und Verfahren über die Güte des Systems. Das Co-Extrusionsverfahren zeigt in Kombination mit hochwertigen Kunststoffen, dass es möglich ist Folien dünner und dennoch luftdichter und belastungsfähig auszuformen. Qualitätsfolien haben allerdings auch einen höheren Preis. Die luftdichte Installation eines guten Abdeckungssystems erfordert ein professionel-

les Management durch den Landwirt. Bei Pressballen ist dem schonenden Handling besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um Folienbeschädigung durch mechanische Verletzung zu verhindern. Transparente Stretchfolien brachten eine Reduktion von Vogelschäden an den Siloballen. Ein Siloabdecksystem sollte gegenüber Vögeln/Tieren zusätzlich durch die Installation von Schutzgitter/-netz geschützt werden.

4. Literatur

- ASTM (American society for testing materials), 2013: ASTM D3985-05(2010)e1 – Standard test method for oxygen gas transmission rate through plastic film and sheeting using a coulometric sensor. ASTM International. Available at: <http://www.astm.org/Standards/D3985.htm> (23.01.2018).
- BIRNKAMMER, 1972: Silopresse und Folienschlauchsilo. *Mitteilg. der DLG*, 25, 15.06.1972
- BISAGLIA, C., E. TABACCO und G. BORREANI, 2011: The use of plastic film instead of netting when tying round bales for wrapped baled silage. *Biosystems engineering* 108, 1-8.
- BLATTMANN, W., 1957: Die Qualität des Mais-Gärfutters. *Arb. DLG* 47, 64-72.
- BMLFUW, 2017: Grüner Bericht 2017 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 268 S.
- BORREANI, G., E. TABACCO und L. CAVALLARIN, 2007: A new oxygen barrier film reduces aerobic deterioration in farm-scale corn silage. *J. Dairy. Sci.* 90, 4701-4706.
- BORREANI, G. und E. TABACCO, 2008: New oxygen barrier stretch film enhances quality of alfalfa wrapped silage. *Agronomy journal* 100, 942-948.
- BORREANI, G., A. REVELLO CHION und E. TABACCO, 2009: Enhancing oxygen impermeability of stretch film for wrapped silage with the use of new polymers. In Broderick et al. (Eds.): *Proceedings. 15th International Silage Conference*, Madison, Wisconsin, 97-98.
- BROWN, W.O. und J.A.M. KERR, 1965: Losses in the conservation of heavily-wilted herbage sealed in polythene film in lined trench silos. *Grass and Forage Science* 20, 227-232.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1993: Der Einfluss der Produktion von Grassilagen auf die Futterqualität und Gärbiologie sowie die Auswirkungen auf die Verfütterung und Milchqualität in der Praxis – Silageprojekt „Steirisches Ennstal“. *BAL Veröffentlichungen*, Heft 20, BAL Gumpenstein, Irnding, 9-32.
- CEN, 2006: European Standard EN 14932, *Plastics – Stretch thermoplastic films for wrapping bales – Requirements and test methods*. CEN (European Committee for Standardization)
- COBLENTZ, W.K., R.K. OGDEN, M.S. AKINS und E.A. CHOW, 2017: Nutritive value and fermentation characteristics of alfalfa-mixed grass forage wrapped with minimal stretch film layers and stored for different lengths of time. *J. Dairy. Sci.* 100, 5293-5304.
- DAPONTE, T., 1992: Coextruded films in silage. *Plasticulture*, 96, 35-44.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2012: *Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung*. 8. vollständig überarbeitete Auflage, DLG Verlag, Frankfurt am Main, 416 S.
- DLZ, 2013: Ritsch, ratsch zugedeckt. *dlz primus rind*, März 2013, 26-27.
- DORSCH, K., 2012: Roll-Vlies statt Folie. *top agrar* 5, 2012, 20-21.
- FOLKEMA, G., 2003: U.S. Patent Application No. 10/378, 619.
- FRICK, R., 2000: Ballensilage mit farbigen PE-Stretchfolien. *AGRAR-Forschung* 7, 158-163.
- GAILLARD, F. und J. MAZOYER, 1998: Protection of wrapped round bales. *Fourrages* 155, 345-347.
- GROSS, F., 1968: Ergebnisse von Silierungsversuchen in Flach- und Hochsilos mit luftdichten Folienverschlüssen. *Bayer. Landwirtsch. Jb.* 45, 3, 335-349.
- GROSS, F. und K. RIEBE, 1974: *Gärfutter – Betriebswirtschaft, Erzeugung, Verfütterung*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 283 S.
- HÖRNDAHL, T., R. SPÖRNDLY, R. NYLUND und P.-A. ALGERBO, 2012: Handling round bale silage after wrapping – Power and Machinery. *International Conference of Agricultural Engineering-CIGR-AgEng 2012: agriculture and engineering for a healthier life*, Valencia (Spain), CIGR-EurAgEng, 8-12 July 2012.
- KAWAMOTO, H., H. SEKIYA, A. OSHIBE, T. KOMATSU, N. FUKUJYU und T. SHIMADA, 2012: Rat damage control to round-baled silage by modifying storage layout. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ* 46, 35-40.
- LATSCH, R. und U. WYSS, 2017: *Grassilagebereitung im Flachsilo*. *Agroscope Transfer, Technik Nr. 179/2017*, 8 S.
- LEBELT, R., 1972: Die Bewirtschaftung von Hochsilos. *Deutsche Agrartechnik* 22, 174-175.
- LIEBSCHER, K., 1966: Entwicklung, Stand und Tendenzen der Silowirtschaft in Österreich. *Förderungsdienst* 14, 112-117.
- MAACK, C. und U. WYSS, 2012: *Silagelagerung*. Kapitel 5, 97-133: *Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung*. DLG-Verlag, 8. vollständig überarbeitete Auflage, Frankfurt, 416 S.
- MCNALLY, G.M., C. LAFFIN, P.D. FORRISTAL, P. O'KIELY und C.M. SMALL, 2005: The effect of extrusion conditions and material properties on the gas permeation properties of LDPE/LLDPE silage wrap films. *Journal of Plastic Film & Sheeting* 21, 27-38.
- MCNAMARA, K., P. O'KIELY, J. WHELAN, P.D. FORRISTAL, J.J. LENEHAN und J.P. HANRAHAN, 2004: An investigation into the pattern of bird damage to the plastic stretch film on baled silage in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, Royal Irish Academy, 95-105.
- MICKAN, F., 2003: Can Irish ideas reduce bird damage to wrapped bale silage?: http://www.wrapper.hayday.biz/wp-content/uploads/2012/08/Can_Irish_ideas_reuce_bird_damage_to_wrapped_bal_silage170504.pdf (18.01.2018)
- MOORE, H.I., 1914: *Silos and silage*, A Farmer And Stock-Breeder Book, London, 139 S.
- NUBBAUM, H., 2002: Die luftdichte Abdeckung von Silagen: Futterkonservierung – Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. 6. Auflage 2002, Arbeitsgemeinschaft der nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern: Schleswig-Holstein, Weser-Ems, Westfalen-Lippe und Rheinland, Oldenburg, 61-68.
- NUBBAUM, H., 2012: Da bleibt die Luft weg. *dlz primus rind*, April 2012, 29-31.
- NUBBAUM, H., 2013: Zwei in eins. *dlz primus rind*, April 2013, 37-39.
- NUBBAUM, H., 2017: Neue Trends bei Silofolien. *top agrar Österreich* 6, 2017, 38-39.
- O'KIELY, P. und P.D. FORRISTAL, 2003: An alternative plastic film for sealing ensiled forage. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 47, 1011-1016.
- O'KIELY, P., D.P. FORRISTAL, K. BRADY, K. MCNAMARA, J.J. LENEHAN, H. FULLER und J. WHELAN, 2002: Improved Technologies For Baled Silage. *Beef Production Series No. 50*, Project Report Nr. 4621, Grange and Oak Park Research Centres, Dunsany, 86 S.

- OROSZ, S., J.M. WILKINSON, S. WIGLEY, Z. BÍRÓ und J. GALLÓ, 2013: Microbial status, aerobic stability and fermentation of maize silage sealed with an oxygen barrier film or standard polyethylene film. *Agricultural and Food Science* 22, 182-188.
- PAHLOW, G., R.E. MUCK, F. DRIEHUIS, S. ELFERINK und S.F. SPOELSTRA, 2003: Microbiology of ensiling: Silage Science and Technology. *Agronomy* 42, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 31-94.
- POSCHENRIEDER, H., 1963: Über die Geschichte, Entwicklungen und den derzeitigen Stand der Biologie des Einsäuerns von Futtermitteln. *Bayer. Landwirtsch. Jb.* 40, 426-444.
- RESCH, R., 2009: Einfluss von unterschiedlichen Stretchfolien auf die Futter- und Gärqualität von Grassilage-Rundballen, Versuchsbericht zum Stretchfolienvergleich, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 13 S.
- RESCH, R., 2010: Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben, Abschlussbericht der wissenschaftlichen Tätigkeit „Silagequalität“, Nr. 3561 (DaFNE 100535), LFZ Raumberg-Gumpenstein, 87 S.
- RESCH, R., 2011: Einfluss von unterschiedlicher Güte der Ballenversiegelung auf die Futter- und Gärqualität von Grassilage-Rundballen, Abschlussbericht Forschungsprojekt „Versiegelungsgüte“ Nr. 3584 (DaFNE 100684), LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 16 S.
- RESCH, R., 2012: Einfluss neuer Stretchfolientechnologien und Anzahl der Wickellagen auf Gärungsverluste, Gärfutterqualität und aerobe Stabilität von Grassilage in Rundballen, Abschlussbericht Forschungsprojekt „Stretchfolie III“ Nr. 3611 (DaFNE 100880), LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 22 S.
- RESCH, R., 2014a: Einfluss von transparenten Stretchfolien auf Silagequalität, aerobe Stabilität und Gärungsverluste von Grassilage in Rundballen. ALVA-Jahrestagung 2014 zum Thema „Angewandte Forschung – gibt es neue Wege?“, LFZ Franzisco-Josephinum, Wieselburg-Land, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), 19.-20. Mai 2014, 159-161.
- RESCH, R., 2014b: Einfluss von transparenten Stretchfolien auf Silagequalität, aerobe Stabilität und Gärungsverluste von Grassilage in Rundballen, Abschlussbericht des Forschungsprojektes „Stretchfolie IV“ Nr. 3620 (DaFNE 100953), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 23 S.
- RESCH, R., 2015: Einfluss von transparenter Silostretchfolie auf die Folienschädigung durch Vögel. Versuchsbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irndning, 11 S.
- RESCH, R., 2017a: Futter-, Energie- und Rohproteinerträge für Grünland in Österreich 2016 – Faustzahlen für Wirtschafts- und Extensivgrünland, Feldfutterbau, Silomais und Futterrüben: Grüner Bericht 2017 – Bericht über die Situation der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2016. 58. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 263.
- RESCH, R., 2017b: Mäuse fressen Ballen. *Landwirt* 22, 25.
- RESCH, R. und J. WILDLING, 2017: Auswirkung verschiedener Folien-Abdecksysteme auf Gärungseigenschaften, Futterhygiene und aerobe Stabilität von Gras- und Maissilage im Fahrsilo. Versuchsbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irndning-Donnersbachtal, 17 S.
- RESCH, R., A. ADLER, P. FRANK, A. PÖLLINGER, G. PERATONER, F. TIEFENTHALLER, C. MEUSBURGER, G. WIEDNER und K. BUCHGRABER, 2011: Top-Grassilage durch optimale Milchsäuregärung. *Der fortschrittliche Landwirt*, ÖAG-Sonderbeilage 7/2011, 11.
- RÖTZER, J., 2012: Professionelle Silageabdeckung. *Profi News* 1-2/2012, 54-55.
- RÖTZER, J., 2012: Die „richtige“ Farbe für Silofolien?. *Profi News* 1-2/2012, 58-59.
- RÖTZER, J., 2014: Unterschiede bei Stretchfolien. *Profi News*, 1-2/2014, 48-49.
- SCARASCIA-MUGNOZZA, G., C. SICA und G. RUSSO, 2012: Plastic materials in European agriculture: actual use and perspectives. *Journal of Agricultural Engineering* 42, 15-28.
- SCHECHTNER, G., 1993: Silowirtschaft im Wandel der Zeit. Österreichische Silagetagung, LFS Grabnerhof, BAL Gumpenstein, 13.-14.01.1993, 1-11.
- SCHULZ, H., 1967: Folien und Folienverschlüsse in der Silowirtschaft. *Mitt. DLG* 23 und 24, 1967.
- SNELL, H.G.J., C. OBERNDORFER, W. LÜCKE und H.F.A. VAN DEN WEGHE, 2002: Effects of the colour and thickness of polyethylene film on ensiling conditions and silage quality of chopped maize, as investigated under ambient conditions and in mini-silos. *Grass and Forage Science* 57, 342-350.
- SPIEKERS, H., H. NUBBAUM und V. POTTHAST, 2009: Erfolgreiche Milchviehfütterung, 5. erweiterte und aktualisierte Auflage mit Futtermittelkonservierung, DLG Verlag, Frankfurt am Main, 576 S.
- SPRAGUE, M.A. und B.B. TAYLOR, 1970: Forage composition and losses from orchardgrass silage as affected by maturity and nitrogen fertilization. *Agronomy journal* 62, 749-753.
- TRUMMER, F. und S. WIESER, 2017: Siloballenbeschädigung in der Praxis und Prüfung einer transparenten Stretchfolie hinsichtlich ihrer Reduktion von Vogelschäden an Rundballen. *Diplommatura*, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 90 S.
- TSCHERNER, M., R. RESCH, M. SCHWEIGER und S. KÖSTLER, 2016: Permanent oxygen monitoring in the fermentation atmosphere of grass silage using optochemical sensing technology. *Sensing in Food and Agriculture*, Cambridge UK, 29.-30. November 2016.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 2007: Methode 28.1.2 Futtermitteluntersuchung - Bestimmung der Keimgehalte an aeroben, mesophilen Bakterien, Schimmel- und Schwärzepilzen und Hefen. *Methodenbuch III*, 7. Ergänzung 2007. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WEINBERG, Z.G. und G. ASHBELL, 2003: Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Engineering Journal* 13, 181-188.
- WESTOVER, E., 1919: Making silage. *Extension Bulletin* 321, June 1919, Oregon Agricultural College, Extension Service, Corvallis Oregon, 12 S.
- WILKINSON, J.M. und D.R. DAVIES, 2012: The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science* 68, 1-19.
- WILKINSON, J.M. und J.S. FENLON, 2014: A meta-analysis comparing standard polyethylene and oxygen barrier film in terms of losses during storage and aerobic stability of silage. *Grass and Forage Science* 69, 385-392.
- WILKINSON, J.M., K.K. BOLSEN und C.J. LIN, 2003: History of silage: Silage Science and Technology. *Agronomy* 42, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1-30.
- ZIMMER, E., 1961: Kunststoff-Folien in der Silowirtschaft. *Landwirtsch. Wbl. Westf.-Lippe* 35/36, Ausg. A.

Bericht

45. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2018

Herausgeber:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

Druck, Verlag und © 2018

ISBN-13: 978-3-902849-59-5

ISSN: 1818-7722