

Abschlussbericht Maststier_hoch

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100676

Stiermast auf hohe Mastendgewichte bei unterschiedlicher Proteinversorgung in der Endmast – Einfluss auf Tageszunahmen, Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit

**Bull fattening to high live weight
with different protein levels in the finishing period
– impact on daily gains, slaughter performance,
eating quality and economics**

Projektleitung und Berichtlegung:

Dr. Margit Velik, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
DI Georg Terler, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Dr. Agnes Gotthardt, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

PD Dr. Andreas Steinwider, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Roland Kitzer, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Andrea Adelwöhrer, HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Ing. Josef Kaufmann, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektlaufzeit:

2010–2015

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Abstract	3
3	Einleitung und Fragestellung	4
4	Tiere, Material und Methoden	6
4.1	Futtermittel	6
4.2	Datenerhebung	7
4.2.1	<i>Untersuchung der Fleischqualität</i>	<i>8</i>
4.3	Statistische Auswertung	10
5	Ergebnisse	12
5.1	Inhaltsstoffe der Futtermittel	12
5.2	Mastleistung	13
5.2.1	<i>Futtermittelaufnahme</i>	<i>13</i>
5.2.2	<i>Nährstoffaufnahme und Nährstoffgehalt der Ration</i>	<i>13</i>
5.2.3	<i>Tageszunahmen</i>	<i>14</i>
5.2.4	<i>Futtermittelwertung</i>	<i>15</i>
5.2.5	<i>Wichtige Mastleistungs-Merkmale in den einzelnen Gewichtsbereichen</i>	<i>15</i>
5.2.6	<i>Vergleich Mastleistungs-Auswertung mit der Kovarianzstruktur $ar(1)$ bzw. cs</i>	<i>19</i>
5.3	Schlachtleistung	20
5.4	Fleischqualität	22
5.4.1	<i>Farbe, Wasserbindungsvermögen und Scherkraft des Fleisches</i>	<i>22</i>
5.4.2	<i>Fleisch-Inhaltsstoffe und Fleisch-Fettsäuren</i>	<i>28</i>
5.5	Pansensor – pH-Wert und Temperatur	31
5.6	Wirtschaftlichkeit	32
6	Diskussion	37
6.1	Mastleistung	37
6.1.1	<i>Futtermittel- und Nährstoffaufnahme</i>	<i>37</i>
6.1.2	<i>Tageszunahmen</i>	<i>38</i>
6.1.3	<i>Futtermittelverwertung</i>	<i>38</i>
6.2	Schlachtleistung	39
6.3	Fleischqualität	39
6.3.1	<i>Farbe, Wasserbindungsvermögen und Scherkraft des Fleisches</i>	<i>39</i>
6.3.2	<i>Fleisch-Inhaltsstoffe und Verkostung</i>	<i>40</i>
6.3.3	<i>Fleisch-Fettsäuren</i>	<i>41</i>
7	Schlussfolgerungen und Praxisempfehlungen	43
8	Literaturverzeichnis	45
9	Anhang	49

1 Zusammenfassung

In den letzten 20 Jahren sind in der Stiermast die Mastendgewichte kontinuierlich angestiegen, was unter anderem auf die veränderte Fleckvieh-Genetik zurückzuführen ist. Auch wird in der Rindermast der Einsatz von (Protein-)Kraftfuttermitteln kontrovers diskutiert und Versuche weisen darauf hin, dass insbesondere in der Endmast die Proteinversorgung gesenkt werden kann.

Im vorliegenden Versuch wurden 40 Fleckvieh-Stiere mit Maissilage *ad libitum* und einem Ø Kraftfutteranteil in der Ration von 33 % bis zu einer Mastendmasse von 690 kg (Gruppe 690) bzw. 760 kg (Gruppe 760) gemästet. Zusätzlich wurde bei der Hälfte der Stiere ab 500 kg Lebendgewicht das Proteinkraftfutter (PKF) um die Hälfte reduziert (p↓-Gruppe (reduzierte Proteinversorgung): 0,5 kg PKF und 2,6 kg Energiekraftfutter (EKF) FM; prax-Gruppe (praxisnahe Proteinversorgung): 1,0 kg PKF und 2,1 kg EKF).

Zwischen den 4 Versuchsgruppen (690, 760, p↓, prax) zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Tageszunahmen (Ø 1460 g), der Futteraufnahme sowie der Futterverwertung pro kg Zuwachs. Eine Erhöhung des Mastendgewichts von 690 auf 760 kg führte zu einem signifikant höherem Schlachalter (17,9 vs. 16,5 Monate), einer höheren Fettklasse (3,0 vs. 2,5) und einem geringeren Muskelfleischanteil (71 vs. 73 % vom Schlachtkörper). Die Proteinversorgung in der Endmast hatte keinen Einfluss auf die Schlachtleistung. Mastendgewicht sowie Proteinversorgung in der Endmast hatten keinen eindeutigen Einfluss auf Farbe, Saffthaltevermögen und Zartheit des Stierfleisches. Die Fleischreifung (7, 14 bzw. 21 Tage) beeinflusste die Fleischzartheit (Scherkraft) signifikant, wobei dieser Effekt im Englischen (*M. longissimus*) deutlich stärker ausgeprägt war als im Weißen Scherzel (*M. semitendinosus*). In der Gruppe 760 war der IMF-Gehalt des Fleisches signifikant höher als in der Gruppe 690 (2,0 vs. 1,5 %). Das Fettsäurenmuster des Fleisches wurde vom Mastendgewicht sowie vom Teilstück signifikant beeinflusst; diese Unterschiede sind zumindest teilweise mit Unterschieden im IMF-Gehalt erklärbar.

Der Versuch legt nahe, dass in der Stiermast Mastendgewichte von rund 750 kg sowie eine moderate Proteinreduktion in der Endmast zu keinen wesentlichen Veränderungen in Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität führen. Das Mästen auf höhere Mastendgewichte bringt unter den derzeitigen Marktbedingungen jedoch durchaus wirtschaftliche Vorteile.

Schlagwörter: Stiermast, hohe Mastendgewichte, Fleckvieh, Mastleistung, Schlachtleistung, Fleischqualität, Pansensensor, Wirtschaftlichkeit, Proteinversorgung, Bedarfsnormen

2 Abstract

Within the last 20 years, slaughter weights in bull fattening increased continuously, which is among other factors due to changes in Simmental breeding programme. Moreover, the use of (protein) concentrates is controversially discussed and experiments indicate that protein supply can be reduced during final fattening period.

In the present study, 40 Simmental bulls were fed on the basis of maize silage *ad libitum* and average concentrate contents of 33% in the ration until live weights of 690 kg (group 690) and 760 kg (group 760), respectively. Furthermore, during final fattening period (> 500 kg live weight), half of the bulls received only half amount of protein concentrates (PKF) (p↓-group (reduced protein supply): 0.5 kg PKF and 2.6 kg energy concentrate (EKF) on a FM basis; prax-group (common protein supply in practice): 1.0 kg PKF and 2.1 kg EKF).

Daily gains (Ø 1460 g), feed intake und feed efficiency per kg daily gain did not differ significantly between the 4 experimental groups (690, 760, p↓, prax). Increasing live weight from 690 to 760 kg significantly increased slaughter age (17.9 vs. 16.5 months), fat class (3.0 vs. 2.5) and reduced carcass muscle percentage (71 vs. 73%). Protein supply in the final fattening period did not affect slaughter performance. Final live weight and protein supply had no clear impact on colour, water holding capacity and tenderness of meat. Meat ageing (7, 14 and 21 days, respectively) markedly influenced meat tenderness (shear force); however, effect was more pronounced in *M. longissimus* than in *M. semitendinosus*. In group 760, IMF content was significantly higher than in group 690 (2.0 vs. 1.5%). Meat fatty acid profile was influenced by final live weight and muscle and differences can be partly explained by different IMF contents.

Results indicate that bull fattening to live weights of 750 kg as well as a moderate protein reduction during final fattening period have no marked impact on fattening and slaughter performance and meat quality. However, the fattening to higher live weights brings under the current market conditions definitely economic benefits.

Keywords: bull fattening, high final live weight, Simmental, fattening performance, carcass quality, meat quality, intraruminal bolus, economics, protein supply, requirements

3 Einleitung und Fragestellung

Laut STATISTIK AUSTRIA (2015) wurden 2014 rund 609.000 Rinder (Kühe, Kalbinnen, Ochsen, Stiere) geschlachtet; rund 46 % aller Rinderschlachtungen waren Stiere. Die Stiermast ist demnach in Österreich die wichtigste Rindermastform. Stiere werden fast ausschließlich in Mitteleuropa gemästet; in nichteuropäischen Ländern werden hauptsächlich Ochsen und Kalbinnen gemästet (DEBLITZ 2012). International findet sich daher größtenteils Literatur zu Rindermastversuchen mit Ochsen und Kalbinnen bzw. Literatur zur Stiermast mit niedrigeren Mastendgewichten bzw. jüngerem Schlachalter (PIEDRAFITA et al. 2003, ALBERTI et al. 2008).

Fleckvieh ist in Österreich mit einem Rasseanteil von rund 78 % die bedeutendste Rinderrasse.

In den letzten 20 Jahren ist das Mastendgewicht bei Stieren deutlich angestiegen. Bei Fleckvieh-Stieren lag das Mastendgewicht sowohl in der Praxis als auch bei den meisten wissenschaftlichen Versuchen im mitteleuropäischen Raum bis Ende der 1990er Jahre bei rund 650 kg (z.B. GRUBER und LETTNER 1991, AUGUSTINI et al. 1992, SCHWARZ et al. 1993, KIRCHGESSNER et al. 1995, SCHWARZ und KIRCHGESSNER 1995, SCHWARZ et al. 1995, STEEN 1995, STEINWIDDER et al. 2002, NÜRNBERG et al. 2005, BARTON et al. 2006, SAMI et al. 2006, STEINWIDDER et al. 2006a, STEINWIDDER et al. 2007, HOLLO et al. 2008, HAIGER und KNAUS 2010, GEUDER et al. 2012). Laut STATISTIK AUSTRIA (2010, 2015) lag das durchschnittliche Mastendgewicht von Stieren 1995 bei 665 kg, 2000 bei 661 kg, 2005 bei 671, 2010 bei 690 kg und 2014 bei 702 kg. DEBITZ et al. (2008) geben in einer Beschreibung aus dem Jahr 2008 zur deutschen Rindfleischproduktion ein maximales Mastendgewicht bei Stieren von 700 kg an. Laut BMLFUW (2015) lag bei den österreichischen Arbeitskreisbetrieben das durchschnittliche Mastendgewicht im Jahr 2014 bei 719 kg (Lebendgewicht ab Hof).

Wissenschaftliche Mastversuche mit Mastendgewichten über 650 kg sind im mitteleuropäischen Raum nach wie vor rar.

Für Stiermäster stellen höhere Mastendgewichte auf den ersten Blick auch höhere Erlöse dar. In Österreich ergibt sich der monetäre Wert des Rinderschlachtkörpers aus seinem Gewicht und der Einstufung laut Handelsklasse (EUROP) und Fettklasse (1-5). Somit erzielt der Landwirt durch schwerere Stiere einen höheren Verkaufspreis. Weitere Gründe für die höheren Mastendgewichte sind laut SPREIDLER (2004), WIEDNER et al. (2008) und GEUDER und PICKL (2014) (1) die hohen Kälber-/Fresserpreise sowie (2) die verstärkte Zucht von Fleckvieh in Richtung Milch, wodurch die Maststiere großrahmiger werden sowie einen höheren Futterverzehr und einen geringeren Muskelansatz aufweisen.

Fraglich ist allerdings, ob durch die höheren Futterkosten (Grundfutter- und vor allem Krafftutterkosten), bedingt durch die längere Mastdauer, tatsächlich auch der Gesamterlös (Deckungsbeitrag pro Stier) steigt.

Bei österreichischen Stiermastbetrieben gingen in den letzten Jahren höhere Mastendgewichte häufig mit einem hohen Anteil an zu fetten Schlachtkörpern (vor allem Rippen und Englischer) einher, die wiederum im Lebendmittelhandel schwer vermarktbar sind (WIEDNER et al. 2008). Die Verfettungsproblematik bei Mast auf hohe Mastendgewichte findet sich laut Praxisaussagen vorwiegend bei reinrassigen Fleckviehstieren, nicht so sehr bei Gebrauchskreuzungen mit Fleischrinderrassen. Besonders im letzten Mastabschnitt wird vermehrt Fett eingelagert, wobei zuerst Auflagenfett und intermuskuläres Fett gebildet wird und erst relativ spät das für eine gute Fleischqualität notwendige intramuskuläre Fett (Marmorierung) (AUGUSTINI 1987, WEGNER et al. 1998, STEINWIDDER 2003). Trotz hoher Schlachtkörperverfettung zeigt sich insbesondere bei reinrassigen Fleckvieh-Stieren nur ein geringer intramuskulärer Fettgehalt (IMF), welcher wiederum häufig mit einer schlechteren Fleischqualität (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack, Wasserbindungsvermögen, Fleischfarbe...) in Verbindung gebracht wird. Die Verfettungsproblematik sowie die geringe Marmorierung des Fleisches dürfte auch mit der Zucht in Richtung Milch zusammenhängen (WIEDNER et al. 2008).

Die Fleischqualität – auch wenn in Österreich am Schlachthof nur indirekt über die Fleisch- und Fettklassen bezahlt – stellt für den Konsumenten ein wichtiges Entscheidungskriterium dar Rindfleisch zu kaufen oder doch zu Schwein, Huhn und Pute zu greifen.

Die Grundfutterqualitäten haben sich in den letzten Jahren deutlich verbessert (höhere Energiegehalte der Maissilage), in der Praxis wurden/werden die Krafftuttermengen aber häufig nicht an die veränderten Grundfutterqualitäten angepasst. Hierin könnte auch ein Grund für die teilweise zu starke Verfettung von Stierschlachtkörpern liegen.

Eiweißfuttermittel (Soja- und Rapsextraktionsschrot etc.) sind teuer und deren Einsatz wird kontrovers diskutiert. In der Praxis wird auch in der Stier-Endmast zu einer eher hohen Proteinversorgung geraten (LFL 2014). Die Bedarfsnormen für die Protein- und Energieversorgung für Mastrinder stammen aus dem Jahr 1995 (GFE 1995). Ein mehrjähriger Versuch von STEINWIDDER et al. (2006b) weist darauf hin, dass die

Proteinversorgung in der Endmast (ab 500 kg Lebendgewicht) kaum mehr Einfluss auf die Tageszunahmen nehmen dürfte und dass insbesondere in der Endmast die Proteinversorgung über Eiweiß-Kraffuttermittel deutlich reduziert werden kann.

Es ist wissenschaftlich nicht ausreichend untersucht, wie sich höhere Mastendgewichte und eine Eiweißreduktion in der Endmast auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit der Stiermast auswirken. Da sich kaum nationale noch internationale wissenschaftliche Studien mit diesen Fragen befassten und befassen, wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Forschungsprojekt zu dieser Thematik durchgeführt.

Ziele des Projektes waren:

- Aufzeigen der Vorteile und Grenzen Stiere auf hohe Mastendgewichte (> 700 kg) zu mästen
- Untersuchung einer reduzierten Proteinversorgung in der Endmast
- Feststellen der Tageszunahmen, Futter- und Nährstoffaufnahme und Futterverwertung
- Aufzeigen von Unterschieden in der Schlachtleistung und Fleischqualität bei unterschiedlichen Mastendgewichten und Proteinversorgungen in der Endmast
- Betriebswirtschaftliche Bewertung der Stiermast auf hohe Mastendgewichte und mit Proteinreduktion in der Endmast
- Einsatz intraruminaler Pansensoren zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Pansen

4 Tiere, Material und Methoden

Im der vorliegenden Arbeit wurden 40 Stiere der Rasse Fleckvieh (2 Durchgänge mit jeweils 20 Stieren) im Maststall der HBLFA Raumberg-Gumpenstein gemästet. Die Mast erfolgte in einem Tretmiststall in Boxen zu je 5 Stieren. Die Stiere wurden als Fresser (ca. 170 kg Lebendgewicht) über die Österreichische Rinderbörse zugekauft. Die Auswahl der Tiere oblag der Österreichischen Rinderbörse. Die Stiere des ersten Durchgangs wurden im November 2010 zugekauft, jene des zweiten Durchgangs im Februar 2012. In **Tabelle 1** sind Informationen zum Fremdrasse-Anteil der Stiere sowie zum Zuchtwert der Elterntiere angegeben. Im ersten Durchgang musste ein Stier aufgrund einer Beinverletzung vorzeitig geschlachtet werden. Die Daten dieses Stieres wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Im zweiten Durchgang wurde kurz nach Versuchsbeginn ein Stier (Kümmerer) durch einen ähnlich alten und schweren Stier aus der Mutterkuhherde der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ersetzt. Somit wurden insgesamt die Daten von 39 Stieren ausgewertet.

Tabelle 1: Fremdrasseanteil der Fleckvieh-Stiere und Zuchtwert der Elterntiere

	Mittelwert	Standardabweichung
Fremdrasse-Anteil ^a , %	10,5	11,2
Zuchtwert* Väter		
Gesamt	122	9,1
Milch	155	8,4
Fleisch	103	8,5
Fitness	111	10,7
Zuchtwert Mütter		
Gesamt	103	9,2
Milch	100	9,4
Fitness	102	8,7

*Der Zuchtwert war für 30 Väter und 37 Müttern der insgesamt 39 Stiere bekannt

^a25 der 39 Stiere hatten einen Fremdrasse-Anteil

Die Stiere wurden nach Lebendgewicht, Alter und bisherigen Tageszunahmen in vier Gruppen geteilt. In den ersten 3 Wochen nach Zukauf wurden die Stiere an die Futterration und die Calan Türchen, welche die Messung der tierindividuellen Futteraufnahme ermöglichen, angewöhnt.

Pro Durchgang wurden 10 Stiere auf 690 kg (**Gruppe 690**) bzw. 760 kg (**Gruppe 760**) Lebendgewicht gemästet. Um einen Boxeneffekt weitestgehend auszuschließen, befanden sich je 2 bzw. 3 Stiere des jeweiligen Mastendgewichts in einer Box. Zusätzlich zu den zwei Mastendgewichten wurden in der Endmast (ab 500 kg Lebendgewicht) 2 unterschiedliche Proteinniveaus (**Gruppe prax bzw. Gruppe p↓**) gefüttert (Details siehe **Tabelle 2 und Kapitel 4.1**).

4.1 Futterration

Die Grundfutterration bestand aus Maissilage *ad libitum*. Über den gesamten Versuch wurden den Tieren täglich 0,3 kg Heu Frischmasse (FM) zusätzlich zur Maissilage vorgelegt. Die Kraftfuttergaben sind **Tabelle 2** zu entnehmen. Im mittleren Mastabschnitt (350 bis 500 kg) wurde die Kraftfuttermenge etwas reduziert, um einer frühzeitigen Verfettung entgegenzuwirken (BECKENBAUER et al. 1984, STEINWIDDER 2003, WIEDNER et al. 2008).

Tabelle 2: Versuchsplan

Kategorie	Stiere			
Genetik	Fleckvieh			
Tierzahle	20 je Gewichtsguppe			
Grundfutter	Grundfutterration: Maissilage <i>ad libitum</i> , 0,3 kg Heu Mineralstoffergänzung, Futterkalk, Viehsalz			
Gruppe Gewicht	690		760	
Gruppe Protein	p↓	prax	p↓	prax
Kraftfutter* ≤500 kg Lebendgewicht	150 - 220 kg: 1,2 kg PKF ¹ , 1,3 kg EKF ² 221 - 350 kg: 1,1 kg PKF, 1,8 kg EKF 351 - 500 kg: 1,1 kg PKF, 1,4 kg EKF			
Kraftfutter* >500 kg Lebendgewicht	0,5 kg PKF 2,6 kg EKF	1,0 kg PKF 2,1 kg EKF	0,5 kg PKF 2,6 kg EKF	1,0 kg PKF 2,1 kg EKF
Mastendgewicht	690 kg		760 kg	

*Kraftfuttermengen in kg Frischmasse pro Tier und Tag

¹Proteinkraftfutter, ²Energiekraftfutter

Das Kraftfutter bestand aus einem Energie- und einem Proteinkraftfutter. Das Energiekraftfutter (EKF) bestand zu 2/3 aus Mais und zu je 1/6 aus Weizen und Gerste. Das Proteinkraftfutter (PKF) setzte sich zu 3/4 aus Sojaextraktionsschrot 44 und zu 1/4 aus Rapsextraktionsschrot zusammen. Das Kraftfutter wurde täglich in zwei Teilgaben (morgens und abends) vorgelegt. Ab 500 kg Lebendgewicht wurden in jeder der zwei Gewichtsgruppen je 10 Stiere mit praxisnaher (1 kg PKF und 2,1 kg EKF FM pro Tier und Tag) (**Gruppe prax**) bzw. reduzierter (0,5 kg PKF und 2,6 kg EKF FM pro Tier und Tag) (**Gruppe p↓**) Proteinergänzung gefüttert.

Zusätzlich erhielten die Stiere täglich 80 g Mineralstoffmischung (Garant, Rimin Mast B) (bis 250 kg Lebendgewicht 50 g), 50 g Futterkalk (bis 250 kg 25 g) und 10 g Viehsalz pro Tier gemeinsam mit dem Kraftfutter.

4.2 Datenerhebung

Die Futteraufnahme wurde täglich erhoben und wöchentlich mit Hilfe eines selbstprogrammierten EDV-Rationsprogramms an die Futteraufnahme der Vorwoche angepasst.

Die Stiere wurden wöchentlich gewogen. Von Maissilage, Heu sowie dem Energie- und Proteinkraftfutter wurde monatlich jeweils eine gepoolte Futterprobe gezogen. Diese gepoolten Proben wurden auf ihre Inhaltsstoffe (Weender Analyse, Gerüstsubstanzen, Cellulase-Methode, Mengen- und Spurenelemente) untersucht (VDLUFA 1976). Die Trockenmasse (TM) des Kraftfutters und des Heus wurde einmal pro Woche, die TM der Maissilage jeden Tag (Montag bis Freitag; für Samstag und Sonntag wurden die TM-Gehalte von Freitag herangezogen) bestimmt.

Die Stiere erhielten am Tag der Schlachtung bei der Morgenfütterung nur mehr geringe Futtermengen, die Möglichkeit zur Wasseraufnahme blieb bestehen. Die Schlachtung erfolgte im Laufe des Vormittags.

Die Zerlegung der Schlachtkörper erfolgte nach der DLG-Schnittführung (SCHEPER und SCHOLZ 1985, **Abbildung 1**). Es wurden umfassende Schlachtleistungsdaten (Schlachtkörpergewicht, Ausschlachtung, Gewicht der Teilstücke, Fettanteil, Fleischklasse, Fettklasse, Muskel-, Knochen-, Fettgewebeanteil etc.) erhoben. Die Fleisch- und Fettklasse der Schlachtkörper wurde anhand des EUROP Rinderschlachtkörper-Bewertungssystems beurteilt (Fleischklasse E = ausgezeichnet, P = gering; Fettklasse 1 = mager, 5 = sehr fett) (EG 1981). Der Muskelfleisch-, Fett- und Knochenanteil wurde nach folgenden Formeln von KÖGEL (1998) berechnet:

Muskelfleischanteil = $51,36 - 0,6681 \cdot \text{Nierentalganteil (\%)} + 3,6 \cdot \text{Fettklasse (2)} - 1,35 \cdot 4 \text{ Füße (\%)} - 1,386 \cdot \text{Schlachtgewicht/HI (kg/cm)} + 0,0891 \cdot \text{Rückenmuskelfläche/HI (\%)} + 0,3801 \cdot \text{Schlachtausbeute (\%)}$

Fettgewebeanteil = $35,5 - 1,04 \cdot \text{Nierentalganteil (\%)} - 3,90 \cdot \text{Fettklasse (2)} - 0,1619 \cdot \text{Pistolenanteil (\%)} - 0,0636 \cdot \text{HI (cm)} + 3,068 \cdot \text{Schlachtgewicht/HI (kg/cm)} - 0,0778 \cdot \text{Rückenmuskelfläche/HI} - 0,2187 \cdot \text{Schlachtausbeute (\%)}$

Knochenanteil = $3,81 - 0,2305 \cdot \text{Nierentalganteil (\%)} + 0,0725 \cdot \text{Pistolenanteil (\%)} + 0,0193 \cdot \text{HI (cm)} + 2,857 \cdot 4 \text{ Füße (\%)} - 0,021 \cdot \text{Rückenmuskelfläche/HI (\%)} + 1,25 \cdot \text{EUROP (2)}$

Hälftenlänge, Keulenumfang und Keulenspiralmaß wurden wie in AUGUSTINI et al. (1987) beschrieben gemessen.

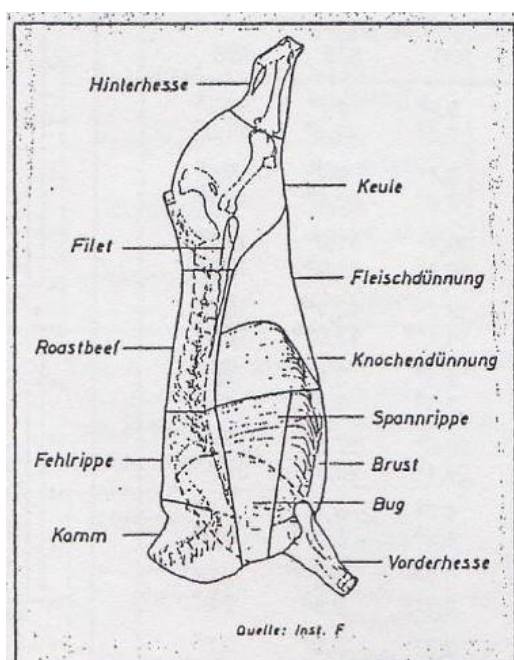


Abbildung 1: Teilstücke gemäß DLG-Schnittführung

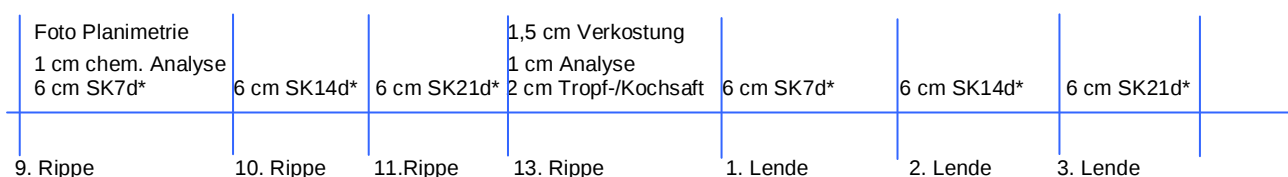
Im ersten Durchgang wurden von 4 Stieren im Abstand von 60 Tagen pansenphysiologische Parameter mit Hilfe von Pansensensoren erhoben (siehe **Kapitel 5.5**).

4.2.1 Untersuchung der Fleischqualität

Die Fleischqualitäts-Untersuchungen wurden im Fleischqualitätslabor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Sämtliche Fleischuntersuchungen (Ausnahme Fleischprobe für Fettsäurenmuster) wurden an den frischen (nicht zuvor eingefrorenen) Fleischproben durchgeführt.

Im Zuge der Schlachtkörper-Zerlegung 7 Tage *post mortem* wurden aus dem Rückenmuskel (*Musculus longissimus dorsi*) und dem Weißen Scherzel (*Musculus semitendinosus*) Proben für Fleischqualitäts-Untersuchungen entnommen. Anschließend wurden diese Fleischstücke gekühlt (2°C) bis 7, 14 bzw. 21 Tage nach der Schlachtung in Vakuumsäcken gereift und unmittelbar danach untersucht.

Das Fleischprobenahme-Schema am Rostbraten/Beiried (Englischer) bzw. Weißen Scherzel war wie folgt (9. Rippe entspricht beim Weißen Scherzel „vorne“ und die 3. Lende beim Weißen Scherzel „hinten“):



*Rostbraten (9., 10., 11. Rippe): Scherkraft **gegrillt** (runder Querschnitt) mit **dreieckigem** Scherblatt; Scherkraft **gekocht** (quadratischer Querschnitt) mit **quadratischem** Scherblatt

*Beiried (1., 2., 3. Lende): Scherkraft **gekocht** (runder Querschnitt) mit **dreieckigem** Scherblatt, Scherkraft **gegrillt** (quadratischer Querschnitt) mit **quadratischem** Scherblatt

Von der 9. Rippe (jedoch nicht vom Weißen Scherzel) wurde mit der Kamera Olympus E-520 (ohne Blaufilter) ein Foto (samt anheftendem Gewebe und Knochen) gemacht und anschließend mit der Bildanalyse-Software PiCed Cora (Version 9.99) die Rückenmuskelfläche planimetriert.

Der Tropfsaft wurde von einer ca. 100 g schweren Fleischprobe direkt nach der Zerlegung bestimmt. Hierfür wurde die Fleischprobe (reines Muskelfleisch) auf einen Gitterrost in einen oben geschlossenen Plastikbecher gelegt und nach 48 Stunden Lagerung im Kühlschrank zurückgewogen. Anschließend wurde aus dieser Probe der Kochsaftverlust (Kochsaft_1 im Ergebnisteil) ermittelt. Zur Kochsaftbestimmung wurde die Fleischprobe in einen oben umgeschlagenen Plastiksack gegeben und für 50 Minuten in einem 70°C warmen Wasserbad gegart, anschließend 40 Minuten in einem 20°C kalten Wasserbad abgekühlt und abschließend rückgewogen. Zur Bestimmung der Inhaltsstoffe (Trockenmasse (TM), Asche, Eiweiß, Fett) und Fettsäuren (**Tabelle 3**) wurde jeweils eine ca. 100 g schwere Probe von der 9. und 13. Rippe gezogen. Die Inhaltsstoffe wurden am frischen Fleisch untersucht (**ACKER et al. 1968**), die Fleischproben für die Fettsäuren-Untersuchung wurden bis zur Analyse bei -20°C eingefroren.

Von der 13. Rippe wurde zusätzlich eine ca. 1,5 cm dicke Fleischprobe für die Verkostung gezogen. Die Verkostung erfolgte von 4 geschulten Mitarbeitern der HBLFA Raumberg-Gumpenstein anhand einer 6-teiligen Bewertungsskala (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack, Gesamteindruck; 1 jeweils schlechteste und 6 jeweils beste Bewertung). Die Fleischproben wurden auf einem Plattengriller (200°C Plattentemperatur; Fa. Silex) bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 70°C gegrillt.

Die Proben zur Bestimmung der Scherkraft (=Zartheit) wurden 7, 14, bzw. 21 Tage im Vakuumsack im Kühlschrank gereift. Zu jedem Reifezeitpunkt wurde sowohl die Scherkraft gegrillt als auch die Scherkraft gekocht untersucht. Hierzu wurde die Fleischprobe zuerst in der Mitte geteilt (jede Fleischprobe jeweils rund 3 cm dick). Am frischen Anschnitt wurde zu jedem Reifezeitpunkt die Fleischfarbe mit dem Farbmessgerät Konica Minolta 2500d (CIELAB-Farbsystem) gemessen. Die Farbe wurde pro Fleischstück an 5 verschiedenen Stellen gemessen und daraus der Mittelwert gebildet. Die Fleischfarbe wurde anschließend nochmals nach 2 Stunden Lagerung im Kühlschrank (Fleischoberfläche wurde mit Sauerstoff durchlässiger Frischhaltefolie bedeckt) gemessen.

Von der einen Probenhälfte wurde jeweils der Grillsaftverlust (warm und kalt) und anschließend die Scherkraft_{gegrillt} untersucht. Für die Bestimmung von Grillsaftverlust und Scherkraft_{gegrillt} wurden die Fleischproben auf einem Doppelplattengrill (200°C Plattentemperatur; Fa. Silex) bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 60°C erhitzt.

Die Messung der Scherkraft erfolgte mit dem Gerät Instron 3365 ausgestattet mit einem dreieckigen (= für Proben mit runden Querschnitt) bzw. quadratischen Scherblatt (=für Proben mit quadratischem Querschnitt). Die Bestimmung der Scherkraft_{gegrillt} wurde sowohl mit dem dreieckigen Scherblatt (Rostbraten) als auch mit dem quadratischen Scherblatt (Beiried) durchgeführt, um methodische Unterschiede zwischen dem dreieckigen und quadratischen Scherblatt statistisch erfassen zu können. Aus jeder abgekühlten Fleischprobe wurden mindestens 10 Fleischkerne ausgestochen. Beim Rostbraten (9., 10. und 11. Rippe) wurden die ge-

grillten Fleischkerne mit einem speziellen Fleischbohrer (halber Zoll Durchmesser = 1,27 cm; runder Querschnitt der Fleischkerne) längs zur Faserrichtung ausgestochen. Vom Beiried (1., 2. und 3. Lende) wurden die gegrillten Fleischkerne mit einem Skalpell längs der Faserrichtung geschnitten, sodass die Fleischproben einen quadratischen Querschnitt von 1×1 cm aufwiesen.

Für die Prüfung der zylindrischen Fleischkerne wurde stets ein dreieckiges und für die quadratischen Proben ein quadratisches Scherblatt verwendet. Als Maßeinheit wurde die für das Durchdrücken des Fleischstücks maximal benötigte Kraft (in kg; 1 kg entspricht 9,81 Newton) aufgezeichnet. Für die statistische Auswertung wurde von den 10 Fleischkernen jeweils der Durchschnitt berechnet.

Die andere Hälfte der Fleischproben wurde für die Bestimmung der Scherkraft_{gekocht} verwendet. Hierfür wurde die Fleischprobe in einen oben umgeschlagenen Plastiksack gelegt, für 50 Minuten in einem 70°C warmen Wasserbad gegart und anschließend 40 Minuten in einem 20°C kalten Wasserbad abgekühlt (= Kochsaft_2 im Ergebnisteil). Zur Ermittlung der Scherkraft_{gekocht} wurden vom Rostbraten quadratische Fleischkerne (mit dem quadratischen Scherblatt) und vom Beiried runde Fleischkerne (mit dem dreieckigen Scherblatt) geschert.

Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF-Gehalt) des Fleisches wurde zusätzlich mittels der „Marbling Photographs“ des National Livestock and Meat Board beurteilt (**Abbildung 2**, USDA 8843 1981).

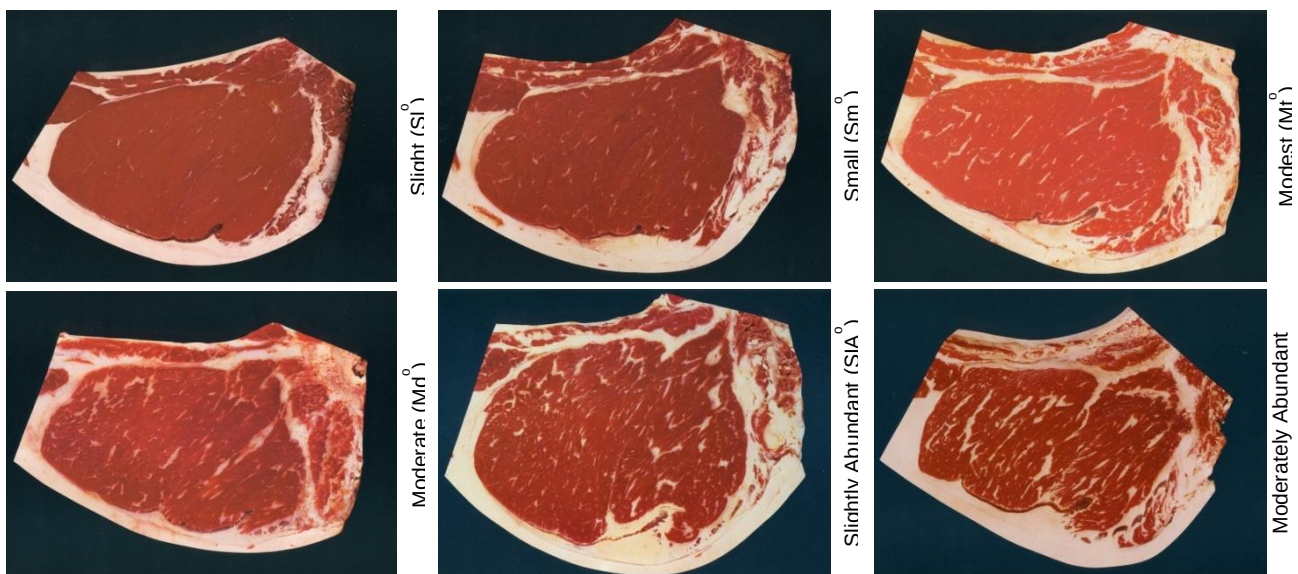


Abbildung 2: 6-teilige Bewertungsskala für den Gehalt an IMF im Rückenmuskel (USDA 8843, 1981)

Die Fettsäuren-(FA)-Untersuchungen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Extraktion des Fettes für die Fettsäuren-Untersuchung erfolgte nach der von FOLCH et al. (1957) entwickelten Methode mit leichter Modifikation. Die Derivatisierung zu FA-Methylester (FAME) erfolgte nach DGF (2006). Die Bestimmung der Einzel-FA erfolgte mittels Gaschromatographen (Varian, Modell 3900) ausgestattet mit einem Flammen-Ionisations-Detektor, einem automatischen Injektor, einem Split-Injektor sowie mit der Säule Supelco SPTM 2380 (100 m×0,25mm×0,2µm Filmdicke). Die Injektions- und Detektionstemperatur betrugen 250 bzw. 260°C. Als Trägergas diente Helium; es wurde eine konstante Druck-Methode (Säulendruck 3,4 bar) verwendet. Die Säulentemperatur wurde zu Beginn für 1 Minute bei 60°C gehalten; dann wurde die Temperatur mit 8°C pro Minute bis auf 120°C und anschließend mit 1,5°C pro Minute bis auf 240°C erhöht. Für die Peak-Identifikation wurde ein Standardmix von 37 FAME (Supelco Inc.) sowie individuelle Standards von Supelco, Matreya und Larodan verwendet. Jede Einzel-FA (FA) wurde als g/100 g Gesamt-FA ausgedrückt. In **Tabelle 3** sind sämtliche analysierte Einzel-FA aufgelistet.

Tabelle 3: Liste der analysierten Einzelfettsäuren

gesättigte FA ¹ (SFA)	einfach ungesättigte FA ¹ (MUFA)	mehrfach ungesättigte FA ¹ (PUFA)	
C 8:0	C 14:1	C 18:2 trans 9,12	Omega-6 (Ω6)
C 10:0	C 16:1 trans 9	C 18:2 cis 9,12	
C 12:0	C 16:1 cis 9	C 18:3 cis 6,9,12	
C 13:0	C 17:1	C 20:2	
C 14:0	Σ C 18:1 trans	C 20:3 cis 8,11,14	
C 15:0	C 18:1 cis 9	C 20:4	
C 16:0	C 18:1 cis 11	C 22:4	
C 17:0	C 20:1	C 22:5 cis 4,7,10,13,16	
C 18:0	C 24:1	C 18:3 cis 9,12,15 (ALA ²)	Omega-3 (Ω3)
C 20:0		C 20:3 cis 11,14,17	
C 22:0		C 20:5 (EPA ³)	
C 23:0		C 22:5 cis 7,10,13,16,19 (DPA ⁴)	
C 24:0		C 22:6 (DHA ⁵)	
		CLA cis 9, trans 11	CLA (konjugierte Linolsäure)
		CLA cis 9, cis 11	

¹Fettsäure

²α-Linolensäure, ³Eicosapentaensäure, ⁴Docosapentaensäure, ⁵Docosahexaensäure

4.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 (Statistical Analysis System, Version 9.4, 2013). Alle Merkmale wurden mit der Prozedur Univariate auf Normalverteilung getestet. Das Signifikanzniveau wurde bei 0,05 angesetzt. P-Werte zwischen 0,05 und 0,10 galten als tendenzielle. In den Ergebnistabellen sind die Least Square Means (LSMeans), Residualstandardabweichungen (s_e) und P-Werte dargestellt. Bei Auswertungen mit der Prozedur GLM wird in den Ergebnistabellen zusätzlich das Bestimmtheitsmaß (R^2) dargestellt. Unterschiedliche Hochbuchstaben deuten auf signifikante (^{a,b,c,d}) bzw. tendenzielle (^{x,y}) Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hin.

Die Mastleistungs-Daten wurde mit der Prozedur MIXED ausgewertet. Fixe Effekte waren Mastendgewicht (690 vs. 760 kg), Proteinversorgung_Endmast (p↓ vs. prax), Durchgang (1,2), Box (1 bis 4), Versuchswoche (1 bis 65) und Tier (1 bis 39). Im Modell waren die unabhängigen Variablen Mastendgewicht, Proteinversorgung_Endmast und Durchgang enthalten. Die Wechselwirkung Mastendgewicht*Proteinversorgung_Endmast war nicht signifikant und wurde daher im Modell nicht berücksichtigt. Box*Durchgang wurde als zufälliger Effekt ins Modell genommen. Im repeated Statement stand die Versuchswoche und als sub-Statement (= kleinste experimentelle Einheit) das Tier. Aus der Literatur ist bekannt, dass bei Mast- bzw. Laktationsverläufen die ar(1)-Kovarianzstruktur meist am besten geeignet ist. Auf Basis der Anpassungsstatistik (statistisches Modell mit niedrigstem AIC und BIC) wurde von uns eine autoregressive Kovarianzstruktur [(ar(1))] gewählt (LITTELL et al. 1998, 2006). Es ist zu berücksichtigen, dass für die Mastleistungs-Daten bei Wahl der compound-symmetry-[(cs)]-Kovarianzstruktur die AIC und BIC-Werte höher waren und deutlich mehr signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auftraten. Hierauf wird im Ergebnisteil im **Kapitel 5.2.6** näher eingegangen. Die Kenward-Rodger-Korrektur wurde zur Berücksichtigung der geringen Tieranzahl und zur Ermittlung der korrekten Freiheitsgrade verwendet (LITTELL et al. 2006).

Weiters wurden für wesentliche Mastleistungs-Merkmale die Gewichtsbereiche 200-300 kg, 300-400 kg, 400-500 kg, 500-600 kg, 600-700 kg und 700-760 kg jeweils getrennt mit dem gleichen, oben beschriebenen Modell ausgewertet.

Die Daten für die Schlachtleistung wurden mit einem Allgemeinen linearen Modell (GLM-Modell) mit den fixen Effekten Mastendgewicht (690 vs. 760 kg) und Proteinversorgung_Endmast (p↓ vs. prax) ausgewertet. Die Wechselwirkung Mastendgewicht*Proteinversorgung_Endmast war für kein Schlachtleistungsmerkmal signifikant und wurde daher im Modell nicht berücksichtigt. Der Durchgang wurde ebenfalls nicht im Modell berücksichtigt.

Die Fleisch- und Fettklasse sowie die Verkostungs-Ergebnisse waren nicht normalverteilt, weshalb für diese Merkmale der nicht-parametrische Wilcoxon-Test verwendet wurde.

Die Fleischqualitäts-Merkmale (außer Fettsäuren sowie Tropfsaftverlust und Kochsaftverlust_1) wurden mit der Prozedur MIXED ausgewertet. Fixe Effekte waren Mastendgewicht (690 vs. 760 kg), Proteinversorgung_Endmast (p↓ vs. prax), Tier (1 bis 39), Reifedauer (7, 14, 21 Tage) und Teilstück (Rostbraten, Beiried, Weißes Scherzel vorne bzw. hinten). Im Modell waren die unabhängigen Variablen Mastendgewicht, Proteinversorgung_Endmast, Reifedauer und Teilstück enthalten. Folgende Einfach-Wechselwirkungen wurden im Modell berücksichtigt: Mastendgewicht*Proteinversorgung_Endmast, Mastendgewicht*Reifedauer und Mastendgewicht*Teilstück. Durchgang (1,2) und Box (1 bis 4) wurden bei den Fleischqualitäts-Auswertungen nicht im Modell berücksichtigt. Im repeated Statement stand die Reifedauer und als sub-Statement das Tier innerhalb Teilstück. Auf Basis der Anpassungsstatistik wurde eine autoregressive Kovarianzstruktur gewählt (LITTELL et al. 1998, 2006). Bei der Fleischqualität zeigten sich zwischen der ar(1)- und cs-Kovarianzstruktur in den AICs, LSMeans und P-Werten keine wesentlichen Unterschiede. Die Kenward-Rodger-Korrektur wurde zur Berücksichtigung der geringen Tieranzahl und zur Ermittlung der korrekten Freiheitsgrade verwendet (LITTELL et al. 2006).

Scherkraft gegrillt und gekocht wurden mit dem oben genannten Modell ausgewertet, allerdings wurden im Modell nur die Teilstücke Englischer bzw. Weißes Scherzel unterschieden, da am Rostbraten bzw. Weißen Scherzel vorne die Scherkraft_{gegrillt} mit dem dreieckigen Scherblatt und am Beiried bzw. Weißen Scherzel hinten die Scherkraft_{gegrillt} mit dem quadratischen Scherblatt ermittelt wurde (siehe auch [Kapitel 4.2.1](#)).

Für die Fleischqualität wurde noch eine zusätzliche Auswertung mit der Prozedur MIXED mit Reifedauer (7, 14, 21 Tage) und Teilstück (Englischer, Weißes Scherzel) sowie der Wechselwirkung Reifedauer*Teilstück als unabhängige Effekte durchgeführt. Reifedauer war als wiederholte Messung im Modell sowie Tier innerhalb Teilstück innerhalb Wiederholung (pro Tier und Teilstück und Reifedauer gab es 2 Wiederholungen) als Subeffekt. Die Effekte Mastendgewicht und Proteinversorgung_Endmast wurden in diesem Modell nicht berücksichtigt.

Die pro Tier nur einmal gemessenen Fleischqualitäts-Merkmale Tropfsaftverlust, Kochsaftverlust_1 und Rückenmuskelfläche wurden gleich wie die Schlachtleistungs-Merkmale mit der Prozedur GLM mit Mastendgewicht (690 vs. 760 kg) sowie Proteinversorgung_Endmast (p↓ vs. prax) als fixe Effekte ausgewertet.

Die Fettsäuren sowie die Fleischinhaltsstoffe (TM, Protein, Asche, Fett) [hier lag pro Tier und Teilstück (Rostbraten 9. bzw. 13 Rippe, Weißes Scherzel vorne bzw. hinten) nur ein Messwert vor] wurden mit einem GLM-Modell mit den fixen Effekten Mastendgewicht (690 vs. 760 kg), Proteinversorgung_Endmast (p↓ vs. prax) und Teilstück sowie der Wechselwirkung Mastendgewicht*Proteinversorgung_Endmast ausgewertet.

In sämtlichen Modellen (GLM und MIXED) wurden die paarweisen Mittelwert-Vergleiche mit dem Tukey-Test durchgeführt.

Korrelationen zwischen wichtigen Schlachtleistungs- und Fleischqualitäts-Merkmalen sowie zwischen dem intramuskulärem Fettgehalt (IMF) und wichtigen Fettsäuren wurden in SAS mittels der Prozedur „Proc corr spearman“ ausgewertet. Proc corr spearman (anstatt proc corr pearson) wurde aufgrund der nicht linearen Zusammenhänge zwischen den Merkmalen gewählt.

5 Ergebnisse

5.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel

Aus **Tabelle 4** sind die Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel zu entnehmen.

Tabelle 4: Energie- und Nährstoffgehalte der eingesetzten Futtermittel

g/kg TM wenn nicht anders angegeben	Heu	Maissilage	Energiekraftfutter ^a (EKF)	Proteinkraftfutter ^b (PKF)
TM, g/kg FM	895	315	883	901
XP	138	75	96	493
RDP	110	60	59	344
Mikrobenprotein (MB)	98	109	130	133
UDP	28	20	39	147
nXP	127	130	170	284
RNB	2	-8	-11	33
XL	24	34	35	19
XF	270	240	28	80
XX	476	597	818	340
OM	907	955	982	929
XA	93	45	18	71
CHO	746	846	851	418
NDF	505	472	156	154
ADF	309	266	35	116
ADL	36	25	6	27
Hemizellulose (HEM)	196	207	133	39
Zellulose (CEL)	272	243	30	88
Nichtfaserkohlenhydrate (NFC)	241	374	695	263
ME ¹ , MJ/kg TM	9,3	10,7	14,1	13,4
Ca	7,2	1,9	0,3	4,4
P	2,7	2,3	3,3	8,4
Mg	3,1	1,4	1,2	4,0
K	18,4	11,9	5,3	21,1
Na	0,4	0,1	0,1	0,1
Mn, mg/kg TM	113,4	25,7	13,1	42,8
Zn, mg/kg TM	33,5	21,8	23,5	59,8
Cu, mg/kg TM	10,7	5,3	2,6	12,5

¹Cellulase-Methode

^a2/3 Mais, 1/6 Weizen, 1/6 Gerste

^b3/4 Sojaextraktionsschrot 44, 1/4 Rapsextraktionsschrot

Die Maissilage hatte durchschnittliche Energiegehalte von 10,7 MJ ME. In Ackerbau-Gunstlagen werden um bis zu 0,5 MJ ME höhere Energiegehalte erreicht (11,0 MJ ME und darüber). Das Ennstal ist hinsichtlich Maissilage-Anbau eine Grenzertragslage. Um die Unterschiede in der Maissilagequalität gegenüber typischen Stiermastbetrieben in Gunstlagen weitestgehend auszugleichen, wurden im vorliegenden Versuch etwas höhere Energiekraftfutter-Mengen als zumeist in der Praxis üblich eingesetzt.

Zwischen erstem und zweitem Versuchsdurchgang fanden sich keine wesentlichen Unterschiede in der Futtermittelqualität. So hatte die Maissilage beispielsweise im 1. bzw. 2. Durchgang einen TM-Gehalt von 31 bzw. 32 %, einen Proteingehalt von 76 bzw. 75 g und einen ME-Gehalt von 10,8 bzw. 10,5 MJ. Beim Proteinkraftfutter fand sich im 1. Durchgang ein XP-Gehalt von 500 g und im 2. Durchgang von 486 g.

In den Ergebnistabellen ist zu beachten, dass die Gruppenmittelwerte keine arithmetischen Mittelwerte sind, sondern LSMeans aus der statistischen Auswertung. Arithmetische Mittelwerte und LSMeans können je nach gewähltem statistischem Modell deutlich voneinander abweichen. Unterschiedliche Hochbuchstaben deuten auf signifikante (^{a,b,c,d}) bzw. tendenzielle (^{x,y}) Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hin.

5.2 Mastleistung

Zwischen den beiden Versuchsdurchgängen wurden für alle wesentlichen Mastleistungs-Merkmale keine statisch signifikanten Unterschiede gefunden, weshalb der Durchgang in den Ergebnistabellen nicht extra ausgewiesen wird.

5.2.1 Futteraufnahme

Tabelle 5: Futteraufnahme der Fleckvieh-Stiere in den Versuchsgruppen

in kg TM/Tag, wenn nicht anders angegeben	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert	
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
Futteraufnahme _{gesamt}	8,2	8,5	8,1	8,7	2,8	0,716	0,424
Grundfutteraufnahme	5,7	6,0	5,5	6,1	2,5	0,652	0,374
Heu	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,679	0,648
Maissilage	5,4	5,7	5,3	5,8	2,5	0,653	0,374
Kraftfutteraufnahme	2,6	2,6	2,6	2,6	0,3	0,824	0,620
Energiekraftfutter (EKF)	1,75^a	1,52^b	1,62	1,65	0,4	0,018	0,719
Proteinkraftfutter (PKF)	0,74^b	0,95^a	0,85	0,84	0,2	<0,001	0,867
Kraftfutteranteil, %	33	33	34	32	8,8	0,729	0,215
Futteraufnahme, g TM/ kg LM/d	20	21	20	20	4,7	0,506	0,756
Futteraufnahme, g TM/ kg LM ^{0,75} /d	87^b	91^a	88	90	10,7	0,015	0,345

In der Futteraufnahme (Grundfutter- und Gesamtfutteraufnahme) zeigten sich numerische Unterschiede von bis zu 0,6 kg TM zugunsten der Versuchsgruppen „760“ bzw. „prax“; diese Unterschiede konnten allerdings mit dem gewählten statistischen Modell [ar(1) Kovarianzstruktur] nicht abgesichert werden (siehe auch **Kapitel 5.2.6**, das die Ergebnisse bei 2 unterschiedlichen Kovarianzstrukturen ([ar(1) und cs] vergleicht). Einzig in der Futteraufnahme (g TM) pro kg metabolischem Lebendgewicht konnten signifikante Unterschiede zwischen den beiden Versuchsgruppen „Proteinversorgung_Endmast“ festgestellt werden (**Tabelle 5**).

Die signifikanten Unterschiede in der Aufnahme an EKF bzw. PKF zwischen den beiden Proteinversorgungsgruppen von durchschnittlich rund 250 g TM/Tag (= 300 g FM/Tag) ergaben sich aus dem Versuchsplan. Der Kraftfutteranteil in der Ration lag im Versuch bei durchschnittlich 33 %. Im Gewichtsbereich 200 - 300 kg betrug der Kraftfutteranteil der Ration rund 41 %, von 300 - 400 kg rund 32 %, in den Gewichtsbereichen 400 - 700 kg rund 27 % und im Gewichtsbereich > 700 kg rund 25 %.

5.2.2 Nährstoffaufnahme und Nährstoffgehalt der Ration

Erwartungsgemäß fanden sich zwischen den beiden Proteinversorgungsgruppen signifikante Unterschiede in der XP-Aufnahme von durchschnittlich rund 100 g/Tag. Dieser statistische Unterschied wurde auch in der Aufnahme an RDP und UDP gefunden, nicht jedoch in der nXP- und MP-Aufnahme. Zwischen den beiden Proteinversorgungsgruppen zeigten sich beim XP/ME-Verhältnis (11,1 g in „p↓“ vs. 11,9 g in „prax“) und dem XP-Gehalt der Ration (129 g/kg TM in „p↓“ vs. 137 g/kg TM in „prax“) numerische, jedoch statistisch nicht abgesicherte Unterschiede (**Tabelle 6**).

In der Endmast (ab 500 kg Lebendgewicht), in der das Proteinkraftfutter in der Gruppe „p↓“ um die Hälfte reduziert wurde, fanden sich jedoch sehr wohl signifikante Unterschiede im Nährstoffgehalt der Ration und der Nährstoffaufnahme sowie im XP/ME-Verhältnis. Dazu siehe **Kapitel 5.2.5** „Wichtige Mastleistungs-Merkmale in den einzelnen Gewichtsbereichen“, in dem die Auswirkungen der unterschiedlichen Proteinversorgung in der Endmast genauer erläutert werden.

Tabelle 6: Nährstoffaufnahme in den Versuchsgruppen und Nährstoffgehalt der Ration

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		S _e	p-Wert	
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
<i>Nährstoffaufnahme, g/Tag</i>							
XP	991^b	1.096^a	1.023	1.064	158,0	0,002	0,198
nXP	1.232	1.290	1.224	1.298	339,7	0,507	0,398
RDP	702^b	779^a	725	756	117,4	0,002	0,194
Mikrobenprotein (MP)	936	965	919	981	300,9	0,708	0,431
UDP	289^b	317^a	297	308	40,7	0,001	0,210
RNB	-40	-33	-34	-39	30,2	0,364	0,552
XL	263	269	256	276	87,3	0,777	0,348
XF	1.527	1.597	1.485	1.639	627,8	0,644	0,316
XX	5.005	5.080	4.879	5.206	1.771,1	0,873	0,484
XA	475	497	467	505	145,7	0,572	0,310
NDF	3.142	3.257	3.053	3.346	1.250,4	0,710	0,350
ADF	1.712	1.795	1.673	1.834	687,8	0,626	0,343
ADL	184	195	182	197	69,8	0,490	0,347
ME, MJ/Tag	94	97	92	99	30,0	0,720	0,436
ME, MJ/kg LM ^{0.75} /Tag	1.001^y	1.040^x	1.013	1.027	130,0	0,058	0,478
XP/ME-Verhältnis	11,1	11,9	11,6	11,3	2,2	0,198	0,581
<i>Nährstoffgehalt der Ration</i>							
XP, g/kg TM	129,0	137,0	135,0	130,0	29,2	0,266	0,543
ME, MJ/kg TM	11,5	11,4	11,5	11,4	0,3	0,570	0,247
NDF, g/kg TM	372	373	369	377	35,4	0,821	0,192

5.2.3 Tageszunahmen

Tabelle 7: Tageszunahmen der Fleckvieh-Stiere in den Versuchsgruppen

in g/Tag	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert	
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
Ø tägliche Zunahmen (gesamter Versuch)	1.433	1.485	1.439	1.479	644,7	0,116	0,231
200 - 300 kg Lebendgewicht	1.573	1.626	1.575	1.624	476,5	0,374	0,410
300 - 400 kg Lebendgewicht	1.629	1.614	1.564^y	1.679^x	544,4	0,828	0,091
400 - 500 kg Lebendgewicht	1.559	1.543	1.508	1.594	557,7	0,772	0,136
500 - 600 kg Lebendgewicht	1.296^b	1.471^a	1.325^y	1.443^x	563,1	0,005	0,057
600 - 700 kg Lebendgewicht	1.295	1.294	1.285	1.304	727,7	0,990	0,813
700 - 760 kg Lebendgewicht	1.277	1.451		1.364	1.026,1	0,367	

Die durchschnittlichen Tageszunahmen (ab Fresser) lagen in allen Gruppen mit rund 1.450 g auf hohem Niveau. Der Unterschied von 50 g zwischen der Proteinversorgungsgruppe „p↓“ und „prax“ konnte mit einem P-Wert von 0,12 statistisch nicht abgesichert werden. Statische Unterschiede in den Tageszunahmen zeigten sich nur im Gewichtsbereich 500 - 600 kg (**Tabelle 7**). Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass ab 500 kg Lebendgewicht die Proteinversorgung in der Gruppe „p↓“ von 1,1 kg FM auf 0,5 kg FM (statt auf 1,0 kg wie in der Gruppe „prax“) reduziert wurde (**Tabelle 2**).

Tendenzielle Unterschiede zwischen den beiden Gewichtgruppen zeigten sich im Gewichtsbereich 300 - 400 kg und 500 - 600 kg zugunsten der Gewichtgruppe „760“. Hierfür ist es schwierig eine Erklärung zu finden, da in diesen Gewichtsbereichen die Fütterung der beiden Gruppen ident war. Eventuell könnte die numerisch höhere Futteraufnahme der Gruppe „760“ dafür verantwortlich sein. So hatte die Gruppe „760“ zumindest im Gewichtsbereich 300 - 400 kg eine tendenziell höhere Futteraufnahme im Vergleich zur Gruppe „690“ (**Tabelle 9**).

Erwartungsgemäß sanken die Zunahmen im Mastverlauf von rund 1.600 g im Gewichtsbereich 200 - 300 kg auf 1.300 g ab einem Lebendgewicht von rund 650 kg (**Tabelle 7, Abbildung 3**). Dass die Zunahmen in der

Proteinversorgungsgruppe „prax“ zu Mastende (700 - 760 kg) nochmals auf rund 1.450 g anstiegen, entsprach nicht den Erwartungen. Hier muss berücksichtigt werden, dass im Gewichtsbereich 700 - 760 kg nur mehr die Hälfte der Stiere im Versuch stand und somit die Ergebnisse der beiden Proteinversorgungsgruppen in diesem Gewichtsbereich nur mehr auf jeweils 10 statt 20 Stieren beruhen.

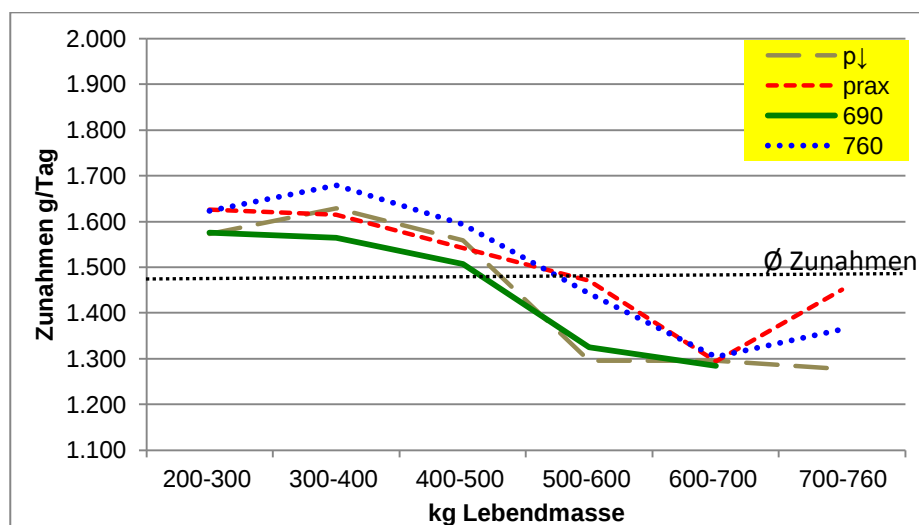


Abbildung 3: Tageszunahmen im Mastverlauf (in den Gewichtsbereichen 200 - 300 kg bis 700 - 760 kg)

5.2.4 Futterwertung

Tabelle 8: Futterverwertung der Fleckvieh-Stiere in den Versuchsgruppen

pro kg Zuwachs	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert	
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
TM, kg	7,2	7,8	7,8	7,2	26,1	0,650	0,617
ME, MJ	82	88	89	82	293,5	0,667	0,604
ME für Leistung, MJ	37	42	41	38	127,0	0,370	0,605
XP, g	834	957	949	842	2.770,8	0,342	0,412
nXP, g	1.070	1.164	1.169	1.065	3.745,0	0,590	0,556

Wie in der Futter- und Nährstoffaufnahme zeigten sich auch in der Futterwertung numerische Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen von 7 bis 15 %, die allerdings statistisch nicht signifikant waren. Auffallend ist, dass Tiere bei höherem Mastendgewicht (760 kg statt 690 kg) – über den gesamten Versuch betrachtet – eine numerisch bessere Futterverwertung (pro kg Zuwachs ist weniger Futter/sind weniger Nährstoffe notwendig) hatten. Allerdings sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Unterschiede zwischen den beiden Mastendgewichten statistisch nicht signifikant waren und dass die Unterschiede demnach nur zufällig zustande gekommen sind (Tabelle 8).

5.2.5 Wichtige Mastleistungs-Merkmale in den einzelnen Gewichtsbereichen

In Tabelle 9 sind wesentliche Merkmale der Futter- und Nährstoffaufnahme in den einzelnen Gewichtsbereichen (200 - 300 kg bis 700 - 760 kg) dargestellt. In Abbildung 4 sind die Ergebnisse nochmals grafisch gezeigt.

Die XP-Aufnahme war ab einer Lebendmasse von 500 kg in der Gruppe „p↓“ signifikant niedriger, was auf die reduzierte Proteinversorgung sowie auf die signifikant niedrigere TM-Aufnahme zurückzuführen ist. Es ist bekannt, dass ein höherer Proteingehalt in der Ration die Futteraufnahme anregen kann. Die niedrigere TM-Aufnahme der p↓-Gruppe resultierte in einer signifikant niedrigeren ME-Aufnahme ab 500 kg Lebendgewicht. Das XP/ME-Verhältnis war ab 500 kg Lebendgewicht in der p↓-Gruppe signifikant niedriger (9,5 vs. 10,7 im Gewichtsbereich 500 - 600 kg und 8,7 vs. 9,9 im Gewichtsbereich 700 - 760 kg). Ab dem Gewichtsbereich 500 - 600 kg war der XP-Gehalt der Ration in der Gruppe „p↓“ um knapp 15 g niedriger als in der Gruppe „prax“.

Zwischen den Gruppen „690“ und „760“ fanden sich im Gewichtsbereich 200 bis 400 kg zum Teil tendenzielle Unterschiede in der TM-, XP- und ME-Aufnahme. Dies ist unerwartet, da die Einteilung der Stiere in die

Versuchsgruppen bestmöglich nach Alter, Gewicht und bisherigen Zunahmen erfolgte und darüber hinaus auch das gewählte statistische Modell diese Unterschiede ausgleichen sollte.

Tabelle 9: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Nährstoffgehalt der Ration in den einzelnen Gewichtsbereichen

	Gewichts- bereich	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert	
	kg LM	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
Futter- und Nährstoffaufnahme								
TM-Aufnahme, kg/Tag	200 - 300	6,1	6,3	6,0 ^y	6,4 ^x	0,9	0,431	0,095
	300 - 400	7,5 ^y	7,9 ^x	7,6 ^y	7,8 ^x	0,8	0,050	0,088
	400 - 500	8,7	8,9	8,7	8,8	0,7	0,171	0,530
	500 - 600	9,5 ^b	10,1 ^a	9,8	9,8	0,8	0,001	0,888
	600 - 700	10,2 ^b	11,0 ^a	10,4	10,7	1,3	0,018	0,404
	700 - 760	11,1 ^b	11,9 ^a		11,5	1,1	0,046	
XP-Aufnahme, g/Tag	200 - 300	908	921	902 ^b	928 ^a	50,9	0,228	0,020
	300 - 400	1.000	1.025	1.002	1.023	68,8	0,116	0,182
	400 - 500	1.095	1.117	1.104	1.107	76,2	0,201	0,850
	500 - 600	1.020 ^b	1.215 ^a	1.116	1.120	110,7	<0,001	0,868
	600 - 700	997 ^b	1.246 ^a	1.112	1.132	115,1	<0,001	0,514
	700 - 760	1.086 ^b	1.312 ^a		1.199	103,4	<0,001	
ME-Aufnahme, MJ/Tag	200 - 300	71	73	70 ^y	74 ^x	9,6	0,425	0,072
	300 - 400	86 ^b	89 ^a	86 ^y	89 ^x	8,1	0,038	0,056
	400 - 500	98	100	99	100	8,2	0,209	0,495
	500 - 600	108 ^b	114 ^a	111	111	8,5	0,002	0,749
	600 - 700	115 ^b	124 ^a	118	121	13,8	0,024	0,348
	700 - 760	124 ^b	134 ^a		129	12,0	0,037	
XP/ME- Verhältnis	200 - 300	12,9	12,8	13,0	12,6	1,1	0,711	0,161
	300 - 400	11,7 ^a	11,5 ^b	11,7 ^x	11,5 ^y	0,5	0,027	0,062
	400 - 500	11,2	11,2	11,2	11,1	0,6	0,768	0,353
	500 - 600	9,5 ^b	10,7 ^a	10,1	10,1	0,9	<0,001	0,924
	600 - 700	8,7 ^b	10,1 ^a	9,4	9,4	0,5	<0,001	0,479
	700 - 760	8,7 ^b	9,9 ^a		9,3	0,5	<0,001	
Nährstoffgehalt der Ration								
XP g/kg TM	200-300	151	149	152	148	14,6	0,688	0,197
	300-400	134 ^a	131 ^b	133	131	7,4	0,041	0,120
	400-500	127	126	127	126	6,3	0,716	0,398
	500-600	108 ^b	121 ^a	115	115	10,8	<0,001	0,979
	600-700	99 ^b	114 ^a	107	106	6,2	<0,001	0,494
	700-760	100 ^b	113 ^a		104	5,3	<0,001	
ME, MJ/ kg TM	200-300	11,7	11,7	11,7	11,7	0,2	0,671	0,613
	300-400	11,4	11,4	11,4	11,4	0,2	0,400	0,892
	400-500	11,3	11,3	11,3	11,3	0,2	0,765	0,895
	500-600	11,4 ^x	11,3 ^y	11,4	11,4	0,2	0,088	0,583
	600-700	11,4 ^a	11,3 ^b	11,3	11,3	0,2	0,040	0,964
	700-760	11,2	11,2		11,2	0,2	0,188	

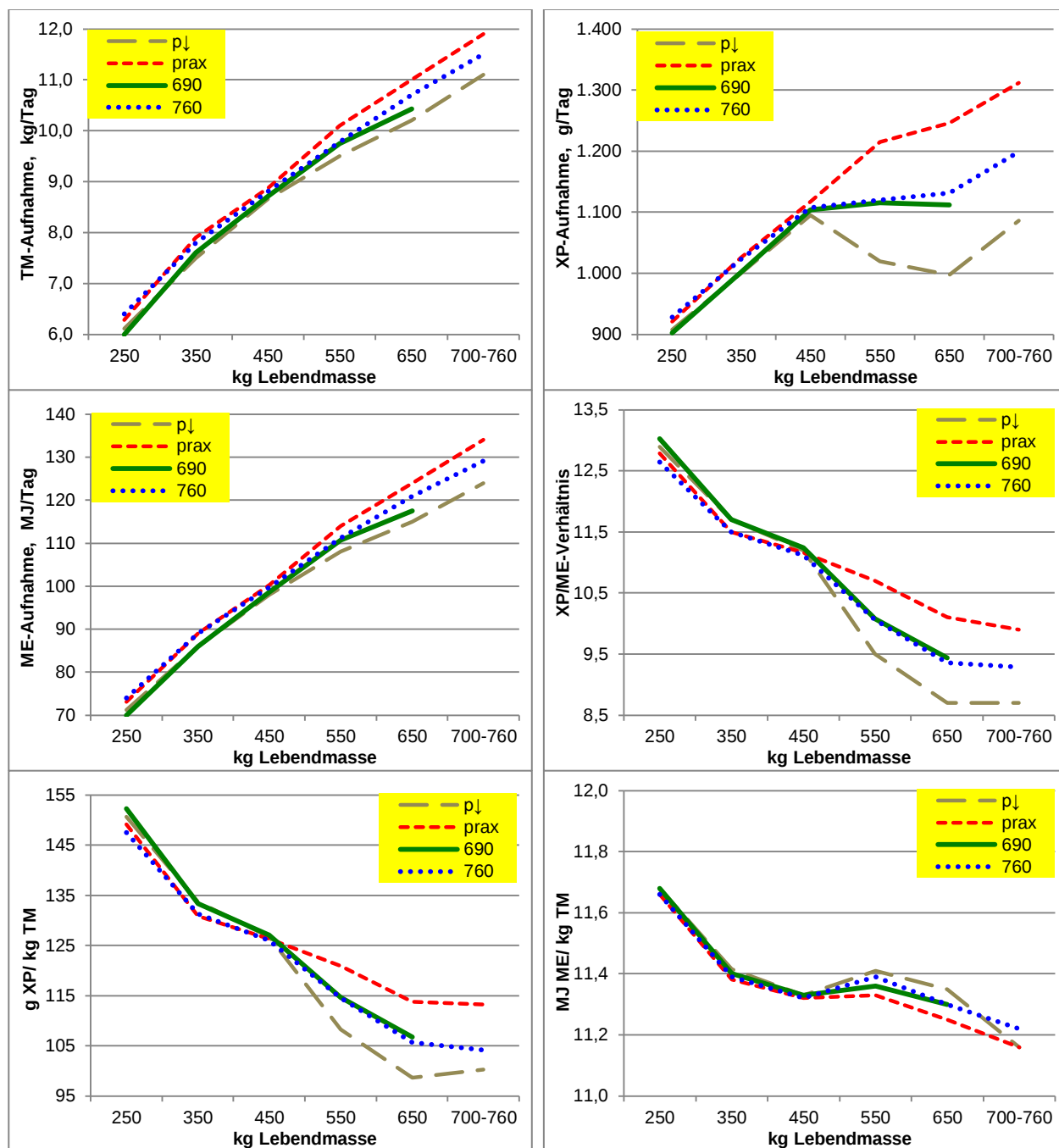


Abbildung 4: Futter- und Nährstoffaufnahme in einzelnen Gewichtsbereichen

In **Tabelle 10** und **Abbildung 5** ist die Futterverwertung in den einzelnen Gewichtsbereichen (200 - 300 kg bis 700 - 760 kg) dargestellt.

Zwischen den beiden Proteinversorgungsgruppen fanden sich keine statistischen Unterschiede in der Futterverwertung. Die XP-Aufnahme pro kg Zuwachs war ab einem Gewicht von 500 kg in der Gruppe „p↓“ um rund $\frac{1}{4}$ niedriger (günstiger) als in der prax“-Gruppe, was allerdings statistisch nicht abgesichert werden konnte.

Hervorzuheben ist, dass die Futter-, XP- und ME-Aufnahme pro kg Zuwachs im Gewichtsbereich 600 - 700 kg erheblich höher (ungünstiger) war als in den Gewichtsbereichen davor; im Gewichtsbereich >700 kg verbesserte sich die Futter-, XP- und ME-Verwertung der Maststiere wieder. Gründe für die schlechte Futterverwertung im Gewichtsbereich 600 - 700 kg sind unklar; fehlerhafte Daten können ausgeschlossen werden.

Tabelle 10: Futterverwertung in den einzelnen Gewichtsbereichen

Futterverwertung	Gewichts- bereich kg LM	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert	
		p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
kg TM /kg Zuwachs	200 - 300	4,3	4,1	3,9^b	4,6^a	3,2	0,515	0,032
	300 - 400	5,9	5,7	6,3	5,3	5,4	0,825	0,249
	400 - 500	6,0	7,0	7,2	5,8	9,6	0,348	0,151
	500 - 600	7,0	8,3	7,9	7,4	35,1	0,706	0,885
	600 - 700	11,2	12,2	12,8	10,6	42,6	0,811	0,613
	700 - 760	8,9	10,9		9,8	25,2	0,651	
g XP /kg Zuwachs	200 - 300	650	604	584 ^y	669 ^x	457,0	0,361	0,085
	300 - 400	795	737	848	684	818,6	0,705	0,283
	400 - 500	757	873	901	729	1169,2	0,334	0,155
	500 - 600	735	981	903	812	3689,8	0,503	0,804
	600 - 700	1.097	1.377	1.377	1.097	4463,0	0,546	0,552
	700 - 760	867	1.251		1.059	2789,2	0,420	
MJ ME /kg Zuwachs	200 - 300	51	48	45^b	53^a	36,3	0,493	0,036
	300 - 400	67	65	72	60	63,3	0,800	0,264
	400 - 500	68	79	81	65	106,8	0,345	0,153
	500 - 600	79	93	89	84	394,6	0,707	0,901
	600 - 700	126	138	145	119	479,6	0,820	0,603
	700 - 760	100	121		110	280,7	0,655	

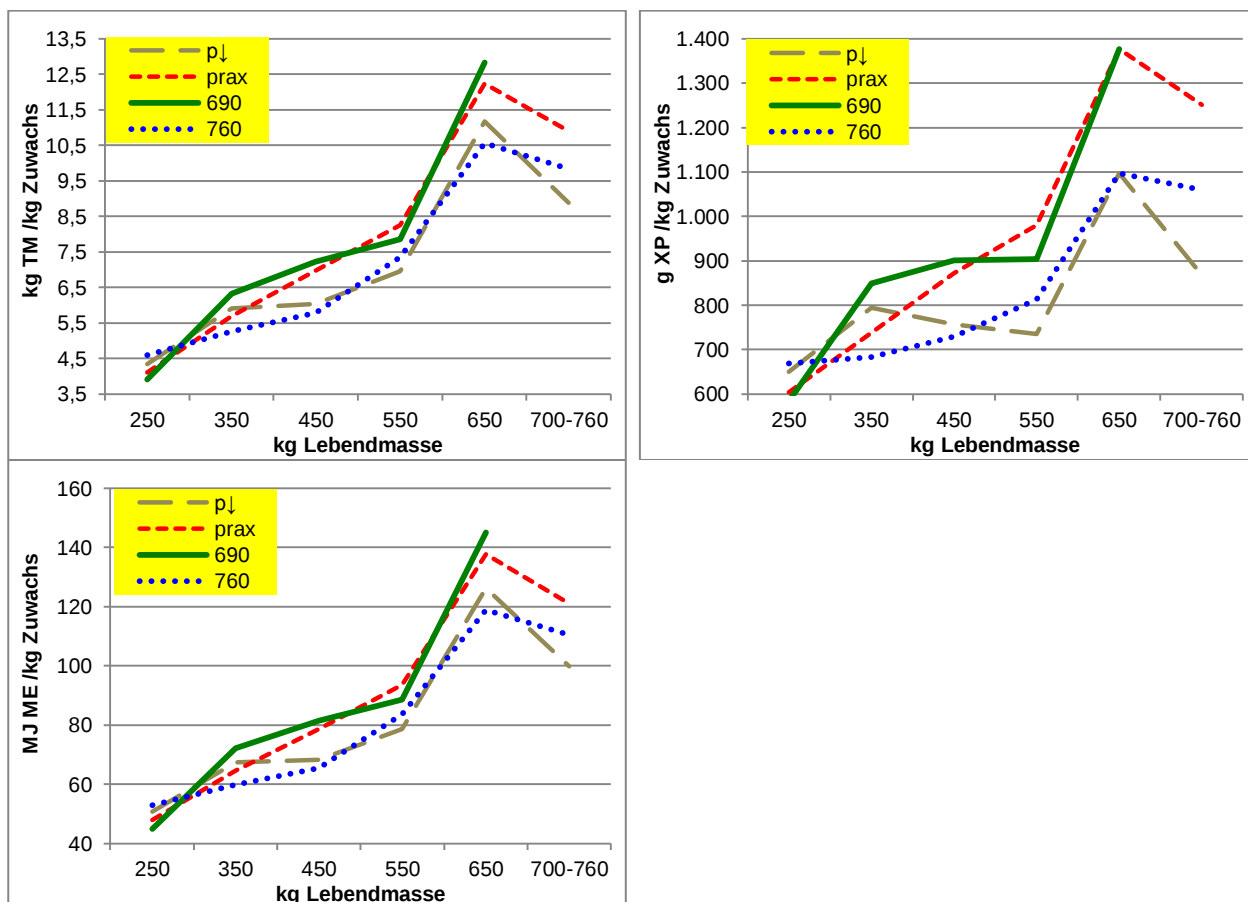


Abbildung 5: Futterverwertung in den einzelnen Gewichtsbereichen

5.2.6 Vergleich Mastleistungs-Auswertung mit der Kovarianzstruktur ar(1) bzw. cs

Tabelle 11 vergleicht wichtige Mastleistungs-Merkmale, die mit dem gleichen statistischen Modell, jedoch unterschiedlicher Kovarianzstruktur [cs vs (ar)1] ausgewertet wurden.

Tabelle 11: Vergleich der Kovarianzstrukturen ar(1) und cs

Merkmal	Kovarianzstruktur cs							Kovarianzstruktur ar(1)						
	LSMeans				P-Wert		AIC	LSMeans				P-Wert		AIC
pro Tag, wenn nicht anders angegeben	p↓	prax	690	760	Protein	Gewicht		p↓	prax	690	760	Protein	Gewicht	
Tageszunahmen, g	1.435	1.491	1.443	1.484	0,168	0,317	32.904	1.433	1.485	1.439	1.479	0,116	0,231	32.867
<i>Futter- und Nährstoffaufnahme</i>														
Futteraufnahme _{gesamt} , kg TM	8,6 ^b	9,0 ^a	8,5 ^b	9,1 ^a	0,031	0,002	8.734	8,2	8,5	8,1	8,7	0,716	0,424	3.512
Maissilage, kg TM	5,7 ^b	6,1 ^a	5,7 ^b	6,2 ^a	0,025	0,002	8.468	5,4	5,7	5,3	5,8	0,653	0,374	3.488
XP, g	1.003 ^b	1.114 ^a	1.041 ^b	1.076 ^a	<0,001	0,008	26.360	991 ^b	1.096 ^a	1.023	1.064	0,002	0,198	22.519
XP/ME-Verhältnis	10,5 ^a	11,2 ^b	11,0 ^a	10,7 ^b	<0,001	<0,001	7.811	11,1	11,9	11,6	11,3	0,198	0,581	3.052
<i>Futtermverwertung</i>														
TM, kg/kg Zuwachs	7,2	7,8	7,8	7,2	0,623	0,595	19.527	7,2	7,8	7,8	7,2	0,650	0,617	19.522
XP, g/kg Zuwachs	834	958	950	842	0,312	0,382	38.950	834	957	949	842	0,342	0,412	38.945
<i>Nährstoffgehalt der Ration</i>														
g XP /kg TM, Gewichtsklasse >700 kg	100 ^b	114 ^a		104	<0,001		892	100 ^b	113 ^a		104	<0,001		802

Tabelle 11 zeigt, dass bei der Auswertung mit der Kovarianzstruktur cs deutlich mehr Signifikanzen zwischen den Versuchsgruppen auftraten und die LSMeans teilweise höher lagen als mit der (ar)1-Kovarianzstruktur.

Bei MIXED-Modellen ist beim Vergleich verschiedener statistischer Modelle bzw. unterschiedlicher Kovarianzstrukturen jenes mit dem niedrigstem AIC und BIC das am besten geeignetste (LITTELL et al. 1998, 2006). Auch ist aus der Literatur bekannt, dass bei Mast- bzw. Laktationsverläufen die ar(1)-Kovarianzstruktur meist am besten geeignet ist. **Tabelle 11** ist zu entnehmen, dass jene Merkmale, die laut cs-Kovarianzstruktur signifikant waren [jedoch nicht laut ar(1)], bei cs-Kovarianzstruktur deutlich höhere AIC-Werte hatten als bei ar(1)-Kovarianzstruktur. Aus diesem Grund haben wir uns für die ar(1)-Kovarianzstruktur entschieden.

Die Signifikanzen der cs-Kovarianzstruktur stimmten mit jener aus der GLM-Auswertung, die nur fixe Effekte berücksichtigt, weitestgehend überein.

Bei den Fleischqualitäts-Merkmalen (hier gab es nur 3 Reifetermine und nicht bis zu 65 Versuchswochen als wiederholte Messungen) waren die Unterschiede (AIC, P-Werte, LSMeans) zwischen den beiden Kovarianzstrukturen nur minimal.

5.3 Schlachtleistung

In **Tabelle 12** sind die wichtigsten Schlachtleistungsmerkmale der Fleckvieh-Stiere dargestellt (weitere Schlachtleistungsmerkmale sind in **Tabelle 27** im Anhang angeführt).

Tabelle 12: Schlachtleistung der Fleckvieh-Stiere in den Versuchsgruppen

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert		R ²
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht	
Anfangsgewicht, kg	194	189	193	191	22,6	0,455	0,781	2
Mastendgewicht, kg	727	726	694^b	759^a	14,3	0,767	<0,001	85
Schlachalter, Monate	17,40	16,94	16,47^b	17,86^a	1,5	0,333	0,006	21
Mastdauer, Monate	12,67	12,27	11,82^b	13,12^a	1,4	0,390	0,008	20
Schlachtkörpergewicht _{kalt} , kg	405	403	387^b	421^a	14,1	0,707	<0,001	61
Nettotageszunahme ¹ , g/d	717	736	723	730	52,6	0,252	0,704	4
Ausschlachtung _{kalt} ² , %	55,8	55,6	55,9	55,5	1,7	0,761	0,500	2
Fleischigkeit (1=P, 5=E)	2,8	2,9	2,7	2,9	-	0,417	0,247	-
Fettklasse (1=mager, 5=fett)	2,7	2,8	2,5^b	3,0^a	-	0,786	0,032	-
Marmorierung ³	1,6	1,5	1,3	1,7	-	0,592	0,136	-
pH Rücken 48 Stunden	5,6	5,6	5,6	5,7	0,1	0,801	0,595	1
pH Keule 48 Stunden	5,6	5,6	5,5	5,6	0,1	0,601	0,180	6
Nierenfett ⁴ , %	1,8	1,8	1,7	1,9	0,4	0,690	0,109	7
<i>Teilstücke, in % vom Schlachtkörpergewicht</i>								
Kamm	9,1	9,3	9,1	9,2	2,0	0,472	0,702	20
Vorderhese	3,1	3,0	3,1^a	3,0^b	0,2	0,760	0,023	14
Fehlrippe	9,9^x	9,4^y	9,7	9,6	0,8	0,069	0,716	9
Bug (Schulter)	13,7	13,6	13,8^a	13,5^b	0,5	0,731	0,037	12
Brust- u. Spannrippe	11,2	11,5	11,1	11,5	0,9	0,299	0,166	8
Fleisch- u. Knochendünnung	10,6	10,7	10,3^b	11,0^a	0,8	0,604	0,011	17
Hinterhese	4,4^x	4,2^y	4,4	4,3	0,4	0,098	0,177	11
Keule	27,8	27,9	28,1	27,7	0,9	0,759	0,164	6
Filet	1,6^x	1,5^y	1,6^a	1,5^b	0,2	0,099	0,003	26
Englischer (Beiried, Rostbr.)	8,0	7,9	8,0	7,9	0,5	0,753	0,497	2
Anteil wertvoller Teilstücke ⁷	41,8	41,6	42,1^a	41,3^b	1,1	0,497	0,027	14
<i>Teilstücke, in kg von rechter Schlachtkörperhälfte</i>								
Fehlrippe	19,9^x	18,9^y	18,6^b	20,2^a	1,9	0,080	0,011	23
Brust- u. Spannrippe	22,5	22,9	21,2^b	24,2^a	2,2	0,498	<0,001	33
Hinterhese	8,9^a	8,5^b	8,5^b	8,9^a	0,7	0,044	0,049	20
Keule	55,9	55,8	53,7^b	58,0^a	2,5	0,830	<0,001	44
Englischer (Beiried, Rostbr.)	16,1	15,9	15,3^b	16,6^a	1,0	0,570	0,001	30
Muskelfleischanteil ⁴ , %	72,4	71,4	72,7^a	71,2^b	1,9	0,137	0,020	20
Fettanteil ⁵ , %	6,5	7,5	6,0^b	7,9^a	1,9	0,131	0,005	26
Knochenanteil ⁶ , %	18,7	18,7	18,9	18,5	0,8	0,889	0,176	6
Rückenmuskel, 9. Rippe, cm ²	133	126	129	129	19,2	0,314	0,982	3

⁴Anteil am Mastendgewicht

¹(Schlachtkörpergewicht/Schlachalter)*1000

²(Mastendgewicht/Schlachtkörpergewicht)*100

³siehe Karten (1-6, 1=kaum marmoriert, 6=sehr stark marmoriert) in "Material und Methodik"

^{4,5,6}siehe Formeln in "Material und Methodik"

⁷Englischer, Filet, Hinterhese, Keule

Zwischen den beiden Proteinversorgungs-Gruppen fanden sich keine signifikanten Unterschiede in der Schlachtleistung; Ausnahmen waren die drei Teilstücke Fehlrippe, Hinterhese und Filet, deren Anteil am Schlachtkörper bei der Proteingruppe „p↓“ tendenziell höher war als in der Proteingruppe „prax“ (**Tabelle 12**).

Zwischen den beiden Gewichtsgruppen zeigten sich signifikante Unterschiede in den Merkmalen Schlachalter, Mastdauer und Schlachtkörpergewicht. Die Stiere der Gewichtsgruppe „760“ waren bei der Schlachtung durchschnittlich 1,4 Monate älter (17,9 vs. 16,5 Monate alt) als jene der Gewichtsgruppe „690“. Weiters war die Fettklasse bei der Gewichtsgruppe „760“ signifikant höher (3,0 vs. 2,5); bei der Ausschlachtung und Fleischklasse fanden sich keine statistischen Unterschiede zwischen den Gewichtsgruppen.

Sämtliche Teilstücke – in kg bezogen auf das Gewicht des Schlachtkörpers – waren in der Gewichtsgruppe „760“ signifikant schwerer als in der Gruppe „690“.

Betrachtet man den Anteil der Teilstücke in Prozent bezogen auf das Schlachtkörpergewicht, so machten in der Gruppe „690“ Vorderhaxe, Bug, Filet sowie der Anteil wertvoller Teilstücke einen signifikant höheren Anteil als in der Gruppe „760“ aus. In der Gruppe 760 war hingegen die Fleisch- und Knochendünnung prozentuell gesehen signifikant höher als in der Gruppe „690“.

Der errechnete Muskelanteil war in der Gruppe „760“ signifikant niedriger und der errechnete Fettanteil signifikant höher als in der Gruppe „690“.

Die in der Praxis berechneten Tageszunahmen $[(\text{Mastendgewicht} - \text{Anfangsgewicht}) / \text{Mastdauer} * 1000]$ waren um rund 40 g niedriger als unsere statistisch ausgewerteten Tageszunahmen, denen wöchentliche Wiegungen zugrunde liegen (Gruppe_p↓ 1.390 vs 1.430 g; Gruppe_prax 1.450 vs 1.490 g; Gruppe_690 1.410 vs 1.440 g; Gruppe_760 1.440 vs 1.480 g).

Tabelle 13 zeigt die Verteilung der 39 Schlachtkörper nach Fleisch und Fettklasse. In der Gruppe „760“ wurden 4 Schlachtkörper mit Fettklasse 4 eingestuft; dies entspricht 20 % der Stiere aus der Versuchsgruppe „760“ und würde bei den gegenwärtigen österreichischen Markenfleischprogrammen merkliche Preisabzüge bedeuten.

Tabelle 13: Verteilung der Fleisch- und Fettklasse in den zwei Gewichtsgruppen

	Mastendgewicht, in kg	
	690	760
Fleischklasse		
E	-	1
E/U	-	1
U	13	14
U/R	2	1
R	4	3
Fettklasse		
4	-	4
3	9	10
2,5	2	3
2	7	3
1,5	1	-

5.4 Fleischqualität

5.4.1 Farbe, Wasserbindungsvermögen und Scherkraft des Fleisches

Die **Proteinversorgung in der Endmast** hatte auf die Fleischfarbe – mit Ausnahme des Gelb- und Buntons am frischen Fleischanschnitt – keinen signifikanten Einfluss (**Tabelle 14**). Fleisch der Proteingruppe „p↓“ hatte eine signifikant höhere Scherkraft_{gekocht} (=zäheres Fleisch) als jenes der Gruppe „prax“; in der Scherkraft_{gegrillt} fand sich dieser Unterschied jedoch nicht (**Tabelle 15**).

Das unterschiedliche **Mastendgewicht** beeinflusst den Rotton, die Buntheit sowie den Farbtonwinkel des Fleisches signifikant; dieser Unterschied war allerdings nur am 2 Stunden oxidiertem Fleischanschnitt zu finden und nicht am frischen Fleischanschnitt (**Tabelle 14**).

Weder die Proteinversorgung in der Endmast noch das Mastendgewicht beeinflussten das Wasserbindungsvermögen (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust) des Fleisches. Die **Wechselwirkung Proteinversorgung_Endmast*Mastendgewicht** war nur für den Farbtonwinkel signifikant (**Tabelle 16**).

Die **Fleischreifung** (7, 14 bzw. 21 Tage) hatte auf die Fleischfarbe einen signifikanten Einfluss. Das Fleisch war nach 14 bzw. 21 Tagen Fleischreifung signifikant heller (=höherer L-Wert) als nach 7 Tagen. Die Werte für den Rot- und Gelbton sanken mit zunehmender Reifedauer, was auf eine weniger intensive Rot- bzw. Gelbfärbung des Fleisches hinweist. Koch- und Grillsaftverlust waren nach 14-tägiger Fleischreifung signifikant höher als nach 7- bzw. 21-tägiger Fleischreifung (**Tabelle 14**).

Erwartungsgemäß wurde das Fleisch mit zunehmender Dauer der Fleischreifung signifikant zarter; die Unterschiede waren nicht nur zwischen 7- und 14-tägiger Fleischreifung signifikant, sondern auch zwischen 14- und 21-tägiger Reifung (**Tabelle 15**). Wird in der Auswertung zwischen Englischem und Weißem Scherzel unterschieden, so wurde nur der Englische zwischen 14- und 21-tägiger Fleischreifung signifikant zarter, nicht jedoch das Weiße Scherzel (**Tabelle 19**). Die Werte für die Scherkraft_{gekocht} waren numerisch etwas höher als jene für die Scherkraft_{gegrillt}. Nur beim Weißen Scherzel war die mit dem dreieckigen Scherblatt gemessene Scherkraft_{gekocht} numerisch niedriger als die Scherkraft_{gegrillt} (**Tabelle 15**); niedrigere Scherkraft_{gekocht}-Werte beim Weißen Scherzel bei dreieckigem Scherblatt finden sich sowohl nach 7-, 14- und 21-tägiger Fleischreifung wieder) (**Tabelle 18**).

Die **Wechselwirkung Mastendgewicht*Reifedauer** war nur für bestimmte Farbmerkmale des Fleisches signifikant (**Tabelle 16**).

Beim **Teilstückvergleich** wurden Rostbraten, Beiried sowie Weißes Scherzel vorne und hinten beprobt. Mit dieser Vorgehensweise sollte abgeklärt werden, ob es nicht nur zwischen Englischen (=Rostbraten und Beiried) und Weißes Scherzel Unterschiede in der Fleischqualität gibt, sondern auch innerhalb des Englischen bzw. innerhalb des Weißen Scherzels. Zwischen Rostbraten und Beiried fanden sich keine Unterschiede in Fleischfarbe und Grillsaftverlust, sondern nur im Kochsaftverlust, der im Rostbraten signifikant höher war. Beim Weißen Scherzel fanden sich sowohl in der Fleischfarbe als auch im Wasserbindungsvermögen signifikante Unterschiede zwischen vorne und hinten; prinzipiell wies das Weiße Scherzel vorne eine intensivere Färbung sowie einen höheren Grill- und Kochsaftverlust auf als hinten (**Tabelle 14**).

Das Weiße Scherzel war heller bei intensiverer Rot- und Gelbfärbung und höheren Saftverlusten als der Englische (**Tabelle 14 und 19**).

Die Scherkraft_{gegrillt} des Weißen Scherzels war signifikant höher als jene des Englischen (**Tabelle 15 und 19**); in der Scherkraft_{gekocht} fanden sich zwischen den beiden Teilstücken keine signifikanten Unterschiede (Vergleich dreieckiges und dreieckiges bzw. quadratisches und quadratisches Scherblatt, **Tabelle 15**).

Bei Verwendung des quadratischen Scherblattes waren sowohl die gegrillten als auch die gekochten Scherkraftwerte signifikant höher als bei Verwendung des dreieckigen Scherblattes (**Tabelle 15 und 19**).

Die **Wechselwirkung Teilstück*Fleischreifung** zeigt, dass bei allen drei Reifedauern für zahlreiche Farbparameter zwischen Weißem Scherzel vorne und hinten signifikante Unterschiede auftraten, während es zwischen Rostbraten und Beiried kaum signifikante Unterschiede gab (**Tabelle 17**). Fleisch des Englischen wurde mit längerer Reifedauer deutlich zarter (=Abnahme der Scherkraftwerte) als Fleisch des Weißen Scherzels (**Tabelle 18**).

Tabelle 14: Unterschiede in Farbe und Wasserbindungsvermögen in Abhängigkeit von Proteinversorgung, Mastendgewicht, Reifung und Teilstück

		Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Reifedauer (Reife), in Tagen			Teilstück (Teil)				S _e	p-Wert			
		p↓	prax	690	760	7	14	21	Rostbr.	Beiried	WS ¹ _{vorne}	WS _{hinten}		Protein	Gewicht	Reife	Teil
Fleischfarbe, 0 h Oxidation																	
Helligkeit (L)		41,7	42,0	42,1	41,6	41,2 ^b	42,0 ^a	42,3 ^a	39,7 ^b	39,0 ^b	44,4 ^a	44,3 ^a	2,6	0,381	0,219	<0,001	<0,001
Rotton (a)		16,1	16,6	16,3	16,4	17,3 ^a	16,0 ^b	15,8 ^b	15,1 ^c	15,7 ^{bc}	18,5 ^a	16,2 ^b	2,2	0,128	0,610	<0,001	<0,001
Gelbton (b)		15,5 ^b	15,9 ^a	15,9	15,6	16,0 ^a	15,6 ^b	15,5 ^b	14,0 ^c	13,8 ^c	18,2 ^a	16,8 ^b	1,7	0,034	0,157	0,001	<0,001
Buntheit (C)		22,4 ^b	23,0 ^a	22,8	22,7	23,6 ^a	22,3 ^b	22,2 ^b	20,6 ^c	20,9 ^c	26,0 ^a	23,3 ^b	2,5	0,048	0,735	<0,001	<0,001
Farbtonwinkel (H)		43,8	43,9	44,2	43,4	42,9 ^b	44,3 ^a	44,4 ^a	43,0 ^b	41,5 ^b	44,7 ^a	46,2 ^b	2,8	0,686	0,052	<0,001	<0,001
Fleischfarbe, 2 h Oxidation																	
Helligkeit (L)		42,7	42,9	42,8	42,7	41,9 ^c	42,9 ^b	43,5 ^a	40,7 ^b	39,9 ^b	45,4 ^a	45,1 ^a	2,5	0,506	0,790	<0,001	<0,001
Rotton (a)		19,8	19,9	19,3 ^b	20,4 ^a	19,9	19,9	19,8	18,8 ^b	19,3 ^b	22,1 ^a	19,3 ^b	2,0	0,600	<0,001	0,475	<0,001
Gelbton (b)		17,5	17,8	17,5	17,8	17,4 ^b	17,7 ^a	17,8 ^a	16,0 ^c	15,9 ^c	20,2 ^a	18,6 ^b	1,3	0,094	0,055	0,001	<0,001
Buntheit (C)		26,5	26,8	26,1 ^b	27,2 ^a	26,5	26,8	26,7	24,8 ^c	25,0 ^c	30,0 ^a	26,8 ^b	2,1	0,264	0,001	0,190	<0,001
Farbtonwinkel (H)		41,4	41,7	42,1 ^a	41,0 ^b	41,1 ^c	41,6 ^b	42,0 ^a	40,4 ^c	39,6 ^c	42,4 ^b	44,0 ^a	2,4	0,395	0,003	<0,001	<0,001
Wasserbindungsvermögen, Verluste in %																	
Kochsaft ₂		30,2	30,6	30,5	30,3	30,7 ^{ab}	30,7 ^a	29,9 ^b	27,6 ^c	25,5 ^d	36,1 ^a	32,5 ^b	3,5	0,250	0,552	0,019	<0,001
Grillsaft _{warm}		24,2	23,7	23,9	24,0	23,7 ^b	24,9 ^a	23,3 ^b	22,3 ^c	22,5 ^c	26,3 ^a	24,6 ^b	3,1	0,296	0,715	0,005	<0,001
Grillsaft _{kalt}		32,3	31,8	32,1	31,9	31,6 ^b	32,9 ^a	31,6 ^b	30,4 ^b	30,3 ^b	34,5 ^a	32,9 ^a	3,2	0,315	0,610	0,010	<0,001
Wasserbindungsvermögen, Verluste in %																	
Tropfsaft ^x		1,7	1,8	1,8	1,7				1,6 ^b		2,0 ^a		0,6	0,758	0,717		0,002
Kochsaft ₁ ^x		32,1	33,0	32,6	32,4				29,2 ^b		35,8 ^a		2,8	0,157	0,774		<0,001

¹Weißes Scherzel, ^xGLM-Auswertung mit 1 Wert pro Stier - Probenahme bei Zerlegung 7 Tage *post mortem*

Tabelle 15: Scherkraft-Unterschiede in Abhängigkeit von Proteinversorgung, Mastendgewicht, Reifung und Teilstück/Scherblatt (dreieckig vs. quadratisch)

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Reifedauer (Reife), in Tagen			Teilstück (Teil)/Scherblatt (SB) ²				S _e	p-Wert			
	p↓	prax	690	760	7	14	21	Englischer △ □	W. Scherzel △ □				Protein	Gewicht	Reife	Teil/SB
Zartheit, in kg																
Scherkraft _{gegrillt}	4,97	4,78	4,87	4,87	5,63 ^a	4,70 ^b	4,28 ^c	3,94 ^c	4,86 ^b	5,06 ^b	5,62 ^a	1,0	0,128	0,974	<0,001	<0,001
Scherkraft _{gekocht}	5,35 ^a	5,01 ^b	5,19	5,16	6,05 ^a	4,97 ^b	4,51 ^c	4,54 ^b	5,55 ^a	4,63 ^b	5,99 ^a	1,1	0,019	0,871	<0,001	<0,001

²mit dreieckigem bzw. quadratischem Scherblatt geschert

Tabelle 16: Wechselwirkungen zwischen Proteinversorgung, Mastendgewicht und Reifung

	Proteinversorgung×Mastendgewicht (Prot×Gew)				Mastendgewicht×Reifedauer ¹ (Gew×Reife)						p-Wert	
	690p↓	760p↓	690_prax	760_prax	690_7 ¹	690_14 ¹	690_21 ¹	760_7	760_14	760_21	Prot×Gew	Gew×Reife
<i>Fleischfarbe, 0 h Oxidation</i>												
Helligkeit (L)	41,6	41,8	42,6	41,5	41,4^{bc}	42,6^a	42,2^{abc}	41,1^c	41,5^{abc}	42,3^{ab}	0,085	<0,001
Rotton (a)	16,3	15,9	16,2	16,9	17,0^a	16,2^b	15,7^b	17,6^a	15,8^b	15,9^b	0,043*	0,010
Gelbton (b)	15,6	15,3	16,1	15,8	16,0	15,9	15,6	16,0	15,3	15,3	0,929	0,076
Buntheit (C)	22,7	22,2	22,9	23,1	23,4^{ab}	22,7^{bc}	22,2^c	23,9^a	22,0^c	22,1^c	0,197	0,026
Farbtonwinkel (H)	43,6^{ab}	43,9^{ab}	44,9^a	43,0^b	43,4^{bc}	44,5^a	44,8^a	42,3^c	44,0^{ab}	43,9^{ab}	0,009	0,035
<i>Fleischfarbe, 2 h Oxidation</i>												
Helligkeit (L)	42,3	43,0	43,4	42,4	42,1^{cd}	43,1^{ab}	43,3^{ab}	41,8^d	42,7^{bc}	43,7^a	0,023*	0,046
Rotton (a)	19,4	20,2	19,2	20,7	19,4	19,3	19,3	20,5	20,6	20,2	0,165	0,237
Gelbton (b)	17,3	17,8	17,7	17,9	17,3	17,5	17,7	17,5	18,0	17,9	0,337	0,174
Buntheit (C)	26,1	26,9	26,2	27,4	26,0	26,1	26,3	27,0	27,5	27,1	0,484	0,159
Farbtonwinkel (H)	41,5^{ab}	41,4^b	42,8^a	40,7^b	41,7	42,1	42,6	40,6	41,0	41,5	0,009	0,926
<i>Wasserbindungsvermögen, Verluste in %</i>												
Kochsaft_2	30,0	30,3	31,1	30,2	31,2	30,7	29,7	30,1	30,8	30,0	0,147	0,081
Grillsaft _{warm}	23,9	24,5	23,9	23,6	23,6	25,0	23,0	23,7	24,8	23,6	0,320	0,663
Grillsaft _{kalt}	32,0	32,5	32,3	31,3	31,7	33,3	31,5	31,4	32,6	31,8	0,112	0,63
Tropfsaft	1,8	1,7	1,8	1,8							0,893	
Kochsaft_1	31,8	32,4	33,5	32,5							0,223	
<i>Zartheit, in kg</i>												
Scherkraft _{gegrillt}	5,05	4,88	4,69	4,86	5,69	4,67	4,23	5,58	4,72	4,32	0,180	0,608
Scherkraft _{gekocht}	5,49	5,20	4,88	5,13	6,11	4,98	4,48	5,99	4,96	4,54	0,060	0,589

*Tukey-Test brachte kein signifikantes Ergebnis, ¹Reifedauer 7, 14 und 21 Tage

Tabelle 17: Wechselwirkung zwischen Reifung und Teilstück

	Reifedauer ¹ ×Teilstück (ReifexTeil)												p-Wert
	7_Rostb ²	7_Beir ³	7_WSV ⁴	7_WSh ⁵	14_Rostb	14_Beir	14_WSV	14_WSh	21_Rostb	21_Beir	21_WSV	21_WSh	ReifexTeil
<i>Fleischfarbe, 0 h Oxidation</i>													
Helligkeit (L)	39,4 ^c	38,5 ^c	43,0 ^b	44,1 ^{ab}	39,8 ^c	39,1 ^c	45,1 ^a	44,0 ^{ab}	39,9 ^c	39,2 ^c	45,2 ^a	44,7 ^{ab}	<0,001
Rotton (a)	16,0	16,1	19,4	17,6	14,6	15,4	18,2	15,6	14,7	15,5	17,8	15,3	0,197
Gelbton (b)	14,5 ^c	14,0 ^c	18,0 ^a	17,7 ^a	13,8 ^c	13,7 ^c	18,3 ^a	16,6 ^b	13,6 ^c	13,8 ^c	18,3 ^a	16,1 ^b	0,002
Buntheit (C)	21,6	21,4	26,5	25,0	20,1	20,7	25,8	22,8	20,1	20,8	25,6	22,2	0,066
Farbtonwinkel (H)	42,3 ^e	40,9 ^e	42,9 ^{de}	45,3 ^{bc}	43,4 ^{cd}	41,8 ^e	45,3 ^{abc}	46,7 ^a	43,0 ^{de}	41,8 ^e	46,0 ^{ab}	46,6 ^a	<0,001
<i>Fleischfarbe, 2 h Oxidation</i>													
Helligkeit (L)	40,3 ^{cd}	39,0 ^d	43,8 ^b	44,7 ^{ab}	40,5 ^{cd}	40,2 ^c	46,0 ^a	45,0 ^{ab}	41,3 ^c	40,4 ^c	46,5 ^a	45,7 ^a	<0,001
Rotton (a)	18,7 ^b	18,6 ^b	22,5 ^a	19,9 ^b	18,8 ^b	19,5 ^b	22,3 ^a	19,2 ^b	19,0 ^b	19,7 ^b	21,6 ^a	18,8 ^b	<0,001
Gelbton (b)	15,7 ^{de}	15,3 ^e	19,7 ^b	18,9 ^{bc}	15,9 ^{de}	16,1 ^d	20,4 ^a	18,4 ^c	16,3 ^d	16,3 ^d	20,5 ^a	18,3 ^c	<0,001
Buntheit (C)	24,4 ^e	24,1 ^e	29,9 ^a	27,5 ^b	24,8 ^{de}	25,3 ^{cde}	30,3 ^a	26,7 ^{bc}	25,6 ^{cde}	25,1 ^{cde}	29,8 ^a	26,2 ^{bcd}	<0,001
Farbtonwinkel (H)	40,2 ^c	39,6 ^c	41,1 ^c	43,6 ^{ab}	40,3 ^c	39,6 ^c	42,5 ^b	44,0 ^{ab}	40,7 ^c	39,6 ^c	43,5 ^a	44,3 ^a	<0,001
<i>Wasserbindungsvermögen, Verluste in %</i>													
Kochsaft ₂	28,1 ^{cd}	24,0 ^e	35,5 ^{ab}	34,9 ^{ab}	27,5 ^{cd}	25,9 ^{de}	36,3 ^a	33,1 ^b	27,0 ^{cd}	26,7 ^d	36,3 ^a	29,4 ^c	<0,001
Grillsaft _{warm}	22,4	21,8	25,2	25,1	22,7	23,4	27,9	25,6	21,7	22,4	25,8	23,2	0,391
Grillsaft _{kalt}	30,2	29,4	33,8	32,8	30,8	31,0	35,7	34,2	30,3	30,5	34,0	31,7	0,712

²Rostbraten, ³Beiried, ⁴Weißes Scherzel vorne, ⁵Weißes Scherzel hinten

¹Reifedauer 7, 14 und 21 Tage

Tabelle 18: Wechselwirkung zwischen Reifung und Teilstück/Scherblatt (dreieckig vs. quadratisch)

Reifedauer×Teilstück (ReifexTeil) bzw. Reifedauer×Scherblatt (SB) ²													p-Wert
Zartheit, in kg	7 Tage				14 Tage				21 Tage				ReifexTeil ReifexSB
	Englischer		Weißes Scherzel		Englischer		Weißes Scherzel		Englischer		Weißes Scherzel		
													
Scherkraft _{gegrillt}	5,09 ^b	6,16 ^a	5,16 ^{bc}	6,13 ^a	3,67 ^d	4,57 ^c	5,11 ^{bc}	5,46 ^{ab}	3,05 ^e	3,86 ^d	4,93 ^{bc}	5,26 ^{bc}	<0,001
Scherkraft _{gekocht}	5,83 ^{bcd}	7,18 ^a	5,09 ^d	6,11 ^b	4,27 ^f	5,21 ^{cde}	4,50 ^{ef}	5,90 ^{bc}	3,54 ^g	4,25 ^{fg}	4,28 ^{fg}	5,96 ^{bc}	<0,001

²mit dreieckigem bzw. quadratischem Scherblatt gesichert

In einer zusätzlichen Auswertung wurden nur die Effekte Reifedauer und Teilstück (Englischer vs. Weißes Scherzel; nicht getrennt in Rostbraten und Beiried bzw. Weißes Scherzel vorne und hinten) und deren Wechselwirkung berücksichtigt (Tabelle 19).

Wie auch schon in den vorigen Tabellen ist zu erkennen, dass die Reifedauer und das Teilstück sowohl die Fleischfarbe als auch das Wasserhaltevermögen und die Fleischzartheit maßgeblich beeinflussten. Der Englische hatte bei Fleischfarbe, Wasserbindungsvermögen und Scherkraft durchgehend signifikant niedrigere Werte als das Weiße Scherzel. Die Scherkraft_{gekocht} ist im Allgemeinen numerisch etwas höher als die Scherkraft_{gegrillt}. Fleisch des Englischen wurde mit zunehmender Reifedauer deutlich zarter (=Abnahme der Scherkraftwerte) als Fleisch des Weißen Scherzels.

Tabelle 19: Fleischqualitäts-Auswertung (nur Reifdauer und Teilstück)

	Reifedauer ¹ , in Tagen			Teilstück (Teil)		Reifedauer×Teilstück (Reife×Teil)						S _e	p-Wert		
	7	14	21	Engl ²	WS ³	7_Engl	7_WS	14_Engl	14_WS	21_Engl	21_WS		Reife	Teil	Reife×Teil
Fleischfarbe, 0 h Oxidation															
Helligkeit (L)	41,3 ^b	42,0 ^a	42,3 ^a	39,3 ^b	44,4 ^a	39,0	43,5	39,5	44,6	39,6	45,0	2,6	<0,001	<0,001	0,123
Rotton (a)	17,3 ^a	16,0 ^b	15,8 ^b	15,4 ^b	17,3 ^a	16,1	18,5	15	16,9	15,1	16,5	2,3	<0,001	<0,001	0,103
Gelbton (b)	16,0 ^a	15,6 ^b	15,5 ^b	13,9 ^b	17,5 ^a	14,2	17,9	13,8	17,4	13,7	17,2	1,8	0,002	<0,001	0,764
Buntheit (C)	23,6 ^a	22,3 ^b	22,2 ^b	20,8 ^b	24,6 ^a	21,5	25,8	20,4	24,3	20,4	23,9	2,7	<0,001	<0,001	0,337
Farbtonwinkel (H)	42,9 ^b	44,3 ^a	44,4 ^a	42,2 ^b	45,5 ^a	41,6 ^d	44,1 ^b	42,6 ^c	46,0 ^a	42,4 ^{cd}	46,3 ^a	3,0	<0,001	<0,001	0,001
Fleischfarbe, 2 h Oxidation															
Helligkeit (L)	41,9 ^c	42,9 ^b	43,5 ^a	40,3 ^b	45,3 ^a	39,7	44,2	40,3	45,5	40,9	46,1	2,6	<0,001	<0,001	0,101
Rotton (a)	19,9	20,0	19,8	19,1 ^b	20,7 ^a	18,6 ^c	21,2 ^a	19,2 ^{bc}	20,7 ^a	19,4 ^b	20,2 ^b	2,3	0,450	<0,001	<0,001
Gelbton (b)	17,4 ^b	17,8 ^a	17,9 ^a	15,9 ^b	19,4 ^a	15,5 ^c	19,3 ^a	16,0 ^b	19,5 ^a	16,3 ^b	19,4 ^a	1,5	0,002	<0,001	0,030
Buntheit (C)	26,5	26,8	26,7	24,9 ^b	28,4 ^a	24,3 ^c	28,7 ^a	25,1 ^b	28,5 ^a	25,4 ^b	28,0 ^a	2,5	0,178	<0,001	<0,001
Farbtonwinkel (H)	41,1 ^c	41,6 ^b	42,0 ^a	40,0 ^b	43,2 ^a	39,9 ^d	42,4 ^c	39,9 ^d	43,2 ^b	40,2 ^d	43,9 ^a	2,6	<0,001	<0,001	<0,001
Wasserbindungsvermögen, Verluste in %															
Kochsaft_2	30,6 ^{ab}	30,7 ^a	29,9 ^b	26,5 ^b	34,3 ^a	26,1 ^d	35,2 ^a	26,7 ^d	34,7 ^b	26,9 ^d	32,9 ^c	3,9	0,035	<0,001	<0,001
Grillsaft _{warm}	23,7 ^b	24,9 ^a	23,3 ^b	22,4 ^b	25,5 ^a	22,1	25,2	23	26,7	22,1	24,5	3,2	0,005	<0,001	0,442
Grillsaft _{kalt}	31,6 ^b	32,9 ^a	31,6 ^b	30,4 ^b	33,7 ^a	29,8	33,3	30,9	34,9	30,4	32,9	3,3	0,010	<0,001	0,310
Zartheit, in kg															
Scherkraft _{gegrillt}	5,6 ^a	4,7 ^b	4,3 ^c	4,4 ^b	5,3 ^a	5,6 ^{ab}	5,6 ^a	4,1 ^d	5,3 ^{bc}	3,5 ^e	5,1 ^c	1,1	<0,001	<0,001	<0,001
Scherkraft _{gekocht}	6,0 ^a	5,0 ^b	4,5 ^c	5,0	5,3	6,5 ^a	5,6 ^b	4,7 ^c	5,2 ^c	3,9 ^d	5,1 ^c	1,2	<0,001	0,138	<0,001

¹Reifedauer 7, 14 und 21 Tage

²Englischer, ³Weißes Scherzel

Bei der Fleischverkostung wurde das Stierfleisch der Gruppe „prax“ als signifikant saftiger und zarter beurteilt als jenes der Gruppe „p↓“ (Tabelle 20). Auch bei der Scherkraft_{gekocht} erreichte Fleisch der Gruppe „prax“ signifikant zartere Werte als jenes der Gruppe „p↓“ (Tabelle 15). Bei den Merkmalen Geschmack und Gesamteindruck erhielt die Gruppe „690“ signifikant höhere Noten als die Gruppe „760“ (Tabelle 20). Das Weiße Scherzel wurde bei Zartheit und Gesamteindruck signifikant besser beurteilt als der Englische, was jedoch den Scherkraftwerten (Tabelle 15, 18, 19) widerspricht.

Tabelle 20: Verkostungs-Ergebnisse des Stierfleisches

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Teilstück		p-Wert		
	p↓	prax	690	760	Englischer	W.Scherzel	Protein	Gewicht	Teil
Saftigkeit	3,6 ^b	3,8 ^a	3,7	3,6	3,6	3,7	0,042	0,292	0,427
Zartheit	3,2 ^b	3,5 ^a	3,4	3,3	3,2 ^b	3,5 ^a	0,021	0,189	0,015
Geschmack	3,7	3,9	3,9 ^a	3,7 ^b	3,7 ^y	3,9 ^x	0,113	0,045	0,072
Gesamteindruck	3,6 ^y	3,7 ^x	3,7 ^a	3,5 ^b	3,5 ^b	3,7 ^a	0,084	0,021	0,035

Prinzipiell kann man erst ab Korrelations-Koeffizienten (r) von 0,5 von einem deutlichen Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen ausgehen. Tabelle 21 zeigt Korrelationskoeffizienten zwischen wesentlichen Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsmerkmalen.

Zwischen dem intramuskulärem Fettgehalt (IMF) und dem Wasserbindungsvermögen fand sich mit Korrelations-Koeffizienten von -0,30 bis -0,45 ein moderater Zusammenhang – ein höherer IMF ging demnach mit einem besseren Safthaltevermögen (= weniger Saftverluste) einher.

In der Praxis wird ein höherer IMF häufig mit zarterem Fleisch (niedrigere Scherkraftwerte) in Verbindung gebracht. Dieser Zusammenhang konnte in unserem Versuch allerdings nicht bestätigt werden (Korrelations-Koeffizienten -0,23 bzw. -0,01).

Zwischen Scherkraft gegrillt und gekocht wurde mit einem Korrelations-Koeffizienten von 0,47 ein merklicher, aber nicht wirklich enger Zusammenhang festgestellt.

Die Korrelationen zwischen Fettklasse und Nierenfettanteil bzw. errechnetem Fettanteil des Schlachtkörpers waren mit 0,42 bzw. 0,71 deutlich. Unerwartet ist die negative Korrelation zwischen Fleischklasse und Muskelfleischanteil – dies könnte allerdings auch auf die große Streuung zwischen den Schlachtkörpern sowie die doch eher geringe Tieranzahl von 39 Stieren zurückzuführen sein.

Tabelle 21: Korrelationen zwischen Schlachtleistungs- und Fleischqualitäts-Merkmalen

Merkmal 1	Spearman Korrelation (r)	Merkmal 2
Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)	-0,45	Tropfsaftverlust_1
	-0,43	Kochsaftverlust_1
	-0,40	Kochsaftverlust_2
	-0,30	Grillsaftverlust _{warm}
	-0,33	Grillsaftverlust _{kalt}
	-0,23	Scherkraft _{gegrillt}
	-0,01	Scherkraft _{gekocht}
Grillsaftverlust _{warm}	0,95	Grillsaftverlust _{kalt}
Kochsaftverlust_1	0,77	Kochsaftverlust_2
Scherkraft _{gegrillt}	0,47	Scherkraft _{gekocht}
Nierenfett-Anteil	0,42	Fettklasse
Fettklasse	0,71	Fettanteil
Fleischklasse	-0,23	Muskelfleischanteil
Fleischklasse	-0,23	Anteil wertvoller Teilstücke
Anteil Filet	0,51	Anteil wertvoller Teilstücke
Anteil Englischer	0,24	Anteil wertvoller Teilstücke
Anteil Keule	0,83	Anteil wertvoller Teilstücke
Anteil Hinterhesse	0,62	Anteil wertvoller Teilstücke
Anteil Englischer	0,38	Anteil Fleisch/Knochendünnung
Anteil Fehlrippe	-0,04	Anteil Brust-/Spannrippe
Schlachtkörpergewicht _{kalt}	-0,38	Anteil wertvoller Teilstücke

5.4.2 Fleisch-Inhaltsstoffe und Fleisch-Fettsäuren

Die **Proteinversorgung in der Endmast** hatte nur auf den Rohasche-Gehalt des Fleisches einen signifikanten Einfluss (**Tabelle 23**). Unterschiedliche Rohasche-Gehalte können ein Indikator für Unterschiede in den Mineralstoffgehalten sein. Da in diesem Versuch die Mengen- und Spurenelemente des Fleisches nicht untersucht wurden, kann hierzu keine weitere Aussage gemacht werden.

Ein **Mastendgewicht** von 760 kg anstatt von 690 kg führte zu einem signifikant höheren intramuskulären Fettgehalt (IMF), der sich auch in einem signifikant höheren Trockenmasse-(TM)-Gehalt niederschlug (**Tabelle 23**). In der Gruppe „760“ wurden 4 der 20 Versuchstiere mit Fettklasse 4 beurteilt (**Tabelle 13**); das Fleisch dieser 4 Stiere hatte mit einem durchschnittlichen IMF-Gehalt im Rostbraten von 3,7 % deutlich höhere Gehalte als der Durchschnitt aller Stiere.

Zwischen Weißen Scherzel vorne und hinten fanden sich signifikante Unterschiede in TM- und Proteingehalt; die Gehalte waren hinten jeweils höher als vorne. Signifikante Unterschiede zwischen den **Teilstücken** Englischer und Weißer Scherzel fanden sich im TM-, Protein-, IMF- und Aschegehalt des Fleisches; die Werte waren (mit Ausnahme des Aschegehaltes) im Englischen signifikant höher als im Weißen Scherzel (**Tabelle 23**).

In **Tabelle 24a und 24b** sind Ergebnisse der Fleisch-Fettsäuren-(FA)-Untersuchung dargestellt. Zusätzlich zu den 6 FA-Gruppen SFA, MUFA, Omega-6 FA, Omega-3 FA, CLA und PUFA sind noch jene Einzel-FA aufgelistet, deren Anteil über 0,2 g/100 g FAME lag sowie weitere wichtige Einzel-FA. Die übrigen untersuchten FA sind in **Tabelle 28** im Anhang aufgelistet.

Die **Proteinversorgung in der Endmast** hatte keinen Einfluss auf das FA-Muster (**Tabelle 24a und 24b**).

Das **Mastendgewicht** hatte auf folgende FA-Gruppen einen signifikanten Einfluss: MUFA, Omega-6 FA, Omega-3 FA, PUFA sowie das Verhältnis PUFA zu SFA. Bei allen wesentlichen Einzel-SFA fanden sich signifikante Unterschiede zwischen den Gewichtsgruppen „690“ und „760“. Da die SFA-Gehalte jedoch zum Teil in der Gruppe „690“ und zum Teil in der Gruppe „760“ höher waren, fand sich in der Summe der SFA kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Die Omega-6 FA, Omega-3 FA und PUFA waren in der Gruppe „690“ höher, die MUFA in der Gruppe „760“ (**Tabelle 24a und 24b**).

Hinsichtlich des **Teilstückvergleichs** lassen sich die Versuchsergebnisse wie folgt zusammenfassen: Innerhalb des Rostbratens (Vergleich 9. und 13. Rippe) bzw. Weißen Scherzels (Vergleich vorne und hinten) fanden sich – bis auf den Gehalt an C 18:0 und SFA im Englischen – keine signifikanten Unterschiede im FA-Muster. Der Englische enthielt signifikant höhere Gehalte an SFA, während das Weiße Scherzel signifikant bzw. zumindest numerisch höhere Gehalte an MUFA, Omega-6 FA, Omega-3 FA, CLA und PUFA enthielt (**Tabelle 24a und 24b**).

Zwischen IMF und den 6 FA-Gruppen zeigten sich – mit Ausnahme der CLA – Korrelations-Koeffizienten von 0,4 und darüber, was auf einen deutlichen Zusammenhang schließen lässt. Omega-6 FA, Omega-3 FA und PUFA waren mit dem IMF negativ korreliert, während SFA und MUFA mit dem IMF positiv korreliert waren (**Tabelle 22**).

Tabelle 22: Korrelation zwischen bestimmten Fleisch-FA und IMF

Fleisch-FA	Spearman Korrelation (r)	
SFA	0,42	Intramuskulärer Fettgehalt (IMF)
MUFA	0,45	
PUFA	-0,68	
Ω6-FS	-0,69	
Ω3-FS	-0,56	
CLA	0,24	
Ω6/Ω3-Verhältnis	-0,17	
PUFA/SFA-Verhältnis	-0,65	

Tabelle 23: Inhaltsstoffe des Stierfleisches

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Teilstück (Teil)				Proteinversorgung×Mastendgewicht (Prot×Gew)				Se	p-Wert			
	p↓	prax	690	760	Rostbraten		Weißes Scherzel		690p↓	760p↓	690prax	760prax		Protein	Gewicht	Teil	Prot×Gew
					9.Rip	13.Rip	vorne	hinten									
Inhaltsstoffe, in g/kg Frischfleisch																	
Trockenmasse	244	245	242 ^b	248 ^a	251 ^a	251 ^a	235 ^c	242 ^b	242	247	242	249	6,8	0,316	<0,001	<0,001	0,344
Rohprotein	218	217	218	217	221 ^a	220 ^a	213 ^c	216 ^b	219 ^a	216 ^b	216 ^b	217 ^{ab}	4,6	0,377	0,253	<0,001	0,001
IMF	18	18	15 ^b	20 ^a	22 ^a	21 ^a	13 ^b	16 ^b	15	21	16	20	7,3	0,930	<0,001	<0,001	0,534
Rohasche	10,8 ^a	10,6 ^b	10,7	10,7	10,5 ^b	10,6 ^b	10,9 ^a	10,9 ^a	10,8 ^a	10,8 ^a	10,7 ^{ab}	10,5 ^b	0,3	<0,001	0,338	<0,001	0,030

Tabelle 24a: Fettsäurenmuster des Stierfleisches (I)

		Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Teilstück (Teil)				Proteinversorgung×Mastendgewicht (Prot×Gew)				S _e	p-Wert				R ²
		p↓	prax	690	760	Rostbraten	Weiß	Scherzel	690p↓	760p↓	690prax	760prax	Protein		Gewicht	Teil	Prot×Gew		
						9.Rip	13.Rip	vorne	hinten										
Gesättigte Fettsäuren (SFA)																			
C 8:0	0,20	0,19	0,21 ^a	0,17 ^b	0,16 ^b	0,17 ^b	0,24 ^a	0,20 ^{ab}	0,23	0,16	0,19	0,19	0,09	0,734	0,018	0,003	0,056	14	
C 14:0	2,31	2,43	2,25 ^b	2,48 ^a	2,67 ^a	2,67 ^a	2,01 ^b	2,11 ^b	2,17	2,44	2,33	2,52	0,50	0,144	0,005	<0,001	0,628	32	
C 15:0	0,42	0,41	0,44 ^a	0,39 ^b	0,41	0,41	0,43	0,42	0,43	0,40	0,44	0,39	0,07	0,933	<0,001	0,431	0,192	12	
C 16:0	25,6	25,8	25,2 ^b	26,1 ^a	27,0 ^a	26,5 ^a	24,3 ^b	24,8 ^b	24,9	26,3	25,6	26,0	1,90	0,525	0,004	<0,001	0,117	31	
C 17:0	1,21	1,19	1,25 ^a	1,15 ^b	1,22	1,19	1,18	1,21	1,27	1,15	1,23	1,15	0,21	0,501	0,002	0,836	0,569	7	
C 18:0	15,3	14,9	15,7 ^a	14,5 ^b	16,5 ^a	15,3 ^b	14,4 ^{bc}	14,2 ^c	16,0	14,6	15,4	14,5	1,83	0,208	<0,001	<0,001	0,412	27	
Σ SFA	45,3	45,1	45,3	45,2	48,1 ^a	46,6 ^b	42,9 ^c	43,3 ^c	45,3	45,3	45,3	45,0	2,53	0,710	0,786	<0,001	0,703	45	
Einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)																			
C 14:1	0,46	0,47	0,36 ^b	0,56 ^a	0,45 ^a	0,54 ^{ab}	0,41 ^b	0,45 ^{ab}	0,32 ^c	0,59 ^a	0,41 ^b	0,52 ^{ab}	0,20	0,773	<0,001	0,038	0,017	25	
C 16:1 c9	2,9	3,0	2,8 ^b	3,2 ^a	2,8	3,2	2,8	3,0	2,6	3,2	2,9	3,1	0,75	0,287	0,003	0,056	0,146	12	
Σ C 18:1 t	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,1	3,1	3,1	0,28	0,270	0,197	0,804	0,081	4	
C 18:1 c9	34,6	35,2	34,2 ^b	35,6 ^a	34,3	34,8	34,8	35,6	33,7	35,6	34,7	35,6	2,63	0,194	0,001	0,183	0,210	11	
C 18:1 c11	3,9	3,8	4,04 ^a	3,72 ^b	3,5 ^b	3,7 ^b	4,2 ^a	4,2 ^a	4,2	3,7	3,9	3,7	0,60	0,311	0,001	<0,001	0,195	29	
Σ MUFA	45,3	45,9	44,8 ^b	46,5 ^a	44,4 ^b	45,7 ^{ab}	45,7 ^{ab}	46,7 ^a	44,1	46,5	45,5	46,4	3,02	0,195	0,001	0,009	0,113	16	

Tabelle 24b: Fettsäurenmuster des Stierfleisches (II)

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Teilstück (Teil)				Proteinversorgung×Mastendgewicht (Prot×Gew)				S _e	p-Wert				R ²
	p↓	prax	690	760	Rostbraten	Weiß	Scherzel		690p↓	760p↓	690prax	760prax		Protein	Gewicht	Teil	Prot×Gew	
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)																		
C 18:2 c9,12	6,0	5,5	6,3^a	5,2^b	4,8^b	4,9^b	7,2^a	6,2^a	7,0^a	5,0^b	5,7^b	5,3^b	1,95	0,133	<0,001	<0,001	0,020	29
C 20:3 c8,11,14	0,23	0,22	0,24^a	0,21^b	0,17^b	0,18^b	0,29^a	0,25^a	0,26	0,20	0,22	0,22	0,09	0,648	0,038	<0,001	0,065	28
C 20:4	1,29	1,23	1,31	1,21	0,86^b	0,98^b	1,73^a	1,46^a	1,41	1,17	1,2	1,26	0,55	0,501	0,296	<0,001	0,087	31
C 22:4	0,31	0,32	0,33	0,30	0,22^b	0,24^b	0,43^a	0,37^a	0,33	0,29	0,33	0,32	0,12	0,445	0,170	<0,001	0,442	39
Σ Ω6-FS	8,2	7,6	8,6^a	7,3^b	6,3^b	6,7^b	10,1^a	8,7^a	9,4^a	7,1^b	7,9^{ab}	7,4^b	2,62	0,179	0,002	<0,001	0,026	32
ALA	0,43	0,42	0,46^a	0,39^b	0,39^b	0,40^b	0,47^a	0,45^{ab}	0,48	0,38	0,44	0,40	0,12	0,584	<0,001	0,008	0,153	16
EPA	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04^b	0,05^b	0,08^a	0,07^a	0,07	0,06	0,06	0,06	0,03	0,813	0,210	<0,001	0,276	21
DPA	0,29	0,3	0,32	0,28	0,20^b	0,23^b	0,40^a	0,35^a	0,32	0,26	0,31	0,30	0,12	0,474	0,062	<0,001	0,243	34
DHA	0,03	0,03	0,03^a	0,03^a	0,02^b	0,03^b	0,04^a	0,03^a	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,272	0,002	<0,001	0,426	21
Σ Ω3-FS	0,82	0,82	0,88^a	0,76^b	0,67^b	0,70^b	0,99^a	0,92^a	0,91	0,73	0,85	0,79	0,26	0,972	0,006	<0,001	0,169	26
CLA c9,t11	0,35	0,36	0,36	0,35	0,32^b	0,34^{ab}	0,36^{ab}	0,39^a	0,36	0,34	0,36	0,36	0,11	0,665	0,547	0,032	0,680	6
Σ CLA	0,35	0,36	0,36	0,35	0,32^b	0,35^{ab}	0,36^{ab}	0,40^a	0,36	0,34	0,36	0,36	0,11	0,656	0,482	0,032	0,716	6
Σ PUFA	9,4	8,8	9,9^a	8,4^b	7,3^b	7,7^b	11,4^a	10,0^a	10,6	8,1	9,1	8,6	2,80	0,217	0,001	<0,001	0,027	33
Ω6/Ω3	10,1^a	9,5^b	9,8	9,8	9,5	9,5	10,4	9,6	10,3	9,9	9,3	9,6	1,81	0,024	0,994	0,105	0,244	8
PUFA/SFA	0,21	0,20	0,22^a	0,19^b	0,15^b	0,17^b	0,27^a	0,23^a	0,24^a	0,18^b	0,20^{ab}	0,19^b	0,07	0,254	0,004	<0,001	0,044	36

5.5 Pansensor – pH-Wert und Temperatur

Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Der Projektteil „Pansensor“ wurde von Dr. Johann Gasteiner durchgeführt. Dieser Projektteil ist mit dem ersten Mast-Durchgang abgeschlossen. Für den Abschlussbericht wurde von Dr. Gasteiner folgender Beitrag in Englisch zur Verfügung gestellt (publiziert als Poster am European Buiatric Forum 2011, Marseilles).

Title: Long-term measurement of rumen pH in fattening bulls by an indwelling and wireless data transmitting unit

Objectives: Subacute rumen acidosis (SARA) is a significant production disease of fattening bulls. The objective of this study was the continuous and long term measurement of the ruminal pH in fattening bulls under defined and exact feeding conditions.

Material and Methods: In the present study 20 bulls were fattened with a typical Austrian bull ration (corn silage ad libitum and concentrates). For measuring ruminal pH, an indwelling system for monitoring ruminal pH and temperature was applied. The indwelling system was given orally to fattening bulls at body weight (BW) 325 kg up to 625 kg stepwise, 16 Sensors in total, to cover the whole fattening period. Ruminal pH and temperature were measured at intervals of 600 sec over a period of 50 days of fattening period. Data were collected in an internal memory chip and sent via radio transmission to an external receiver. Daily mean, minima, maxima and time ruminal pH (min/d) below 6.3; 6.0; 5.8 and 5.5 were calculated. Individual daily dry matter intake, feeding conditions and ration composition in terms of roughage and concentrate sources were determined and nutrient components were analysed. Statistical analysis was conducted by GLM (Statgraphic Plus 5.1).

Results: Radio transmission of data (twice daily) was functioning without any difficulties. Mean ruminal pH for all bulls over the whole fattening period was 6.54, decreasing from pH 6.74 (BW 325 kg) to pH 6.44 (BW 625 kg). Lowest mean pH was found in group BW 475 (pH 6.17), caused by an outbreak of Bovine Respiratory disease, which led to decreased roughage intake whilst intake of concentrates was not reduced. In general, rumen pH was correlated significantly with the body weight and with body weight gain due to the animals increasing dry matter intake. Rations starch content and total starch intake influenced ruminal pH significantly. The rations fibre content was above recommendations during the whole fattening period and hence no correlation between fibre supply and ruminal pH was found.

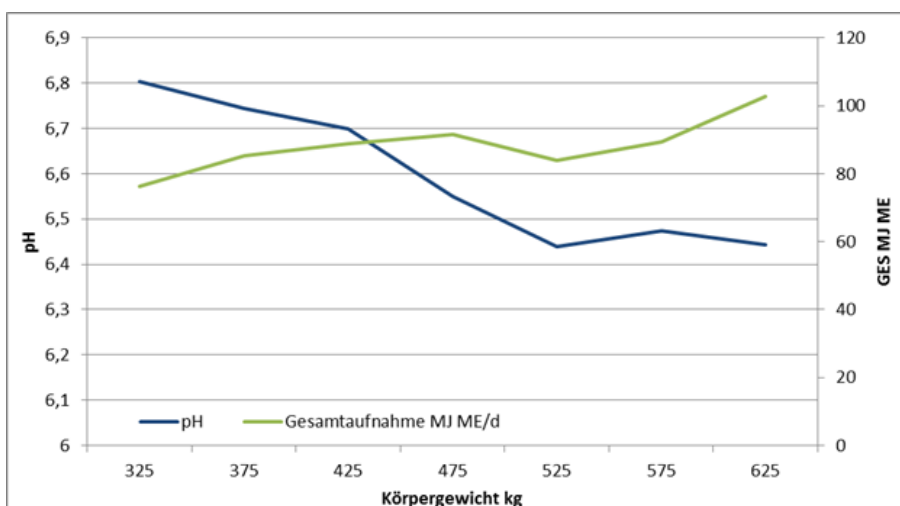


Abbildung 6: Zusammenhang pH-Wert, Futteraufnahme, Energiegehalt und Lebendgewicht

Conclusions: Recent developments in wireless and microcomputing enable the use of intraruminal boluses, that can be inserted orally. Boluses used in this trial are collecting valid data for at least 50 days. Such continuous measurements provide a complete new insight in rumen physiology and pathology. Results in our trial were significantly influenced by the rations composition, by the dry matter intake and thus by the fattening period. Results show that the presented method is a very useful and proper tool for both, scientific and practical applications.

5.6 Wirtschaftlichkeit

Mag.^a Dr.ⁱⁿ Agnes Gotthardt, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Einleitung

Die Produktion von Rindfleisch ist einer der wichtigsten Zweige der österreichischen Landwirtschaft. Durch die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union 2015 und die schrittweise Einführung einer bundesweit einheitlichen Regionalprämie bis 2019 ändert sich besonders für die Rindfleisch erzeugenden Betriebe die wirtschaftliche Gesamtsituation. Da die ursprüngliche Höhe der Betriebsprämie je Hektar auf voraussichtlich € 284,- pro ha fallen wird, müssen spezialisierte Rindermäster mit Einkommensrückgängen von durchschnittlich rund 40 Prozent rechnen (KIRNER 2015). Es wird künftig noch wichtiger werden, kosten- und ressourceneffizient Rindfleisch von bester Qualität zu produzieren um etwaige finanzielle Einschnitte resultierend aus der GAP-Reform auszugleichen. Einerseits muss aufgrund der Reformierung des Prämienmodells eingespart werden, andererseits ergeben sich für die Betriebe aber durchaus neue Chancen und Herausforderungen durch die weitere Öffnung der Märkte. Neue Absatzmärkte können erschlossen werden, aber auch der große Markt der USA kann durch die Aufhebung des Importverbotes von europäischem Rindfleisch ab dem heurigen Jahr wieder beliefert werden. Hier könnte sich auch für die österreichischen Stier- bzw. Rindermastbetriebe eine Chance für eine Vergrößerung des Absatzmarktes ergeben. Auch am heimischen Rindfleischmarkt gibt es Potenzial nach oben. Während das Angebot an Qualitätsrindfleisch konstant bleibt, nimmt die Nachfrage ständig zu. Das führt zu stabilen Fleischpreisen bzw. lässt diese sogar leicht ansteigen. Da jedoch nicht nur die Leistungsseite ausschlaggebend für die rentable Stiermast ist sondern auch die Kosten, sind diese so gering als möglich zu halten.

Eine wirtschaftlich effiziente Rindfleischerzeugung hängt hauptsächlich von der Länge der Mastdauer. Je höher also die Tageszunahmen des Tieres sind, desto kürzer wird das Tier gemästet werden müssen. Das Rind soll in möglichst kurzer Zeit die bestmögliche Fleischqualität erreichen. Dadurch werden einerseits die Kosten niedrig gehalten und andererseits ein Maximum an Erträgen erlöst. Während das Angebot an heimischem Qualitätsrindfleisch konstant bleibt, nimmt die Nachfrage ständig zu. Heimische Konsumenten welche Rindfleisch nachfragen, wollen beste Qualität. Dies kann nur durch eine bedarfsgerechte Fütterung mit hochwertigen Futtermitteln erzielt werden. Das Hauptziel einer wirtschaftlichen Rinder- bzw. Stiermast liegt somit darin, mit einer bedarfsgerechten Versorgung der Tiere einen möglichst hohen Ausschlagungsgrad sowie eine bestmögliche Fleischqualität zu erzeugen. Da eine qualitativ hochwertige Schlachtkörperqualität die Basis für ein rentables Mästen ist, soll auf die Gestaltung der Fütteration besonderes Augenmerk gelegt werden. Dazu muss die Fütterung während des Mastzeitraumes ständig an die Bedürfnisse der Tiere angepasst werden. Um die Stiermast so ökonomisch als möglich zu gestalten, ist es für den Betrieb unerlässlich den Schlachtzeitpunkt so weit als möglich herabzusetzen, um dadurch von diversen Prämien wie z.B. des AMA-Gütesiegels als auch vom Premium Rind zu profitieren. Jedoch ergibt sich hier die Schwierigkeit für den Mastbetrieb in relativ kurzer Zeit eine entsprechende Schlachtkörperqualität zu erreichen.

Aus Basis des hier vorgestellten Forschungsprojektes wird nachstehend versucht, den optimalen Schlachtzeitpunkt bzw. die optimale Fütterungsintensität für die Wirtschaftlichkeit der Stiermast zu ermitteln.

Folgende Forschungsfragen gilt es in diesem Zusammenhang zu klären:

- Ist es wirtschaftlich sinnvoll, auf höhere Gewichte zu mästen? Können die höheren Schlachtgewichte auch die durch eine verlängerte Mastdauer höheren Kosten ausgleichen? Und ergeben sich durch die höheren Schlachtgewichte eventuell auch wirtschaftliche Vorteile oder Nachteile betreffend die Fleischqualität?
- Wie beeinflusst eine in der Endmast reduzierte Kraffuttergabe den wirtschaftlichen Erfolg?

Material und Methodik

Die vorliegende Auswertung präsentiert die ökonomischen Ergebnisse des durchgeführten Stiermastversuches, welcher jeweils zwei unterschiedliche Fütterungsstrategien als auch die Mast auf zwei unterschiedliche Mastendgewichte untersuchte. Der Versuch wurde mit 39 Stieren der Rasse Fleckvieh durchgeführt, wobei diese auf zwei Durchgänge in vier homogene Gruppen aufgeteilt wurden. Pro Durchgang wurden 9 bzw. 10 Stiere auf ein Endgewicht von **690 kg** bzw. **760 kg** gemästet. Des Weiteren wurden die Stiere ab einem Lebendgewicht von 500 kg zwei unterschiedliche Proteinniveaus (**p↓** und **prax**) gefüttert (Details siehe Kapitel 4).

Tabelle 25: Gewichte, Schlacht- und Mastleistungen der Maststiere

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht in kg	
	p↓	prax	690	760
Anfangsgewicht in kg	194	189	193	191
Endgewicht in kg	727	726	694	759
Schlachtkörpergewicht kalt	405	403	387	421
Ausschlachtung in %	55,8	55,6	55,9	55,5
Mastdauer in Tagen	385	373	360	399
Tageszunahmen in g	1.392	1.454	1.408	1.439

Die Tiere wurden als Fresser von der Österreichischen Rinderbörse mit einem Basispreis von € 655,- pro Tier (bei einem Anfangsgewicht von 170 kg pro Tier + € 1 pro kg Übergewicht) zugekauft und eingestellt. Anfangs- und Endgewichte, Ausschlachtungsgrad und –gewicht sowie Mastdauer und Tageszunahmen der Tiere sind in **Tabelle 25** ersichtlich.

Die Grundfütterration der Mast bestand aus Maissilage zur freien Aufnahme sowie 0,3 kg Heu Frischmasse pro Tier und Tag. Kraftfutter als auch Mineralfutter (Garant, Rimin Mast B) wurde nach dem Rationsplan (siehe Kapitel 4) für die Gruppen zur Verfügung gestellt wobei das Kraftfutter aus einer Energie- als auch Proteinkomponente bestand und wie auch das Mineralfutter nach den aktuellen Preisen des regionalen Handels bewertet wurde. Das verabreichte Energiekraftfutter setzte sich zu 2/3 aus Mais und je 1/6 aus Weizen und Gerste zusammen, das Proteinkraftfutter zu ¾ aus Sojaextraktionsschrot 44 und ¼ aus Rapsextraktionsschrot. **Tabelle 26** zeigt die wichtigsten in der Kalkulation verwendeten Kostenansätze.

Tabelle 26: Kostenansätze in €

	Euro
Maissilage in kg TM	0,11
Bodenheu in kg TM	0,097
Energiekraftfutter in kg TM	0,198
Proteinkraftfutter in kg TM	0,466
Mineralstoff in kg TM	0,8

Im Bereich der Direktleistungen wurden neben den Fleischerlösen, abgerechnet nach dem Durchschnittspreis 2014 der österreichischen Rinderbörse auch die Zuschläge des AMA-Gütesiegels (€ 0,22 pro kg Schlachtgewicht) berücksichtigt. Voraussetzung für diesen Zuschlag ist, dass das Tier jünger als 19 Monate sein muss, ein Schlachtgewicht (kalt) von 328,3 – 436,1 kg aufweist und Handelsklasse E, U oder R erreicht sowie Fettklasse 2 bis 3. Alle in diesem Versuch teilgenommenen Tiere haben diese Voraussetzungen erfüllt. Des Weiteren besteht die Möglichkeit am Markenprogramm premium Rind teilzunehmen um auch hier noch zusätzliche Einnahmen zu erzielen. Dies wurde in der nachstehenden Kalkulation jedoch nicht berücksichtigt.

Ergebnisse

Tabelle 27 zeigt die durchschnittlichen Kosten und Leistungen sowie die Direktkostenfreie Leistung der Stiermast bei unterschiedlicher Mastintensität (Proteinkrafftutter p↓ und prax) und unterschiedlichem Mastendgewicht (690 bis 760 kg Lebendmasse).

Tabelle 27: Leistungen, Kosten und Direktkostenfreie Leistung in € je Maststier

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht in kg	
	p↓	prax	690	760
Leistungen aus Fleischverkauf	1.692	1.684	1.621	1.755
Zuschlag AMA-Gütesiegel	89	89	85	93
Zukaufkosten des Tieres	747	741	746	744
Kraft- und Mineralstofffutter	295	305	285	316
Grundfutter	240	245	220	266
Direktkostenfreie Leistung	295	278	254	314
Direktkostenfreie Leistung inkl. AMA-Gs	384	366	340	406

Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels erwähnt, ist die Wirtschaftlichkeit der Stiermast in hohem Maße von den Leistungen bzw. den erzielbaren Verkaufserlös abhängig, welcher wiederum vom Schlachtgewicht, der Qualität sowie der Gleichmäßigkeit und Größe der Verkaufspartien abhängt. Je höher das Schlachtgewicht und der Ausschachtungsgrad, desto höher sind die Leistungen aus dem Fleischverkauf. Aus dem Grund ergibt sich auch ein Plus bei den Leistungen aus dem Fleischverkauf bei Mästen auf höhere Gewichte, da dadurch auch das Schlachtgewicht steigt. Wird dieser Faktor gesondert betrachtet, ergibt sich zwischen den beiden Gruppen mit unterschiedlichen Mastendgewichten ein Mehrertrag von € 134,- pro geschlachteten Stier für das Mästen auf 760 kg. Auch die Zuschläge für das AMA-Gütesiegel steigen bei höherem Schlachtgewicht, jedoch hat dies nur geringfügige Auswirkungen auf einen finanziellen Zugewinn bei höherer Mastdauer.

Da ein höheres Mastendgewicht auch eine höhere Mastdauer nach sich bringt, steigen unter anderem auch die Futterkosten. Die Mastdauer verlängerte sich in diesem Projekt um durchschnittlich 39,6 Tagen pro Tier bei Erhöhung des Mastendgewichts von 690 auf 760 kg. Aus dem Grund ergeben sich auch um € 75,- höhere Futterkosten für die Gruppe 760. Trotzdem kann durch das höhere Schlachtgewicht und dem damit verbundenen Anstieg an Erlösen auch das Mehr an variablen Kosten ausgeglichen werden und führt somit zu einer höheren direktkostenfreien Leistung von € 60,- gegenüber der Gruppe 690. Wird auch der Zuschlag des AMA-Gütesiegels mit eingerechnet, steigt die direktkostenfreie Leistung der Gruppe 690 bzw. 760 um € 85,- bzw. € 93,- weiter an.

Eine Verlängerung der Mastdauer wirkt sich natürlich auch auf die Umtriebszeit des Stalles aus. Während bei einer Mastendgewicht von 760 kg nur 0,91 Tiere pro Jahr auf einen Mastplatz gemästet werden, könnten bei der Mast auf 690 kg doch 1,02 Tiere pro Jahr fertig gemästet werden. Hochgerechnet auf 5 Jahre ergibt sich hier ein Unterschied von 4,6 zu 5,1 fertig gemästeten Tieren. Auch darf die Erhöhung der Arbeitszeit bei einer verlängerten Mast nicht außer Acht gelassen werden.

Die Reduktion der Proteinversorgung in der Endmast erscheint aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll, wenn gleich hier der Unterschied zwischen den beiden Gruppen nur sehr gering ausfällt. Während die Gruppe prax eine um 12 Tagen geringere Mastdauer aufweist, fallen bei der Gruppe p↓ trotzdem um € 9 geringere Futterkosten an. Durch die etwas höheren Erlöse ergibt sich eine geringfügig höhere direktkostenfreie Leistung für die Gruppe mit den reduzierten Proteinkrafftutergaben.

Abbildung 7 zeigt einen Vergleich der Direktleistungen und –kosten sowie der direktkostenfreien Leistung pro kg Zunahme. Es kann somit ein objektiver Vergleich zwischen den Gruppen gezogen werden, da die unterschiedlichen Ein- und Verkaufsgewichte ausgeblendet werden.

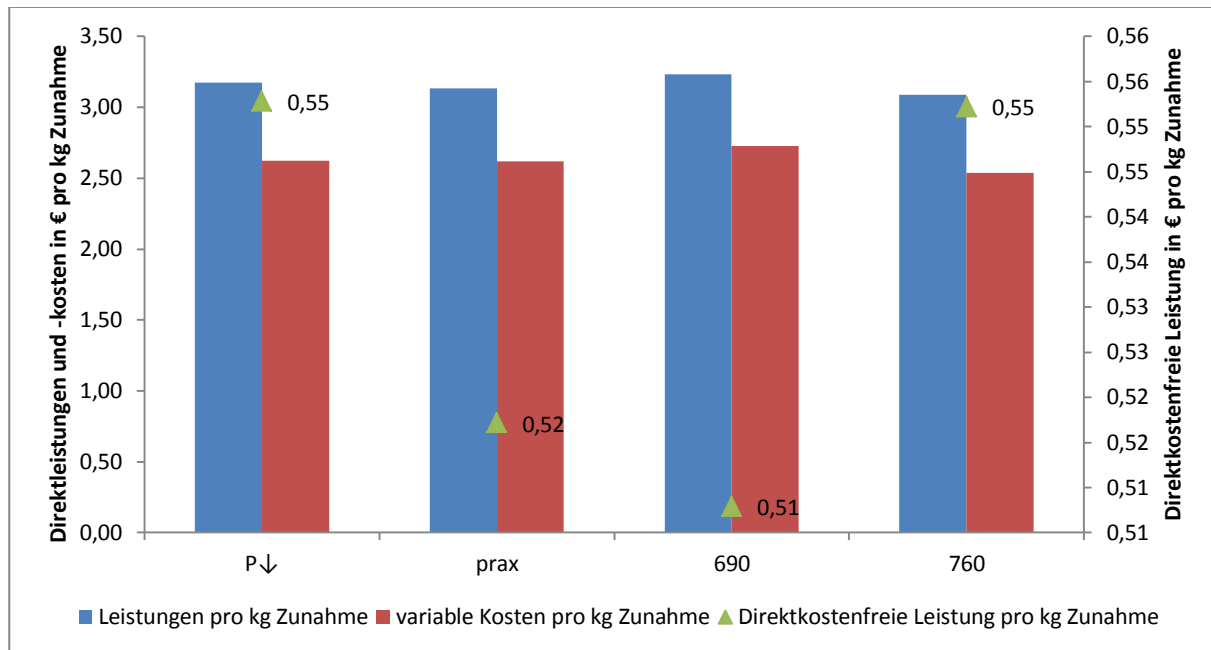


Abbildung 7: Vergleich der Direktleistungen und –kosten sowie der direktkostenfreien Leistung in € pro kg Zunahme der einzelnen Versuchsgruppen

Trotz der niedrigeren Direktleistungen kann durch die geringeren variablen Kosten der Gruppe 760 eine höhere direktkostenfreie Leistung pro kg Zunahme als bei der Gruppe 690 erzielt werden. Auch die Gruppe mit der Proteinreduktion kann pro kg Zunahme ein besseres Endergebnis als die Gruppe mit der in der Praxis üblichen Ration erzielen.

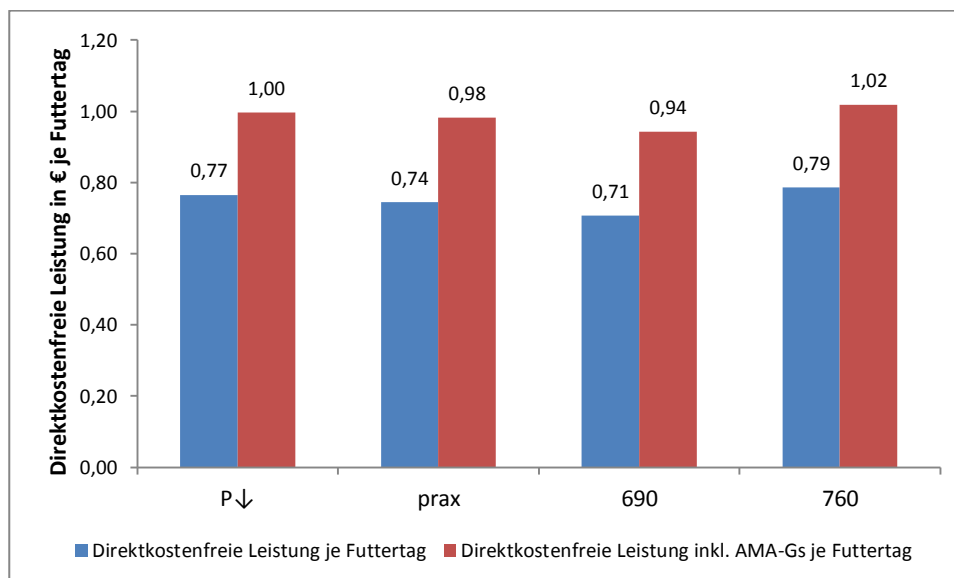


Abbildung 8: Direktkostenfreie Leistung in € je Futtertag

Auch im Bereich der direktkostenfreien Leistung je Futtertag sieht man geringfügige Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Die Tiere mit höheren Mastendgewichten konnten eine um 0,8 Cent höhere direktkostenfreie Leistung pro Futtertag erzielen. Durch die Reduktion des Proteinkrafftutters in der Endmast ergeben sich nur kaum merkliche Unterschiede bei der direktkostenfreien Leistung pro Futtertag.

Zusammenfassung

Durch diesen Versuch konnte gezeigt werden, dass die Stiermast auf hohe Mastendgewichte wirtschaftlich durchaus seine Berechtigung hat. Dies ist trotz der verlängerten Mastdauer und der somit höheren Kosten pro Tier rentabel, da durch die höheren Mastendgewichte auch die Leistungen unter den derzeit gegebenen Marktpreisen mitsteigen. Die Reduktion des Proteinkraftfutters in der Endmast spielt im wirtschaftlichen Bereich nur eine untergeordnete Rolle, jedoch kann man auch hier den einen oder anderen Euro trotz einer verlängerten Mastdauer einsparen. Hier zeigt sich auch die Wichtigkeit einer bedarfsgerechten Kraftfutterzu- teilung. Obwohl der monetäre Unterschied zwischen den vorgestellten Versuchsgruppen sehr gering ausfällt, wird jeder eingesparte Euro in Zukunft noch wichtiger werden. Ein sinnvoller Einsatz von teurem Kraftfutter ist dabei unerlässlich.

Marktprognosen gehen mittelfristig weiterhin von einer stabilen Preisentwicklung sowie einer leichten Unter- versorgung am EU-Rindfleischmarkt aus. Auch die Öffnung des amerikanischen Rindfleischmarktes für Eu- ropa kann eine Chance für den Absatz von qualitativ hochwertigem Fleisch sein. Um etwaige Einkommens- rückgänge durch die GAP-Reform und den Übergang zur Regionalprämie zu kompensieren, ist mittel- und langfristig jedoch davon auszugehen, dass viele spezialisierte Stiermastbetriebe ihre Mastplätze aufstocken werden um dadurch eine Kostenersparnis zu erzielen.

6 Diskussion

Beim Vergleich unserer Ergebnisse mit Literaturquellen ist zu berücksichtigen, dass den Mastversuchen häufig unterschiedliche Mast-Anfangsgewichte, Futtermittel, Energie- und Nährstoffgehalte der Futterrationen sowie Mast-Endgewichte zu Grunde liegen. Dies erschwert die Vergleichbarkeit der Ergebnisse bzw. lässt zum Teil einen Vergleich nicht zu.

6.1 Mastleistung

6.1.1 Futter- und Nährstoffaufnahme

Tabelle 28: Vergleich der tatsächlichen Futteraufnahme mit der geschätzten laut HEINDL et al. (1996) und SCHWARZ et al. (1988)

Ø LM in kg	Futteraufnahme, kg TM/Tag				Ø Zunahmen ¹ g/Tag	geschätzte Futteraufnahme	
	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg			HEINDL et al.	SCHWARZ et al.
	p↓	prax	690	760		1996	1988
250	6,1	6,3	6,0 ^y	6,4 ^x	1.600	5,7	5,6
350	7,5 ^y	7,9 ^x	7,6 ^y	7,8 ^x	1.622	7,2	6,8
450	8,7	8,9	8,7	8,8	1.551	8,3	7,7
550	9,5 ^b	10,1 ^a	9,8	9,8	1.384	9,0	8,5
650	10,2 ^b	11,0 ^a	10,4	10,7	1.295	9,7	9,1
730	11,1 ^b	11,9 ^a		11,5	1.364	10,2	9,5

¹berechnet aus 4 Mittelwerten (p↓, prax, 690, 760) der LSMeans

Tabelle 28 zeigt, dass die **Futteraufnahme**-Schätzformel von HEINDL et al. (1996) die tatsächliche Futteraufnahme der Fleckvieh-Stiere um rund 7 % unterschätzt. Im Gewichtsbereich über 700 kg (in **Tabelle 28** als „Ø LM 730 kg“ bezeichnet) wird die Futteraufnahme um etwa 10 % unterschätzt. Von SCHWARZ et al. (1988) wird die Futteraufnahme in den höheren Gewichtsbereichen sogar um durchschnittlich 15 % unterschätzt. Ein Grund hierfür ist sicherlich die in den letzten Jahren/Jahrzehnten – bedingt durch die verstärkte Zucht von Fleckvieh in Richtung Milch – veränderte Fleckviehgenetik (größerer Rahmen und höhere Futteraufnahmekapazität) (WIEDNER et al. 2008) sowie die Tatsache, dass die Schätzformeln nur anhand von Mastversuchen bis 650 kg Lebendgewicht erstellt wurden.

Die Proteinreduktion in der Endmast ab 500 kg Lebendgewicht führte zu einer signifikant geringeren Futteraufnahme in der Gruppe „p↓“ (**Tabelle 9**), was sich auch teilweise in der Literatur wieder findet (SCHWARZ und KIRCHGEßNER 1995, STEINWIDDER et al. 2006b). Die Autoren schränken allerdings ein, dass dieser Effekt nur bei deutlichen Unterschieden in der Proteinversorgung zwischen Versuchsgruppen zu beobachten sein dürfte. So mästeten GRUBER et al. (2009) Fleckvieh-Stiere von 250 bis 600 kg Lebendgewicht mit einer Ration, die durchschnittlich 130 bzw. 110 g XP pro kg TM enthielt und fanden keinen Unterschied in der Futteraufnahme. SCHIAVON et al. (2013) mästeten Stiere mit 14 bzw. 10 % XP in der Ration bzw. in einer dritten Gruppe mit 14 % XP in den ersten 3 Monaten und 10 % XP in den letzten 3 Monaten. Die Mast erfolge von 240 bis 540 kg Lebendgewicht. Zwischen den drei Versuchsgruppen zeigten sich keine Unterschiede in der Futteraufnahme sowie in der Futterverwertung. In STEINWIDDER et al. (2006b) führte nur das niedrigste Proteinniveau (9,9 % XP pro kg TM und XP/ME-Verhältnis 8,9) im Vergleich zu den drei anderen Proteinniveaus zu einer signifikant niedrigeren Futteraufnahme.

Von LFL (2014) werden zum Erreichen mittlerer Tageszunahmen von 1.500 g ab Fresser fallende **XP-Gehalte** von 149 g (Mastbeginn) bis 123 g (≥ 700 kg) pro kg TM und sinkende ME-Gehalte von 11,9 bis 11,5 MJ ME empfohlen. Dies stimmt mit unseren Versuchsergebnissen weitestgehend überein (**Tabelle 9**). Allerdings betrugen im vorliegenden Versuch die XP-Gehalte der Ration auch in der Gruppe „prax“ bereits ab dem Gewichtsbereich 600 - 700 kg nur mehr 114 g /kg TM, in der Gruppe „p↓“ nur mehr 100 g /kg TM.

Laut den **Bedarfsnormen für Mastrinder der GFE (1995)** muss zu Mastende (600/650 kg LM) das XP/ME-Verhältnis 10,4 sein, um die Pansenmikroben ausreichend mit Protein zur Bildung von Mikrobenprotein zu versorgen. In unserem Versuch lag das XP/ME-Verhältnis in der Gruppe „p↓“ bereits ab dem Gewichtsbereich 500 - 600 kg nur mehr bei 9,5, im Gewichtsbereich > 700 kg gar nur bei 8,7 (**Tabelle 9**), ohne dass es zu signifikanten Leistungseinbußen (Zunahmen, Futterverwertung, Schlachtleistung) kam. Auch STEINWIDDER et al. (2006b) halten fest, dass in der Endmast (Mastende mit 650 kg LM) unabhängig von der Energiever-

sorgung XP-Konzentrationen unter 10 % bzw. ein XP/ME-Verhältnis unter 9 noch zu keinem Rückgang der Tageszunahmen führten. Die neuen Bedarfsnormen der GFE sind noch immer in Überarbeitung; sobald diese Vorliegen, werden die Versuchsergebnisse den aktuellen Bedarfsnormen nochmals gegenübergestellt werden.

6.1.2 Tageszunahmen

Die **Tageszunahmen** lagen in unserem Versuch (ab Fresser) mit durchschnittlich 1.460 g auf hohem Niveau (**Tabelle 7**). Werden die Tageszunahmen nach in der Praxis verfügbaren Daten berechnet [(Lebendgewicht ab Hof - Einstallgewicht)/Futtertage*1000], so betrugen sie im vorliegenden Versuch 1.420 g. In den Arbeitskreisen Rindermast lagen die Tageszunahmen ab Fresser (163 kg Einkaufsgewicht) im Jahr 2014 mit durchschnittlich 1.340 g um 80 g niedriger (**BMLFUW 2015**); das durchschnittliche Mastendgewicht_{abHof} der Fresserbetriebe in den Arbeitskreisen betrug 724 kg, das Schlachtgewicht_{kalt} 405 kg.

Beim Vergleich von Tageszunahmen und Ausschachtung unterschiedlicher Mastversuche ist zu berücksichtigen, ob für die Berechnung das Lebendgewicht_{abHof} oder das Lebendgewicht_{nüchtern} am Schlachthof herangezogen wurde. Dies ist allerdings in den Literaturstellen teilweise nicht angegeben. Laut AWI (o.J.) werden in der Stiermast Nüchterungsverluste von 4 % angenommen, was rund 30 kg Lebendgewicht entspricht. Auch ETTLE et al. (2009) fanden durchschnittliche Nüchterungsverluste von 3,6 %. ETTLE et al. (2009) mästeten Fleckvieh-Stiere mit Maissilage und durchschnittlichen Krafftutter-Anteilen von 25 % (Soja- bzw. Rapsextraktionsschrot als Proteinkrafftutter-Komponenten) von 220 auf rund 710 kg Mastendgewicht; die durchschnittlichen Tageszunahmen lagen mit 1.450 g ähnlich hoch wie in unserem Versuch. SAMI et al. (2010) mästeten Fleckvieh-Stiere von 275 bis rund 685 kg und fanden bei ähnlicher Futterration wie in unserem Versuch ähnliche Tageszunahmen. GEUDER und PICKL (2014) mästeten Fleckvieh-Stiere ab Kalb mit Maissilage und bis zu 4 kg proteinreicher Kraffttermischung auf Mastendgewichte von 715, 765 bzw. 815 kg. Die Tageszunahmen ab Geburt lagen bei allen 3 Mastendgewichten bei durchschnittlich 1.330 g. SPREIDLER (2004) mästete Fleckvieh-Stiere von rund 280 bis 710 kg bei ähnlicher Fütterung wie im vorliegenden Versuch und erreichte durchschnittliche Tageszunahmen von 1.240 g (Versuch 1), 1.340 g (Versuch 2) 1.320 g (Versuch 3) und 1.390 g (Versuch 4). STEINWIDDER et al. (2006b) mästeten Fleckvieh-Stiere von 160 bis 650 kg Lebendmasse und erreichten bei hoher Protein- und Energieversorgung ebenfalls Tageszunahmen von über 1.400 g.

Im vorliegenden Versuch sanken die **Tageszunahmen** im **Gewichtsbereich** 500 bis 700 kg merklich, um dann in der Gruppe „prax“ nochmals von rund 1.300 g im Gewichtsbereich 600 - 700 kg auf rund 1.450 g im Gewichtsbereich > 700 kg anzusteigen (**Tabelle 7**). Auch GEUDER und PICKL (2014) beobachteten, dass die Tageszunahmen von 700 bis 840 kg nochmals von zuvor 1.300 g auf über 1.400 g anstiegen. Laut typischen Gewichtskurven der LFL (2014) für Fleckvieh-Stiere sind die Tageszunahmen im Gewichtsbereich 400 bis 500 kg am höchsten um anschließend kontinuierlich zu sinken. ETTLE et al. (2009) fanden bis 400 kg Lebendgewicht Tageszunahmen von 1.730 g, von 400 bis 550 kg 1.510 g und ab 550 kg 1.470 g. In früheren Versuchen wurden die höchsten Zunahmen häufig bei Lebendgewichten zwischen 300 und 400 kg Lebendgewicht erreicht, wobei der Verlauf der Tageszunahmen stark mit der Energieversorgung zusammenhängt (je höher die Energieversorgung, desto früher erreichen Stiere das Zunahme-Maximum und die optimale physiologische Schlachtreife (STEINWIDDER et al. 2006b).

6.1.3 Futterverwertung

Im vorliegenden Versuch zeigten sich zwischen den Versuchsgruppen zwar numerische, aber keine statistisch signifikanten Unterschiede in der **Futterverwertung** (TM-, XP-, ME-Bedarf pro kg Gewichtszuwachs); pro kg Zuwachs wurden durchschnittlich 7,5 kg TM, 85 MJ ME und 900 g XP benötigt (**Tabelle 8**). FRICKH et al. (2003b) mästeten Fleckvieh-Stiere ab Einsteller (300 kg Lebendgewicht) mit Maissilage und Krafftutter bis zu einem Mastendgewicht von rund 685 kg und beobachteten in diesem Gewichtsbereich eine Futterverwertung von 7,8 kg TM, 89 MJ ME und 910 g XP, was sich mit unseren Ergebnissen (allerdings ab Fresser) gut deckt. GRUBER et al. (2009) mästeten Fleckvieh-Stiere (Mastbereich von 340 bis 630 kg Lebendgewicht) mit Maissilage *ad libitum*, 1 kg PKF und 2 kg EKF FM und fanden mit 8,0 kg TM, 81 MJ ME und 1.000 g XP einen ähnlichen Futteraufwand pro kg Zuwachs wie in unserem Versuch.

LEITGEB et al (o.J.) fanden demgegenüber für den Mastabschnitt 170 bis 710 kg nur einen durchschnittlichen Bedarf von 67 MJ ME und 730 g XP pro kg Zuwachs. STEINWIDDER et al. (2006b) fanden für den Mastabschnitt 160 bis 650 kg einen ähnlichen ME und XP-Aufwand pro kg Zuwachs wie LEITGEB et al. (o.J.), wobei mit steigendem Proteingehalt in der Ration der XP-Aufwand pro kg Zuwachs signifikant anstieg. SAMI et al. (2010) fanden für den Gewichtsbereich 280 bis 680 kg eine Futterverwertung von durchschnittlich 5,9 kg TM. Auch SPREIDLER (2004) stellte mit durchschnittlich 5,8 kg TM und 65 MJ ME pro kg Zuwachs eine bessere Futterverwertung fest als in unserem Versuch.

Im vorliegenden Versuch war im Gewichtsbereich 600 - 700 kg die Futterverwertung erheblich schlechter als in den beiden Gewichtsbereichen davor und danach (**Tabelle 10, Abbildung 5**), wofür sich keine schlüssige Erklärung finden lässt. Ein Fehler in den Daten kann ausgeschlossen werden. Auch geht aus den Versuchsaufzeichnungen kein gesundheitliches Problem hervor, dass diesen Ausreißer erklären würde.

6.2 Schlachtleistung

Die **Mastend- und Schlachtgewichte** bei Stieren stiegen in den letzten zwanzig Jahren kontinuierlich an. Laut STATISTIK AUSTRIA (2010, 2015) lag das durchschnittliche Mastendgewicht von Stieren im Jahr 1995 bei 665 kg, 2000 bei 661 kg, 2005 bei 671, 2010 bei 690 kg und 2014 bei 702 kg. Laut BMLFUW (2015) lag das durchschnittliche Mastendgewicht der österreichischen Arbeitskreisbetriebe im Jahr 2014 bei 719 kg (Lebendgewicht_{abHof}). In selben Jahr lag in Bayern das durchschnittliche Mastendgewicht von Fleckvieh-Bullen laut LKV-Fleischleistungsprüfung bei 737 kg; knapp 80 % aller untersuchten Bullen (ab Fresser) wurden mit Mastendgewichten zwischen 700 und 775 kg geschlachtet (LKV BAYERN 2015).

Im vorliegenden Versuch lag die **Ausschlachtung** $[(\text{Schlachtgewicht}/\text{Lebendgewicht}_{\text{abHof}}) \cdot 100]$ bei 56 %, was sich mit den Ergebnissen der Stiermast-Arbeitskreise (BMLFUW 2015) sowie SAMI et al. (2010) deckt. Andere Autoren fanden zum Teil höhere Ausschlachtungen (FRICKH et al. 2002, SPREIDLER 2004, STEINWIDDER et al. 2006b, VELIK et al. 2008, ETTLE et al. 2009, GEUDER und PICKL 2014, LEITGEB et al. o.J.), was auch mit der Berechnung (Lebendgewicht ab Hof vs. Lebendgewicht_{nüchtern} am Schlachthof), Ausschlachtung warm vs. kalt sowie mit unterschiedlicher Fleckvieh-Genetik (Fleckvieh aus Milchviehbetrieben vs. Fleckvieh-Fleisch) zusammenhängen dürfte.

Es ist allgemein bekannt, dass mit steigendem Mastendgewicht die **Verfettung der Schlachtkörper** (Nierenfett, Innereienfett, Fettklasse und errechneter Fettgewebeanteil) zunimmt (FRICKH et al. 2002, SPREIDLER 2004, VELIK et al. 2008).

Stiere der Gruppe „760“ hatten einen signifikant höheren geschätzten Fettanteil (**Tabelle 12**). Aus der Gruppe „760“ wurden 4 Schlachtkörper mit Fettklasse 4 bewertet (**Tabelle 13**); dies entspricht 20 % der Stiere aus dieser Versuchsgruppe und würde bei den gegenwärtigen österreichischen Markenfleischprogrammen der Österreichischen Rinderbörse für Stiere einen Preisabzug von 7 Cent pro kg Schlachtgewicht_{kalt} bedeuten (MINIHUBER 2015). Weiters waren in der Versuchsgruppe „760“ 5 Stiere (entspricht 25 % der Stiere) bei der Schlachtung älter als 19 Monate, weshalb Landwirte für diese Stiere nicht mehr den „AMA-Gütesiegel-Jungstier“-Preiszuschlag von 22 Cent erhalten hätten, sondern nur den „Premium Rind“-Zuschlag von 17-18 Cent (MINIHUBER 2015). Der Schlachtkörper-Verfettung und dem Schlachalter ihrer Maststiere sollten daher Landwirte besondere Aufmerksamkeit schenken, um im Rahmen der österreichischen Markenfleischprogramme den bestmöglichen Schlachtkörpererlös zu erzielen.

Im vorliegenden Versuch wurde die Kraftfuttergabe in der Mittelmast (350 - 500 kg LM) auf 2,2 kg TM pro Tag reduziert; zuvor (Mastbereich bis 350 kg) erhielten die Stiere 2,6 kg TM und in der Endmast ab 500 kg 2,7 kg TM Kraftfutter. Dies wurde aus Rationsbeispielen von WIEDNER et al. (2008) übernommen. WIEDNER et al. (2008) führen an, dass eine leicht verminderte Mastintensität in der Mittelmast zu einer verzögerten Verfettung in der Endmast führt. Auch BECKENBAUER et al. (1984) halten fest, dass eine zeitweise verhaltene Fütterung bzw. Energierestriktion zu einer geringeren Schlachtkörperverfettung führen kann. Auch in der Ochsenmast wird von STEINWIDDER (2003) eine Kraftfutter-Reduktion in der Mittelmast empfohlen, um eine frühzeitige Verfettung zu verhindern. Eine Energierestriktion bei Maststieren in der Mittelmast (auch hinsichtlich kompensatorischem Wachstum) findet sich jedoch in sämtlichen anderen, im vorliegenden Abschlussbericht angeführten Stiermast-Versuchen sowie in den Empfehlungen von LFL (2014) nicht.

In Deutschland wurden in den 1980er- und 1990er-Jahren einige Versuche durchgeführt, die **Schlachtkörper-Teilstücke** bei unterschiedlichen Fütterungsvarianten, Mastendgewichten, Schlachalter etc. verglichen (z.B. AUGUSTINI et al. 1992, SCHWARZ et al. 1992, SCHWARZ et al. 1994, STEINWIDDER et al. 2006b). Allerdings lag in den Versuchen das Mastendgewicht nie über 650 kg, was die Vergleichbarkeit mit unserem Versuch schwierig gestaltet.

6.3 Fleischqualität

In den Arbeiten FRICKH (2001a) und FRICKH (2001b) werden Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität zusammengefasst.

6.3.1 Farbe, Wasserbindungsvermögen und Scherkraft des Fleisches

„Bei der Auswahl von Frischfleisch orientiert sich der Verbraucher in erster Linie an der Farbe. Er verbindet damit Frische, aber auch sensorische Eigenschaften, wie Zartheit und Geschmack. Gerade die Fleischfarbe ist ein äußerst kritisches Merkmal, denn sie unterliegt aufgrund von Oxidationsvorgängen raschen Veränderungen“ (zitiert nach AUGUSTINI und FISCHER 1998). Nach FRICKH (2001a) sollte Rindfleisch eine **Farbhelligkeit** (L-Wert) von 34 - 40 haben, einen **Rotton** (a-Wert) ≥ 10 und eine **Buntheit** (C-Wert) ≥ 14 . Rotton und Buntheit lagen im vorliegenden Versuch deutlich über den vorgegebenen Werten, die Helligkeit lag im Englischen am frischen Anschnitt in allen Fleischreife-Stadien unter 40, im Weißen Scherzel mit einem Wert von durchschnittlich 44 jedoch darüber. Nach 2 Stunden Oxidation lag die Fleischfarbe im Englischen teilweise ebenfalls knapp über 40 (**Tabelle 17, Tabelle 19**).

Es ist allgemein bekannt, dass Jungstierfleisch zumeist sensorisch schlechter bewertet wird als Kalbinnen- und Ochsenfleisch, was zumindest teilweise auf die geringere Schlachtkörpervertüftung zurückzuführen ist (AUGUSTINI und FISCHER 1998, FRICKH et al. 2003a, VELIK et al. 2003). Im vorliegenden Versuch war die **Scherkraft**_{gegrillt} im Englischen signifikant niedriger (=zarteres Fleisch) als im Weißen Scherzel; bei der **Scherkraft**_{gekocht} fand sich jedoch kein Unterschied zwischen den zwei Teilstücken (**Tabelle 19**). Auch SHACKELFORD et al (1995) konnten in der **Scherkraft**_{gekocht} keine Unterschiede zwischen diesen beiden Teilstücken feststellen. SHACKELFORD et al. (1995) halten fest, dass (1) es im Merkmal Scherkraft wenig Unterschied zwischen verschiedenen Muskeln gibt, (2) die Scherkraft des *M. longissimus* wenig über die Zartheit anderer Muskeln aussagt und (3) es bei der im Rahmen der Verkostung ermittelten Zartheit deutlich größere Unterschiede zwischen Muskeln gibt als laut Scherkraft-Messung.

Laut FRICKH (2001a) sollte die **Scherkraft** im Englischen für eine annehmbare **Zartheit** $< 3,8$ sein und für eine außergewöhnliche Zartheit $< 3,2$. In unserem Versuch wurde ein Scherkraftwert $< 3,2$ nur nach 21-tägiger Reifung im Englischen (**Scherkraft**_{gegrillt} mit dreieckigem Scherblatt geschert) erreicht. Werte $< 3,8$ wurden im Englischen auch nach 14-tägiger Fleischreifung (**Scherkraft**_{gegrillt} mit dreieckigem Scherblatt geschert) erzielt (**Tabelle 18**). Laut FRICKH (2001b) soll Rindfleisch des Weißen Scherzels für eine annehmbare Fleischzartheit zumindest Scherkraftwerte $< 4,6$ haben; Scherkraft-Werte unter 4,6 wurden nach 14- und 21-tägiger Fleischreifung (jeweils **Scherkraft**_{gekocht}, dreieckiges Scherblatt) erreicht. In unserem Versuch wurde der Englische nicht nur zwischen 7- und 14-tägiger Fleischreifung, sondern auch zwischen 14- und 21-tägiger Reifung signifikant zarter (=niedrigere Scherkraftwerte) (**Tabelle 19**), was sich mit Ergebnissen von FRICKH (2004) deckt. Im Gegensatz dazu fanden SCHÖNE et al. (2006a) zwischen 14- und 28-tägiger Fleischreifung teilweise nur mehr eine numerische Verbesserung der Zartheit. Auch bei Kalbinnenfleisch führte eine 21-tägige Fleischreifung zu keiner signifikanten Verbesserung der Fleischzartheit im Englischen im Vergleich zu 14-tägiger Fleischreifung (VELIK et al. 2013). Im Weißen Scherzel war im vorliegenden Versuch zwischen 7- und 14-tägiger Fleischreifung eine signifikante Verbesserung der Zartheit feststellbar, nicht jedoch zwischen 14- und 21-tägiger Fleischreifung (**Tabelle 18 und 19**). Um mit Stierfleisch den Konsumenten hinsichtlich Zartheit zufriedenzustellen, ist die Fleischzubereitung in der Küche demnach von entscheidender Bedeutung.

Nach 3-tägiger Lagerung sollte laut FRICKH (2001a) der **Tropfsaftverlust** des Fleisches zwischen 3,0 und 4,5 % liegen und der Grillsaftverlust ≤ 22 % sein. Der Tropfsaftverlust war in unserem Versuch nach 2-tägiger Lagerung durchschnittlich 1,6 % (Rostbraten) bzw. 2,0 % (Weißes Scherzel) (**Tabelle 14**). SCHÖNE et al. (2006a) fanden bei Jungbullenfleisch nach 3-tägiger Lagerung Reifungsverluste im *M. longissimus* (=Englischer) von knapp 1 % und im *M. semitendinosus* (=Weißes Scherzel) von knapp 2 %. In SCHÖNE et al. (2006a) waren die Reifungsverluste im Englischen signifikant niedriger als im Weißen Scherzel, was sich mit unseren Ergebnissen zum Tropfsaftverlust deckt. Im vorliegenden Versuch lag der Grillsaftverlust_{warm} im Englischen im Durchschnitt knapp über 22 %, im Weißen Scherzel über 25 %. Die Unterschiede im Grillsaftverlust waren zwischen den beiden Teilstücken statistisch signifikant (**Tabelle 14**). In SCHÖNE et al. (2006a) lag der Grillsaftverlust über 30 %, was in unserem Versuch den Ergebnissen des Grillsaftverlusts_{kalt} entspricht. Aus dem Artikel von SCHÖNE et al. (2006a) geht nicht eindeutig hervor, ob die Grillsaftverluste am warmen oder ausgekühlten Fleisch gemessen wurden. Ein weiterer Grund für die deutlich höheren Grillsaftverluste in SCHÖNE et al. (2006a) im Vergleich zu unserem Versuch könnte in der höheren Kerntemperatur beim Grillen (75°C anstatt 60°C wie in unserem Versuch) liegen. Wie auch im vorliegenden Versuch waren bei SCHÖNE et al. (2006a) (1) die Grillsaftverluste im *M. semitendinosus* höher als im *M. longissimus* und (2) eine längere Reifedauer des Fleisches beeinflusste die Grillsaftverluste nicht signifikant (**Tabelle 17 und 19**).

6.3.2 Fleisch-Inhaltsstoffe und Verkostung

Es ist allgemein bekannt, dass Fleisch von Fleckvieh-Maststieren einen geringen **intramuskulären Fettgehalt (IMF)** aufweist (KEANE und ALLEN 1998, FRICKH et al. 2003a, SAMI et al. 2004, NÜRNBERG et al. 2005, DANNENBERGER et al. 2006, SCHOENE et al. 2006a, STEINWIDDER et al. 2006b, HOLLO et al. 2008, VELIK et al. 2008), was durch ein hohes Muskelbildungsvermögen und einen geringen Fettansatz von

Stieren (AUGUSTINI et al. 1992) bedingt ist. Auch bei Mastendgewichten über 700 kg werden im *M. longissimus* IMF-Gehalte von nur rund 2,5 % gefunden (ETTLE et al. 2009, ZAPLETAL et al. 2009, GEUDER et al. 2012). Im vorliegenden Versuch lag der IMF im Rostbraten bei einem Mastendgewicht von 760 kg bei 2,0 % und bei 690 kg bei 1,5 % (Tabelle 23). Im Weißen Scherzel war der IMF signifikant niedriger als im Rostbraten, was auch in der Literatur vielfach belegt ist (DANNENBERGER et al. 2006, STEINWIDDER et al. 2006b, HOLLO et al. 2008). Bei Fleisch von Fleckvieh-Stieren wird demnach der von FRICKH et al. (2001a) als unterer Referenzwert definierte IMF-Gehalt von 2,5 % (meist) nicht erreicht.

In der Praxis wird häufig ein höherer IMF mit zarterem und saftigerem Fleisch in Verbindung gebracht, wenngleich dieser Zusammenhang in wissenschaftlichen Untersuchungen häufig nicht gefunden wird (MUIR et al. 1998). DUFEY und CHAMBAZ (1999) halten fest, dass ein positiver Effekt des IMF auf die Zartheit erst ab einem IMF-Gehalt von 3 % und darüber beobachtet wurde, und der Zusammenhang auch hier nur schwach war. Auch in unserem Versuch konnte dieser Zusammenhang zwischen IMF und Zartheit nicht bestätigt werden ($r = -0,23$ bzw. $-0,01$ zwischen IMF und Scherkraft gegrillt bzw. gekocht, Tabelle 21). Zwischen IMF und Safthaltevermögen fand sich mit Korrelations-Koeffizienten von rund $-0,40$ ein moderater Zusammenhang (Tabelle 21).

Die **Zartheit** von Rindfleisch wird durch die Struktur der Muskelfasern und den Anteil/die Quervernetzung des Bindegewebes (Kollagengehalt) determiniert, wobei es zwischen Muskeln deutliche Unterschiede in diesen Parametern gibt (RISTIC 1987, AUGUSTINI und FISCHER 1998). FRICKH et al. (2001a) geben an, dass Rindfleisch bei **Verkostung** eine Gesamtpunktezahl von ≥ 12 erreichen muss, was in unserem Versuch in allen Versuchsgruppen erreicht wurde (Tabelle 20). Das Weiße Scherzel erhielt bei der Verkostung für die Zartheit signifikant bessere Noten als der Englische (Tabelle 20), obwohl der Englische niedrigere Scherkraftwerte (Tabelle 15) aufwies. Auch STEINWIDDER et al. (2006b) vergaben im Merkmal Zartheit für den *M. semitendinosus* numerisch mehr Punkte als für der *M. longissimus*. In SHACKELFORD et al. (1995) und SCHÖNE et al. (2006b) wurde hingegen der *M. longissimus* von den Verkostern besser bewertet als der *M. semitendinosus*.

SHACKELFORD et al. (1995) schlussfolgern, dass die mittels Verkostung ermittelte Zartheit und Saftigkeit moderat korrelieren ($r=0,53$) und dass die Zartheit deutlich stärker variiert als die Saftigkeit. In unserem Versuch wurde zwischen den beiden Teilstücken kein Unterschied in der Saftigkeit befunden; demgegenüber bewerteten in SHACKELFORD et al (1995) die Verkoster den *M. longissimus* als signifikant saftiger als den *M. semitendinosus*.

Stierfleisch der Gruppe „prax“ wurde von den Verkostern als signifikant zarter und saftiger bewertet als jenes der Gruppe „p↓“. Die bessere Zartheit der Gruppe „prax“ wurde auch in der Scherkraft_{gekocht} wiedergefunden, nicht jedoch in der Scherkraft_{gegrillt} (Tabelle 15). Allerdings hatte die Proteinversorgung in der Endmast keinen Einfluss auf das Safthaltevermögen des Fleisches, das wiederum ein Parameter für die Saftigkeit von Fleisch ist (Tabelle 14). Literatur, die den Einfluss der Proteinversorgung auf die Zartheit und **Saftigkeit** von Rindfleisch untersuchte, ist rar. STEINWIDDER et al. (2006) konnten im Rahmen der Verkostung keinen Einfluss der Proteinversorgung auf die Zartheit (Verkostung und Scherkraft_{gegrillt}, jeweils Englischer und Weißer Scherzel) sowie die Saftigkeit feststellen; im Weißen Scherzel – jedoch nicht im Englischen – wurde ein Effekt der Proteinversorgung auf den Grillsaftverlust festgestellt.

6.3.3 Fleisch-Fettsäuren

De SMET et al. (2004) halten in einer Literaturübersicht fest, dass der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) einen deutlichen Effekt auf das **FA-Muster** von Fleisch hat. Die Autoren stellten fest, dass die SFA- und MUFA-Gehalte mit steigenden IMF-Gehalten stärker ansteigen als die PUFA-Gehalte. Im vorliegenden Versuch hatte die Gruppe „760“ einen signifikant höheren IMF-Gehalt als die Gruppe „690“. Weiters wurde im Rostbraten ein signifikant höherer IMF-Wert als im Weißen Scherzel gefunden (Tabelle 23). Für die SFA, MUFA sowie das PUFA/SFA-Verhältnis konnte der von De SMET et al. (2004) gefundene Zusammenhang mit dem IMF (positive Korrelation des IMF mit den MUFA und SFA-Gehalten sowie negative Korrelation mit dem PUFA/SFA-Verhältnis) bestätigt werden (Tabelle 22, 24a und 24b: für SFA in der Auswertung „Teilstück“ und für MUFA in der Auswertung „Mastendgewicht“).

PETRIC et al. (2005) mästeten Fleckvieh-Stiere bis zu einem Schlachtkörpergewicht von 320 bzw. 370 kg. Die Gehalte an SFA waren im *M. longissimus* signifikant höher und die PUFA-Gehalte signifikant niedriger als im *M. semitendinosus*, was mit unseren Ergebnissen übereinstimmt (Tabelle 24a und 24b). Allerdings fanden PETRIC et al. (2005) im *M. longissimus* auch signifikant höhere MUFA-Gehalte, was durch unsere Auswertung nicht bestätigt werden konnte. Wie auch im vorliegenden Versuch war in PETRIC et al. (2005) im *M. longissimus* das Verhältnis Omega-6 FA zu Omega-3 FA nicht signifikant und das PUFA/SFA-Verhältnis signifikant enger als im *M. semitendinosus*. HOLLO et al. (2008) verglichen das FA-Muster des *M. longissimus* und *M. semitendinosus* von Fleckvieh-Stieren und konnten mit Ausnahme des CLA-Gehalts keinen Unterschied zwischen den beiden Muskeln feststellen. Dies steht im Gegensatz zu unseren Ergeb-

nissen, in denen – mit Ausnahme des MUFA- und CLA-Gehalts sowie des Omega-6 FA zu Omega-3 FA-Verhältnisses – für alle FA-Gruppen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Muskeln gefunden wurden. SCHOENE et al. (2007) untersuchten ebenfalls die beiden oben genannten Muskeln von Stieren der Rassen Fleckvieh und Schwarzbunte und konnten, wie auch in unserem Versuch, im *M. semitendinosus* signifikant niedrigere SFA und signifikant höhere PUFA- und Omega-6 FA-Gehalte feststellen. Wie auch in unserem Versuch fanden SCHOENE et al. (2007) zwischen den Muskeln keine signifikanten Unterschiede im Gehalt an MUFA und CLA.

INDURAIN et al. (2010) mästeten Stiere sieben spanischer Mastrassen auf der Basis von Kraftfutter und Stroh bis 320 bzw. 550 kg Lebendgewicht. Sie fanden bei höherem Mastendgewicht höhere Gehalte an SFA und MUFA und geringere Gehalte an PUFA. In unserem Versuch wurden für die SFA und PUFA konträre Ergebnisse gefunden (kein Unterschied in SFA-Gehalten zwischen den zwei Mastendgewichten, höhere PUFA-Gehalte in der Gruppe „760“).

SAMI et al (2010) mästeten Fleckvieh-Stiere mit einer Ration, die durchschnittlich 12,4 bzw. 14 % Rohprotein pro kg TM enthielt, bis 685 kg Lebendgewicht und konnten keinen Effekt des Proteinlevels auf das FA-Muster (SFA, MUFA, PUFA, Omega-3 FA, Omega-6 FA, Omega-6/Omega-3 FA und PUFA/SFA) des *M. longissimus* feststellen. Dies deckt sich – mit Ausnahme des Verhältnisses Omega-6 FA zu Omega-3 FA, das in unserem Versuch in der p↓-Gruppe signifikant höher war – mit unseren Versuchsergebnissen.

7 Schlussfolgerungen und Praxisempfehlungen

Mastleistung

- Mit einer Futterration (Ø 13 % XP und 11,5 MJ ME /kg TM; Ø XP/ME-Verhältnis 11,1) bestehend aus Maissilage *ad libitum* (32 % TM, 10,7 MJ ME) und einem Ø Kraftfutteranteil von 33 % können mit Fleckvieh-Stieren bei einem Mastendgewicht von 760 kg hohe Tageszunahmen von Ø 1.450 g erreicht werden.
- Auch bei Mastendgewichten über 700 kg kommt es zu Mastende zu keinem erheblichen Absinken der Tageszunahmen.
- Eine Proteinreduktion in der Endmast (ab 500 kg Lebendmasse 0,5 statt 1,0 kg Proteinkraftfutter FM) führt zu Beginn der Proteinreduktion (Gewichtsbereich 500 - 600 kg) zu signifikant niedrigeren Tageszunahmen; die Tageszunahmen über die gesamte Mast (ab Fresser) werden dadurch jedoch nicht negativ beeinflusst.
- Die Proteinreduktion führt zu einer signifikant niedrigeren Futteraufnahme in der Endmast. Über den gesamten Versuch betrachtet, hat die unterschiedliche Proteinversorgung in der Endmast allerdings keinen statistisch nachweisbaren Effekt auf die Höhe der Futteraufnahme.
- Mastendgewichte von 760 kg führen – verglichen mit einem Mastendgewicht von 690 kg – zu keiner schlechteren Futterverwertung/ungünstigerem Futteraufwand (Futter-, Protein- und Energieaufnahme pro kg Gewichtszuwachs). Auch die Proteinreduktion in der Endmast hat keinen (statistisch) nachweisbaren Effekt auf die Futterverwertung.

Schlachtleistung

- Eine Erhöhung des Mastendgewichts von 690 auf 760 kg führt erwartungsgemäß zu einer signifikant längeren Mastdauer (im vorliegenden Versuch Ø 16,5 vs. 17,9 Monate), einer höheren Fettklasse (Ø 2,5 vs. 3,0), einem höherem errechneten Fettanteil (6,0 vs. 8,0 % des Schlachtkörpers), einem geringeren Muskelfleischanteil (73 vs. 71 % vom Schlachtkörper) sowie zu signifikanten Unterschieden in der Größe einzelner Teilstücke. In dem am Schlachthof routinemäßig erhobenen Merkmal „EUROP-Fleischigkeit“ findet sich jedoch kein signifikanter Unterschied.
- Bei einem Mastendgewicht von 760 kg wurden im aktuellen Versuch 20 % der Schlachtkörper (4 Schlachtkörper von insgesamt 20 Versuchstieren) mit Fettklasse 4 beurteilt, was in den derzeitigen österreichischen Markenfleischprogrammen für Stierfleisch empfindliche Preisabzüge nach sich zieht. Demnach sollte bei Mastendgewichten über 700/750 kg bei Fleckvieh die Verfettung der Schlachtkörper im Auge behalten werden.
- Die Proteinversorgung in der Endmast hat keinen Einfluss auf die Schlachtleistung.

Fleischqualität

- Die (im vorliegenden Versuch gewählte) Erhöhung des Mastendgewichts sowie Proteinreduktion in der Endmast haben keinen eindeutigen Einfluss auf Farbe, Safthaltevermögen und Zartheit des Stierfleisches.
- Die Fleischreifung (7, 14 bzw. 21 Tage) beeinflusst erwartungsgemäß die Fleischzartheit. Die unterschiedliche Reifedauer hat auch einen Einfluss auf Fleischfarbe und Safthaltevermögen, allerdings dürften die Unterschiede in diesen beiden Merkmalen eher von wissenschaftlichem als von praktischem Interesse sein.
- Stierfleisch ist nicht nur nach 14-tägiger Fleischreifung signifikant zarter (=objektiv mittels Scherkraftmessung ermittelt) als nach 7-tägiger; auch zwischen 14 und 21 Tagen Fleischreifung nimmt die Zartheit des Fleischs noch signifikant zu; dieser Effekt ist allerdings hauptsächlich im Englischen (*M. longissimus*) und nicht im Weißen Scherzel (*M. semitendinosus*) bemerkbar.
- Ein höheres Mastendgewicht führt zu signifikant höheren intramuskulären Fettgehalten (IMF) im Fleisch. Bei Fleisch von Fleckvieh-Stieren wird allerdings auch bei Mastendgewichten von über 750 kg der für eine gute Fleischqualität definierte IMF-Gehalt von zumindest 2,5 % (meist) nicht erreicht.
- Zwischen Englischem und Weißem Scherzel finden sich erwartungsgemäß zahlreiche Unterschiede in der Fleischqualität (Farbe, Safthaltevermögen, Zartheit).
- Die beiden untersuchten Mastendgewichte sowie Teilstücke beeinflussen das Fettsäurenmuster von Stierfleisch signifikant. Diese Unterschiede sind zumindest teilweise mit Unterschieden im IMF-Gehalt zu erklären.
- Um mit Stierfleisch eine den Konsumentenwünschen entsprechende Fleischqualität zu erreichen (insbesondere in Bezug auf Zartheit) kommt der Zubereitung in der Küche noch mehr Bedeutung zu als bei Jungrind-, Kalbinnen- oder Ochsenfleisch.

Pansensensor – pH-Wert und Temperatur

Neue Entwicklungen in der drahtlosen Datenübertragung und in der Anwendung von Microcomputern ermöglichen die Verwendung von Pansensensoren, welche oral eingegeben werden können. Die in diesem Versuch verwendeten Pansensensoren liefern zuverlässige Daten für zumindest 50 Tage. Solche ununterbrochenen Messungen ermöglichen komplett neue Einblicke in die Pansenphysiologie und –pathologie. Die Ergebnisse dieses Versuchs wurden von der Rationszusammensetzung, von der Trockenmasse-Aufnahme und damit vom Mastabschnitt signifikant beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen, dass die verwendete Methode sowohl für wissenschaftliche als auch für praktische Anwendungen ein sehr nützliches und geeignetes Hilfsmittel ist.

Wirtschaftlichkeit

- Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Mast auf hohe Mastendgewichte aufgrund der zugrunde liegenden Versuchsergebnisse unter den derzeitigen Marktbedingungen sinnvoll.
- Die Reduktion der Proteinversorgung in der Endmast führt unter den derzeit geltenden Bedingungen zu einem kaum merklich besseren wirtschaftlichen Ergebnis.
- Qualitativ hochwertiges Fleisch sowie der effiziente Einsatz der teuren Futtermittel ist wichtig für eine wirtschaftliche Fleischproduktion.

8 Literaturverzeichnis

- ACKER L., K.G. BERGNER, W. DIEMAIR, W. HEIMANN, F. KIERMAIER, J. SCHORMÜLLER und S.W. SOURCI (eds.), 1968: Handbuch der Lebensmittelchemie: Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermilch. Band III, 2. Teil, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- ALBERTI P., B. PANEA, C. SANUDO, J.L. OLLETA, G. RIPOLLI, P. ERTBJER, M. CHRISTENSEN, S. GIGLI, S. FAILLA, S. CONCETTI, J.F. HOCQUETTE, R. JAILLER, S. RUDEL, G. RENAND, G.R. NUTE, R.I. RICHARDSON und J.L. WILLIAMS, 2008: Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livest. Sci.* 114, 19-30.
- AUGUSTINI C. 1987: Einfluss produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität beim Rind. In: Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 152-179.
- AUGUSTINI C. und K. FISCHER, 1998: Fleischreifung und sensorische Qualität. In: Kühlen, Zerlegen, Kühlagerung, Reifung – Einfluss auf die Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 58-79.
- AUGUSTINI C., V. TEMISAN und L. LÜDDEN, 1987: Schlachtwert: Grundbegriffe der Erfassung, In: Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 28-54.
- AUGUSTINI C., W. BRANSCHIED, F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1992: Wachstumsspezifische Veränderungen der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh – 2. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullen. *Fleischwirtschaft* 72, Sonderdruck.
- AWI – Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, o.J.: Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten – Stiermast <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/idb/stiermast.html>, (zuletzt besucht 17.8.2015).
- BARTON L., D. ŘEHAK, V. TESLIK, D. BURES und R. ZAHRAĐKOVA, 2006: Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech J. Anim. Sci.* 51, 47-53.
- BECKENBAUER M.A., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1984: Kompensatorisches Wachstum von Jungbullen bei der Mast mit Maissilage nach einer Energierestriktion im mittleren Mastbereich. Sonderdruck aus Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 61. Jahrgang, Heft 8/1984, 19 S.
- BMLFUW, 2015: Rindermast 2014 - Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. Mai 2015, 45 S.
- DANNENBERGER D., K. NUERNBERG, G. NUERNBERG und K. ENDER, 2006: Carcass and meat quality of pasture vs. concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. *Arch. Tierzucht* 49, 315-328.
- DEBLITZ C., J. BRÖMMER und D. BRÜGGEMANN, 2008: Beef production in Germany – production systems and their spatial distribution. *Landbauforschung* 58, 29-44.
- DEBLITZ C., 2012: Costs of production for beef and national cost share structures. Working Paper 2012/3. Agribenchmark. www.agribenchmark.org (zuletzt besucht 23.6.2015).
- De SMET S, K. RAES und D. DEMEYER, 2004: Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Anim. Res.* 53, 81-98.
- DGF – Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft (eds.), 2006: Methode C-VI 11 (98) – Fettsäurenmethylester (TMSH-Methode). In: DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. 2. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Stuttgart.
- DUFEY P.A. und A. CHAMBAZ, 1999: Einfluss von Produktionsfaktoren auf die Rindfleischqualität. *Agrarforschung* 6(9), 345-348.
- EG, 1981: Council Regulation (EEC) No 1208/81 determining the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *Official Journal of the European Communities*, L123:3-6.
- ETTLE T., A. OBERMAIER, W. PREISSINGER, L. HITZLSPERGER, H. MEISER, H. SPIEKERS und C. POTTHAST, 2009: Einsatz von getrockneter Getreideschlempe (Weizen, Gerste, Zucker), Raps- oder Sojaextraktionsscot in der intensiven Mast von Bullen der Rasse Fleckvieh. *Forum angewandete Forschung*, Fulda, 1.-2.4.2009.
- FOLCH J., M. LEES und G.H. SLOANE STANLEY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- FRICKH J. 2001a: Einfluss von Fütterung und Haltung auf die Qualität von Rindfleisch. ALVA-Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten-Jahrestagung, Wolfpassing, 169-171.
- FRICKH J.J., 2001b: 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., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2002: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Schlachtleistung von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 74, 362-375.
- FRICKH J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2003a: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde 75, 16-30.
- FRICKH J.J., W. ZOLLITSCH und F. SMULDERS, 2003b: Kennzahlen der Fleischqualität und Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von jungen, intensiv gemästeten Fleckviehtieren und verschiedenen Gebrauchs-kreuzungen in Hinblick auf eine Weiterentwicklung von Qualitätsprogrammen. Abschlussbericht Projekt Nr. 1238, im Auftrag des BMLFUW, 99 S.
- FRICKH J.J., 2004: Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit von Kalbinnen- und Jungstierfleisch. Abschlussbericht für das Forschungsprojekt Nr. 1358 im Auftrag von AMA-Marketing und ARGE Rind, 38 S.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 1995: Energie und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutz-tiere. Nr 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Mastrindern. DLG Verlag, Frank-furt/Main.
- GEUDER U., M. PICKL, M. SCHEIDLER, M. SCHUSTER und K-U. GÖTZ, 2012: Mast-, Schlachtleistung und Fleischqualität Bayerischer Rinderrassen. Züchtungskunde 84, 485-499.
- GEUDER U. und M. PICKL, 2014: Hohe Endgewichte zahlen sich doch aus. Top Agrar, R30-R32.
- GRUBER L. und F. LETTNER, 1991: Einfluß einer reduzierten Proteinergänzung in der Rindermast mit Maissilage. Die Bodenkultur, 71-82.
- GRUBER L., M. URDL, A. SCHAUER und R. STEINWENDER, 2009: Einfluss des Kraftfutterniveaus in der Stiermast auf die Mast- und Schlachtleistung bei Maissilage mit niedriger Energiekonzentration, In: Gru-ber, L., Urdl, M., Velik, M., Eckart, A. (eds.), 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 77-83.
- HAIGER A. und W. KNAUS, 2010: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleisch-leistung – 2. Mitteilung: Fleischleistung mit inländischen Eiweißfuttermitteln. Züchtungskunde 82, 447-454.
- HEINDL U., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zur Schätzung der Futteraufnahme von Mast-rindern. Züchtungskunde 68, 357-368.
- HOLLO G., K. ENDER, K. LOKI, J. SEREGI, I. HOLLO und K. NUERNBERG, 2008: Carcass characteristics and meat quality of Hungarian Simmental young bulls fed different forage to concentrate ratios with or without linseed supplementation. Arch. Tierzucht 51, 517-530.
- INDURAIN G., M.J. BERIAIN, M.V. SARRIES und K. INSAUSTI, 2010: Effect of weight at slaughter and breed on beef intramuscular lipid classes and fatty acid profile. Animal 4 (10), 1771-1780.
- KEANE M.G. und P. ALLEN, 1998: Effects of production system intensity on performance, carcass composi-tion and meat quality of beef cattle. Livest. Prod. Sci. 56, 203-214.
- KIRCHGESSNER M., U. HEINDL und F.J. SCHWARZ, 1995: Schätzung der Gehalte und des Ansatzes von Nährstoffen im Schlacht- und Ganzkörper wachsender Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh. J. Anim. Physiol. Anim. Nut. 74, 165-174.
- KIRNER L., 2015: Leistung verbessern, Herde vergrößern, das Management ausfeilen. In: Bauernzeitung.at vom 12.06.2015
- KÖGEL J., K. RUTZMOSER, W. HOLLWICH und G. THALLER, 1998: Schätzung der Gewebezusammen-setzung von Mastbullen-Schlachtkörpern mit einfach erfaßbaren Schlachtmerkmalen – 1. Mitteilung: Schätzvarianten mit unterschiedlichen Hilfsmerkmalen. Unveröffentlichtes Manuskript.
- LEITGEB R., G. WIEDNER, J. HIRSCHBÖCK und T. FIGL-WOLFSBERGER (o.J.): Einsatz von ActiProt im Eiweißergänzungsfutter für die Stiermast. http://www.actiprot.at/download/Stiermast_50ActiProt_Leitgeb_Wiedner.pdf, (zuletzt besucht 20.8.2015).
- LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft), 2014: Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast, LfL-Information, 19. Auflage, Institut für Tierernährung, Poing.
- LITTELL R.C., P.R. HENRY und C.B. AMMERMAN, 1998: Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. J. Anim. Sci. 76, 1216-1231.
- LITTELL R.C., G.A. MILLIKEN, W.W. STROUP, R.D. WOLFINER und O. SCHABENBERGER, 2006: SAS for Mixed Models, Second ed. SAS Institute Inc., Cary.
- LKV BAYERN, 2015: LKV-Fleischleistungsprüfung in Bayern 2014 - Rindermast. Landeskuratorium der Er-zeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V., S 69-88. http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/flp_jahresbericht2014.pdf, (zuletzt besucht 23.8.2015).
- MINIHUBER J. 2015: persönliche Mitteilung vom 26.8.2015 per Email sowie http://www.rinderboerse.at/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=68 (zuletzt be-sucht 27.8.2015).
- MUIR P.D., J.M. DEAKER und M.D. BOWN, 1998: Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: a review. New Zealand J. Agric. Res. 41, 623-635.

- NÜRNBERG K., D. DANNENBERGER, G. NÜRNBERG, K. ENDER, J. VOIGT, N.D. SCOLLAN, J.D. WOOD, G.R. NUTE und R.I. RICHARDSON, 2005: Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *longissimus* muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* 94, 137–147.
- PETRIC N., A. LEVART, M. CEPON und S. ZGUR, 2005: Effect of production system on fatty acid composition of meat from Simmental bulls. *Ital. J. Anim. Sci.* 4 (Suppl. 3), 125-127.
- PIEDRAFITA J., R. QUINTANILLA, C. SAÑUDO, J.-L. OLLETA, M.-M. CAMPO, B. PANEA, G. RENAND, F. TURIN, S. JABET, K. OSORO, M.-C. OLIVÁN, G. NOVAL, P. GARCÍA, M.-D. GARCÍA, M.-A. OLIVER, M. GISPERT, X. SERRA, M. ESPEJO, S. GARCÍA, M. LÓPEZ und M. IZQUIERDO, 2003: Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the southwest of Europe in their typical production systems. *Livest. Prod. Sci.* 82, 1-13.
- RISTIC M., 1987: Genusswert von Rindfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 207-234.
- SAMI A.S., C. AUGUSTINI und F.J. SCHWARZ, 2004: Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.* 67, 195-201.
- SAMI A.S., J. KÖGEL, H. EICHINGER, P. FREUDENREICH und F.J. SCHWARZ, 2006: Effects of the dietary energy source on meat quality and eating quality attributes and fatty acid profile of Simmental bulls. *Anim. Res.* 55, 287-299.
- SAMI A.S., M. SCHUSTER und F.J. SCHWARZ, 2010: Performance, carcass characteristics and chemical composition of beef affected by lupine seed, rapeseed meal and soybean meal. *J. Anim. Physiol. Anim. Nut.* 94, 465-473.
- SCHEPER J. und W. SCHOLZ, 1985: DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf: eine Standardmethode zur Bezeichnung und Abgrenzung der Teilstücke mit vergleichender Gegenüberstellung. Arbeitsunterlagen DLG, Frankfurt/Main, DLG-Verlag.
- SCHIAVON S., F. TAGLIAPIETRA, G. CESARO, L. GALLO, A. CECCHINATO und G. BITTANTE, 2013: Low crude protein diets and phase feeding for double-muscled crossbred young bulls and heifers. *Livest. Sci.* 157, 462-470.
- SCHOENE F., U. KIRCHHEIM, C. KINAST, R. WASSMUTH und W. REICHHARDT, 2006a: Qualität des Fleisches von Jungbullen – 1. Physikalisch-chemische Charakteristika in Abhängigkeit von Herkunft, Teilstück und Lagerung. *Fleischwirtschaft* 11, 101-107.
- SCHOENE F., C. KINAST, G. RIEGER, A. GREILING und J. OTTO, 2006b: Qualität des Fleisches von Jungbullen – 2. Sensorische Einstufung und mikrobieller Status in Abhängigkeit von Herkunft, Teilstück und Lagerung. *Fleischwirtschaft* 12, 93-96.
- SCHOENE F., U. KIRCHHEIM, H. BERGMANN, G. RIEGER, G. JAHREIS, J. KRAFT, M. LEITERER und G. BREITSCHUH, 2007: Qualität des Fleisches von Jungbullen – 3. Ernährungsrelevante Bestandteile – Hauptbestandteile, Energie, Fettsäuren und Spurenelemente in Abhängigkeit von Rasse und Teilstück, *Fleischwirtschaft* 3, 129-135.
- SCHWARZ F. J., M. KIRCHGEßNER und R. CARMANNS, 1988: Zur Schätzung der Futteraufnahme von Fleckviehbullen bei Mastverfahren mit Maissilage. *Züchtungskunde* 60, 135-142.
- SCHWARZ F.J., M. KIRCHGEßNER, C. AUGUSTINI und W. BRANSCHIED, 1992: Wachstumsspezifische Veränderungen der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh – 1. Wachstumsverlauf von Jungbullen, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. *Fleischwirtschaft* 72, 1584-1589.
- SCHWARZ F.J., M. KIRCHGEßNER und C. AUGUSTINI, 1993: Einfluss einer Soja- oder Körnermaiszulage in der Endmast von Jungbullen auf Mastleistung sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität. *Züchtungskunde* 65, 28-37.
- SCHWARZ F.J., C. AUGUSTINI, R. OTTO, W. REIMANN, U. HEINDL und M. KIRCHGEßNER, 1994: Zum Einfluß von Fütterungsintensität und Geschlecht auf die Nährstoffgehalte in kompletten Teilstücken wachsender Mastrinder der Rasse Deutsches Fleckvieh – 2. Fleischdünnung, Knochendünnung, Brust, Spannrippe, Bug, Kamm und Hensen. *Fleischwirtschaft* 74(3), 331-335.
- SCHWARZ F.J. und M. KIRCHGEßNER, 1995: Zum Einfluss unterschiedlicher Rohprotein- und Energiezufuhr auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Jungbullen – 1. Mitteilung: Versuchsplan und Mastleistung, *Züchtungskunde* 67, 49-61.
- SCHWARZ F.J., M. KIRCHGEßNER, U. HEINDL und C. AUGUSTINI, 1995: Zum Einfluss unterschiedlicher Rohprotein- und Energiezufuhr auf Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Jungbullen – 2. Mitteilung: Schlachtkörper- und Fleischqualität sowie Auswirkungen auf den Rohproteinbedarf. *Züchtungskunde* 67, 62-74.
- SHACKELFORD S.D., T.L. WHEELER und M. KOOHMARAIE, 1995: Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* und *Bos taurus* cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 3333-3340.

- STATISTIK AUSTRIA, 2010: Lebend- & Schlachtgewichte - Jahresergebnis 2009. Schnellbericht 1.8, Wien 2010.
- STATISTIK AUSTRIA, 2015: Lebend- & Schlachtgewichte - Jahresergebnis 2014. Schnellbericht 1.8, Wien 2015.
- SPREIDLER M., 2004: Auswirkungen eines steigenden Mastendgewichts auf die tierische Leistung und Wirtschaftlichkeit der Intensivmast von Fleckvieh-Jungbullen bei unterschiedlichem Red-Holstein-Anteil. Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Technische Universität München, München.
- 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.
- STEINWIDDER A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER, 2002: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* 74, 104-120.
- STEINWIDDER A., 2003: Qualitätsrindermast im Grünland - Mutterkuhhaltung und Jungrinder Ochsen-, Kalbinnen und Bullenmast. Leopold Stocker Verlag, Graz, 217 S.
- STEINWIDDER A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, A. SCHAUER und G. MAIERHOFER, 2006a: Einfluss der Protein- und Energieversorgung in der Fleckvieh-Jungbullenmast – I. Mastleistung. *Züchtungskunde* 78, 136-152.
- STEINWIDDER A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, M. MAIERHOFER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, J. FRICK und J. GASTEINER, 2006b: Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung auf die Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität sowie ökonomische und ökologische Parameter in der Fleckvieh-Stiermast, 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 63-93.
- STEINWIDDER A., T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, A. ÖMER, G. IBI und J. FRICKH, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 79, 128-141.
- USDA 8843, 1981: Official USDA Marbling Photographs prepared by the Nation Live Stock and Meat Board for the United States Department of Agriculture.
- VDLUFA (eds.), 1976: Methodenbuch Band III: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA, Darmstadt.
- 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 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(8), 360–368.
- WEGNER J., E. ALBRECHT und K. ENDER, 1998: Morphologische Aspekte des subkutanen und intramuskulären Fettzellwachstums beim Rind. *Arch. Tierzucht* 41(4), 313-320
- WIEDNER G., T. MATTES, C. SCHNIEDERBAUER, A. STEINWIDDER, M. VELIK und R. WÖLLINGER, 2008: Verfettungsproblematik in der Rindermast, Broschüre von Arge Rind, Premium Rind, AMA-Gütesiegel, LK Österreich, LFZ Raumberg-Gumpenstein.
- ZAPLETAL D., G. CHLÁDEK und J. SUBRT, 2009: Breed variation in the chemical and fatty acid compositions of the longissimus dorsi muscle in Czech Fleckvieh and Montbéliarde cattle. *Livest. Sci.* 123, 28-33.

9 Anhang

Im Anhang sind zwecks Vollständigkeit weitere Ergebnisse des Mastversuches in Tabellenform angeführt. Diese Ergebnisse werden jedoch nicht weiter schriftlich erläutert.

Tabelle 29: Weitere Ergebnisse zur Nährstoff- und Mineralstoff-Aufnahme der Fleckvieh-Stiere

in g/d, wenn nicht anders angegeben	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert	
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht
OM	7.770	8.016	7.618	8.168	2656,7	0,722	0,430
CHO	6.522	6.661	6.350	6.834	2422,8	0,827	0,450
NDF, g TM/ kg LM ^{0,75} /d	7,2 ^y	7,6 ^x	7,3	7,5	1,4	0,094	0,484
Hemizellulose (HEM)	1.436	1.472	1.389	1.519	556,4	0,785	0,334
Zellulose (CEL)	1.529	1.601	1.492	1.638	618,1	0,635	0,339
Nichtfaserkohlenhydrate (NFC)	3.414	3.445	3.334	3.525	1120,0	0,909	0,496
ME, MJ/kg LM ^{0,75} /d	1.001 ^y	1.040 ^x	1.013	1.027	130,0	0,058	0,478
Ca	39	41	39	41	9,1	0,601	0,463
P	34	36	34	35	8,9	0,492	0,646
Mg	17	17	17	17	3,8	0,336	0,339
K	95	101	95	101	28,8	0,354	0,365
Na	13	13	13	13	1,9	0,903	0,694
Mn, mg/d	223	235	218	241	78,2	0,506	0,210
Zn, mg/d	214	227	213	228	53,7	0,262	0,225
Cu, mg/d	45	49	45	49	13,3	0,266	0,278

Tabelle 30: Weitere Schlachtleistungs-Merkmale der Fleckvieh-Stiere

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		s _e	p-Wert		R ²
	p↓	prax	690	760		Protein	Gewicht	
Ausschlachtung _{warm} , %	56,8	56,7	57	56,6	1,7	0,913	0,508	1
pH Rücken 1 Stunde	6,8	6,9	6,8	6,9	0,2	0,304	0,329	5
pH Keule 1 Stunde	6,9	6,9	6,9	6,9	0,2	0,154	0,51	7
Blut ^a , %	3	3,1	3,1	3	0,3	0,459	0,257	5
Kopf ^a , %	2,4	2,3	2,4 ^x	2,3 ^y	0,1	0,106	0,082	14
Zunge ^a , %	0,22	0,21	0,21	0,21	0,0	0,158	0,224	9
4-Füße ^a , %	1,9	1,8	1,9 ^a	1,8 ^b	0,1	0,120	0,005	24
Schwanz ^a , %	0,24	0,23	0,24	0,23	0,0	0,294	0,502	4
Haut ^a , %	9,4	9,4	9,5	9,3	0,6	0,835	0,472	2
Herz, Lunge, Zwerchfell ^a , %	1,5	1,5	1,5	1,4	0,1	0,86	0,337	3
Leber ^a , %	0,92 ^b	0,99 ^a	0,97	0,94	0,1	0,015	0,221	19
Milz ^a , %	0,19	0,19	0,20	0,19	0,0	0,988	0,349	2
Nieren ^a , %	0,15 ^x	0,16 ^y	0,16	0,15	0,0	0,057	0,111	16
Schlachtabfälle ^a , %	2,5	2,4	2,4	2,5	0,3	0,956	0,160	6
Schlachthälftengewicht, kg	201	200	191 ^b	210 ^a	7,2	0,603	<0,001	64
Blut, kg	22	22	22 ^x	23 ^y	2,0	0,508	0,062	10
Kopf, kg	17	17	17 ^b	18 ^a	0,9	0,101	0,001	30
Zunge, kg	1,6	1,5	1,5	1,6	0,2	0,129	0,118	12
Füße, kg	13,8	13,4	13,3 ^x	13,8 ^y	0,8	0,120	0,085	14
Schwanz, kg	1,8	1,7	1,7	1,8	0,2	0,272	0,111	10
Haut, kg	68	68	66 ^b	71 ^a	4,4	0,983	0,002	24
Herz, Lunge, Zwerchfell, kg	10,5	10,5	10,2 ^b	10,9 ^a	0,6	0,941	0,001	28
Leber, kg	6,7 ^b	7,2 ^a	6,8 ^b	7,2 ^a	0,6	0,019	0,039	22
Milz, kg	1,4	1,4	1,4	1,4	0,2	0,941	0,419	2
Nieren, kg	1,1 ^y	1,2 ^x	1,1	1,2	0,1	0,056	0,354	12
Nierenfett, kg	12,8	13,2	11,6 ^b	14,4 ^a	3,2	0,693	0,009	18
Schlachtabfälle, kg	17,9	17,9	16,5 ^b	19,3 ^a	2,4	0,982	0,001	26
<i>Teilstücke, in kg von rechter Schlachtkörperhälfte</i>								
Kamm	18,3	18,6	17,5 ^b	19,4 ^a	2,0	0,698	0,005	20
Vorderhesse	6,2	6,1	6,0 ^x	6,2 ^y	0,4	0,529	0,051	11
Bug (Schulter)	27,5	27,2	26,4 ^b	28,2 ^a	1,4	0,527	<0,001	33
Fleisch- u. Knochendünnung	21,3	21,4	19,7 ^b	23,1 ^a	1,6	0,759	<0,001	55
Filet, kg	3,1 ^x	3,0 ^y	3,1	3,0	0,3	0,073	0,881	9
Hälftenlänge ⁵ , cm	181	180	178 ^b	183 ^a	6,4	0,862	0,013	17
Keulenumfang ⁵ , cm	128 ^x	126 ^y	126 ^y	128 ^x	3,5	0,059	0,066	17
Keulenspiralmaß ⁵ , cm	175	173	173 ^b	175 ^a	3,4	0,172	0,024	18

^aAnteil vom Mastendgewicht

⁵siehe "Material und Methodik"

Tabelle 31: Weitere Fettsäuren der Fleischproben der Fleckvieh-Stiere in den Versuchsgruppen

	Proteinversorgung Endmast		Mastendgewicht, in kg		Teilstück (Teil)				Proteinversorgung×Mastendgewicht (Prot×Gew)				s _e	p-Wert				R ²
	p↓	prax	690	760	Rostbraten	Weiß	Scherzel		690p↓	760p↓	690prax	760prax		Protein	Gewicht	Teil	Prot×Gew	
					9.Rip	13.Rip	vorne	hinten										
Gesättigte Fettsäuren (SFA)																		
C 10:0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06 ^a	0,06 ^b	0,05 ^c	0,05 ^c	0,05	0,05	0,05	0,06	0,01	0,079	0,156	<0,001	0,088	28
C 12:0	0,06	0,06	0,06 ^b	0,06 ^a	0,07 ^a	0,06 ^{ab}	0,05 ^c	0,05 ^{bc}	0,06	0,06	0,06	0,07	0,01	0,175	0,005	<0,001	0,113	19
C 13:0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01 ^a	0,01 ^{ab}	0,01 ^{ab}	0,01 ^b	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,328	0,873	0,025	0,035*	9
C 20:0	0,08	0,08	0,08 ^a	0,07 ^b	0,08 ^a	0,08 ^{ab}	0,07 ^b	0,07 ^b	0,08	0,07	0,09	0,07	0,02	0,347	<0,001	0,001	0,334	25
C 22:0	0,08	0,09	0,08	0,09	0,06 ^c	0,07 ^{bc}	0,12 ^a	0,10 ^{ab}	0,09	0,08	0,08	0,10	0,06	0,704	0,629	<0,001	0,093	16
C 23:0	0,01	0,01	0,01 ^{a1}	0,01 ^{b1}	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^a	0,01 ^{ab}	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,282	<0,001	<0,001	0,901	31
C 24:0	0,01	0,01	0,01 ^{a1}	0,00 ^{b1}	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,480	<0,001	0,440	0,902	19
Einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)																		
C 16:1 t9	0,05	0,05	0,05 ^a	0,04 ^b	0,04 ^b	0,04 ^b	0,06 ^a	0,05 ^a	0,05	0,04	0,05	0,05	0,02	0,763	0,003	<0,001	0,241	27
C 17:1	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,02	0,690	0,761	0,152	0,292	5
C 20:1	0,16	0,16	0,16	0,16	0,14 ^c	0,15 ^{bc}	0,16 ^{ab}	0,17 ^a	0,16	0,16	0,16	0,16	0,03	0,913	0,973	<0,001	0,685	12
C 24:1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04 ^a	0,04 ^{ab}	0,03 ^b	0,04 ^{ab}	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,952	0,497	0,027	0,539	7
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)																		
Ω6-Fettsäuren																		
C 18:2 t9,12	0,18	0,16	0,19 ^a	0,15 ^b	0,14	0,16	0,19	0,18	0,19	0,18	0,19	0,13	0,11	0,100	0,044	0,170	0,162	9
C 18:3 c6,9,12	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04 ^a	0,04 ^{ab}	0,03 ^b	0,04 ^a	0,01	0,134	0,267	0,102	0,004	11
C 20:2	0,07 ^a	0,06 ^b	0,07 ^a	0,06 ^b	0,05 ^b	0,06 ^b	0,08 ^a	0,07 ^a	0,08 ^a	0,06 ^b	0,06 ^b	0,06 ^b	0,02	0,007	0,008	<0,001	<0,001	28
C 22:5 c4,7,10,13,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07 ^b	0,08 ^b	0,13 ^a	0,11 ^a	0,10	0,09	0,09	0,10	0,03	0,934	0,989	<0,001	0,008*	39

* Tukey-Test ergab keine signifikanten Unterschiede

¹Unterschiede in der 3. Kommastelle

