

## Holstein-Genotypen und Fleckvieh in der Stiermast: Tierische Leistungen und Schlachttierwert

### *Holstein genotype and Fleckvieh in bull fattening: Fattening performance and slaughter value*

Margit Velik<sup>1\*</sup>, Georg Terler<sup>1</sup>, Marlene Berger<sup>1,2</sup>, Roland Kitzer<sup>1</sup>, Johann Häusler<sup>1</sup>, Daniel Eingang<sup>1</sup>, Josef Kaufmann<sup>1</sup>, Martin Royer<sup>1</sup>, Andrea Adelwöhrer<sup>1</sup> und Leonhard Gruber<sup>1,2</sup>

#### Zusammenfassung

Männliche Kälber von Milchrassen werden in Österreich kaum in der Stiermast eingesetzt. Es gibt züchterische Möglichkeiten zur Verhinderung von reinrassigen Milchrasssekälbern und auch die Kälbermast stellt einen Absatzkanal dar. Aus tierethischer und gesellschaftlicher Verantwortung bedarf es jedenfalls einer gemeinsamen Sicht auf Milchproduktion mit Milchrassen und eine bestmögliche Verwendung/Mast ihrer Nachkommen im Inland. In der vorliegenden Studie wurde in einem Stiermastversuch der Einsatz von 3 Holstein Friesian(-HO)-Genotypen im Vergleich zu Fleckvieh\_Kombiniert (FV<sub>KO</sub>) hinsichtlich tierischer Leistungen (Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität) beleuchtet. Neben den auf österreichischen Milchviehbetrieben oft eingesetzten HO\_Hochleistung (HO<sub>HL</sub>) wurden auch Stiere der Genotypen HO\_Lebensleistung (HO<sub>LL</sub>) und HO\_Neuseeland (HO<sub>NZ</sub>) bei 2 unterschiedlichen Grundfütterationen und 2 Kraftfutterniveaus gemästet.

FV<sub>KO</sub>-Stiere waren in Zunahmen, Ausschachtung, Fleischigkeit und im Futteraufwand (g TM bzw. MJ ME pro kg LM-Zuwachs) den 3 HO-Genotypen deutlich überlegen. Die Futteraufnahme von FV<sub>KO</sub> war nur numerisch geringfügig höher als bei HO<sub>HL</sub>. HO<sub>NZ</sub> und HO<sub>LL</sub> zeigten bei Merkmalen, die mit der Schlachtkörperverfettung einhergehen, die höchsten Werte. Zwischen FV<sub>KO</sub> und HO<sub>HL</sub> waren die Unterschiede in der Fetteinlagerung nur numerisch, wobei das um 60 kg niedrigere Mastendgewicht der HO<sub>HL</sub> beachtet werden muss. Trotz der deutlich besseren Fleischigkeitsklasse und der größeren Rückenmuskelfläche war bei FV<sub>KO</sub> der Anteil wertvoller Teilstücke nicht höher als bei den HO-Genotypen, wohl aber der Anteil des Teilstücks Englischer. In der inneren Fleischqualität schnitt FV<sub>KO</sub> etwas schlechter ab als die HO-Genotypen. Der intramuskuläre Fettgehalt im Rostbraten lag bei FV<sub>KO</sub> und HO<sub>LL</sub> knapp unter 2 % und bei HO<sub>HL</sub> und HO<sub>NZ</sub> knapp über 2,5 %.

Die Ration aus Grassilage (GS, 67 %) und Maissilage (MS, 33 %) resultierte im Vergleich zur MS-Ration in rund 80 g niedrigeren Tageszunahmen (TZ) bei höherer Futteraufnahme und ca. 0,9 Monaten höherem Schlachtagter. Dadurch schnitt die GS/MS-Ration auch im Futteraufwand signifikant schlechter ab. Auf die Schlachtleistung hatte die Grundfutterart keinen Effekt. Fleisch der GS/MS-Ration hatte eine gelbere Fettfarbe, geringere Grillsaftverluste sowie höhere Omega-( $\Omega$ )-3-Gehalte.

40 statt 20 % Kraftfutter (KF) in der Ration erhöhte Futter- und Nährstoffaufnahme sowie TZ signifikant und das Zielmastendgewicht wurde 50 Tage früher erreicht. Auf den Futteraufwand pro kg Zuwachs hatte der KF-Anteil keinen Effekt, wohl aber auf die den Futteraufwand pro kg Lebendgewicht. Das KF-

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

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

Niveau beeinflusste Nierenfettanteil und Rückenfettdicke signifikant, hatte aber auf alle anderen Schlachtleistungs-Merkmale keinen signifikanten Effekt. Bis auf die Fettsäuren, die bei niedrigerem KF-Anteil teilweise günstiger waren, hatte die KF-Gruppe keinen Effekt auf die innere Fleischqualität.

Schlagwörter: Milchrasse, Mastrind, Mast- und Schlachtleistung, Futtereffizienz, Grassilage, Kraftfutter, Fleischqualität

### Summary

Male calves of dairy breeds are hardly used in bull fattening in Austria. There are breeding measures to prevent purebred dairy calves, and calf fattening also represents a sales channel. For reasons of animal ethics and social responsibility, there is in any case a need for a common view on milk production with dairy breeds and the highest possible use and fattening of their offspring domestically. In the present study, the use of 3 Holstein Friesian (HO) genotypes in comparison to the dual purpose breed Fleckvieh (FV<sub>KO</sub>) was examined in a bull fattening trial with regard to animal performance (fattening and slaughter performance, meat quality). Besides the HO\_High Performance (HO<sub>HL</sub>), which is often used on Austrian dairy farms, bulls of the genotypes HO\_Lifetime Performance (HO<sub>LL</sub>) and HO\_New Zealand (HO<sub>NZ</sub>) were fattened at 2 different forage rations and 2 concentrate levels.

FV<sub>KO</sub> bulls were clearly superior to the 3 HO genotypes in gains, dressing percentage, conformation and feed conversion ratio (g DM or MJ ME per kg LW gain). The feed intake of FV<sub>KO</sub> was only numerically slightly higher than that of HO<sub>HL</sub>. HO<sub>NZ</sub> and HO<sub>LL</sub> showed the highest values for traits associated with carcass fatness. Between FV<sub>KO</sub> and HO<sub>HL</sub>, the differences in fat conformation were only numerical, whereby the 60 kg lower final carcass weight of HO<sub>HL</sub> has to be taken into account. Despite the clearly better conformation class and the larger back muscle area, the proportion of valuable cuts was not higher in FV<sub>KO</sub> compared to the HO genotypes, except for the proportion of loin. Regarding meat quality, FV<sub>KO</sub> performed slightly worse than the HO genotypes. The intramuscular fat content in the roast beef was below 2% in FV<sub>KO</sub> and HO<sub>LL</sub> and slightly above 2.5% in HO<sub>HL</sub> and HO<sub>NZ</sub>.

The grass silage (GS)/maize silage (MS) ration resulted in about 80g lower gains with higher feed intake and about 0.9 months higher slaughter age compared to the MS ration. As a result, the GS/MS ration also performed significantly worse in terms of feed efficiency. Forage type had no effect on slaughter performance. Meat from the GS/MS ration had a more yellow fat colour, lower grilling losses and higher omega-3 fatty acid contents.

40 instead of 20% concentrate (KF) in the ration significantly increased feed and nutrient intake as well as daily gains and the target fattening weight was reached 50 days earlier. The KF level had no effect on feed conversion ratio per kg gain, but it did have an effect on feed conversion per kg live weight. The KF level significantly influenced kidney fat proportion and back fat thickness, but had no significant effect on any other slaughter performance traits. Except for fatty acid composition, which was partly more favourable at lower KF level, the KF group had no effect on internal meat quality.

Keywords: dairy breed, beef cattle, fattening and slaughter performance, feed efficiency, grass silage, concentrates, meat quality

## 1. Einleitung

Die Zweinutzungsrasse Fleckvieh (FV<sub>KO</sub>) ist in Österreich mit rund 75 % die häufigste Rinderrasse. Holstein Friesian (HO) ist mit 7,3 % die zweithäufigste Rasse gefolgt von Brown Swiss (BS) (ehemals Braunvieh) (5,7 %). (RINDERZUCHT AUSTRIA 2022). In Österreich hat die Stiermast große Bedeutung. Knapp 40 % aller Rinderschlachtungen (inkl. Kälber) sind Stiere, gemessen am gesamten Rindfleischanfall liegt Stierfleisch bei 44 % (AMA 2022). An der Bruttoeigenerzeugung (exkl. Kälber) (= Schlachtungen - Importe + Exporte von Lebendrindern) machen Stiere 42 % aus (BAB 2021).

Österreichische Rindermäster setzen großteils die Zweinutzungsrasse FV<sub>KO</sub> aber auch FV-Gebrauchskreuzungen mit Fleischrassen ein. Maststiere stammen meist von Milchviehbetrieben. So werden laut Bundesauswertung der Arbeitskreise Stiermast aus dem Jahr 2017 nur 6 % der Maststiere als Einsteller (aus Mutterkuhhaltung) eingestallt; der Rest sind Kälber und Fresser (BMNT 2018). Fleischleistungsdaten von Schlachthöfen, die der Zuchtwertschätzung zur Verfügung stehen, zeigen, dass derzeit bei österreichischen Schlachtstieren rund 85 % FV<sub>KO</sub> sind und nur 1 % Holstein Friesian (HO), 0,6 % HO-Kreuzungen mit Fleischrassen und gut 1 % Kreuzungen HO×FV oder HO×BS (FÜRST et al. 2021).

Gängige Meinung zu Milchrassen wie BS oder HO ist, dass sie in der Mast im Vergleich zu FV deutlich schlechter abschneiden (Futtermittelverwertung, Zunahmen, Schlachtkörpergewicht, Ausschlagung, Fleischigkeit, stärkere Verfettung) und somit wirtschaftlich nicht interessant sind. Hinzu kommt auch, dass bei BS zwar noch ein Fleischleistungszuchtwert berücksichtigt wird, bei der Rasse HO allerdings nicht (FÜRST et al. 2021).

Zwei wichtige Maßnahmen zur "Verhinderung" reinrassiger Milchrasse-Stierkälber sind (1) die Belegung von Kühen, deren Nachkommen nicht für die Nachzucht vorgesehen sind, mit Fleischrassen und (2) die Verwendung von gesextem Sperma (z.B. KAHLE 2022). Weiters wird seit einigen Jahren auch die Verlängerung der Zwischenkalbezeit als Maßnahme diskutiert. Auswertungen der ZuchtData über den Anteil künstlicher Besamungen nach Stierasse zeigen, dass im Jahr 2021 69 % der HO-Kühe mit HO-Stieren besamt wurden, 11 % mit einer anderen Milchrasse und 19 % mit einer Fleischrasse (ZUCHTDATA 2022). Der Anteil an Fleischrasse-Belegungen hat in den letzten Jahren zugenommen; wurden im Jahr 2015 nur 8 % der HO-Kühe mit Fleischrassen besamt, so waren es im Jahr 2018 17 % und 2021 bereits 19 % (ZUCHTDATA 2022). Zum Vergleich, im Jahr 2021 wurden 23 % der BS Kühe mit Fleischrassen belegt und bei FV 7 % der Kühe (ZUCHTDATA 2022). Bei den künstlichen Besamungen von HO-Kühen mit Fleischrassen machte Weiß Blauer Belgier im Jahr 2021 mehr als 83 % und Limousin 6 % aus. Die übrigen Fleischrassen waren jeweils mit weniger als 5 % vertreten (ZUCHTDATA 2022).

Diese Zahlen zeigen dennoch, dass auf österreichischen Milchviehbetrieben zahlreiche reinrassige, männliche Milchrasse-Kälber anfallen und es stellt sich die Frage, was mit diesen milchbetonten Stierkälbern gemacht werden kann. Ein Absatzkanal für milchbetonte Stierkälber ist die heimische Kälbermast, die jetzt in Österreich im Rahmen mehrerer bundesweiter und regionaler Initiativen wieder stärker forciert wird. Auch insbesondere die Forschung zur biologischen Landwirtschaft befasst sich mit der Mast von Milchrasse-Kälbern, wobei in der biologischen Landwirtschaft die Stiermast keine/kaum Bedeutung hat. Ein anderer Weg ist der Export von Milchrasse-Stierkälbern zur Mast ins Ausland. Laut Rinderzucht Austria werden rund 5 % der österreichischen Kälber exportiert, was knapp 40.000 Kälbern entspricht (RINDERZUCHT AUSTRIA 2022). Diese Möglichkeit wird jedoch in der heutigen Gesellschaft teilweise sehr kritisch gesehen. Eine zusätzliche Möglichkeit wäre die heimische Mast von Milchrasse-Stieren, wie sie zum Teil in Nord-Deutschland stattfindet (DAVIER et al. 2018, MEINE-SCHWENKER 2017 bis 2021).

Für die Mast von männlichen Milchrasse-Tieren in Österreich würden die günstigen Kälberpreise sowie eine zunehmende "tierethische Erwartungshaltung" von Teilen der Gesellschaft sprechen. Zusätzlich könnte damit auch dem erklärten Ziel einer nachhaltigen,

ganzheitlichen Landwirtschaft – nämlich der gemeinsamen Sicht auf Milchproduktion und Mast – Rechnung getragen werden.

Zu HO und anderen Milchrassen in der Stiermast gibt es wenig aktuelle österreichische Literatur. In den letzten 15 Jahren wurden im deutschsprachigen Raum vereinzelt Mastversuche mit milchbetonten Rassen durchgeführt (HOLLO et al. 2004, NUERNBERG et al. 2005, DANNENBERGER et al. 2006, PFUHL et al. 2007, GOLZE und WOLF 2008, HAIGER und KNAUS 2010, GEUDER et al. 2012, ETTLE et al. 2018). In anderen europäischen Ländern werden milchbetonte Rinder häufiger gemästet und auch das Thema „Mast von milchbetonten Rassen“ wird öfters wissenschaftlich bearbeitet (HUUSKONEN et al. 2013, MARTI et al. 2013, NOGALSKI et al. 2014). Diese Ergebnisse sind jedoch aufgrund anderer Futterbasis, Mastsysteme und Mastendgewichte nur sehr bedingt auf österreichische Standortbedingungen umlegbar.

Das vorliegende Projekt ist ein Teil eines großen Forschungsprojekts zur „Gesamteffizienz des Produktionssystems Rinderhaltung – Milch und Mast“, bei dem neben  $FV_{KO}$  und dem auf österreichischen Milchviehbetrieben meist eingesetzten HO Hochleistung- ( $HO_{HL}$ )-Genotyp auch noch die beiden HO-Genotypen HO Lebensleistung ( $HO_{LL}$ ) und HO Neuseeland ( $HO_{NZ}$ ) miteinbezogen wurden (TERLER et al. 2023).

Im Rahmen des Projekts wurde zusätzlich auch noch der Einsatz von Grassilage-Maissilage-Mischrationen in der Stiermast beleuchtet. Einerseits wird aufgrund von Problemen beim Maissilage-Anbau (einseitige Fruchtfolge, Maiswurzelbohrer) sowie der Forderung nach einem reduzierten Füttern von Ackerfutter an Wiederkäuer nach Alternativen zur Maissilage gesucht. Andererseits wird auch vermehrt nach Eiweißalternativen gesucht, welche anstatt von Übersee-Soja eingesetzt werden können. In vielen Regionen Europas stellt Dauergrünland oder Feldfutter eine wertvolle Eiweißquelle für Wiederkäuer dar und es sollte daher effizient genutzt werden. Grassilage würde sich hierbei als partieller Ersatz der Maissilage in der Stiermast anbieten. Der Einsatz von Grassilage anstatt von Eiweißkraftfutter kann sich wiederum positiv auf Betriebskreisläufe und Umweltwirkungen auswirken. Zusätzlich wurde in dem Projekt auch noch der Einfluss des Kraftfutteranteils in der Ration auf die Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität von Maststieren untersucht.

## 2. Tiere, Material und Methoden

### 2.1 Haltung und Fütterung

Der Versuch wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein als  $4 \times 2 \times 2$  faktorielles Design mit 63 in der Auswertung berücksichtigten Stieren in den Jahren 2015 bis 2021 durchgeführt. 4 Stiere wurden vorzeitig geschlachtet (1  $FV_{KO}$  wegen Sprunggelenksverletzung, 1  $HO_{NZ}$  wegen aggressivem Verhalten, je 1  $HO_{HL}$  und 1  $HO_{LL}$  Kümmerer).

Es wurden Stiere von  $FV_{KO}$  und 3 HO-Genotypen ( $HO_{HL}$ ,  $HO_{LL}$ ,  $HO_{NZ}$ ) bei 2 Grundfütterationen und 2 Kraftfutter-(KF)-Niveaus gemästet.  $HO_{HL}$  sind jene stark milchbetonten HO Kühe, die auf österreichischen Milchviehbetrieben neben  $FV$  häufig eingesetzt werden.  $HO_{LL}$  ist eine auf Dr. Bakels zurückgehende HO-Linie, die auf hohe Lebensleistungen gezüchtet wurde.  $HO_{NZ}$  ist eine aus Neuseeland stammenden HO-Linie, der nachgesagt wird, sehr gut an Weidehaltung und geringen Kraftfüttereinsatz angepasst zu sein und eine hohe Grundfutteraufnahme zu haben. Die Kälber stammten aus der Milchviehherde der HBLFA und wurden bis zur 12. Lebenswoche mit Vollmilch (erste 4 Wochen *ad libitum*), KF (maximal 1,5 kg pro Tag) und Heu aufgezogen; anschließend erhielten sie zusätzlich auch Gras- und Maissilage. Im Alter von 3,5 bis 4,5 Monaten wurden sie in den Maststall überstellt. Die Mast erfolgte in einem Tretmiststall in vier Boxen zu je 5 Tieren. Die zwei äußeren Boxen, in denen stets die älteren Stiere gehalten wurden, verfügen über einen planbefestigten Auslauf.

Die Grundfütterration bestand aus 100 % Maissilage (MS) bzw. 33 % Maissilage und 67 % Grassilage (GS) (TM-Basis). Zusätzlich wurden jedem Tier pro Tag 0,5 kg Heu (Frischmasse) vorgelegt. Weiters wurden die Stiere auf 2 unterschiedliche KF-Niveaus aufgeteilt (KF\_hoch: KF-Anteil von 50 auf 30 % im Mastverlauf, KF\_niedrig: von 25 auf 15 % im Mastverlauf bezogen auf Gesamtfuttermittelaufnahme). Das KF setzte sich aus einem Protein- und einem Energie-KF (PKF und EKF) zusammen. Das PKF bestand aus 1/3 Sojaextraktionsschrot 44 und 2/3 Rapsextraktionsschrot, das EKF aus 40 % Mais, 20 % Weizen, 20 % Gerste und 20 % Trockenschnitzel. Der Anteil PKF und EKF am Gesamt-KF war variabel und richtete sich nach dem angestrebten XP/ME-Verhältnis der Gesamtration. Das XP/ME-Verhältnis im Mastverlauf wurde von der GfE (1995) abgeleitet und war für FV<sub>KO</sub> anders als für die HO-Genotypen. Die tierindividuelle Futtermittelaufnahme wurde täglich mittels Calan-Türchen erhoben und regelmäßig mit Hilfe eines selbstprogrammierten EDV-Rationsprogramms angepasst. Die Höhe der Mineralstoffergänzung beruhte auf Bedarfsempfehlungen der GfE (1995). Die Stiere erhielten über die gesamte Mast 10 g Viehsalz pro Tag. Bis 250 kg Lebendmasse (LM) wurden zudem zusätzlich 100 g Mineralstoffmischung (Rimin Mast Profi, Garant) und 50 g Futterkalk gefüttert. Ab 250 kg LM wurde allen Stieren nur mehr 50 g Mineralstoffmischung pro Tag gefüttert. Die MS-Gruppe erhielt weiterhin 50 g Futterkalk pro Tag, die Stiere mit der GS/MS-Ration erhielt ab 250 kg LM jedoch keinen Futterkalk mehr.

Von allen Futtermitteln wurde monatlich jeweils eine gepoolte Futterprobe gezogen und auf ihre Inhaltsstoffe untersucht (VDLUFA 1976). Der Trockenmassegehalt der Futtermittel wurde 5 Mal pro Woche bestimmt. Die Energie- und Nährstoff-Zusammensetzung der eingesetzten Futtermittel ist in *Tabelle 1* ersichtlich.

Tabelle 1: Nährstoff-Zusammensetzung der Futtermittel

Merkmal (wenn nicht anders angegeben g/kg TM)	Maissilage	Grassilage	Heu	Protein-KF	Energie-KF
Trockenmasse (TM) g/kg FM	306	378	898	903	890
XP	76	151	137	427	105
XL	32	31	19	25	25
XF	222	252	273	113	59
XA	44	109	78	74	33
NDF	432	452	515	217	204
ADF	257	311	331	179	77
ADL	28	41	45	60	10
Energiegehalt MJ ME/kg TM	10,9	9,7	9,4	12,6	12,8

Die Tiere wurden wöchentlich gewogen und die Rückenfettdicke wurde ca. alle 6 Wochen mittels Ultraschallmessung (Gerät 4Vetmini, Fa. Draminski) zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker in Höhe des Schwanzansatzes gemessen. Die Mastendgewichte wurden als 95 % der durchschnittlichen Milchkuhgewichte der Rassen/Genotypen festgelegt und waren für FV<sub>KO</sub> 720 kg, HO<sub>HL</sub> 660 kg, HO<sub>LL</sub> 590 kg und HO<sub>NZ</sub> 600 kg.

## 2.2 Schlachtung und Schlachtleistung

Die Stiere erhielten am Vorabend der Schlachtung nur mehr geringe Futtermengen, die Möglichkeit zur Wasseraufnahme blieb jedoch bestehen. Die Schlachtung erfolgte im Laufe des Vormittags im anstaltsinternen Schlachthof. Hälftenlänge, Keulenumfang und Keulenspiralmaß wurden, wie in AUGUSTINI et al. (1987) beschrieben, gemessen. Die Fleischigkeits- und Fettklasse wurde anhand des EUROP-Rinderschlachtkörper-Bewertungssystems beurteilt (EG 1981). Die Zerlegung der Schlachtkörper in Teilstücke erfolgte 7 Tage p.m. nach DLG-Schnittführung (SCHEPER und SCHOLZ 1985). Die Teilstücke

Brust/Spannrippe sowie Fehlrippe wurden in Fleisch, Fett, Knochen und Sehnen zerlegt; zusätzlich wurden von jedem der beiden Teilstücke die Knochen sowie eine Fleisch-Fett-Mischung (jeweils anteilig 1 % der Fleisch- und Fettmenge) auf ihre Hauptinhaltsstoffe analysiert. Der pH-Wert wurde mit dem Gerät testo 205 gemessen.

### 2.3 Fleischqualität

Im Zuge der Schlachtkörperzerlegung wurden vom Englischen (*M. longissimus*, ab 9. Rippe) und vom Weißen Scherzel (*M. semitendinosus*) Fleischproben entnommen (ca. 25 cm vom Rostbraten, ca. 10 cm vom Beiried ab 1. Lende, ca. 25 cm vom Weißes Scherzel dorsal beginnend). Die Fleischqualitätsuntersuchungen wurden – mit Ausnahme der Bestimmung von Tropf- und Kochsaft sowie der Fleisch-Inhaltsstoffe TM, Fett, Protein und Asche – an bis zur Untersuchung eingefrorenen Proben durchgeführt.

Die 7 Tage gereiften Fleischproben wurden direkt nach der Schlachtung eingefroren, die 14 Tage gereiften Fleischproben bis zum 14. Tag in Vakuumsäcken im Kühlschrank gelagert. Zur Beurteilung der Rückenmuskelgröße wurde mit der Kamera Olympus E-520 ein Foto gemacht (9. Rippe, 1. Lende, dorsalseitig Weißes Scherzel) und mit der Bildanalyse-Software PiCEd Cora (Version 9.99) planimetriert. Die Fleisch- und Fettfarbe wurde mit dem Farbmessgerät Konica Minolta 2500d (CIELAB-Farbsystem) gemessen. Die Messung erfolgte am frischen Anschnitt sowie nach 2-stündiger Lagerung im Kühlschrank (Fleisch mit Sauerstoff durchlässiger Frischhaltefolie bedeckt). Die Farbe wurde an 5 verschiedenen Stellen gemessen und die Ergebnisse gemittelt. Der Tropfsaft wurde von einer ca. 100 g schweren Fleischprobe 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 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 danach rückgewogen. Von einer 5 cm dicken Probe wurde nach der gleichen Methode der Kochsaft untersucht, wobei diese Probe anschließend für die Messung der Scherkraft<sub>gekocht</sub> herangezogen wurde. Für die Bestimmung von Grillsaftverlust und Scherkraft<sub>gegrillt</sub> 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 (gegrillte Fleischproben) bzw. quadratischen Scherblatt (gekochte Fleischproben). Die Scherkraftmessungen erfolgten jeweils an mindestens 10 Fleischkernen (gegrillte Proben 1,27 cm runder Querschnitt; gekochte Proben 1cm<sup>2</sup> quadratischer Querschnitt) und wurden jeweils gemittelt.

Zur Bestimmung der Inhaltsstoffe (Trockenmasse (TM), Rohprotein, Rohfett, Rohasche; ACKER et al. 1968), Mineralstoffe und Fettsäuren (FS) wurde eine ca. 100 g schwere Probe fein gekuttert. Zur Bestimmung der Mineralstoffe wurde das Fleisch mittels Mikrowellenaufschluss und Salpetersäure vorbereitet (Fa. CEM, Gerät Discover SP-D). Gemessen wurde mittels ICP-OES (Fa. Thermo, Gerät iCap 6300 duo).

Für die FS-Untersuchungen erfolgte die Fettextraktion nach FOLCH et al. (1957) Die Derivatisierung zu FS-Methylester (FAME) erfolgte nach DGF (2006). Die Bestimmung der Einzel-FS erfolgte mittels GC (Varian, Modell 3900) ausgestattet mit einem Flammenionisierungs-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 betragen 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 wurden ein Standardmix von 37 FAME (Supelco Inc.) sowie individuelle Standards von Supelco, Matreya und Larodan verwendet. Jede Einzel-FS

wurde als g/100 g Gesamt-FS ausgedrückt. Die Einzel-FS wurden zu folgenden FS-Gruppen zusammengefasst:

SFA:  $\sum$  (C8:0, C10:0, C11:0\*, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C21:0, C22:0, C23:0, C24:0);

MUFA:  $\sum$  (C14:1, C15:1\*, C16:1t9, C16:1c9, C17:1,  $\sum$ C18:1t, C18:1c9, C18:1c11, C20:1, C22:1\*, C24:1);

PUFA:  $\sum$  (CLA,  $\Omega$  -3,  $\Omega$  -6);

CLA:  $\sum$  (CLAc9t11, CLAt10c12, CLAc9c11);

$\Omega$ -3:  $\sum$  (C18:3 c9,12,15; C18:4\*; C20:3c11,14,17; C20:5; C22:3; C22:5c7,10,13,16,19, C:22:6);

$\Omega$ -6:  $\sum$  (C18:2t9,12; C18:2c9,12; C18:3c6,9,12; C20:2; C20:3c8,11,14; C20:4; C22:4; C22:5c4,7,10,13,16);

(\* in untersuchten Fleischproben nicht vorhanden)

Eine ca. 2 cm dicke Fleischprobe wurde für die Verkostung gezogen. Die Verkostung erfolgte von 4 bis 5 Mitarbeitern der HBLFA anhand einer 6-teiligen Bewertungsskala (Zartheit, Saftigkeit). Die Fleischproben wurden für die Verkostung auf einem Platten-griller (200°C Plattentemperatur; Fa. Silex) bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 70°C gegrillt.

## 2.4 Statistische Auswertung

Nach Datenkontrolle auf Ausreißer erfolgte die statistische Auswertung mit SAS (Version 9.4, 2013). Für die Auswertung der Tageszunahmen (TZ) sowie der Futter- und Nährstoffaufnahme wurden Daten ab dem 180. Lebenstag berücksichtigt. Das Signifikanzniveau (P-Wert) wurde bei 0,05 gesetzt (Hochbuchstaben a, b, c in den Tabellen), tendenzielle Unterschiede wurden bei P-Werten zwischen 0,05 und 0,10 definiert (Hochbuchstaben x, y). In sämtlichen Modellen (GLM und MIXED) wurden die paarweisen Mittelwert-Vergleiche mit dem Tukey-Test durchgeführt. Bei den MIXED-Modellen wurde die Kenward-Rodger-Korrektur zur Berücksichtigung der geringen Tieranzahl und zur Ermittlung der korrekten Freiheitsgrade verwendet. Die 2-fach-Wechselwirkungen der fixen Effekte wurden für jedes Merkmal getestet. Bei den wenigen Merkmalen, wo eine Wechselwirkung signifikant war, wird dies in der Fußzeile der jeweiligen Ergebnistabelle angeführt.

Die Daten der Futter- und Nährstoffaufnahme sowie der TZ wurden wochenweise gemittelt und mit einem MIXED-Modell mit der ar(1) Kovarianzstruktur mit Rasse, Grundfütterration, KF-Niveau und Lebensmonat (2-Monats-Schritte) als fixe Effekte, Lebenswoche als wiederholte Messung und Tier als kleinste experimentelle Einheit ausgewertet. Der Aufwand pro kg LM-Zuwachs und die Effizienzparameter wurden aufgrund der großen Datenvarianz auf 50 kg-Schritte und die Daten der Rückenfettdicke aufgrund der geringen Datenmenge auf 100 kg-Schritte gemittelt und mit dem oben beschriebenen MIXED-Modell, allerdings mit Gewichtsklasse statt Lebensmonat als fixen Effekt ausgewertet. Für die grafische Darstellung ausgewählter Parameter im Mastverlauf wurde in Excel pro Tier und pro Gewichtsbereich (100 kg Schritte für TZ und Rückenfettdicke, 50 kg Schritte für Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Futteraufwand) ein Wert gemittelt. In SAS wurden anschließend die LSMeans mit der Prozedur GLM mit Rasse, Grundfütterration, KF-Niveau und Gewichtsklasse als fixe Effekte ermittelt.

Sämtliche Daten der Schlachtleistung sowie die Fleischanalysen und Fleischqualitäts-Untersuchungen am Rostbraten, die nur zu einem Reifezeitpunkt beprobt wurden, wurden mit einem GLM-Modell mit den fixen Faktoren Rasse, Grundfütterration und KF-Niveau ausgewertet. Auch die Daten zur Brust/Spannrippe und Fehlrippe wurden getrennt in GLM-Modellen mit diesen Effekten ausgewertet. Die Auswertung der wiederholt gemessenen Fleischqualitäts-Merkmale (7 und 14 Tage Fleischreifung) wurde mit einem MIXED-Modell und der cs Kovarianzstruktur mit den fixen Faktoren Rasse, Grundfütter-

ration, KF-Niveau und Reifedauer durchgeführt. Reifedauer war die wiederholte Messung und Tier die kleinste experimentelle Einheit.

Die Auswertung der Verkostung erfolgte mit der MIXED-Prozedur mit den fixen Effekten Rasse, Grundfutterration, KF-Niveau und Verkoster. Signifikante 2-fach-Wechselwirkungen wurden im Modell belassen. Zur Berechnung der P-Werte wurde zusätzlich die GENMOD-Prozedur angewendet.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Einfluss von Rasse/Genotyp

#### 3.1.1 Rasse/Genotyp und Mastleistung, Effizienz

Die  $FV_{KO}$ -Stiere erreichten ein durchschnittliches Mastendgewicht von 721 kg mit 18,4 Monaten bei durchschnittlichen Zunahmen während der Mastphase von 1.370 g pro Tag (Tabelle 2). Die  $FV_{KO}$ -Stiere unterschieden sich mit zumindest 160 g höheren TZ signifikant von den 3 HO-Genotypen. Die Mastdauer und das Schlachalter unterschieden sich aufgrund der unterschiedlichen Mastendgewichte nicht signifikant zwischen den Rassen/Genotypen.

In der Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme zeigten sich Unterschiede zwischen  $FV_{KO}$  und den HO-Genotypen, wobei der Großteil dieser Merkmale nur zwischen  $FV_{KO}$  und  $HO_{LL}$  signifikant unterschiedlich war. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse über den gesamten Mastverlauf dargestellt; hier muss aber auch berücksichtigt werden, dass die Schlachtung bei unterschiedlichen Mastendgewichten erfolgte. Daher wurden in einer zweiten Auswertung (im Text beschrieben) nur die Daten im Gewichtsbereich 200-600 kg LM ausgewertet. Prinzipiell zeigte sich allerdings ein ähnliches Bild wie bei der Gesamtauswertung in Tabelle 2.

Aufgrund des Versuchsdesigns, abgeleitet von den GfE-Bedarfsempfehlungen (GfE 1995) für  $FV_{KO}$  und HO, hatte die Ration der  $FV_{KO}$ -Stiere einen rund 0,7 % höheren XP-Gehalt und ein um 0,7 weiteres XP/ME-Verhältnis. Die XP-Aufnahme war bei  $FV_{KO}$  ebenfalls signifikant höher als bei den HO-Genotypen (Tabelle 2).

Die  $HO_{LL}$ -Stiere hatten die geringste Grundfutteraufnahme und – da sich die KF-Vorlage anteilmäßig am Grundfutter orientierte – auch die geringste KF-Aufnahme (Tabelle 2). Verursacht durch die geringere Futteraufnahme der  $HO_{LL}$  war auch ihre Energie- und Nährstoffaufnahme signifikant niedriger als bei  $FV_{KO}$ . Betrachtet man allerdings nicht die gesamte Mastdauer, sondern nur den Gewichtsbereich 200-600 kg LM, so war der P-Wert für die Grundfutteraufnahme knapp über der Signifikanzschwelle ( $P=0,109$ ). Wird nur der Gewichtsbereich 200-600 kg berücksichtigt, so waren zwischen  $FV_{KO}$  und  $HO_{LL}$  auch die meisten Parameter der Nährstoffaufnahme (XL, XA, XF, NDF, ADF) nur mehr tendenziell unterschiedlich. Die Gesamtfutteraufnahme von  $FV_{KO}$  blieb auch im Gewichtsbereich 200-600 kg numerisch höher als bei den HO-Genotypen ( $FV_{KO}$  8,44<sup>a</sup>;  $HO_{HL}$  8,14<sup>ab</sup>;  $HO_{LL}$  7,59<sup>b</sup>;  $HO_{NZ}$  8,02<sup>ab</sup>,  $P=0,013$ ).

In einer dritten Auswertung wurde die Mastleistung der 3 HO-Genotypen ohne  $FV_{KO}$  im Gewichtsbereich 200-600 kg LM ausgewertet. Hier zeigte sich, dass die Zunahmen der  $HO_{HL}$  tendenziell höher waren als bei  $HO_{LL}$ . In der Grundfutteraufnahme konnten zwischen den 3 HO-Genotypen keine Unterschiede statistisch abgesichert werden ( $P=0,142$ ).  $HO_{HL}$  hatte allerdings eine tendenziell höhere Gesamtfutteraufnahme (8,14 vs. 7,54 kg,  $P=0,050$ ) und eine signifikant höhere KF-Aufnahme als  $HO_{LL}$ . Bedingt durch die höhere Futteraufnahme hatte  $HO_{HL}$  eine tendenziell höhere XP- und XL-Aufnahme; in den übrigen Nährstoffen fanden sich keine gesicherten Unterschiede zwischen den 3 HO-Genotypen.

Vergleicht man den auf österreichischen Milchviehbetrieben häufig eingesetzten HO-Genotyp  $HO_{HL}$  mit  $FV_{KO}$ , so fanden sich keine statistisch abgesicherten Unterschiede in der Grund- und Gesamtfuttermittelaufnahme (8,48 kg TM Gesamtfuttermittelaufnahme für  $FV_{KO}$  vs 8,13 kg für  $HO_{HL}$ ); die tägliche KF-Aufnahme war im Versuch bei  $HO_{HL}$  um 6 % niedriger war bei  $FV_{KO}$ .

Der Futteraufwand (Input/Output) bezogen auf TZ sowie auf LM und die Futtereffizienz (Output/Input) sind in *Tabelle 3* dargestellt. Erwartungsgemäß hatten die  $FV_{KO}$ -Stiere mit durchschnittlich 6,1 kg TM und 68 MJ ME pro kg LM-Zuwachs den niedrigsten Futteraufwand. Im Gewichtsbereich 200-250 kg war der Futteraufwand bei allen Rassen/Genotypen 4,6 kg TM pro kg LM-Zuwachs. Bei  $FV_{KO}$  stieg sie auf 8,2 kg im Gewichtsbereich 650-720 kg LM; bei  $HO_{HL}$  war sie im Gewichtsbereich 600-650 kg bereits 9,2 kg (*Abbildung 1*). Im XP-Aufwand pro kg Zunahme waren  $HO_{NZ}$  (879 g XP) und  $HO_{HL}$  (865 g XP) signifikant schlechter als  $FV_{KO}$  (788 g). Berechnet man unter Einbeziehung der Ausschachtung den Futteraufwand pro kg Schlachtkörpergewicht so ergeben sich folgende Werte: 10,7 kg TM ( $FV_{KO}$ ), 13,3 kg ( $HO_{HL}$ ), 12,6 kg ( $HO_{LL}$ ) und 13,8 kg ( $HO_{NZ}$ ). Pro kg LM zeigten sich zwischen  $FV_{KO}$  und den HO-Genotypen keine statistischen Unterschiede in der TM, ME und XP-Aufnahme, wobei naturgemäß alle drei Parameter im Mastverlauf mit steigenden Gewichten sanken. Einzig bei den zwei Parametern g TM und MJ ME pro kg metabolischer LM ( $LM^{0,75}$ ) zeigte  $HO_{LL}$  die niedrigsten Werte.

### 3.1.2 Rasse/Genotyp und Schlachtleistung

Erwartungsgemäß waren die  $FV_{KO}$ -Stiere den HO-Stieren in den gängigen Schlachtkörpermerkmalen (Nettotageszunahme, Fleischigkeit, Ausschachtung) deutlich überlegen (*Tabelle 4*). Bei der Interpretation der Schlachtleistung muss allerdings auch das unterschiedliche Mastendgewicht mitberücksichtigt werden.  $HO_{HL}$  hatte die geringste EUROP-Fleischigkeit ( $E=5$ ,  $P=1$ ) (2,0 bei  $HO_{HL}$  vs. 2,4 bei  $HO_{NZ}$ , 2,5 bei  $HO_{LL}$  und 4,0 bei  $FV_{KO}$ ;  $P<0,001$ ); bei  $HO_{HL}$  wurden 3 Stiere mit O-R bewertet und 13 mit O). Trotz der deutlich besseren Fleischigkeitsklasse und der größeren Rückenmuskelfläche war bei  $FV_{KO}$  der Anteil wertvoller Teilstücke nicht höher als bei den HO-Genotypen. Der Englische bezogen auf das Schlachtkörpergewicht war jedoch bei  $HO_{HL}$  signifikant niedriger als bei  $FV_{KO}$ . Die Hälftenlänge war bei  $HO_{HL}$  signifikant länger als bei  $FV_{KO}$  (*Tabelle 4*). Die Schlachtkörpermaße Rumpflänge und Keulenumfang waren bei  $FV_{KO}$  und  $HO_{HL}$  signifikant länger/größer als bei den anderen 2 HO-Genotypen. Beim Keulenspiralmaß lag  $FV_{KO}$  signifikant über den HO-Genotypen ( $FV_{KO}$  174 cm,  $HO_{HL}$  169 cm,  $HO_{LL}$  164 cm und  $HO_{NZ}$  160 cm,  $P<0,001$ ).

Bei der routinemäßig am Schlachthof erhobenen Fettklasse konnten keine Unterschiede zwischen den Rassen/Genotypen statistisch abgesichert werden ( $P=0,104$ ) (Fettklasse war allerdings bei  $HO_{LL}$  und  $HO_{NZ}$  numerisch um rund 0,3 Punkte höher), wohl aber beim Nierenfett (kg sowie Anteil); das Nierenfett war bei  $HO_{NZ}$  und  $HO_{LL}$  trotz der niedrigeren Mastendgewichte am höchsten. Der Fettanteil in den Teilstücken Brust/Spannrippe sowie Fehlrippe war nur bei  $HO_{NZ}$  signifikant höher (*Tabelle 5*). Der chemisch analysierte Fettgehalt in den zwei Teilstücken war ebenfalls bei  $HO_{NZ}$  statistisch abgesichert am höchsten (Daten nicht dargestellt). Die im Mastverlauf gemessene Rückenfettdicke unterschied sich nicht signifikant zwischen den Rassen/Genotypen. In der grafischen Darstellung konnten jedoch numerisch höhere Rückenfettdicken bei  $HO_{NZ}$  beobachtet werden. Zwischen  $FV_{KO}$  und dem HO-Genotyp  $HO_{HL}$  konnte in keinem der genannten Verfettungsmerkmalen statistisch ein Unterschied abgesichert werden;  $HO_{HL}$  hatte allerdings ein um 60 kg niedrigeres Mastendgewicht.

Rasse/Genotyp hatte auf alle Teilstückanteile (bezogen auf das Schlachtkörpergewicht) – einzige Ausnahme war der Fehlrippenanteil – einen signifikanten Effekt (*Tabelle 4*), wobei das Ergebnis auch durch das unterschiedliche Mastendgewicht mitbeeinflusst sein dürfte. Vergleicht man die Teilstückanteile von  $HO_{LL}$  und  $HO_{NZ}$ , die bei durchschnittlich 592 kg geschlachtet wurden, so war bei  $HO_{LL}$  der Fleisch- und Knochendünnungs-Anteil

signifikant niedriger, aber der Anteil von Schlegel und wertvoller Teilstücke signifikant höher. Auch die Ausschachtung der HO<sub>LL</sub>-Stiere war mit 55,7 % signifikant besser als bei HO<sub>NZ</sub> und HO<sub>HL</sub> und lag nur 1,3 Prozentpunkte unter FV<sub>KO</sub>. Weiters waren bei HO<sub>LL</sub> im Vergleich zu HO<sub>NZ</sub> Ausschachtung, Schlachtkörpergewicht und auch Rückenmuskelfläche signifikant höher/größer.

### 3.1.3 Rasse/Genotyp und Fleischqualität

Rasse/Genotyp hatte nur auf den Rotton (a) von Fleisch und Fett einen statisch abgesicherten Effekt; dieser Unterschied dürfte praktisch aber kaum Relevanz haben (Tabelle 6, FV<sub>KO</sub> etwas blässeres Fleisch, aber rötlichstes Fett). Fleisch der HO<sub>NZ</sub>-Stiere hatte den geringsten Tropf- Koch- und Grillsaftverlust und somit das höchste Wasserbindungsvermögen (Tabelle 6). Beim im Zuge einer Fleischverkostung (Rostbraten und Weißes Scherzel) beurteilten Merkmal Saftigkeit erreichten HO<sub>NZ</sub> und HO<sub>LL</sub> die besten Noten (Tabelle 7). Bei der Fleischverkostung zeigten die FV<sub>KO</sub>-Stiere die geringsten Zartheitspunkte. In der Scherkraft, einem objektiven Maß für die Zartheit, konnte dieser Unterschied allerdings nur in der Scherkraft<sup>gegrillt</sup> und auch nur als Tendenz bestätigt werden (Tabelle 6). Die IMF-Gehalte waren bei FV<sub>KO</sub> 1,7 % signifikant niedriger als bei HO<sub>HL</sub> und HO<sub>NZ</sub> (2,5 und 2,7 %), lagen aber allgemein auf niedrigem bis moderatem Niveau. Die HO<sub>LL</sub>-Stiere zeigten die höchsten MUFA- und gleichzeitig die geringsten  $\Omega$ -6-FS-, PUFA- und CLA-Gehalte, wobei die Unterschiede nur im Vergleich zu FV<sub>KO</sub> signifikant waren (Tabelle 8).

## 3.2 Einfluss des Grundfutters

### 3.2.1 Grundfutterart und Mastleistung, Effizienz

Die GS/MS-Gruppe hatte aufgrund eines signifikant niedrigeren ME-Gehalts (11,0 vs. 11,4 MJ) und des tendenziell höheren XP-Gehalts in der Ration ein weiteres XP/ME-Verhältnis (11,7 vs. 10,8). In der GS/MS-Gruppe wurden durchschnittlich 180 g PKF (entspricht 10 % der KF-Aufnahme) pro Tier und Tag gefüttert, während es in der MS-Gruppe 740 g (knapp 40 % des KF) waren. Ab 450 kg LM erhielt die GS/MS-Gruppe kein PKF mehr. Das XP/ME-Verhältnis reduzierte sich von 12,6 zu Versuchsbeginn (Gewichtsklasse 200-250 kg LM) auf 11,1 in der GS/MS-Gruppe und auf 9,3 in der MS-Gruppe. Betrachtet man nur die FV-Stiere, so sank das XP/ME-Verhältnis von 13,5 (200-250 kg LM) bis zum Mastende (650-720 g LM) auf 10,4 (GS/MS-Gruppe) bzw. 10,0 (MS-Gruppe).

Das Füttern der GS/MS-Ration resultierte in 80 g niedrigeren TZ im Vergleich zur MS-Ration ( $P < 0,001$ ), wobei die Grundfutter-, KF- und Gesamt-Futteraufnahmen sowie die Aufnahmen an XP, XL, XA und Faserkomponenten in der GS/MS-Gruppe signifikant höher waren (0,6 kg TM höhere tägliche Gesamt-Futteraufnahme) (Tabelle 2). In der ME-Aufnahme zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Grundfuttergruppen ( $P = 0,127$ ). Im Futteraufwand schnitt die GS/MS-Ration signifikant schlechter ab als die MS-Ration (pro kg LM-Zuwachs: 15 % höher TM-Aufwand, 10 % höherer ME- und 19 % höherer XP-Aufwand) (Tabelle 3, Abbildung 1).

### 3.2.2 Grundfutterart und Schlachtleistung

Die GS/MS-Ration führte zu einem rund 0,9 Monate höheren Schlachtagter ( $P = 0,018$ ) und 40 g niedrigeren Nettotageszunahmen ( $P = 0,011$ ) (Tabelle 4), wobei die Gesamtfutter- und XP-Aufnahme in der GS/MS-Gruppe signifikant höher war (Tabelle 2). Auf alle anderen in den Tabellen 4 und 5 angeführten Schlachtleistungs-Merkmale hatte die Grundfutterart keinen signifikanten Effekt.

### 3.2.3 Grundfutterart und Fleischqualität

Die GS/MS-Ration führte zu einer signifikant gelberer Fettfarbe, auf die übrigen Parameter (L, a) der Fettfarbe sowie auf die Fleischfarbe hatte das Grundfutter keinen signifikanten Effekt (*Tabelle 6*). Die GS/MS-Ration resultierte in rund 1 bzw. 2 % niedrigeren Grillsaftverlusten. Beim Tropf- und Kochsaftverlust sowie bei der Scherkraft wurden keine Unterschiede festgestellt. Das Grundfutter hatte auf die Fleischinhaltsstoffe, mit Ausnahme des Zn-,  $\Omega$ -3- und CLA-FS-Gehalts, keinen Effekt (*Tabelle 8*). Mit der GS/MS-Ration war der Zn-Gehalt im Fleisch sowie erwartungsgemäß auch der Gehalt an  $\Omega$ -3-FS signifikant höher. Der Fleisch-CLA-Gehalt war allerdings mit der GS/MS-Ration signifikant niedriger. Der höhere  $\Omega$ -3 GS-Gehalt im Fleisch der Stiere der GS/MS-Ration hatte ein engeres und damit ernährungsphysiologisch günstigeres  $\Omega$ -6: $\Omega$ -3 FS-Verhältnis zur Folge.

## 3.3 Einfluss des Kraftfutter(-KF)-Niveaus

### 3.3.1 KF-Anteil und Mastleistung, Effizienz

Der ME- und NDF-Gehalt sowie des XP/ME-Verhältnis unterschieden sich signifikant zwischen der 20 und 40 % KF-Ration (*Tabelle 2*). Ein Anteil von durchschnittlich 40 statt 20 % KF in der Ration erhöhte alle Merkmale der Futter- und Nährstoffaufnahme signifikant mit Ausnahme der XA-Aufnahmemenge und der Aufnahmemenge bestimmter Faserkomponenten (*Tabelle 2*). Während die XF-Aufnahme in der niedrigen KF-Gruppe signifikant höher war, waren bei der NDF- und ADL-Aufnahme keine Unterschiede feststellbar. Bei der ADF-Aufnahme wurde nur ein tendenziell höherer Wert bei der niedrigen KF-Gruppe beobachtet.

Die um durchschnittlich 20 % höhere KF-Aufnahme führte zu durchschnittlich 120 g höheren TZ. Der Futteraufwand pro kg LM-Zuwachs unterschied sich nicht signifikant zwischen den KF-Gruppen. Der Futteraufwand pro kg LM war allerdings in der niedrigeren KF-Gruppe günstiger (*Tabelle 3, Abbildung 1*).

### 3.3.2 KF-Anteil und Schlachtleistung

Bedingt durch die höheren Zunahmen erreichte die Gruppe mit dem hohen KF-Anteil ca. 50 Tage früher das Zielmastendgewicht (Schlachtalter mit 17,3 vs. 19,0 Monaten) (*Tabelle 4*). Die Schlachtkörper der 40 % KF-Gruppe hatten signifikant mehr Nierenfett (kg und Anteil vom Mastendgewicht). In der Fettklasse, aber auch im Fettanteil von Brust/Spannrippe sowie Fehlrippe (*Tabelle 5*), im Fettgehalt dieser 2 Teilstücke sowie im IMF-Gehalt des Rostbratens zeigten sich jedoch keine Unterschiede (*Tabelle 6*). Die über den gesamten Mastverlauf gemessene Rückenfettdicke war allerdings in der 40 % KF-Gruppe um durchschnittlich 0,5 mm dicker ( $P < 0,001$ ). Auf die Teilstückanteile bezogen auf das Schlachtkörpergewicht hatte der KF-Anteil keinen signifikanten Effekt (einzig tendenzieller Effekt ( $P = 0,069$ ) auf Rostbraten zugunsten der 20 % KF-Gruppe).

### 3.3.3 KF-Anteil und Fleischqualität

Auf die innere Produktqualität hatte der KF-Anteil keinen Effekt (*Tabelle 6 und 7*). Einzige Ausnahme waren die Gehalte an  $\Omega$ -3-FS und CLA im Fleisch, die mit der 20 % KF-Ration signifikant höher waren. Dies wiederum resultierte in einem signifikant niedrigen  $\Omega$ -6: $\Omega$ -3 Verhältnis im Fleisch der niedrigen KF-Gruppe (*Tabelle 8*).

Tabelle 2: Zunahmen, Futter- und Nährstoffaufnahme der Fleckvieh-Stiere und der 3 Holstein-Genotypen bei unterschiedlichem Grundfutter und KF-Anteil

Merkmal	Rasse (Ra)				Grundfutter (GrF)		Krautfutter (KF)		rSD	p-Wert		
	FV <sub>KO</sub>	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>NZ</sub>	MS100	MS33GS67	20%	40%		Ra	GrF	KF
Mastendgewicht, kg	721 <sup>a</sup>	659 <sup>b</sup>	593 <sup>c</sup>	598 <sup>c</sup>	640	645	643	642	12	***	ns	ns
Gewichtszuwachs Mastphase, kg	564 <sup>a</sup>	498 <sup>b</sup>	439 <sup>c</sup>	440 <sup>c</sup>	486	483	486	484	35	***	ns	ns
Mastdauer, Monate	14,32	14,33	13,29	13,50	13,36	14,36	14,73	12,98	1,75	ns	*	***
<b>Tageszunahmen (TZ), g</b>												
Zunahmen Mastphase <sup>1</sup>	1.374 <sup>a</sup>	1.170 <sup>b</sup>	1.113 <sup>b</sup>	1.114 <sup>b</sup>	1.234	1.151	1.131	1.254	671	***	***	***
Zunahmen Mastphase <sup>2</sup>	1.323 <sup>a</sup>	1.158 <sup>b</sup>	1.097 <sup>b</sup>	1.086 <sup>b</sup>	1.212	1.119	1.090	1.241	116	***	**	***
Zunahmen gesamtes Leben <sup>3</sup>	1.279 <sup>a</sup>	1.161 <sup>b</sup>	1.119 <sup>b</sup>	1.096 <sup>b</sup>	1.197	1.130	1.106	1.222	99	***	**	***
<b>Tägliche Futteraufnahme, kg TM</b>												
Gesamtfutter	8,48 <sup>a</sup>	8,13 <sup>ab</sup>	7,43 <sup>c</sup>	7,88 <sup>bc</sup>	7,68	8,28	7,45	8,51	1,38	***	***	***
Grundfutter (inkl. Heu)	5,95 <sup>a</sup>	5,72 <sup>ab</sup>	5,28 <sup>b</sup>	5,59 <sup>ab</sup>	5,44	5,82	6,04	5,22	1,11	***	***	***
Gesamt-KF	2,65 <sup>a</sup>	2,51 <sup>b</sup>	2,26 <sup>d</sup>	2,40 <sup>c</sup>	2,35	2,55	1,51	3,40	0,29	***	***	***
Energie-KF (EKF)	2,07 <sup>ab</sup>	2,12 <sup>a</sup>	1,89 <sup>cd</sup>	2,00 <sup>bc</sup>	1,61	2,43	1,12	2,92	0,28	***	***	***
Anteil PKF am KF, %	29,3	21,9	23,0	23,6	38,8	10,1	31,9	17,0	10,5	ns	***	***
<b>Tägliche Energie- und Nährstoffaufnahme</b>												
ME, MJ	94,5 <sup>a</sup>	90,9 <sup>ab</sup>	82,9 <sup>b</sup>	87,9 <sup>ab</sup>	87,6	90,5	81,3	96,8	15,0	***	ns	***
XP, g	1.081 <sup>a</sup>	983 <sup>b</sup>	904 <sup>b</sup>	947 <sup>b</sup>	922	1.035	909	1.047	175	***	***	***
XL, g	248 <sup>a</sup>	237 <sup>ab</sup>	217 <sup>bc</sup>	230 <sup>ab</sup>	226	240	223	243	45	**	**	**
XA, g	505 <sup>a</sup>	479 <sup>a</sup>	426 <sup>b</sup>	454 <sup>a</sup>	356	575	458	473	131	**	***	ns
XF, g	1.555 <sup>a</sup>	1.475 <sup>ab</sup>	1.359 <sup>b</sup>	1.442 <sup>ab</sup>	1.373	1.543	1.499	1.416	304	**	***	*
NDF, g	3.134 <sup>a</sup>	2.978 <sup>ab</sup>	2.740 <sup>b</sup>	2.897 <sup>ab</sup>	2.796	3.079	2.930	2.944	585	**	***	ns
ADF, g	1.897 <sup>a</sup>	1.801 <sup>ab</sup>	1.660 <sup>b</sup>	1.757 <sup>ab</sup>	1.658	1.900	1.822	1.735	366	**	***	"
ADL, g	250 <sup>a</sup>	232 <sup>ab</sup>	212 <sup>b</sup>	226 <sup>ab</sup>	216	244	231	229	51	**	***	ns
<b>Rationskriterien, pro kg TM</b>												
ME, MJ	11,2	11,2	11,2	11,2	11,4	11,0	10,9	11,4	0,2	ns	***	***
XP, g	132	124	126	124	124	129	126	127	13	*z	"	ns
NDF, g	370	365	368	366	364	370	391	342	21	ns	*	***
XP/ME-Verhältnis	11,8 <sup>a</sup>	11,1 <sup>b</sup>	11,2 <sup>b</sup>	11,0 <sup>b</sup>	10,8	11,7	11,5	11,1	1,2	*	***	*

P-Werte: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,01; \*P<0,05; "P<0,10; nsP>0,10; Alterseffekt (2-Monats-Klassen) für alle Merkmale signifikant, rSD...Residualstandardabweichung

<sup>1</sup>anhand wöchentlicher Einzelwiegungen, <sup>2</sup>(Mastendgewicht - Einstallgewicht) / Mastdauer, <sup>3</sup>Mastendgewicht / Schlachtlalter

<sup>z</sup>Tukey Test zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, obwohl P-Wert aus MIXED-Modell unter 0,05 war

Signifikante Wechselwirkungen: Ra\*KF für Gesamt-KF u. EKF; GrF\*KF für Anteil PKF u. MJ ME/kg TM

Tabelle 3: Futtermittelaufwand und Effizienz der Fleckvieh-Stiere und der 3 Holstein-Genotypen bei unterschiedlichem Grundfutter und KF-Anteil

Merkmal	Rasse (Ra)			Grundfutter (GrF)		Kraftfutter (KF)		rSD	p-Wert			
	FV <sub>KO</sub>	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>NZ</sub>	MS100	MS33GS67	20%		40%	Ra	GrF	KF
<b>Futtermittelaufwand (Input/Output), pro kg LM-Zuwachs (TZ)<sup>1</sup></b>												
TM, kg	6,10 <sup>b</sup>	7,16 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>	7,38 <sup>a</sup>	6,44	7,38	6,93	6,89	1,7	***	***	ns
ME, MJ	68,0 <sup>b</sup>	79,9 <sup>a</sup>	78,0 <sup>a</sup>	82,1 <sup>a</sup>	73,4	80,6	75,7	78,4	19,5	***	***	"
XP, g	788 <sup>b</sup>	865 <sup>a</sup>	847 <sup>ab</sup>	879 <sup>a</sup>	773	917	842	847	208	**	***	ns
<b>Futtermittelaufwand (Output=TZ/Input)</b>												
TZ/ kg Futter-TM	178 <sup>a</sup>	155 <sup>b</sup>	158 <sup>b</sup>	150 <sup>b</sup>	171	149	160	160	34,0	***	***	ns
TZ/ MJ ME	15,9 <sup>a</sup>	13,8 <sup>b</sup>	14,2 <sup>b</sup>	13,4 <sup>b</sup>	15	13,6	14,2	14	3,0	***	***	*
TZ/ 10 g XP	13,5	12,6	12,8	12,3	13,8	11,8	12,9	12,7	2,7	**	***	n.s.
<b>Futtermittelaufnahme, pro kg Lebendmasse (LM) bzw. LM<sup>0,75</sup></b>												
g TM/ kg LM	19,2	19,2	18,1	19,8	18,2	19,9	18,2	19,9	0,12	ns	**	**
g TM/ kg LM <sup>0,75</sup>	86 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	80 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>	80	88	80	88	0,37	**	***	***
MJ ME/ kg LM	0,22	0,22	0,2	0,22	0,21	0,22	0,2	0,23	0,05	ns	ns	***
MJ ME/ kg LM <sup>0,75</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,89 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,92	0,97	0,88	1,01	0,14	**	**	***
g XP/ kg LM	2,73	2,51	2,37	2,56	2,42	2,68	2,35	2,74	0,95	ns	ns	"
g XP/ kg LM <sup>0,75</sup>	11,5	10,7	10,1	10,8	10,2	11,4	10,1	11,5	2,50	ns	**	**

P-Werte: \*\*\*p<0,001, \*\*p<0,01; \*p<0,05; \*p<0,10; nsP>0,10; Alterseffekt (2-Monats-Klassen) für alle Merkmale signifikant; rSD...Residualstandardabweichung

<sup>1</sup>anhand wöchentlicher Einzelwiegungen

Signifikante Wechselwirkungen: GrF\*KF für XP/kg LZ, TZ/kg Futter-TM, TZ/10 g XP und TM/kgLM<sup>0,75</sup>; Rasse\*GrF für TZ/kg Futter-TM, TZ/MJ ME und TZ/10 g XP

Tabelle 4: Schlachtleistung der Fleckvieh-Stiere und der 3 Holstein-Genotypen bei unterschiedlichem Grundfutter und KF-Anteil

Merkmal	Rasse (Ra)			Grundfutter (GrF)		Krautfutter (KF)		P-Wert				
	FV <sub>KO</sub>	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>Nz</sub>	MS	MS33GS67	20%	40%	rSD	Ra	GrF	KF
Schlachalter, Monate	18,38 <sup>xy</sup>	18,69 <sup>x</sup>	17,46 <sup>y</sup>	17,97 <sup>xy</sup>	17,69	18,56	18,95	17,30	1,42	"	*	***
Lebendgewicht bei Schlachtung, kg	715 <sup>a</sup>	655 <sup>b</sup>	591 <sup>c</sup>	593 <sup>c</sup>	639	638	639	638	17	***	ns	ns
Schlachtkörpergewichtwarm, kg	414 <sup>a</sup>	359 <sup>b</sup>	335 <sup>c</sup>	322 <sup>d</sup>	359	356	357	358	12	***	ns	ns
Nettotageszunahme, g	736 <sup>a</sup>	636 <sup>b</sup>	633 <sup>b</sup>	595 <sup>b</sup>	670	630	618	682	59	***	*	***
Ausschlachtungskalt, %	57,0 <sup>a</sup>	54,0 <sup>c</sup>	55,7 <sup>b</sup>	53,4 <sup>c</sup>	55,1	54,9	54,9	55,1	1,2	***	ns	ns
Fleischigkeit (5=E, 1=P)	4,00 <sup>a</sup>	2,03 <sup>c</sup>	2,53 <sup>b</sup>	2,43 <sup>bc</sup>	2,79	2,70	2,75	2,75	0,42	***	ns	ns
Fettklasse (1=mager, 5=fett)	2,50	2,53	2,78	2,88	2,57	2,78	2,60	2,75	0,50	ns	ns	ns
pH <sub>48h</sub> Rückenmuskel	5,80 <sup>xy</sup>	5,71 <sup>y</sup>	5,71 <sup>xy</sup>	5,85 <sup>x</sup>	5,77	5,77	5,76	5,77	0,16	"	ns	ns
Nierenfett, kg	11,97 <sup>b</sup>	12,62 <sup>b</sup>	14,32 <sup>ab</sup>	15,88 <sup>a</sup>	13,07	14,33	12,42	14,97	3,02	**	ns	**
Rückenfettdicke (Ø Mastverlauf), mm	10,1	9,9	10,0	10,1	10,1	10,0	9,8	10,2	1,3	ns	ns	**
<b>Schlachtkörpermaße, cm</b>												
Hälftenlänge	181 <sup>b</sup>	188 <sup>a</sup>	179 <sup>b</sup>	181 <sup>b</sup>	181	183	182	182	5	***	ns	ns
Keulenumfang	127 <sup>a</sup>	128 <sup>a</sup>	122 <sup>b</sup>	112 <sup>b</sup>	124	124	124	124	3	***	ns	ns
<b>% v. Mastendgewicht</b>												
Haut	9,50 <sup>a</sup>	8,33 <sup>b</sup>	7,73 <sup>c</sup>	7,88 <sup>bc</sup>	8,48	8,24	8,47	8,25	0,57	***	ns	ns
Nierenfett	1,68 <sup>b</sup>	1,92 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>	2,08	2,27	1,97	2,38	0,47	***	ns	**
<b>% v. Schlachtkörpergewicht</b>												
Kamm (Hals)	9,46 <sup>a</sup>	8,56 <sup>b</sup>	8,55 <sup>b</sup>	8,94 <sup>ab</sup>	8,92	8,84	8,84	8,92	0,74	**	ns	ns
Fehlrippe	9,40	9,19	9,69	9,58	9,43	9,50	9,49	9,45	0,85	ns	ns	ns
Bug (Schulter)	13,81 <sup>xy</sup>	14,38 <sup>x</sup>	13,95 <sup>xy</sup>	13,72 <sup>y</sup>	14,05	13,89	13,98	13,95	0,68	*z	ns	ns
Brust u. Spannrippe	11,54 <sup>b</sup>	12,00 <sup>ab</sup>	12,09 <sup>ab</sup>	12,53 <sup>a</sup>	11,98	12,10	11,94	12,14	0,74	**	ns	ns
Fleisch- u. Knochendünnung	10,29 <sup>b</sup>	9,97 <sup>b</sup>	9,87 <sup>b</sup>	11,00 <sup>a</sup>	10,19	10,38	10,21	10,36	0,62	***	ns	ns
Schlegel	27,67 <sup>a</sup>	28,35 <sup>a</sup>	27,77 <sup>a</sup>	26,62 <sup>b</sup>	27,55	27,66	27,50	27,70	0,87	***	ns	ns
Englischer	7,53 <sup>a</sup>	7,04 <sup>b</sup>	7,57 <sup>a</sup>	7,64 <sup>a</sup>	7,52	7,37	7,54	7,34	0,41	***	ns	"
Wertvolle Teilstückel	41,60 <sup>ab</sup>	42,17 <sup>a</sup>	42,33 <sup>a</sup>	41,03 <sup>b</sup>	41,75	41,82	41,77	41,80	1,05	**	ns	ns
Wertvolle Teilstückel, kg	83,9 <sup>a</sup>	73,3 <sup>b</sup>	69,0 <sup>c</sup>	64,5 <sup>d</sup>	72,8	72,5	72,7	72,6	3,1	***	ns	ns
Muskelfläche 9. Rippe, cm <sup>2</sup>	113 <sup>a</sup>	91 <sup>bc</sup>	97 <sup>b</sup>	85 <sup>c</sup>	96	96	97	96	9	***	ns	ns

P-Werte: \*\*\*p<0,001, \*\*p<0,01; \*p<0,05; "p<0,10; rSD...Residualstandardabweichung;

<sup>z</sup>Tukey Test zeigte nur tendenzielle (<sup>xy</sup>) Unterschiede zwischen den Gruppen, obwohl P-Wert aus GLM-Modell unter 0,05 war

Signifikante Wechselwirkungen: Ra\*KF für Engländer; GrF\*KF für Rückenmuskelgröße Rostbraten

Tabelle 5: Gewebeanteile von 2 Schlachtkörper-Teilstücken in Anhängigkeit von Rasse, Grundfutter und Kraftfutteranteil

Merkmal	Rasse (Ra)			Grundfutter (GrF)		Kraftfutter (KF)		rSD	P-Wert			
	FV <sub>KO</sub>	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>NZ</sub>	MS	MS33GS67	20%		40%	Ra	Grf	KF
<b>Brust u. Spannrippe, %-Anteile</b>												
Fleisch	53,2 <sup>a</sup>	47,6 <sup>bc</sup>	49,2 <sup>b</sup>	45,7 <sup>c</sup>	48,6	49,2	49,4	48,5	2,9	***	ns	ns
Fett	31,0 <sup>b</sup>	31,9 <sup>b</sup>	33,0 <sup>b</sup>	36,8 <sup>a</sup>	32,9	33,4	32,5	33,8	3,5	***	ns	ns
Knochen	15,9 <sup>c</sup>	19,8 <sup>a</sup>	17,8 <sup>b</sup>	16,8 <sup>bc</sup>	17,7	17,4	17,8	17,4	1,7	***	ns	ns
Sehnen	nicht vorhanden											
<b>Fehlrippe, %-Anteile</b>												
Fleisch	66,9 <sup>a</sup>	61,3 <sup>b</sup>	63,4 <sup>ab</sup>	60,7 <sup>b</sup>	62,8	63,4	63,2	62,9	3,8	***	ns	ns
Fett	14,9 <sup>b</sup>	16,2 <sup>ab</sup>	15,9 <sup>b</sup>	18,0 <sup>a</sup>	16,4	16,0	16,0	16,4	2,0	**	ns	ns
Knochen	17,7	20,6	19,3	19,4	19,2	19,2	19,2	19,2	3,4	ns	ns	ns
Sehnen	1,1 <sup>y</sup>	1,3 <sup>xy</sup>	1,5 <sup>x</sup>	1,3 <sup>xy</sup>	1,2	1,4	1,3	1,2	0,4	“	ns	ns

P-Werte: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,05; \*P<0,10; nsP>0,10; rSD...Residualstandardabweichung

Tabelle 6: Fleischqualität (Rostbraten) der Fleckvieh-Stiere und der 3 Holstein-Genotypen bei unterschiedlichem Grundfutter und Kraftfutteranteil

Merkmal	Rasse (Ra)			Grundfutter (GrF)		Kraftfutter (KF)		Reifung, Tage (Ta)		rSD	P-Wert				
	FV <sub>KO</sub>	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>NZ</sub>	MS	MS33GS67	20%	40%	7		14	Ra	GrF	KF	Reifung
<b>Fleischfarbe, 2 h Oxid.</b>															
L_ox	39,2	37,8	39,1	38,1	38,4	38,8	38,2	38,9	38,1	39,0	1,3	ns	ns	ns	***
a_ox	16,7 <sup>y</sup>	18,0 <sup>x</sup>	17,54 <sup>xy</sup>	18,0 <sup>x</sup>	17,4	17,7	17,9	17,2	17,2	17,9	1,1	*z	ns	"	**
b_ox	15,0	14,9	15,3	15,0	14,9	15,2	15,0	15,1	14,6	15,5	1,0	ns	ns	ns	***
<b>Fettfarbe, 2 h Oxid.</b>															
Fett-L_ox	72,2	73,4	71,2	73,1	72,5	72,4	72,6	72,3	72,6	72,3	3,6	ns	ns	ns	ns
Fett-a_ox	4,9 <sup>a</sup>	3,5 <sup>b</sup>	4,4 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	3,9	4,5	4,1	4,3	3,1	5,3	2,0	<sup>v</sup>	ns	ns	***
Fett-b_ox	17,7	17,4	17,6	17,9	16,9	18,4	17,8	17,5	17,1	18,1	1,8	ns	***	ns	**
<b>Safthalteverluste, %</b>															
Tropfsaft (TSV)	1,73 <sup>a</sup>	1,55 <sup>ab</sup>	1,70 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>	1,5	1,6	1,6	1,5	nur 7 Tage gereift		0,42	**	ns	ns	ns
Kochsaftkalt	20,6 <sup>ab</sup>	21,8 <sup>a</sup>	20,4 <sup>ab</sup>	19,2 <sup>b</sup>	20,6	20,4	20,7	20,3	20,6	20,4	2,2	*	ns	ns	ns
Grillsaftwarm	23,1 <sup>a</sup>	23,2 <sup>a</sup>	21,6 <sup>ab</sup>	20,9 <sup>b</sup>	23,1	21,3	22,0	22,4	22,3	22,1	2,2	*	**	ns	ns
Grillsaftkalt	30,6 <sup>ab</sup>	31,1 <sup>a</sup>	30,0 <sup>ab</sup>	28,7 <sup>b</sup>	30,7	29,5	30,0	30,2	30,0	30,2	2,2	"	*	ns	ns
<b>Zartheit, kg</b>															
Scherkraft gegrillt ▲	3,44 <sup>x</sup>	3,06 <sup>xy</sup>	2,94 <sup>y</sup>	3,01 <sup>xy</sup>	3,10	3,12	3,02	3,20	3,44	2,78	0,55	<sup>v</sup>	ns	ns	***
Scherkraft gekocht ■	5,02	4,95	4,22	4,77	4,88	4,60	4,82	4,66	5,08	4,40	0,82	ns	ns	ns	***

P-Werte: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,01; \*P<0,05; <sup>y</sup>P<0,10; <sup>z</sup>P<0,10; rSD...Residualstandardabweichung

<sup>x</sup>Tukey Test zeigte tendenzielle Unterschiede (<sup>x</sup>) zwischen den Gruppen, obwohl P-Wert aus MIXED-Modell unter 0,05 war, <sup>y</sup>Tukey Test zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, obwohl P-Wert aus MIXED-Modell nur tendenziell (P<0,10) war

Signifikante Wechselwirkungen: Ra\*Reifung für a\_ox u. b\_ox; GrF\*Reifung für Fett-L\_ox u. Fett-a\_ox; KF\*Reifung für Kochsaft; Ra\*GrF für Grillsaft<sub>v,grm</sub>

Tabelle 7: Verkostungs-Ergebnisse der Fleckvieh-Stiere und der 3 Holstein-Genotypen bei unterschiedlichem Grundfutter und Kraffutteranteil

Merkmal	Rasse (Ra)			Grundfutter (GrF)		Kraffutter (KF)		P-Wert				
	FV <sub>KO</sub>	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>NZ</sub>	MS	MS33GS67	20%	40%	Ra	GrF	KF	Verkoster
<b>Rostbraten (6=beste, 1=schlechteste)</b>												
Saftigkeit	3,7 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,1	4,2	4,2	4,1	***	ns	ns	ns
Zartheit	3,7 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	4,5 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,1	4,2	4,2	4,1	***	*	"	**
<b>Weißes Scherzel</b>												
Saftigkeit	3,4 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,6	3,7	3,6	3,7	***	"	ns	*
Zartheit	3,3 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,6	3,7	3,6	3,7	***	"	ns	***

P-Werte: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,01; \*P<0,05; "P<0,10; nsP>0,10;

Signifikante Wechselwirkungen: Ra\*KF für Zartheit\_Rostbraten; Ra\*GrF für Zartheit\_WeißesScherzel

Tabelle 8: Fleischanalysen-Ergebnisse (Rostbraten) der Fleckvieh-Stiere und der 3 Holstein-Genotypen bei unterschiedlichem Grundfutter und Kraftfutteranteil

Merkmal	FY <sub>ko</sub>			Rasse (Ra)			Grundfutter (GrF)		Kraftfutter (KF)		rSD	P-Wert			
	HO <sub>HL</sub>	HO <sub>LL</sub>	HO <sub>NZ</sub>	MS	MS33GS67	20%	40%	Ra	Grf	KF					
<b>Hauptnährstoffe, g/kg FM</b>															
Trockenmasse	247 <sup>b</sup>	252 <sup>ab</sup>	249 <sup>b</sup>	251	252	251	252	251	252	251	252	7,97	**	ns	ns
Rohprotein	218	214	214	216	216	216	216	214	218	214	218	7,67	ns	ns	“
Rohfett (IMF)	17 <sup>b</sup>	25 <sup>a</sup>	19 <sup>ab</sup>	21	23	21	23	21	22	21	22	8,33	**	ns	ns
Rohasche	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	0,51	ns	ns	ns
<b>Mengenelemente, g/kg FM</b>															
K	3,93	3,87	3,87	3,87	3,89	3,87	3,89	3,88	3,87	3,88	3,87	0,20	ns	ns	ns
P	1,72 <sup>x</sup>	1,64 <sup>y</sup>	1,72 <sup>x</sup>	1,68	1,69	1,68	1,69	1,67	1,70	1,67	1,70	0,09	*z	ns	ns
<b>Spurenelemente, mg/kg FM</b>															
Zn	41,1	41,8	41,0	43,0	40,3	43,0	40,3	40,9	42,5	40,9	42,5	4,1	ns	*	ns
Cu	0,52 <sup>b</sup>	0,57 <sup>ab</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,57	0,56	0,57	0,56	0,57	0,56	0,57	0,56	0,10	*	ns	ns
Fe	18,5 <sup>b</sup>	22,4 <sup>a</sup>	20,1 <sup>ab</sup>	20,0	20,6	20,0	20,6	20,8	19,8	20,8	19,8	3,3	*	ns	ns
<b>Fettsäuren g/100 g FAME</b>															
∑ SFA	43,4	44,9	44,1	43,5	44,6	43,5	44,6	44,4	43,7	44,4	43,7	2,6	ns	“	ns
∑ MUFA	45,9 <sup>b</sup>	46,9 <sup>ab</sup>	47,2 <sup>ab</sup>	47,7	47,1	47,7	47,1	46,9	47,9	46,9	47,9	3,0	**	ns	ns
∑ Ω6-FS	7,57 <sup>a</sup>	5,56 <sup>ab</sup>	6,81 <sup>ab</sup>	6,71	5,79	6,71	5,79	6,41	6,09	6,41	6,09	2,32	*	ns	ns
∑ Ω3-FS	1,64	1,26	1,51	1,10	1,69	1,10	1,69	1,57	1,22	1,57	1,22	0,59	ns	***	*
∑ CLA	0,44 <sup>a</sup>	0,41 <sup>ab</sup>	0,41 <sup>ab</sup>	0,43	0,39	0,43	0,39	0,44	0,37	0,44	0,37	0,06	*	*	***
∑ PUFA	9,58 <sup>a</sup>	7,23 <sup>ab</sup>	8,74 <sup>ab</sup>	8,21	7,87	8,21	7,87	8,44	7,64	8,44	7,64	2,80	*	ns	ns
Ω6 / Ω3	5,36	5,08	4,99	6,57	3,55	6,57	3,55	4,51	5,62	4,51	5,62	1,02	ns	***	***
PUFA / SFA	0,22 <sup>x</sup>	0,16 <sup>y</sup>	0,20 <sup>xy</sup>	0,19	0,18	0,19	0,18	0,19	0,17	0,19	0,17	0,07	*z	ns	ns

P-Werte: \*\*\*P<0,001, \*\*P<0,01, \*P<0,05; “P<0,10; nsP>0,10; rSD...Residualstandardabweichung

“Tukey Test zeigte nur tendenzielle Unterschiede (xy) zwischen den Gruppen, obwohl P-Wert aus GLM-Modell unter 0,05 war

Signifikante Wechselwirkungen: Ra\*KF für Rohprotein

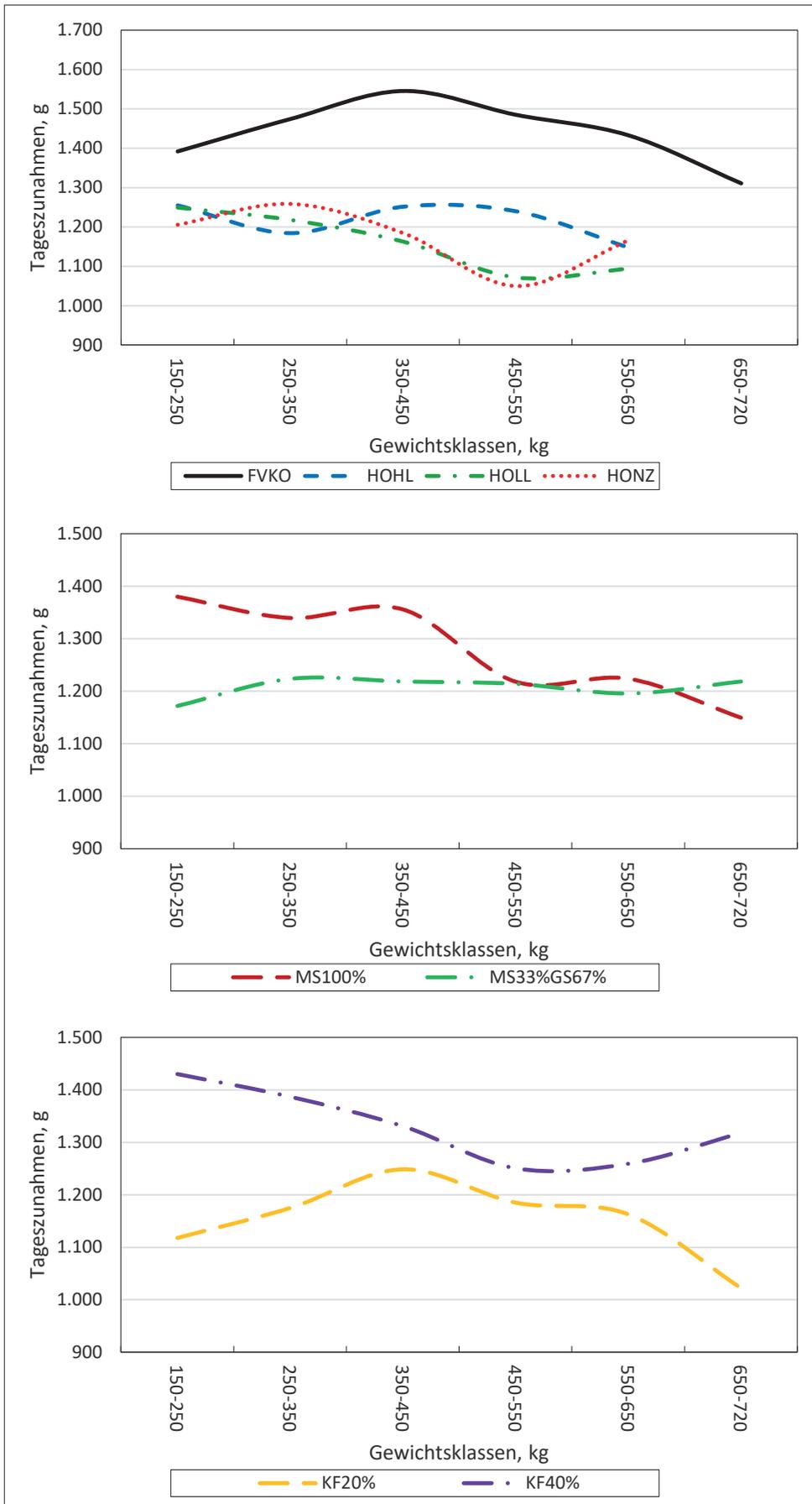
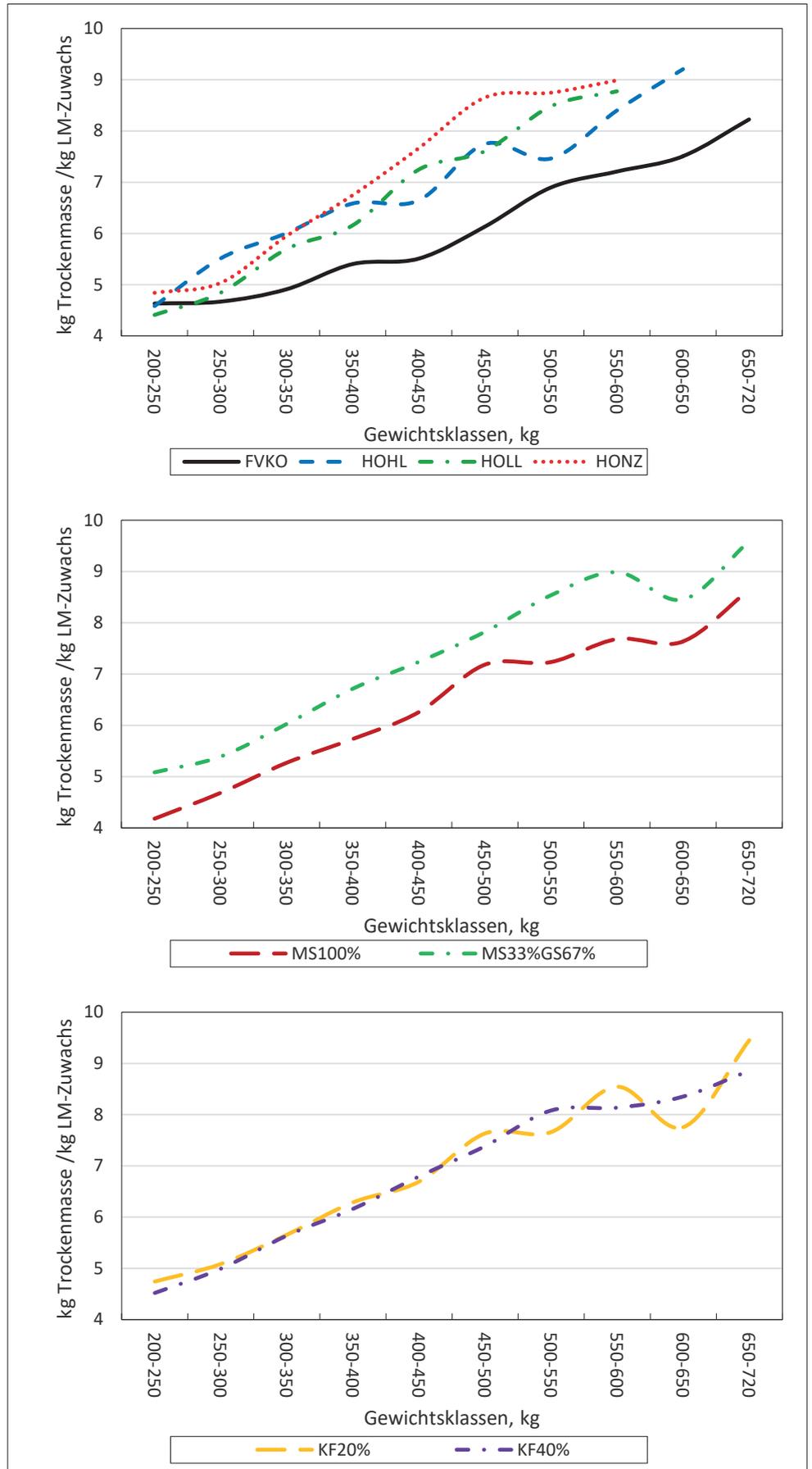


Abbildung 1a: Tageszunahmen (TZ) im Mastverlauf in Abhängigkeit von Rasse/Genotyp, Grundfutterart und Kraftfutterniveau

Abbildung 1b: kg Trockenmasse Aufnahme pro kg LM-Zuwachs im Mastverlauf in Abhängigkeit von Rasse/ Genotyp, Grundfutterart und Kraftfutterniveau



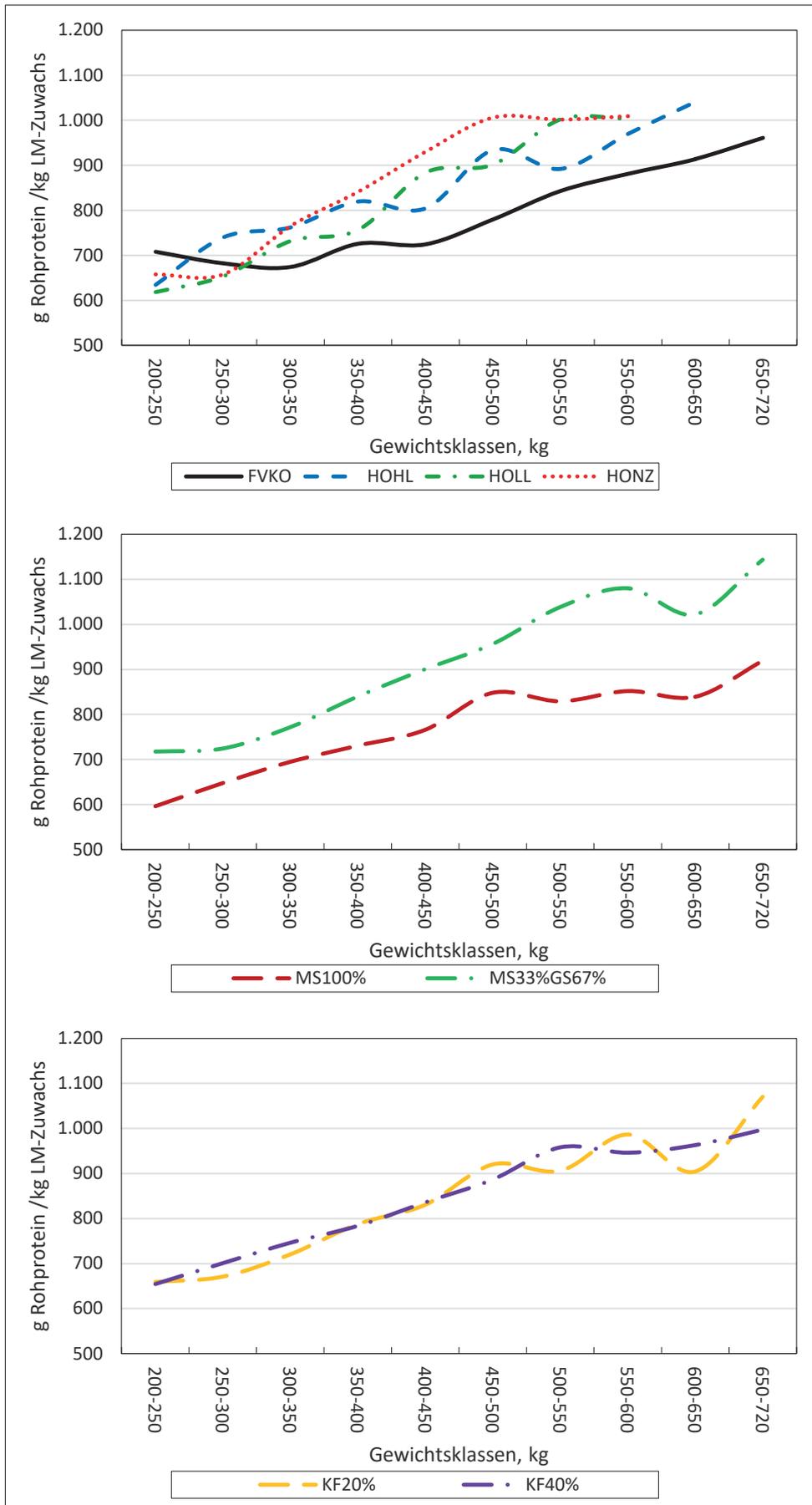


Abbildung 1c: g Rohprotein-Aufnahme pro kg LM-Zuwachs im Mastverlauf in Abhängigkeit von Rasse/ Genotyp, Grundfutterart und Kraftfutterniveau

## 4. Diskussion

### 4.1 Einfluss von Rasse/Genotyp

Dem vorliegenden Versuchsdesign liegen die Bedarfsnormen der GfE aus dem Jahr 1995 (GfE 1995) zu Grunde, die für  $FV_{KO}$  und HO unterschiedliche ME- und XP-Bedarfszahlen ausweisen. Daraus resultierten im vorliegenden Versuch in den Rationen für  $FV_{KO}$  und HO geringfügig unterschiedliche XP-Gehalte und XP/ME-Verhältnissen (Tabelle 2). Dies hat im Versuch eine teilweise Vermischung des Rasseneffekts mit dem Effekt der Proteinversorgung zur Folge. Weiters soll hier darauf hingewiesen sein, dass neue Erkenntnisse hinsichtlich Bedarfszahlen (MEYER et al. 2004, STEINWIDDER et al. 2006, ETTLE et al. 2014, LfL 2021), die sich aus der heutigen Genetik, den höheren Mastendgewichten und höheren Zunahmen ergeben, nicht im Versuchsdesign berücksichtigt wurden. Die im Versuch gewählten unterschiedlichen Mastendgewichte müssen ebenfalls bei der Ergebnisinterpretation berücksichtigt werden.

$FV_{KO}$ -Stiere hatten eine höhere Gesamtfuttermittelaufnahme, die allerdings nur im Vergleich zu  $HO_{LL}$  signifikant höher war. Durch die höheren TZ war  $FV_{KO}$  den HO-Genotypen im Futteraufwand deutlich überlegen. Der ungünstigere Futteraufwand von Milchrassen-Stieren im Vergleich zu Zweinutzungs- und Mastrassen ist in der Literatur mehrfach beschrieben und wird unter anderem mit dem unterschiedlichen Fett- und Muskelansatz in Verbindung gebracht. Nach KENNY et al. (2018) gibt es auf Tierebene unterschiedliche Definitionen von Effizienz. Traditionell dominiert in Mastversuchen der Futteraufwand (z.B. Futteraufnahme/Zuwachs; feed conversion ratio) bzw. die mathematische Umkehrung Futtereffizienz (Output/Input; feed conversion efficiency).

Generell wird Milchrassen ein stärkerer Fettansatz nachgesagt (SZÜCS et al. 2001a und 2001b, PFUHL et al. 2007), welcher der Milchkuh als Energiedepot während der Laktation dient. In unseren Auswertungen waren Merkmale der Fetteinlagerung bei  $HO_{NZ}$  aber auch bei  $HO_{LL}$ , trotz der niedrigeren Mastendgewichte, deutlich stärker ausgeprägt als bei  $HO_{HL}$  und  $FV_{KO}$ .  $FV_{KO}$  hatte im Vergleich zu  $HO_{HL}$  und  $HO_{NZ}$  einen signifikant niedrigeren IMF-Gehalt im Rostbraten (1,7 % vs 2,5 bzw. 2,7 %), aber einen ähnlichen IMF-Gehalt wie  $HO_{LL}$  (1,9 %). NÜRNBERG et al. (2005) konnten beim Vergleich von Deutschen FV - mit Deutschen HO-Stieren, die bei 620 kg LM geschlachtet wurden, keinen Unterschied im IMF-Gehalt feststellen. GEUDER et al. (2012) wiederum fanden beim Vergleich von FV mit Schwarzbunten Stieren einen signifikanten Rasseneffekt auf IMF-Gehalt und Fettklasse. In unserer Studie konnten zwischen  $FV_{KO}$  und  $HF_{HL}$  in den übrigen Merkmalen der Fetteinlagerung und bei der Fettklassen-Klassifizierung nur geringe numerische Unterschiede beobachtet werden. Auch wenn es mit den vorliegenden Daten nicht belegt werden kann, ist davon auszugehen, dass  $HO_{HL}$  bei einem ähnlichen Mastendgewicht wie  $FV_{KO}$  eine stärkere Schlachtkörper-Fetteinlagerung als  $FV_{KO}$  gezeigt hätte. Der Einfluss eines höheren Mastendgewichts auf die Schlachtkörper-Verfettung wurde beispielsweise auch von TERLER et al. (2016) und HONIG et al. (2020) für  $FV_{KO}$  oder von MARTI et al. (2013) für HF belegt. Es ist auch denkbar, dass bei  $FV_{KO}$ - und HO-Ochsen, die im Vergleich zu Stieren früher und stärker Fett einlagern, Unterschiede in der Schlachtkörper-Fetteinlagerung deutlicher ausgefallen wären. Der bei Milchrassen häufig gefundene höhere Fettanteil im Schlachtkörper wird teilweise mit einer besseren Fleischqualität in Verbindung gebracht (SZÜCS 2001b, PFUHL et al. 2007, ETTLE et al. 2018, VELIK et al. 2021). Dies wird auch in der vorliegenden Studie, insbesondere für  $HO_{NZ}$  und  $HO_{LL}$ , für mehrere Fleischqualitätsmerkmale bestätigt.

## 4.2 Einfluss der Fütterung

Die Futtermittelaufnahme von Rindern wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst und physiologisch und physikalisch reguliert (GRUBER et al. 2007). In älteren Futtermittel-Schätzformeln für Mastrinder aus dem deutschsprachigen Raum wurden neben dem Lebendgewicht beispielsweise die TZ (HEINDL et al. 1996) oder KF-Anteil und Grundfutter-TM-Gehalt (SCHWARZ et al. 1988) berücksichtigt. In der vorliegenden Studie war in der GS/MS-Gruppe die Grundfutteraufnahme um rund 7 % höher als in der MS-Gruppe. Dies steht im Widerspruch zu ETTLE et al. (2011), die in isoenergetischen Maststier-Rationen 30 bzw. 60 % der MS durch GS ersetzen und dabei bei 30 % GS in der Ration numerisch eine etwas höhere Futtermittelaufnahme feststellen konnten, nicht aber bei 60 %. Auch KELLER et al. (2022) fanden bei Maststier-Rationen, in denen 30 bzw. 50 % der MS durch GS ersetzt wurden, keinen Unterschied in der Gesamtfuttermittelaufnahme, wobei bei KELLER et al. (2022) KF-Menge, XP-Konzentration im KF und Gesamt-XP-Aufnahme in der 100 % MS Ration signifikant höher waren. JUNIPER et al. (2005), die in Ochsen-Mastrationen 2/3 der MS durch GS ersetzen, konnten mit der GS/MS-Ration eine signifikant niedrigere Futtermittelaufnahme feststellen, wobei TM-Gehalt und ME-Gehalt der GS/MS Ration niedriger waren als in der MS Ration. Niedrigere Futtermittelnahmen bei 50 % GS und 50 % MS in Ochsenrationen im Vergleich zu 100 % MS beobachteten auch KEADY et al. (2013). Der Effekt von Grassilage auf die Futtermittelaufnahme bei Maststieren dürfte demnach auch mit anderen Rationskriterien in Verbindung stehen.

Im Widerspruch zu ETTLE et al. (2011), aber in Übereinstimmung mit JUNIPER et al. (2005), KEADY et al. (2013) und KELLER et al. (2022) wurden in unserem Versuch die Zunahmen deutlich von der Grundfutterart beeinflusst, d.h. in den 100 % MS-Rationen waren die Zunahmen signifikant höher. Unterschiedliche TZ bei unterschiedlicher Grundfütterration können teilweise mit einer geringeren ME-bzw. Stärke-Versorgung in Verbindung stehen. Im vorliegenden Versuch hatte die MS/GS-Ration zwar einen um 0,4 MJ ME geringeren Energiegehalt, die ME-Aufnahme unterschied sich aber nicht signifikant zwischen den 2 Grundfuttergruppen, sondern war sogar in der GS/MS-Ration numerisch geringfügig höher. Aufgrund der höheren Futtermittelaufnahme und der geringeren TZ war der Futteraufwand in der GS/MS-Gruppe um rund 10 % höher. Auch JUNIPER et al. (2005) und KELLER et al. (2022) fanden bei 100% MS als Grundfutter eine signifikant niedrigere Futtermittelaufnahme pro kg LM-Zuwachs, was einer besseren Futtermittelverwertung entspricht. In unserem Versuch war auch in den Aufwandparametern bezogen auf die LM die MS-Ration deutlich überlegen. In der Studie von JUNIPER et al. (2005) führte allerdings die 2/3 GS/MS-Ration zu einer niedrigeren Futtermittelaufnahme pro kg LM.

Die von ETTLE et al. (2011), JUNIPER (2005), KEADY et al. (2013) und KELLER et al. (2022) angeführte zumindest numerisch höhere Fettklasse der partiell mit GS gefütterten Stiere konnte auch in der vorliegenden Arbeit beobachtet werden. Numerisch höhere Nierenfettwerte ( $P=0,103$ ) konnten in Übereinstimmung mit unserer Studie auch KELLER et al. (2022) feststellen. Bei Ausschachtung und Fleischigkeitsklasse wurden in allen Studien, in Übereinstimmung mit unserem Versuch, keine wesentlichen Unterschiede festgestellt.

In JUNIPER et al. (2005) und ETTLE et al. (2011) wurde ein ähnlicher Effekt der Grundfutterart auf die Fleischqualität festgestellt wie in unserer Studie (kein Effekt auf Tropf- und Kochsaftverlust, Scherkraft, Fettgehalt, Fleischfarbe; gelbere Fettfarbe, günstigeres  $\Omega$ -6: $\Omega$ -3-FS-Verhältnis bei GS in der Ration). Einzig beim Grillsaftverlust konnten ETTLE et al. (2011) keinen gerichteten Einfluss feststellen, was im Widerspruch zu unseren Ergebnissen steht. Ein günstigeres  $\Omega$ -6: $\Omega$ -3-FS-Verhältnis sowie tendenziell höhere Gehalte an SFA und tendenziell niedrigere CLA-Gehalte bei GS in der Mastration fanden auch KELLER et al. (2022). Ein höherer Fleisch-CLA-Gehalt mit MS-Ration entspricht nicht dem Erwarteten, könnte aber eventuell auf den höheren Anteil an PKF in der MS-Gruppe und/oder auch auf Unterschiede in der Biohydrierung von Fettsäuren im Pansen zurückzuführen sein. Im Widerspruch zu unserem Ergebnis war in KELLER et al. (2022) die Scherkraft bei GS/MS Rationen niedriger und der IMF-Gehalt tendenziell höher.

Die zwei gewählten Kraftfutterlevels lagen leicht unter bzw. leicht über den in der Praxis meist eingesetzten Kraftfuttermengen in Maststierationen. Durchschnittlich 3,4 kg TM Kraftfutter in der Ration erhöht gegenüber nur 1,5 kg KF die TZ um 120 g (+11 %), die Nettotageszunahme um 65 g (+10 %) und die Gesamtfuttermenge um 14 %. Auf den Futteraufwand (TM, ME, XP) pro kg LM-Zuwachs hatte der KF-Anteil keinen Effekt. HUUSKONEN et al. (2007) wiederum mästeten Stiere mit 30, 50 bzw. 70 % KF und stellten bei höheren KF-Gaben eine signifikant bessere Futtermengeverwertung (kg TM pro kg LM-Zuwachs) fest, wobei bei HUUSKONEN et al. (2007) kein Unterschied in der Gesamtfuttermenge feststellbar war. STEINWIDDER et al. (2007) fanden bei GS-Maststierationen mit 3,3 vs. 4,9 kg TM KF keinen Unterschied beim TM- und XP-Aufwand pro kg LM-Zuwachs, allerdings war der ME-Aufwand pro kg LM-Zuwachs mit dem niedrigeren KF-Anteil günstiger. Bei der Gesamtfuttermenge pro kg LM<sup>0,75</sup> ergab sowohl unsere Studie als auch die Untersuchung von STEINWIDDER et al. (2006) bei weniger Kraftfutter einen niedrigeren Futteraufwand. Auf den Futteraufwand haben neben der KF-Menge auch noch andere Fütterungs-Parameter (Gesamtfuttermenge, Grundfuttermengeverdrängung, Strukturversorgung etc.) Einfluss.

Bei mit der Fetteinlagerung und Schlachtkörperverfettung in Verbindung stehenden Merkmalen wurde ein signifikanter Effekt des KF-Niveaus auf Nierenfettanteil und Rückenfettdicke gefunden, nicht aber auf Fettklasse, Fettanteil in 2 Teilstücken und auf den IMF-Gehalt im Rostbraten. Zum Einfluss des KF-Anteils auf die Fetteinlagerung zeigt die Literatur kein einheitliches Bild (STEINWIDDER et al. 2006, HUUSKONEN et al. 2007, VELIK et al. 2008), da in den Versuchen meist eine Vermischung mit der Energie- und Protein-Aufnahme besteht. Weiters beeinflusst auch der Größenunterschied zwischen Versuchsgruppen das Ergebnis.

Durchschnittlich 1,5 vs 3,4 kg TM KF in der Ration hatte auf die Fleischqualität – mit Ausnahme einzelner Fettsäuren – keinen signifikanten Effekt. Dies deckt sich mit Ergebnissen von KEADY et al. (2007), wo Ochsen 3 bzw. 5 kg KF erhielten sowie mit VELIK et al. (2008), wo Maststiere 3,3 bzw. 4,9 kg TM KF erhielten.

## 5. Schlussfolgerungen

- Die Zweinutzungsrasse FV<sub>KO</sub> ist in den routinemäßig erhobenen Mast- und Schlachtleistungsmerkmalen sowie in Futteraufwand und Futtermengeeffizienz allen 3 HO-Genotypen deutlich überlegen. HO<sub>HL</sub> hat im Vergleich zu den anderen 2 HO-Genotypen eine geringere Schlachtkörper-Fetteinlagerung, wobei bei den gewählten Mastendgewichten kein HO-Genotyp eine übermäßige Schlachtkörper-Verfettung aufweist. In der Fleischqualität schneiden die HO-Genotypen, und hier insbesondere HO<sub>LL</sub> und HO<sub>NZ</sub>, etwas besser als FV<sub>KO</sub> ab.
- Mit 2/3 GS statt MS in der Ration lässt sich Proteinkraftfutter einsparen, allerdings mit negativen Effekten auf Zunahmen, Futteraufwand und Futtermengeeffizienz. Der niedrigere Energiegehalt der GS muss durch Energiekraftfutter ausgeglichen werden. Der Effekt eines partiellen Ersatzes von MS durch GS auf die tierischen Leistungen dürfte allerdings auch von anderen Rationskriterien abhängen. Bei hohen GS-Mengen zeigt sich eine Tendenz zu einer stärkeren Schlachtkörper-Fetteinlagerung und eine zu starke Gelbfärbung des Fettes ist im Auge zu behalten. Auf alle anderen Merkmale der Schlachtkörper- und Fleischqualität haben auch hohe GS-Anteile keinen negativen Effekt.
- Der gewählte KF-Anteil von durchschnittlich 40 % liegt über den in der Praxis üblichen KF-Mengen in der Stiermast. 40 statt 20 % KF in der Ration wirken sich günstig auf TZ und Mastdauer auf; auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität haben die hier gewählten KF-Mengen – mit Ausnahme einiger Fetteinlagerungs-Merkmale – allerdings keinen Effekt.

## 6. Literatur

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.

AMA, 2022: Lebend- und Schlachtgewichte, Schlachtausbeute, Schlachtungen sowie Fleischanfall. Daten und Fakten der AgrarMarkt Austria (AMA) für den Bereich Vieh und Fleisch K-Ö. Quelle: Statistik Austria.

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.

BAB, 2021: Rinder: Bruttoeigenerzeugung (in 1.000 Stück) – Excel-Tabelle. Berechnungen der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen (BAB) auf Basis von Daten der Statistik Austria.

BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus), 2018: Ergebnisse und Konsequenzen der Arbeitskreise Rindermast 2017.

DANNENBERGER, D., K. NÜRNBERG, G. NÜRNBERG und K. ENDER, 2006: Carcass and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Hostein bulls. Arch. Tierz. Dummerdorf 49, 315-328.

DAVIER, Z., J. SCHÜTTE und J. EFKEN, 2018: Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Mastrinder. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig.

DGF – Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft (eds.), 2006: Methode C-VI 11 (98) – Fettsäurenmethylester (TMSH-Methode). In: DGF-Einheitmethoden: Deutsche Einheitmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. 2. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, Stuttgart.

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 und S. WEINFURTNER, 2011: Untersuchungen zum Einsatz von Grassilage in der Bullenmast. Endbericht, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

ETTLE, T., A. OBERMAIER, M. HEIM, M. PICKL, M. SCHUSTER und D. BRÜGGEMANN, 2018: Vergleichende Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von Braunvieh- und Fleckviehbullen. Bericht 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 31-36.

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.

FÜRST, C., J. DODENHOFF, C. EGGER-DANNER, R. EMMERLING, H. HAMANN, D. KROGMEIER und H. SCHWARZENBACHER, 2021: Zuchtwertschätzung beim Rind - Grundlagen, Methoden und Interpretation. <http://zar/download/ZWS/ZWS.pdf>.

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

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 1995: Energie und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Mastrindern. DLG Verlag, Frankfurt/Main.

GOLZE, M. und G. WOLF, 2008: Ergebnisse von Jungmastbullen aus der Kreuzung Fleckvieh (Milch) mal Schwarzbunt im Vergleich – Schlachtkörperwert und Fleischqualität (Teil II). Fleckvieh Welt 3/2008, 15-17.

GRUBER, L., H. SPIEKERS, T. GUGGENBERGER und F. SCHWARZ, 2007: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen. ÖAG-Info 9/2007.

HAIGER, A. und W. KNAUS, 2010: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung – 2. Mitteilung: Fleischleistung mit inländischen Eiweißfuttermitteln. Züchtungskunde 82, 447-454.

HEINDL, U., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zur Schätzung der Futteraufnahme von Mastrindern. Züchtungskunde 68, 357-368.

HOLLO, G., K. NÜRNBERG, J. SEREGI, I. HOLLO, I. REPA und K. ENDER, 2004: Der Einfluss der Fütterung auf die Mast- und Schlachtleistung bei Jungbullen der Rassen Ungarisches Grauvieh und Holstein Friesian. Arch. Tierz. Dummerstorf 47, 313-323.

HONIG, A.C., V. INHBUBER, H.SPIEKERS, W. WINDISCH, K.U. GÖTZ und T. ETTLE, 2020: Influence of dietary energy concentration and body weight at slaughter on carcass tissue composition and beef cuts of modern type Fleckvieh (German Simmental) bulls. Meat Sci. 169, 108209.

HUUSKONEN, A., H. KHALILI und E. JOKI-TOKOLA, 2007: Effects of three different concentrate proportions and rapeseed meal supplement to grass silage on animal performance of dairy-breed bulls with TMR feeding. Livest. Sci. 110, 154-165.

HUUSKONEN, A.K., M. PESONEN, H. KÄMÄRÄINEN und R. KAUPPINEN, 2013: A comparison of purebred Holstein-Friesian and Holstein-Friesianx beef breed bulls for beef production and carcass traits. Agric. Food Sci. 22, 262-271.

JUNIPER, D.T., E.M. BROWNE, A.V. FISHER, M.J. BRYANT, G.R. NUTE und D.E. BEEVER, 2005: Intake, growth and meat quality of steers given diets based on varying proportions of maize silage and grass silage. Anim. Sci. 81, 159-170.

KAHLE, H. 2022: Milchrasse mit Kreuzung. Züchtungskunde 94, 299-305.

KEADY, T.W.J., F.O. LIVELY, D.J. KILPATRICK und B.W. MOSS, 2007: Effects of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silages on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. Anim. 1, 613-623.

KEADY, T.W.J., A.W. GORDON und B.W. MOSS, 2013: Effects of replacing grass silage with maize silages differing in inclusion level and maturity on the performance, meat quality and concentrate-sparing effect of beef cattle. Anim. 7, 768-777.

KEADY, D.A., C. FITZSIMONS, S.M. WATERS und M. McGEE, 2018: Invited review: Improving feed efficiency of beef cattle – the current state of the art and future challenges. Anim. 12, 1815-1826.

KELLER, M., M. KREUZER, B. REIDY, A. SCHEURER, B. GUGGENBÜHL, M. LUDER, J. FRANK und K. GILLER, 2022: Effects on performance, carcass and meat quality of replacing maize silage and concentrate by grass silage and corn-cob mix in the diet of growing bulls. Meat Sci. 188, 108795.

LfL, 2021: Gruber Tabelle zur Fütterung in der Rindermast (Fresser, Bullen, Mastfärsen, Mastkühe, Ochsen). Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

MARTI, S., C.E. REALINI, A. BACH, M. PEREZ-JUAN und M. DEVANT, 2013: Effect of castration and slaughter age on performance, carcass and meat quality traits of Holstein calves fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.* 91, 1129-1140.

MEINE-SCHWENKER, H., 2017, 2018, 2019, 2020 und 2021: Betriebszweigauswertung Bullenmast in Niedersachsen 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 und 2019/2020, Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

MEYER, U., R. DAENICKE, E. STROBEL und G. FLACHOWSKY, 2003: On the energy intake of high-performing fattening bulls of the German Holstein breed. *Landbauforschung Völkenrode*, 53, 33-36.

NOGALSKI, Z., Z. WIELGOSZ-GROTH, C. PURWIN, A. NOGALSKA, M. SOBCZUK-SZUL, R. WINARSKI und P. POGORZELSKA, 2014: The effect of slaughter weight and fattening intensity on changes in carcass fatness in young Holstein-Friesian bulls. *Ital. J. Anim. Sci.* 13, 66-72.

NÜRNBERG, K., D. DANNENBERGER, G. NÜRNBERG, K. ENDER, J. VOIGT, N.D. SCOLAN, 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.

PFUHL, R., O. BELLMANN, C. KÜHN, F. TEUSCHER, K. ENDER und J. WEGNER, 2007: Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. *Arch. Tierz. Dummerstorf* 50, 59-70.

RINDERZUCHT AUSTRIA, 2022: JAHRESBERICHT 2021.

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.

SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER und R. CARMANNS, 1988: Zur Schätzung der Futtermittelaufnahme von Fleckviehbullen bei Mastverfahren mit Maissilage. *Züchtungskunde* 60, 135-142.

STEINWIDDER, A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, G. MAIERHOFER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, J. FRICKH und J. GASTEINER, 2006: Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung auf die Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität sowie ökonomische und ökologische Parameter in der Fleckvieh-Stiermast. Bericht 33. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning*, 63-93.

STEINWIDDER, A., T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, A. RÖMER, G. IBI und J. FRICKH, 2007: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Mastleistung von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* 79, 128-141.

SZÜCS, E., B. ENDER, H.J. PAPSTEIN, G. NÜRNBERG und K. ENDER 2001: Vergleich des Schlacht- und Nährwertes sowie der Fleischbeschaffenheit von Jungbullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsches Holsteins (Schwarzbunte) im Verlauf des Wachstums - 1. Mitteilung: Wachstum und Schlachtkörperzusammensetzung *Züchtungskunde* 73, 33-44.

SZÜCS, E., B. ENDER, H.J. PAPSTEIN, G. NÜRNBERG und K. ENDER 2001: Vergleich des Schlacht- und Nährwertes sowie der Fleischbeschaffenheit von Jungbullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsches Holsteins (Schwarzbunte) im Verlauf des Wachstums - 2. Mitteilung: Nährwert und Fleischbeschaffenheit. *Züchtungskunde* 73, 45-53.

TERLER, G., L. GRUBER, M. VELIK und T. GUGGENBERGER, 2023: Effizienz als Forschungsschwerpunkt an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Bericht 50. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 23-27.

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. und E. BEYERL, 2021: Rindfleisch-Marmorierung: Gibt es einen Zusammenhang mit Merkmalen der Schlachtleistung und Fleischqualität? Bericht 48. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 94-106.

ZUCHTDATA, 2022: Daten wurden zur Verfügung gestellt.