

Fleischqualität beim Rind – Merkmale und Einflussfaktoren

M. VELIK

Fleischqualität versus Schlachtkörperqualität

In den letzten Jahren sind Begriffe wie Qualitätsfleisch, Markenfleischprogramm, Qualitätssicherung und Fleischqualität sowohl in der Praxis (Erzeugung, Verarbeitung, Vermarktung) als auch in der Forschung in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.

Der Fleischqualität, also der inneren Produktqualität, steht die Schlachtkörperqualität gegenüber. Nach AUGUSTINI, TEMISAN und LÜDDEN (1987) und HOFMANN (1992) beschreibt die Schlachtkörperqualität die Beschaffenheit und Ausformung des Schlachtkörpers und seiner Teile und umfasst folgende Merkmale: Teilstückeanteil, Gewebeanteile, Ausprägung der Muskulatur, chemische Zusammensetzung, Fettansatz. Tatsächlich versteht die Praxis unter Schlachtkörperqualität jedoch häufig rein quantitative Aspekte der Schlachtkörperzusammensetzung (Klassifizierung nach Fettgewebe- und Fleischigkeitsklasse). Unter dem Begriff Fleischqualität wird die Summe aller sensorischen (Genusswert), ernährungsphysiologischen (Nährwert), hygienisch-toxikologischen (Gesundheitswert) und verarbeitungstechnologischen (Eignungswert) Eigenschaften des Fleisches verstanden (HOFMANN 1995). Der dritte wichtige Begriff in diesem Zusam-

menhang ist die Produktions- oder Prozessqualität, welche die Art und Weise der Produktion und ihre Auswirkungen auf die Fleisch- und Schlachtkörperqualität beschreibt (HOFMANN 1992).

Für viele Konsumenten ist die Fleischqualität ein entscheidender Faktor beim Kauf. In der Produktion findet die Fleischqualität bisher allerdings vorwiegend in Qualitätsfleischprogrammen und in der Direktvermarktung Beachtung, in herkömmlichen Vermarktungsschienen hat nach wie vor die Handelsklasse (Schlachtkörperbemuskelung) mehr Bedeutung als die Fleischqualität.

Merkmale der Fleischqualität

Zur Bestimmung der Fleischqualität können unterschiedliche Muskeln herangezogen werden (z.B. *M. semitendinosus*, *M. semimembranosus*, *M. biceps femoris*), am häufigsten wird jedoch der Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) untersucht. Zu beachten ist, dass die Fleischqualitäts-Untersuchung nicht bei jedem Muskel zum gleichen Ergebnis führt. Der Messzeitpunkt und die Methodik zur Bestimmung der Parameter, die in den einzelnen Ländern und Institutionen zum Teil unterschiedlich sind, beeinflussen ebenfalls die Ergebnisse und erschweren deren Vergleichbarkeit. In Österreich haben sich Dr. Johannes

Frickh und seine Mitarbeiter langjährig mit der Messung von Fleischqualitätsparametern beschäftigt. Eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Methodik kann in den Projekt-Abschlussberichten der Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW) nachgelesen werden (www.bvw.at).

In *Tabelle 1* sind wichtige Fleischqualitätsmerkmale dargestellt. Für den Konsumenten sind der Nährwert, die sensorischen Eigenschaften (Saftigkeit, Zartheit, Geschmack), die Struktur (Mürbheit, Fasrigkeit, Zähheit), die Farbeigenschaften (kirschrote, helle Farbe) und zunehmend auch das Fettsäuremuster des Fleisches von besonderem Interesse. Unter Marmorierung versteht man das innerhalb der Muskelbündel als feine Maserung sichtbar eingelagerte Fett (intramuskuläres Fett). Der intramuskuläre Fettgehalt des Fleisches, der zwischen 2,5 und 4,5 % liegen sollte, beeinflusst maßgeblich den Genusswert. Die Fleischfarbe ist überwiegend vom Myoglobingehalt abhängig und wird durch Oxidationsvorgänge nach der Schlachtung verändert. Solche Oxidationsvorgänge können auch im Fett stattfinden, woraus Geschmacks- und Geruchsveränderungen resultieren. Für das Safthaltevermögen des Fleisches sind die Muskelstrukturen und ihre Veränderungen nach der Schlachtung verantwortlich. Der Tropfsaftverlust

Tabelle 1: Wichtige Merkmale der Fleischqualität

| Merkmale | untersuchte Parameter | Kennzahlen einer außergewöhnlichen Fleischqualität (nach FRICKH et al. 2001) |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Inhaltsstoffe | Trockenmasse, Asche, Protein, Fett ^(a) | ^(a) 2,5 - 4,5 % |
| Fettsäuren | Ω-3, Ω-6, CLA ⁱ , SFA ^j , PUFA ^k | |
| Marmorierung | Verhältnis Fett- zu Muskelfläche | 3 - 4 Punkte auf Skala von 1 - 6 |
| Sensorik (Verkostung) | Saftigkeit, Zartheit, Geschmack | jeweils > 3 Punkte auf Skala von 1 - 6 |
| Zartheit | Scherkraft | < 31,4 Newton |
| Wasserbindungsvermögen | Tropf ^(b) -, Koch-, Grillsaftverlust ^(c) | ^(b) 3 - 4,5 %, ^(c) ≤ 22 % |
| Fleisch- und Fettfarbe | Helligkeit ^(d) , Rot ^(e) -, Gelb-, Buntton ^(f) | ^(d) 34 - 40, ^(e) ≥ 10, ^(f) ≥ 14 |
| pH-Wert | | 36 - 48 h p.m.: 5,4 - 5,8 |
| Temperatur | | |

ⁱ konjugierte Linolsäuren, ^j gesättigte Fettsäuren, ^k mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Autor: Dr. Margit VELIK, Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING
email: margit.velik@raumberg-gumpenstein.at



spiegelt die mechanischen Verluste in der Verpackung wieder, Koch- und Grillsaftverlust das Safthaltevermögen bei thermischen Belastungen. Fleisch, das als sehr saftig beurteilt wird, weist meist die höchsten Tropfsaftverluste und die geringsten Grill- und Kochsaftverluste auf (CHAMBAZ et al. 2003). Das Wasserbindungsvermögen in Verbindung mit dem pH-Wert und der Fleischkerntemperatur ist auch eine wichtige Messgröße zur Beurteilung von Stresssituationen vor der Schlachtung (Aufreten von DFD-Fleisch).

Einflussfaktoren auf die Fleischqualität

Nach AUGUSTINI und TEMISAN (1986) und AUGUSTINI (1987) werden Fleischqualität und Schlachtkörperqualität maßgeblich von folgenden drei Faktoren beeinflusst, zwischen denen teilweise enge Zusammenhänge bestehen.

- Genetik (Kategorie, Rasse, Kreuzung)
- Produktionssystem (Mastendmasse, Schlachalter, Fütterungsintensität)
- Perimortale Behandlung (Transport, Aufenthalt am Schlachthof, Schlachtung, Kühlung, Reifung)

Zu beachten ist, dass hohe Fleischqualitäten nicht unbedingt mit hohen Schlachtkörperqualitäten einhergehen, sondern dass vielmehr zum Teil antagonistische Beziehungen bestehen. Der Fettansatz (subkutan, intermuskulär und intramuskulär) beim Rind wird von den beiden erstgenannten Faktoren (Genetik, Produktionssystem) beeinflusst. Die Fleischqualität und hier insbesondere die sensorischen Eigenschaften stehen wiederum in engen Zusammenhang mit der intramuskulären Fetteinlagerung im Muskelfleisch.

Kalbinnen und Ochsen haben einen deutlich höheren Fettansatz als Stiere. Daher enthält Fleisch von Kalbinnen und Ochsen bei gleichem Alter der Tiere und gleicher Fütterungsintensität einen deutlich höheren Fettgehalt als Stierfleisch und somit auch einen höheren Energiegehalt. Im Allgemeinen schneidet Fleisch von Kalbinnen und Ochsen im Vergleich zu Stierfleisch in den Merkmalen Zartheit, Saftigkeit, Aroma und Fleischfarbe deutlich besser ab (RISTIC 1987). Der

höhere Genusswert von Kalbinnen- und Ochsenfleisch wird auf die feineren Muskelfasern, die bessere Marmorierung (höherer intramuskulärer Fettgehalt) und den geringeren Myoglobingehalt (hellere Fleischfarbe und weniger intensiver Rotton) zurückgeführt.

Nach AUGUSTINI und TEMISAN (1986) hat die Genetik auf fast alle Merkmale der Fleischqualität einen Einfluss. Es muss allerdings beachtet werden, dass der Vergleich von Tieren unterschiedlicher Genetik bei gleichem Schlachalter, Mastendgewicht bzw. gleicher Fütterungsintensität schwierig ist, da Tiere unterschiedlicher Genetik zu unterschiedlichen Zeitpunkten die physiologische Schlachtreife (Zeitpunkt einer bestimmten morphologischen und chemischen Schlachtkörper-Zusammensetzung) erreichen (AUGUSTINI 1987). CHAMBAZ et al. (2003) verglichen die Fleischqualität von Ochsen der Rassen Angus, Fleckvieh, Charolais, und Limousin. Alle Rassen wurden mit der gleichen Fütterungsintensität gefüttert und bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3,25 % (das bedeutet unterschiedliches Alter und Lebendmasse zum Schlachtzeitpunkt) geschlachtet. Sie konnten zwischen den Rassen signifikante Unterschiede in beinahe allen Fleischqualitätsmerkmalen feststellen.

Das Erreichen der physiologischen Schlachtreife hängt neben dem Reifetyp auch wesentlich von der Fütterungsintensität ab. Fütterungsintensität, Mastendgewicht und Schlachalter hängen eng zusammen und sollten aufeinander abgestimmt werden. Die Fütterungsintensität (Energie- und Proteinversorgung) und das Mastendgewicht tangieren vorrangig mit der Verfettung (Fettgewebeanteil, Fetteinlagerung) in Beziehung stehende Eigenschaften. Bei großrahmigen, spätreifen Rassen wie Charolais oder Blonde d'Aquitaine wirken sich hohe Mastintensitäten verbunden mit dem damit einhergehenden früheren Schlachalter und/oder der höheren intramuskulären Fetteinlagerung zumeist positiv auf die sensorischen Merkmale aus. Frühreife Rassen wie Angus oder Herford erreichen die physiologische Schlachtreife deutlich früher als spätreife Rassen und sollten daher in extensiveren Fütterungssystemen gemästet werden und mit geringerem Alter und geringerer

Mastendmasse geschlachtet werden. Das Schlachalter beeinflusst hauptsächlich die Muskelgröße, die Ausprägung der Muskelfasern sowie die Farbintensität des Fleisches (AUGUSTINI und TEMISAN 1986, SCHWARZ 2003). Generell gilt, dass mit zunehmendem Alter die Zartheit des Fleisches abnimmt, da die Quervernetzung des Bindegewebes und der Muskelfasern zunehmen. Dieser Effekt tritt am klarsten bei Stieren auf, während er bei Ochsen und Kalbinnen nicht so stark ausgeprägt sein dürfte (RISTIC 1987).

Die Temperaturführung beim Kühlen der Schlachtkörper beeinflusst neben der Vermehrung von Mikroorganismen maßgeblich den Prozess der Fleischreifung. Die Fleischreifung ist ein biochemischer, muskelzellinterner Vorgang, der sofort nach der Schlachtung einsetzt und je nach Tierart und Lagertemperatur unterschiedlich lange dauert. Die Dauer der Fleischreifung wirkt sich positiv auf die sensorischen Eigenschaften, insbesondere auf die Zartheit (Veränderungen der myofibrillären Struktur durch proteolytische Vorgänge, Lockerung des Bindegewebes) aus. Eine zu lange Fleischreifung kann sich wiederum negativ auf die Merkmale Fleischfarbe, Saftigkeit, Tropfsaftverlust und Aroma auswirken. In Österreich laufen über die Dachorganisation der Rindfleischerzeuger-Gemeinschaften (ARGE Rind) zahlreiche Qualitätsprogramme, die unter anderem der Fleischreifung einen hohen Stellenwert beimessen. Der Fleischfehler DFD (dunkles, festes, trockenes Fleisch) tritt auf wenn aufgrund von Stresszuständen, Erschöpfung oder langer Nüchternung die Glykogenreserven im Muskel bereits vor der Schlachtung aufgebraucht sind und der End-pH-Wert der Muskulatur dadurch zu hoch bleibt. Die zu rasche Kühlung bzw. die Lagerung von schlachtfischem Fleisch bei zu hohen Temperaturen kann zu einer Verkürzung der Muskeln (cold shortening bzw. rigor shortening) führen (SCHWÄGELE 1998).

Der Gehalt und die Zusammensetzung des Fettsäurenmusters werden maßgeblich von der Fütterung (Grundfutterart und -konservierung, Kraftfutteranteil, Energiebilanz, ölhältige Futterzusatzstoffe) der Jahreszeit und der geographischen Lage (Höhenlage und Region) be-

einflusst. Mehrere Studien weisen darauf hin, dass extensive Fütterungssysteme den Gehalt an ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäuren (Ω -3-Fettsäuren, CLAs, PUFA) in Rindfleisch erhöhen (SCHEEDER et al. 2003, NUERNBERG et al. 2005, RAZMINOWICZ 2006).

Versuchsergebnisse zur Fleischqualität

In einem Kooperationsprojekt der Bundesversuchswirtschaften GmbH Wieselburg (BVW) und des Lehr- und Forschungszentrums (LFZ) Raumberg-Gumpenstein wurde ein Versuch zum Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Fleischqualität von Rindern aus der Mutterkuhhaltung durchgeführt. Der genaue Versuchsplan ist in STEINWIDDER et al. (2007) und die Methodik zur Bestimmung der Fleischqualitätsparameter in VELIK et al. (2008) nachzulesen. Sämtliche Merkmale wurden am Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) bestimmt. Der Versuch wurde in zweifacher Wiederholung mit jeweils 60 Tieren durchgeführt und sah den Vergleich von zwei Krafftutterniveaus (I), zwei Kategorien (K) (Kalbinnen und Stieren) und drei genetischen Herkünften (G) (Fleckvieh \times Fleckvieh (FF), Fleckvieh \times Limousin (FL) und Fleckvieh \times Charolais (FC) vor. Als Grundfutter wurde Grassilage ad libitum angeboten. Beim Krafftutterniveau 1 erhielt jedes Tiere bis 380 kg Lebendmasse (LM) 2,6 kg Krafftutter TM pro Tag und danach 3,5 kg TM. Im Krafftutterniveau 2 wurden den Tieren bis 380 kg LM 4,0 kg Krafftutter TM pro Tag gefüttert, danach bis 420 kg LM 4,8 kg TM und ab 420 kg LM 5,3 kg TM. Der Schlachtttermin (S) der weiblichen Tiere lag bei 480 bzw. 550 kg, jener der männlichen Tiere bei 550 bzw. 620 kg Mastendmasse. In *Tabelle 2* sind jeweils die Gruppenmittelwerte (Lsmeans) und Residualstandardabweichungen (s_e) der Fleischqualitätsmerkmale dargestellt.

Im vorliegenden Versuch zeigte sich ein deutlicher Einfluss der Kategorie auf die Fleischqualität. Die Kategorie hatte auf nahezu alle Merkmale der Fleischqualität einen signifikanten Einfluss. Fleisch von Kalbinnen enthielt im Vergleich zum Fleisch der Stiere einen höheren intramuskulären Fettgehalt (4,2

vs. 1,6 %), eine bessere Marmorierung (3,1 vs. 2,3 Punkte) und einen größeren Fettanteil bezogen auf die Rückenmuskelfläche (3,7 vs. 2,3 %). Die geringen Fettgehalte im Stierfleisch dürften einerseits auf den frühen Schlachtttermin und zum anderen auf die genetisch bedingte sehr späte Fetteinlagerung bei Fleckviehstieren zurückzuführen sein. Die höhere Fetteinlagerung bei den Kalbinnen führte zu einer besseren Bewertung der sensorischen Merkmale Saftigkeit und Zartheit was auch in Versuchen von AUGUSTINI und FISCHER (1998), CHAMBAZ et al. (2003) und SCHWARZ (2003) bestätigt wurde. Die Scherkraft_{gegriilt} lag bei den Kalbinnen bei 31,1 Newton (N) und bei den Stieren bei 41,2 N. Die Scherkraft_{roh} lag bei beiden Geschlechtern um etwa 8 N höher. Beim Geschmack ergaben sich signifikante Wechselwirkungen zwischen Kategorie und Genetik sowie zwischen Genetik und Schlachtttermin, weshalb sich hierzu keine eindeutige Aussage treffen lässt. In Übereinstimmung mit STEEN und KILPATRICK (1995), KÖGEL et al. (2000) und FRICKH et al. (2003a) wurde auch im vorliegenden Versuch eine größere Rückenmuskelfläche bei männlichen Tieren (58,4 cm²) im Vergleich zu Kalbinnen (53,3 cm²) gefunden. Im Fleisch der Stiere wurden höhere Kochsaftverluste (27,3 vs. 25,5 %) und Grillsaftverluste_{kalt} (27,7 vs. 25,6 %) als bei den Kalbinnen festgestellt. Für das Merkmal Tropfsaftverlust wurden bei den Kalbinnen beim Schlachtttermin II signifikant höhere Werte als bei den Stieren festgestellt; beim Schlachtttermin I war der Unterschied zwischen den Kategorien jedoch nicht signifikant. Der Trockenmassegehalt des Fleisches war bei den Kalbinnen signifikant höher als bei den Stieren, was im höheren Fettgehalt des Kalbinnenfleisches begründet ist. Auch die Fleisch- und Fettfarbe wurde signifikant vom Geschlecht beeinflusst. Während das Fleisch der Kalbinnen in den Merkmalen Rotton, Gelbton und Buntton höhere Werte erzielte, verhielt es sich mit der Fettfarbe genau umgekehrt.

Die genetische Herkunft hatte auf die Größe des Rückenmuskels und das Wasserbindungsvermögen einen signifikanten Einfluss. Die Herkunft FL erzielte mit 58,7 cm² gegenüber 54,6 cm² in FC und 54,2 cm² in FF die größte Rückenmus-

kelfläche. KÖGEL et al. (2000) fanden in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Versuch kleinere Rückenmuskelflächen für FF im Gegensatz zu FL, wenngleich sie die Unterschiede nicht statistisch absichern konnten. FRICKH et al. (2003b) verglichen in einem Versuch Stiere der Herkünfte FF mit FC und FL und konnten für dieses Merkmal nur tendenzielle Unterschiede zwischen den Herkünften feststellen. Im vorliegenden Versuch wurde ein Trend zu einer geringeren Fleischzartheit der Herkunft FF im Vergleich zu FL und FC festgestellt. CHAMBAZ et al. (2003) verglichen die Fleischzartheit von Ochsen der Rassen Fleckvieh, Charolais und Limousin bei intramuskulären Fettgehalten von 3,25 % mit der Warner Bratzler Fleischschere und durch Verkostung. Die Unterschiede in den Scherkraftwerten waren nicht signifikant, bei den sensorischen Merkmalen war jedoch die Rasse Limousin den Fleckvieh-Tieren deutlich überlegen. Dieses Ergebnis wurde von FRICKH et al. (2003b) bestätigt. Im vorliegenden Versuch zeigten Tiere der Herkunft FF die höchsten Kochsaft- und Grillsaftverlust, jedoch die niedrigsten Tropfsaftverluste. Beim Rohproteingehalt des Fleisches zeigte sich eine signifikante Wechselwirkung zwischen Herkunft und Schlachtttermin. Beim Schlachtttermin I hatte Fleisch der Herkunft FL einen signifikant höheren Rohproteingehalt als jenes der Herkunft FC.

Die Krafftutterintensität, die sich in beiden Gruppen auf hohem Niveau und zum Teil über den praxisüblichen Einsatzmengen bewegte, hatte keinen Einfluss auf die Fleischqualität. STEINWIDDER et al. (2006) mästeten Fleckviehstiere mit Maissilage und unterschiedlichen Krafftuttermengen (1,3 vs. 2,6 vs. 2,6 - 3,9 kg TM je Tier und Tag) und konnten feststellen, dass mit höherer Krafftutterintensität die sensorische Beurteilung besser ausfiel. Die sensorische Beurteilung hängt eng mit der Fetteinlagerung im Muskel zusammen (AUGUSTINI 1987). Im vorliegenden Versuch war der Fettgehalt bei beiden Krafftutterintensitäten mit 2,8 bzw. 3,0 % sehr ähnlich, was zu den nicht signifikanten Unterschieden in der Organoleptik geführt haben könnte. Demgegenüber stehen jedoch die Ergebnisse von SAMI et al. (2004),

die Fleckviehstieren Maissilagerationen fütterten, die entweder mit 0,9 bzw. 3,7 kg Kraftfutter TM ergänzt wurden. Sie fanden bei höherer Kraftfutterintensität einen signifikanten Anstieg des intramuskulären Fettgehaltes, jedoch konnten auch sie keinen Einfluss auf die Sensorik feststellen.

Hinsichtlich Fleischqualität hatte der Schlachtermin einen signifikanten Einfluss auf die Rückenmuskelfläche und den Trockenmassegehalt des Fleisches, welche beim Schlachtermin II jeweils signifikant größer bzw. höher waren. Die Zartheit (sensorische Beurteilung und Scherkraft_{roh}) des Fleisches war beim Schlachtermin I signifikant besser als beim Termin II. Dieses Ergebnis geht mit der in der Literatur zu findenden Meinung einher, dass Fleisch von älteren Tieren zäher ist als jenes von jüngeren, da es mit fortschreitendem Alter zu einer zunehmenden Quervernetzung des Bindegewebes und Vergrößerung der Muskelfasern kommt (AUGUSTINI und TEMISAN 1986). Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen, schlachteten KEANE und ALLEN (1998) Stiere mit 640 bzw. 720 kg LM und konnten keinen signifikanten Effekt des Schlachtgewichtes auf die Scherkraft, jedoch eine signifikant bessere sensorische Bewertung der Zartheit beim Schlachtermin II feststellen.

Zusammenfassung

Die Begriffe Schlachtkörperqualität und Fleischqualität werden in der Praxis häufig als Synonyme verwendet, wenngleich zwischen diesen beiden Merkmalskomplexen zum Teil antagonistische Beziehungen bestehen. Die Fleischqualität wird maßgeblich von dem Geschlecht, der Genetik, dem Produktionssystem und der Fleischreifung beeinflusst. In Österreich existieren zahlreiche Qualitätsprogramme für Rindfleisch, die neben der Schlachtkörperqualität auch der Fleischqualität langsam mehr Bedeutung beimessen. Ziel könnte und sollte es sein, dass am österreichischen Fleischsektor die Fleischqualität noch stärker berücksichtigt und bewertet wird und dass sich die Erzeugung von Fleisch hoher Qualität auch für den Landwirt in einem Mehrerlös seines Produktes widerspiegelt.

Seit dem vergangenen Jahr hat das LFZ Raumberg-Gumpenstein die notwendi-

gen Gerätschaften, um Fleischqualitäts-Untersuchungen durchzuführen. Das LFZ Raumberg-Gumpenstein plant in nächster Zeit verstärkt Projekte zum Thema Fleischqualität (Rind, Schaf, Ziege, Schwein) durchzuführen und ist an einer Zusammenarbeit mit Institutionen aus der Praxis sehr interessiert.

Literatur

- AUGUSTINI, C. und V. TEMISAN, 1986: Einfluss verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen. *Fleischwirtschaft* 66, 1273-1280.
- AUGUSTINI, C. 1987: Einfluss produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 152-179.
- AUGUSTINI, C., V. TEMISAN und L. LÜDDEN, 1987: Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 28-54.
- AUGUSTINI, C. und K. FISCHER, 1998: Fleischreifung und sensorische Qualität. In: *Kühlen, Zerlegen, Kühlung, Reifung - Einfluß auf die Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 15, Bundesanstalt für Fleischforschung, 58-79.
- CHAMBAZ, A., M.R.L. SCHEEDER, M. KREUZER und P.A. DUFEY, 2003: Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.* 53, 491-500.
- FRICKH, J., 2001: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt L1168 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 13-14.
- FRICKH, 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., W. ZOLLITSCH und F. SMULDERS, 2003b: Kennzahlen der Fleischqualität und Überprüfung der Wirtschaftlichkeit von jungen, intensiv gemästeten Fleckviehstieren und verschiedenen Gebrauchskreuzungen in Hinblick auf eine Weiterentwicklung von Qualitätsprogrammen. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1238 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- HOFMANN, K., 1992: Bedeutung des Qualitätsbegriffes bei Fleisch und Fleischerzeugnissen in Wissenschaft und Praxis. In: *Qualitätssicherung im Fleischbereich*. Kulmbacher Reihe 11, Bundesanstalt für Fleischforschung, 19-47.
- HOFMANN, K., 1995: Der Qualitätsbegriff bei Fleisch - Inhalt und Anwendung. In: *Fleisch - Gesundheit, Tierschutz, Umwelt*. Kulmbacher Reihe 14, Bundesanstalt für Fleischforschung, 169-193.
- KEANE, M.G. and P. ALLEN, 1998: Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 56, 203-214.
- KÖGEL, J., M. PICKL, J. ROTT, W. HOLLWICH, R. SARREITER und N. MEHLER, 2000: Kreuzungsversuch mit Charolais, Blond d'Aquitaine und Limousin auf Fleckvieh-Kühe. *Züchtungskunde* 72, 201-216.
- NUERNBERG, K., D. DANNENBERGER, G. NUERNBERG, K. ENDER, J. VOIGT, N.D. SCOLAN, J.D. WOOD, G.R. NUTE and 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.
- RAZMINOWICZ, R.H., 2006: Texture quality and omega-3 fatty acid content of beef from grass-based fattening and measures to its further enhancement. Dissertation, ETH No. 16672, ETH Zürich.
- RISTIC, M., 1987: Genußwert von Rindfleisch. In: *Rindfleisch - Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 207-234.
- SAMI, A.S., C. AUGUSTINI und F.J. SCHWARZ, 2004: Effects of feeding intensity and time on feeding on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Sci.* 67, 195-201.
- SCHEEDER, M.R.L., M.R. DUXENNEUNER, S. KILCHENMANN und M. KREUZER, 2003: Vergleich der Qualität von Fleisch verschiedener Rindfleischlabel in der Schweiz - Resultate einer Stichprobenerhebung. (eds. M. Kreuzer, C. Wenk und T. Lanzini) *Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich*, Band 24, 177-179.
- SCHWÄGELE, F., 1998: Kühlung, Kühlung und Fleischreifung - chemische und physikalische Grundlagen. In: *Kühlen, Zerlegen, Kühlung, Reifung - Einfluß auf die Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe 15, Bundesanstalt für Fleischforschung, 7-34.
- SCHWARZ, F.J., 2003: Zum Einfluss der Fütterung auf die Rindfleischqualität. *Züchtungskunde* 75, 357-367.
- STEEN, R.W.J. und D.J. KILPATRICK, 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 43, 205-213.
- STEINWIDDER, A., 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.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER und J. FRICKH, 2008: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Genetik auf die Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern aus der Mutterkuhhaltung. *Züchtungskunde* (eingereicht).

Tabelle 2: Versuchsergebnisse zum Einfluss ausgewählter Faktoren auf die Fleischqualität

| Merkmal | Kategorie (K) | | | Genetik (G) | | | KF-Intensität (I) | | Schlachttiertermin (S) | | s ₀ | Interaktion |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------|------------------------|-------------------|----------------|-------------|
| | m | w | | FF | FL | FC | 1 | 2 | 1 | 2 | | |
| pH Wert 96 h p.m. | 5,6 ^a | 5,5 ^b | | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 0,08 | |
| Rückenmuskelfläche | 58,4 ^a | 53,3 ^b | cm ² | 54,2 ^b | 58,7 ^a | 54,6 ^{ab} | 56,1 | 55,5 | 53,3 ^b | 58,4 ^a | 7,96 | |
| Fettfläche | 2,3 ^b | 3,7 ^a | % | 2,9 | 2,9 | 3,3 | 3,0 | 3,1 | 3,0 | 3,1 | 1,38 | |
| Marmorierung | 2,3 ^b | 3,1 ^a | Pkte (1 - 6, 6 = sehr gut) | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,8 | 0,70 | |
| intramuskulärer Fettgehalt | 1,6 ^b | 4,2 ^a | % | 2,9 | 2,8 | 2,9 | 2,8 | 3,0 | 2,7 ^b | 3,1 ^a | 1,13 | |
| Trockenmassegehalt | 23,2 ^b | 26,2 ^a | % | 24,6 | 24,7 | 24,7 | 24,6 | 24,8 | 24,4 ^b | 25,0 ^a | 1,16 | |
| Rohproteingehalt | 23,9 | 23,8 | % | 23,8 | 24,0 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,8 | 23,9 | 0,58 | G×S |
| Tropfsaftverlust | 3,7 ^b | 4,4 ^a | % | 3,5 ^b | 4,2 ^{ab} | 4,5 ^a | 4,1 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 1,44 | K×S |
| Kochsaftverlust | 27,3 ^b | 25,5 ^a | % | 26,9 ^a | 25,6 ^b | 26,6 ^{ab} | 26,6 | 26,2 | 26,2 | 26,6 | 1,68 | |
| Grillsaftverlust _{warm} | 16,2 | 16,4 | % | 18,0 ^a | 15,2 ^b | 15,6 ^{ab} | 16,0 | 16,6 | 15,5 | 17,1 | 4,88 | |
| Grillsaftverlust _{kalt} | 27,7 ^a | 25,6 ^b | % | 27,6 ^a | 25,5 ^b | 26,9 ^a | 26,9 | 26,4 | 26,4 | 26,9 | 2,44 | |
| Saftigkeit | 4,6 ^b | 4,9 ^a | Pkte (1 - 6, 6 = sehr gut) | 4,7 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,7 | 4,7 | 4,8 | 0,82 | |
| Geschmack | 4,2 ^b | 4,9 ^a | Pkte | 4,4 ^b | 4,6 ^{ab} | 4,7 ^a | 4,6 | 4,5 | 4,6 ^a | 4,5 ^b | 0,85 | K×G, G×S |
| Zartheit | 4,0 ^b | 4,9 ^a | Pkte | 4,3 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,4 | 4,6 ^a | 4,3 ^b | 0,95 | |
| Scherkraft _{roh} | 49,7 ^a | 39,7 ^b | N | 45,5 | 43,2 | 45,4 | 43,1 | 46,3 | 41,8 ^b | 47,6 ^a | 11,04 | |
| Scherkraft _{gegrillt} | 41,2 ^a | 31,1 ^b | N | 38,9 | 34,4 | 35,1 | 35,1 | 37,2 | 36,6 | 35,7 | 9,26 | |
| Fleischfarbe 3 Tage p.m. - frischer Anschnitt (O ₂ -Einwirkung) | | | | | | | | | | | | |
| ₂ L ₁₀ *-Helligkeit | 35,3 | 36,0 | | 35,7 | 35,0 | 36,2 | 36,0 | 35,3 | 36,0 | 35,3 | 2,25 | |
| ₂ a ₁₀ *-Rotton | 7,9 ^b | 8,5 ^a | | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,1 | 8,3 | 1,10 | |
| ₂ b ₁₀ *-Gelbton | 3,9 ^b | 4,6 ^a | | 4,0 | 4,4 | 4,3 | 4,3 | 4,2 | 4,5 | 4,0 | 1,61 | |
| ₂ C _{ab} *-Bunton | 8,9 ^b | 9,8 ^a | | 9,2 | 9,5 | 9,3 | 9,4 | 9,3 | 9,4 | 9,3 | 1,48 | |
| Fettfarbe 3 Tage p.m. - Oberflächenfett | | | | | | | | | | | | |
| ₂ L ₁₀ *-Helligkeit | 59,8 | 59,0 | | 60,0 | 59,1 | 59,1 | 59,5 | 59,4 | 59,3 | 59,5 | 3,12 | |
| ₂ a ₁₀ *-Rotton | 4,8 ^a | 2,6 ^b | | 3,2 ^b | 3,7 ^{ab} | 4,2 ^a | 4,0 | 3,4 | 3,8 | 3,6 | 1,63 | |
| ₂ b ₁₀ *-Gelbton | 12,4 ^a | 11,5 ^b | | 11,9 | 11,7 | 12,2 | 12,0 | 11,9 | 11,8 | 12,0 | 2,11 | |
| ₂ C _{ab} *-Bunton | 13,3 ^a | 11,8 ^b | | 12,4 | 12,4 | 12,9 | 12,7 | 12,4 | 12,5 | 12,7 | 2,31 | |

^a, ^b, ... Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede (P < 0,05) innerhalb eines Faktors hin.