

Fleisch-Marmorierung als ein Qualitätsmerkmal von Rindfleisch – Grundlegendes

Marbling as attribute to assess beef quality – essentials on the topic

Margit Velik^{*}

Zusammenfassung

Es ist vielfach belegt, dass ein höherer IMF-Gehalt bzw. eine bessere Fleischmarmorierung mit einem höheren Genusswert (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack) des Fleisches einhergeht. Die Fleischmarmorierung fließt in Österreich und Europa routinemäßig nicht in die Schlachtkörperbeurteilung und -bezahlung mit ein. International (USA, Kanada, Australien, Japan) ist die Fleischmarmorierung jedoch ein wesentliches Kriterium der Schlachtkörperbewertung. Im vorliegenden Artikel werden die grundlegenden Einflussfaktoren auf den intramuskulären Fettgehalt (IMF-Gehalt) beschrieben. Diese sind vielfältig und es kann zwischen tierspezifischen (Rasse/Genetik, Geschlecht/Rinderkategorie) und produktionsspezifischen (Fütterungsintensität, Mastendgewicht, Schlachalter) Einflussfaktoren unterschieden werden.

In der vorliegenden Arbeit werden die sechs von RISTIC (1987) definierten IMF-Klassen vorgestellt und es sind die von FRICKH et al. (2003) hierzu definierten Marmorierungsfotos abgebildet.

Österreichisches Rindfleisch (Stier, Ochse, Kalbin) hat durchschnittliche IMF-Gehalte im *M. longissimus* von 2 bis 4 %, bei Jungrindfleisch aus Mutterkuhhaltung ist der IMF-Gehalt häufig unter 1 %. IMF-Gehalte von über 4,5 % werden mit für Österreich typischer Fütterung und den gängigen Rassen nicht/kaum erreicht. Versuchsauswertungen ergeben Korrelationen zwischen der 5-teiligen Fettgewebeklasse und dem IMF-Gehalt von 0,2 bis 0,7; für das Merkmal Nierenfettanteil und IMF-Gehalt sind sie geringfügig höher.

Schlagwörter: Fleisch, intramuskuläres Fett, Rindermast, Zartheit, Fleischqualität, Einflussfaktoren

Summary

It has been proven many times that a higher IMF content or better meat marbling is associated with a higher consumer acceptance (tenderness, juiciness, taste) of the meat. In Austria and Europe, beef marbling is routinely not included in carcass assessment and payment. However, internationally (USA, Canada, Australia, Japan) beef marbling is an essential criterion for carcass evaluation. This article describes the basic factors influencing the intramuscular fat (IMF) content. These are various and a distinction can be made between animal-specific (breed/genetics, sex/category) and production-specific (feeding intensity, final fattening live weight, slaughter age) influencing factors.

In this paper the six IMF classes defined by RISTIC (1987) are presented and the marbling photos defined by FRICKH et al. (2003) are shown.

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

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

Austrian beef (bull, steer, heifer) has an average IMF content in *M. longissimus* of 2 to 4 %, for young beef from suckler cows the IMF content is often below 1 %. IMF contents of more than 4.5 % are not/rarely achieved by typical Austrian feeding ration and with the most common breeds used in Austria. Beef fattening trials show correlations between EUROP fat class and the IMF content of 0.2 to 0.7; for the item kidney fat percentage and IMF content they are slightly higher.

Keywords: beef, intramuscular fat, beef fattening, tenderness, meat quality, influence factors

Definition Fleischqualität

Vom Begriff Fleischqualität sind die Begriffe Schlachtkörperqualität und Prozessqualität zu unterscheiden. Nach BRANSCHIED et al. (2007) beschreibt die Prozessqualität die Art und Weise wie Fleisch produziert wird (Haltungsform, Fütterung, Schlachtung, Tierumgang, Tierwohl etc.). Der Begriff Schlachtkörperqualität wiederum umfasst die Schlachtkörperzusammensetzung und die (innere) Fleischqualität. Unter Schlachtkörperzusammensetzung wird nach BRANSCHIED et al. (2007) zum einen die Ausprägung der Muskulatur und der Fettansatz der Schlachtkörper verstanden; diese beiden Merkmale werden in Österreich und der EU routinemäßig am Schlachthof mittels der fünfteiligen EUROP-Fleischigkeits- und Fettgewebeklassen bewertet (ÖFK 2014). Zusätzlich beinhaltet die Schlachtkörperzusammensetzung aber noch weitere Parameter wie die Gewebeanteile (Fleisch, Fett, Knochen, Sehnen), Gewebeverhältnisse, Teilstückanteile, den Anteil verkaufsfähiges Fleisch und die chemische Zusammensetzung des Schlachtkörpers (BRANSCHIED et al. 2007).

Unter dem Begriff Fleischqualität werden laut HOFMANN et al. (1995) aller sensorischen (Genusswert), ernährungsphysiologischen (Nährwert), hygienisch-toxikologischen (Gesundheitswert) und verarbeitungstechnologischen (Eignungswert) Eigenschaften des Fleisches verstanden. Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF), auch als im Fleisch eingelagertes Fett bzw. Fleischmarmorierung bezeichnet, ist ein wichtiges Fleischqualitätsmerkmal. So ist vielfach belegt, dass sich ein höherer IMF positiv auf den Genusswert (insbesondere Zartheit, Saftigkeit und Geschmack) von Rindfleisch auswirkt (AUGUSTINI 1987, MUIR et al. 1998, BRANSCHIED et al. 2007). Andere Arbeiten wiederum fanden nur einen geringen bzw. gar keinen Zusammenhang (MUIR et al. 1998) zwischen IMF und den genannten Fleischqualitätsmerkmalen. DUFÉY und CHAMBAZ (1999) halten fest, dass die Einflussfaktoren auf die Rindfleischqualität vielschichtig und teilweise auch antagonistisch sind. Die beiden Autoren berufen sich auf Literaturergebnisse, die beispielsweise einen (schwach) positiven Effekt des IMF-Gehalts auf die Fleischzartheit erst bei IMF-Gehalten von mindestens 3 % feststellten.

Klassifizierung von Rinderschlachtkörpern und Fleisch-Marmorierung

In Österreich und der EU richtet sich die Schlachtkörperbezahlung nach Rinderkategorie, Schlachtagter, Schlachtgewicht und EUROP-Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse. In einigen Markenfleischprogrammen (z.B. AMA-Gütesiegel) gibt es auch Vorgaben zum pH-Wert 36 h p.m., wobei der pH-Wert vielmehr dazu geeignet ist Fleischfehler wie DFD/DCB auszuschließen als Rückschlüsse auf die innere Fleischqualität zu ziehen.

Länder wie USA, Australien oder Japan haben sehr komplexe Systeme der Rinderschlachtkörper-Beurteilung und Bezahlung (z.B. USDA grades, Meat Standards Australia (MSA), Japanese Meat Grading Association (JMGA)). Informationen zu diesen Schemas der Rinderklassifizierung sind beispielsweise in BRANSCHIED et al. (2007) oder POL-

KINGHORNE und THOMPSON (2010) zusammengefasst. Allen gemeinsam ist, dass in allen auch das Fleischqualitätsmerkmal Fleischmarmorierung mitberücksichtigt wird. Hier sei darauf hingewiesen, dass in diesen Ländern von den Konsumenten prinzipiell stärker marmoriertes Fleisch als in Österreich nachgefragt wird (HENCHION et al. 2017). Von der französischen Forschungseinrichtung INRA wurde 2017 in einer wissenschaftlichen Publikation neben der EU-weit geltenden Schlachtkörper-Klassifizierung nach EUROP-Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse angeregt, folgende fünf Indikatoren in die Schlachtkörper-Beurteilung mit aufzunehmen: Hinterviertelgewicht, verkaufsfähiger Fleischanteil, Rückenmuskelgröße, Fleischfarbe und Fleischmarmorierung (MONTEILS et al. 2017).

Einflussfaktoren auf den intramuskulären Fettgehalt (IMF-Gehalt)

Nach AUGUSTINI (1987) und BRANSCHIED et al. (2007) werden Fetteinlagerung und IMF-Gehalt maßgeblich von folgenden zwei Faktorengruppen beeinflusst:

- Tierspezifische Faktoren (Rasse/Genetik, Geschlecht/Rinderkategorie)
- Produktionstechnische Faktoren (Fütterungsintensität, kompensatorisches Wachstum, Mastendgewicht, Schlachalter)

DUFEY und CHAMBAZ (1999) führen bei den produktionstechnischen/Umweltfaktoren speziell noch den Ausmastgrad an. PARK et al. (2018) unterteilen in einer koreanischen Übersichtsarbeit die Einflussfaktoren auf den IMF-Gehalt in:

- genetische Faktoren (Rasse, Geschlecht)
- Managementfaktoren (Absetzalter, Kastration, Schlachalter, Schlachtgewicht, Umwelt) und
- Fütterungsfaktoren (Kraft- und Grundfutteranteil bzw. Energie- und Proteingehalt der Ration, Vitaminversorgung A, D, C, Mastphasenfütterung)

Nach PARK et al. (2018) liegt die Heritabilität, d.h. die Erbllichkeit, für das Merkmal Fleischmarmorierung bei durchschnittlich 0,37 (0,30-0,57), wobei sie für die Rassen Wagyu, Angus und Brahm besonders hoch ist.

Generell wird bei Mastrindern zuerst Auflagen- und Körperhöhlenfett gebildet, dann intermuskuläres Fett (d.h. Fett zwischen den einzelnen Muskeln) und erst zum Schluss das für den Genusswert von Rindfleisch maßgebliche IMF (AUGUSTINI 1987, WEGNER et al. 1998).

Betrachtet man den Faktor Rinderkategorie ohne die anderen Einflussfaktoren, so haben Kälber den geringsten IMF-Gehalt, gefolgt von Jungrindern, anschließend Jungtiere und dann Ochsen. Kalbinnen haben in der Regel die höchsten IMF-Gehalte; diese Unterschiede sind endokrin (unterschiedliches Muskelbildungsvermögen und unterschiedlicher Fettansatz) bedingt. Auch bei gut konditionierten Altkühen werden teilweise hohe, über jenen von Kalbinnen liegende IMF-Gehalte gefunden.

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 Rindern unterschiedlicher Genetik bei gleichem Schlachalter, Mastendgewicht bzw. gleicher Fütterungsintensität schwierig ist, da Tiere unterschiedlicher Genetik zu unterschiedlichen Zeitpunkten die physiologische Schlachtreife (Zeitpunkt einer optimalen morphologischen und chemischen Schlachtkörper-Zusammensetzung) erreichen. Generell lässt sich sagen, dass spätreife und großrahmige Rassen/Genetik/Typen/Linien niedrigere IMF-Gehalte im Fleisch haben als frühreife mittel- bis kleinrahmige. Eine frühe physiologische Schlachtreife geht generell mit einem früheren und stärkeren Fettansatz einher, der sich nicht nur in höheren Fettgewebeklassen des Schlachtkörpers, sondern auch in höheren IMF-Gehalten im Fleisch widerspiegelt. Generell haben milchbetonte

Rassen/Typen etwas höhere IMF-Gehalte als fleischbetonte. Insbesondere die Rasse Wagyu ist für ihren hohen IMF-Gehalt bekannt. Aber auch Angus (CHAMBAZ et al. 2003) oder die heimische Rasse Grauvieh (FRICKH et al. 2003) zeigen eine sehr gute Fleischmarmorierung.

Generell nimmt mit höherem Mastendgewicht (und Schlachalter) die Fleischmarmorierung zu (VELIK et al. 2015). Allerdings hängt die Marmorierung nach AUGUSTINI und TEMISAN (1986) stärker von der Mastintensität als vom Alter ab, sodass mit steigendem Schlachalter nicht automatisch die Marmorierung verbessert wird.

Prinzipiell gilt, dass mit steigender Fütterungsintensität (d.h. höherer Energiegehalt der Ration, höherer Kraftfutteranteil in der Ration) der IMF-Gehalt steigt. Bei grünland- und weidebasierter Mast von Kalbinnen und insbesondere Ochsen ist daher eine intensivere Ausmast (in der Regel 2 bis 4 Monate) vor der Schlachtung im Hinblick auf Fettabdeckung und IMF-Gehalt meist sinnvoll.

Für eine optimale Schlachtkörper- und Fleischqualität müssen alle diese Faktoren bestmöglich aufeinander abgestimmt sein.

Beurteilung des intramuskulären Fettgehalts

Auf wissenschaftlicher Ebene liegen mehrere Publikationen zur objektiven, digitalen Beurteilung der Fleischmarmorierung vor (Videobildanalyse, Ultraschall, Röntgenstrahlung, Hyperspektrale Bildgebungstechnik, NIR Spektroskopie, bioelektrische Impedanz Spektroskopie etc.) (z.B. FERGUSON 2004, LIU und NGADI 2014, CHENG et al. 2015, NOGALSKI et al. 2017).

Von der deutschen Firma eplusv Technology ist seit mehreren Jahren ein sehr hochpreisiges, stationäres, vollautomatisches Gerät (VBG 2000, www.eplusv.de) am Markt, das in der Schlachtlinie neben der Beurteilung der Schlachtkörperzusammensetzung auch den intramuskulären Fettgehalt (basierend auf USDA grades) messen kann. Dieses Gerät wird international auf einigen Schlachthöfen eingesetzt. Mit Stand Ende 2019 ist noch kein handliches, preiswertes digitales Gerät auf dem Markt, das die Fleischmarmorierung messen kann, wobei derzeit von der dänischen Firma Frontmatec an einem derartigen Gerät gearbeitet wird (R. PIEPER, persönliche Mitteilung Mai 2019). Länder wie USA, Kanada und Japan haben Bildkarten zur subjektiven Marmorierungsbeurteilung. International wird auf kleineren bis mittleren Schlachtbetrieben die Fleischmarmorierung nach wie vor subjektiv mittels dieser Marmorierungskarten beurteilt. Diese Marmorierungskarten sind auch im Internet zu finden. Diese Karten sind allerdings aufgrund höherer IMF-Gehalte für österreichisches Rindfleisch minder gut geeignet. Nach WILSON et al. (1998) entspricht beispielsweise die USDA-Marbling-Karte „Slight“, also jene mit dem niedrigsten Marbling Score einem IMF-Gehalt von 2,3 bis 3,9 %.

RISTIC (1987) von der ehemaligen Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach hat vor mehr als 30 Jahren die in *Tabelle 1* angeführten sechs IMF-Klassen definiert.

Tabelle 1: Schema für die Beurteilung des sichtbar eingelagerten Fettes (RISTIC 1987)

Punkte	Ausprägung	Beschreibung	IMF, %
1	keine sichtbare	blaues Fleisch	< 1
2	schwache	Existenz einiger sichtbarer Marmorierungspunkte	1-3
3	mittelmäßig	gut sichtbar eingelagertes Fett	3-5
4	stark	bereits dickere Fettfaszien	5-7
5	sehr stark	zahlreiche Fetteinlagerungen	7-10
6	zu stark	abnorme übermäßige Fetteinlagerung, Fettinfiltration	> 10

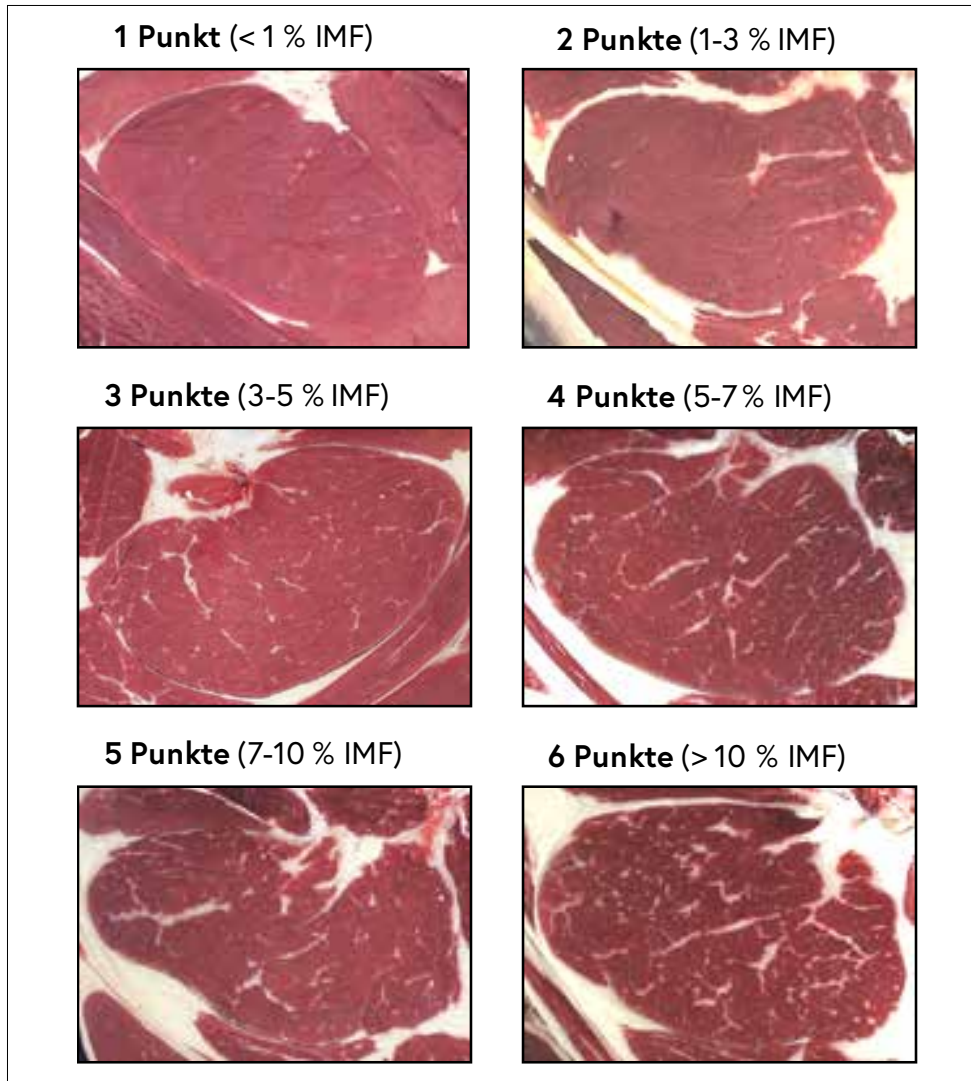


Abbildung 1: Beispielfotos für die in *Tabelle 1* angegebenen IMF- bzw. Marmorierungsklassen (FRICKH et al. 2003)

FRICKH et al. (2003) haben zu diesen 6 IMF-Klassen Marmorierungsfotos veröffentlicht, die diese 6 Klassen abbilden sollen (*Abbildung 1*). Neben der Höhe des IMF-Gehalts ist nach RISTIC (1987) allerdings auch Augenmerk auf die Fettverteilung sowie die Größe, Feinheit und Dicke von Fett(-fascien) zu legen (regelmäßige und feine Fett-Verteilung ist erwünscht).

Obwohl in Österreich die Fleischmarmorierung nicht in die Schlachtkörperbewertung und -bezahlung miteinfließt, wird beispielsweise auf der Homepage des Markenfleischprogramms Cult Beef (Kalbinnen- und Ochsenfleisch) der Österreichischen Rinderbörse (OÖ) explizit auf den intramuskulären Fettgehalt als Selektionskriterium hingewiesen.

Intramuskulärer Fettgehalt von österreichischem Rindfleisch

Im Rahmen des vom BMLRT finanzierten Dafne-Forschungsprojektes Nr. 101441 "Fleisch-Marmorierung als Qualitätskriterium bei Rindfleisch" werden Daten von 18 österreichischen Rindermastversuchen der letzten 20 Jahren ausgewertet. Es sollen Einflussfaktoren auf den IMF-Gehalt von Rindfleisch sowie Zusammenhänge zwischen

IMF-Gehalt und Schlacht- und Fleischqualitätsmerkmalen beleuchtet werden. Die Projektergebnisse werden nächstes Jahr bei der Viehwirtschaftlichen Fachtagung 2021 vorgestellt. *Tabelle 2* zeigt – basierend auf 16 österreichischen Rindermastversuchen – wie hoch im allgemeinen die IMF-Gehalte von österreichischem Rindfleisch sind. Da in den Versuchen unterschiedliche, aber für österreichische Standortbedingungen gängige Rindermast-Produktionssysteme untersucht wurden, können die Ergebnisse großteils als repräsentativ für die österreichische Rindermast angesehen werden. Die IMF-Gehalte wurden jeweils im *Musculus longissimus* (Englischer) mittels Soxhlet-Extraktion bzw. NIRS bestimmt. FRICKH (2001) gibt generell bei Rindfleisch einen intramuskulären Fettgehalt von 2,5 bis 4,5 % als Idealwert an, wobei berücksichtigt werden muss, dass es zwischen Teilstücken Unterschiede in der Höhe des IMF-Gehalts gibt (VELIK et al. 2015).

Tabelle 2 zeigt, dass bei Jungrindfleisch aus Mutterkuhhaltung (Schlachtalter unter 1 Jahr, Rassen/Kreuzungen Fleckvieh und Limousin) rund 2/3 der untersuchten Jungrinder im Englischen IMF-Gehalte von unter 1 % aufwiesen. IMF-Gehalte von über 3 % wurden bei Jungrindern im vorliegenden Datenmaterial nicht gefunden. Hier sei darauf hingewiesen, dass Jungrindfleisch trotz niedrigem IMF-Gehalt aufgrund seines geringen Alters eine ausgezeichnete Fleischzartheit aufweist (TERLER et al. 2014). Zwischenergebnisse eines laufenden Jungrindversuchs an der LFS Hohenlehen (NÖ) zeigen, das auch bei reinrassigen Angus-Jungrindern (durchschnittliches Schlachtalter 12,6 Monate, 415 kg Mastendgewicht) der IMF-Gehalt nur bei durchschnittlich 2,4 % liegt (TERLER et al. 2017). Bei Kalbin und Ochse wurde jeweils rund 1/3 der untersuchten Fleischproben mit den Marmorierungsklassen 2 (1-3 % IMF) bzw. 3 (3-5 % IMF) beurteilt. Fleischproben mit mehr als 5 % IMF wurden im vorliegenden Datenmaterial fast ausschließlich bei Wagyu-Kreuzungen mit Fleckvieh bzw. Charolais als Mutterrasse sowie teilweise bei Ochsen und Kalbinnen der Rasse Grauvieh gefunden. Jungstierfleisch (größtenteils Fleckvieh bzw. Fleckvieh-Gebrauchskreuzungen, aber auch Pinzgauer) hatte zu mehr als 2/3 IMF-Gehalte von 1 bis 3 %, wobei jede sechste Stierfleischprobe einen IMF-Gehalt von unter 1 % zeigte. Ein aktueller Versuch an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein fand bei auf Basis Maissilage und Kraftfutter gemästeten Fleckviehstieren bei einem Mastendgewicht von 690 kg durchschnittliche IMF-Gehalte im Rostbraten von 1,8 % bei 760 kg von 2,5 % IMF (VELIK et al. 2015). Dies macht den weiter oben erwähnten Einfluss des Schlachtgewichts auf den IMF-Gehalt deutlich. Bei den *Tabelle 2* zugrundeliegenden 16 Rindermastversuchen wurden Korrelationskoeffizienten zwischen IMF-Gehalt im Rostbraten und Fettgewebeklasse des Schlachtkörpers von 0,20 bis 0,74 gefunden. Zwischen IMF-Gehalt und Nierenfettanteil (bezogen auf das Mastendgewicht) waren die Korrelationen bei den meisten Versuchen geringfügig höher ($\bar{\rho}$ 0,48; 0,18 bis 0,78) als zwischen IMF und Fettklasse. Nach HELD (2010) weist ein Korrelationskoeffizient von über 0,3 auf einen schwachen, über 0,5 auf einen moderaten und über 0,8 auf einen engen (linearen) Zusammenhang zwischen zwei Variablen hin.

Tabelle 2: Häufigkeitsverteilung (%) nach Rinderkategorien in sechs Marmorierungsklassen

Rinderkategorie	Anzahl untersuchte Rinder	Marmorierungsklassen (1-6) bzw. % IMF					
		1 < 1 %	2 1-3 %	3 3-5 %	4 5-7 %	5 7-10 %	6 > 10 %
Jungrind	88	64 %	36 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Kalbin	161	4 %	39 %	35 %	14 %	6 %	2 %
Ochse	136	4 %	30 %	40 %	15 %	8 %	3 %
Stier	510	16 %	71 %	12 %	1 %	0 %	0 %
Ø über alle Rinderkategorien	895	17 %	56 %	19 %	5 %	3 %	1 %

IMF-Gehalt mit Soxhlet bzw. NIRS bestimmt

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 beim Rind. In: *Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe Band 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 152-179.
- BRANSCHIED, W., K.O. HONIKEL, G. VON LENGERKEN und K. TROEGER, 2007: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren – Band 1*, 2. Auflage, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt am Main, 551 S.
- 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.
- CHENG, W., J.H. CHENG, D.W. SUN und H. PU, 2015: Marbling analysis for evaluating meat quality: methods and techniques. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14, 523-535.
- DUFEY, P. und A. CHAMBAZ, 1999: Einfluss von Produktionsfaktoren auf die Rindfleischqualität. *Agrarforschung* 6, 345-348.
- FERGUSON, D.M., 2004: Objective on-line assessment of marbling: a brief review. *Australian J. Experimental Agric.* 44, 681-685.
- FRICKH, J.J., 2001: Adaptierung von Untersuchungsmethoden für die routinemäßige Prüfung auf Fleischqualität im Rahmen einer stationären Prüfung. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt 1168 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 13-14.
- FRICKH, J.J., G. IBI und K. ELIXHAUSER, 2003: Mastleistung, Schlachtleistung, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Kennzahlen der Fleischqualität von Ochsen der Rasse Tiroler Grauvieh. BVW-Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1205 für das BMLFUW.
- HELD, U., 2010: Tücken von Korrelationen: Die Korrelationskoeffizienten von Pearson und Spearman. *Swiss Medical Forum* 10, 652-653.
- HENCHION, M.M., M. McCARTHY und V.C. RESCONI, 2017: Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. *Meat Sci.* 128, 1-7.
- HOFMANN, K., 1995: Der Qualitätsbegriff bei Fleisch – Inhalt und Anwendung. In: *Fleisch – Gesundheit, Tierschutz, Umwelt*. Kulmbacher Reihe 14, Bundesanstalt für Fleischforschung, 169-193.
- LIU, L. und M. NGADI, 2014: Automatic assessment of meat marbling and tenderness, In: *CMSA News*, 27-32.
- MONTEILS, V., C. SIBRAA, M.-P. ELLIES-OURYA, R. BOTREAU, A. DE LA TORREA und C. LAURENTA, 2017: A set of indicators to better characterize beef carcasses at the slaughterhouse level in addition to the EUROP system. *Livest. Sci.* 202, 44-51.
- MUIR, P.D., J.M. DEAKER und M.D. BOWN, 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: a review. *New Zealand J. Agric. Research* 41, 623-635.

NOGALSKI Z., P. POGORZELSKA-PRZYBYTEK, I. BIALOBRZEWSKI, M. MODZELEWSKA-KAPITULA, M. SOBCZUK-SZUL und M. PURWIN, 2017: Estimation of the intramuscular fat content of *m. longissimus thoracis* in crossbred beef cattle based on live animal measurements. *Meat Sci.* 125, 121-127.

ÖFK (ÖSTERREICHISCHE FLEISCHKONTROLLE), 2014: Klassifizierung in Österreich – Rinder, Schweine, Schafe. Österreichische Fleischkontrolle GesmbH, 3100 St. Pölten, Stand Juni 2014.

PARK, S.J., S.H. BEAK, D.J.S. JUNG, S.Y. KIM I.H. JEONG, M.Y. PIAO, H.J. KANG, D.M. FASSAH, S.W. NA, S.P. YOO und M. BAIK, 2018: Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle – A review. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 31, 1043-1061.

POLKINGHORNE, R.J. und J.M. THOMPSON, 2010: Meat standards and grading – A world view. *Meat Sci.* 86, 227-235.

RISTIC, M., 1987: Genußwert von Rindfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperwert und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe 7, Bundesanstalt für Fleischforschung, 207-234.

TERLER, G., M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2017: Leistungsvermögen und Fleischqualität von Angus-Jungrindern aus der Mutterkuh-Haltung. Zwischenbericht das Dafne-Projekts Nr. 101061 im Auftrag des BMLFUW.

TERLER, G., M. VELIK, J. HÄUSLER, R. KITZER und J. KAUFMANN, 2014: Schlachtleistung und Fleischqualität von Jungrindern (Fleckvieh×Limousin und Limousin) aus der Mutterkuhhaltung. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 09.-10. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 85-95.

VELIK, M., G. TERLER, J. GASTEINER, A. GOTTHARDT, A. STEINWIDDER, R. KITZER, A. ADELWÖHRER und J. KAUFMANN, 2015: Stiermast auf hohe Mastendgewichte bei unterschiedlicher Proteinversorgung in der Endmast – Einfluss auf Tageszunahmen, Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. Dafne-Abschlussbericht im Auftrag des BMLFUW Nr. 100676, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.

WEGNER J., E. ALBRECHT und K. ENDER, 1998: Morphologische Aspekte des subkutanen und intramuskulären Fettzellwachstums beim Rind. *Archiv Tierzucht* 41, 313-320.

WILSON, D.E., G.H. ROUSE und S. GREINER, 1998: Relationship between chemical percentage intramuscular fat and USDA Marbling Score. *Beef Research Report – A.S. Leaflet R 1529 – IOWA State University.*