

Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren

Von J. J. FRICKH*), A. STEINWIDDER***) und R. BAUMUNG**)

1 Einleitung

Durch das übliche Handelsklassifizierungssystem und der damit verbundenen höheren Bewertung der Schlachtkörper, wird in Österreich und Deutschland die Jungstiermast gegenüber der Ochsen- und Kalbinnenmast begünstigt. An den Rinderbörsen notieren Ochsen und Kalbinnen (Färsen) unter den Preisen von Stieren. Die Bewertung und Bezahlung der inneren Qualität des Fleisches hingegen ist eine wünschenswerte Forderung; die Umsetzung findet zurzeit aber nur über Qualitätsprogramme und in der Direktvermarktung statt.

Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, die qualitativen Unterschiede der Kategorien in verschiedenen Produktionsverfahren zu quantifizieren.

In einem Kooperationsprojekt der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH Wieselburg (BVW) und der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (BAL) wurden dazu, neben Fragen zur Futteraufnahme und Mastleistung (STEINWIDDER et al., 2002) von Kalbinnen und Ochsen auf der Grundfutterbasis Grassilage auch Fragen der Schlachtleistung (FRICKH et al., 2002) behandelt. In der vorliegenden Untersuchung liegt der Schwerpunkt bei der Schlachtvorbereitung und Fleischqualität. Neben dem Einfluss der Kategorie wurden auch die Einflüsse des Fütterungsregimes (Kraftfuttermittelversorgung) und der Mastendmasse auf die Fleischqualität untersucht. Um auch einen Vergleich mit intensiven Mastverfahren auf der Grundfutterbasis Maissilage treffen zu können, wurde zusätzlich je eine Versuchsgruppe von Kalbinnen, Ochsen und Stieren mit Maissilage und Kraftfutter gemästet.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsaufbau

Der Versuchsplan ist in den ersten beiden Mitteilungen (STEINWIDDER et al., 2002; FRICKH et al., 2002) beschrieben worden. Er sah den Vergleich verschiedener Tierkategorien (Kalbinnen, Ochsen, Stiere) bei unterschiedlichen Fütterungsintensitäten (hoch, niedrig, extensiv) und Grundfuttermitteln (Grassilage, Maissilage) vor.

Insgesamt standen 78 Tiere von 3 Geschlechtern (35 Ochsen, 36 Kalbinnen, 7 Stiere) für die Auswertung der Merkmale der Fleischqualität zur Verfügung. Die serielle Schlachtung erfolgte zu 5 unterschiedlichen Terminen in 30 kg Schritten. Bei den Ochsen wurde mit 500, bei den Kalbinnen mit 450 und bei den Stieren mit 570 kg begonnen.

Für die Beurteilung der der Fleischqualität wurden 2,5 cm dicke Scheiben aus dem Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) zwischen der 7. und 13. Rippe entnommen und auf physikalische und sensorische Merkmale untersucht.

*) Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, Rottenhauser Straße 32, A-3250 Wieselburg.

***) Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien.

****) Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, BAL Gumpenstein, A-8952 Irndung.

Die Kerntemperatur im Schlachtkörper wurde erhoben, um den Kühlverlauf zu dokumentieren, die *pH*-Werte 45 min, 24 h und 96 h p. m., um die Stresssituation (HOFMANN, 1986) vor und während der Schlachtung zu belegen. Die *Marmorierung* (RISTIC, 1987) wurde berücksichtigt, um die Menge bzw. die Verteilung der sichtbaren Fetteinlagerung zu erheben. Um die Aussage über die Ausprägung der Marmorierung zu objektivieren, wurde an Hand einer videoanalytischen Methode (FRICKH et al., 1999) die am Anschnitt sichtbare Fettfläche zur Muskelfläche in Beziehung gesetzt und der Fettflächenanteil berechnet. Dazu wurden die durchgekühlten Schlachtkörper zwischen der 7. und 8. Rippe angeschnitten und der Rückenmuskel unter einer speziellen Beleuchtung mit einer Digitalkamera fotografiert. Als Beleuchtungskörper kam die Schutzrohrleuchte SLCV 111 der Fa. Waldmann Lichttechnik zum Einsatz (Leuchtstoffröhre PL-S11W/840, 4000 °K, 11 W/230V V/50 HZ/IP 67 in Plexiglasrohr mit Parbolraster). Die Daten wurden in das Computerprogramm „PicEd Cora – Farbbildanalyse“ der Fa. Metzger EDV eingelesen. Über ein Kontrastverfahren konnte die Fleisch- und Fettfläche getrennt berechnet werden.

Die Fleisch- und Fettfarbe (L^* , a^* , b^* , C_{ab}^* , h_{ab}) wurde am frischen Anschnitt und nach Oxidation am Rückenmuskel bzw. Auflagefett mit dem Spektralphotometer Codec 400 der Fa. Phyma erhoben. Die Proben wurden mit der Strahlung des uneingeschränkten Wellenlängenbereiches (polychromatisch) unter einem Beleuchtungswinkel von 45° und einem Beobachtungswinkel von 0° (Messgeometrie 45/0) beleuchtet. Die Messfläche betrug 14 mm². Dadurch konnten die Helligkeit und die Farbausprägung des Fleisches bzw. Fettes analysiert werden. Mit der Erhebung des Tropfsaftverlustes, Grillverlustes und Kochverlustes konnte das *Wasserbindungsvermögen* (HONIKEL, 1986, 1998) des Fleisches festgestellt werden. Die *Scherkraft* nach Warner Bratzler wurde als objektiver Maßstab für die Zartheit herangezogen. Zur Bewertung der sensorischen Eigenschaften des Fleisches kam das an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach, D, entwickelte (RISTIC, 1987) und an der BVW-GmbH etablierte sensorische Prüfverfahren zur Anwendung. Mit einem 6-köpfigen geschulten Verkostungsteam wurden in Form einer bewertenden Prüfung die *sensorischen Eigenschaften* (Saftigkeit, Zartheit, Geschmack) des Fleisches subjektiv beurteilt. Die Fleischinhaltsstoffe wurden nasschemisch von der BAL Gumpenstein, die Fettsäuren von der Universität für Bodenkultur, Wien untersucht.

2.2 Statistische Auswertungsmethoden

Zur statistischen Auswertung der erfassten Daten diente das Programmpaket SAS® (2001). Eine genaue Beschreibung findet sich bei FRICKH et al. (2002). Die statistische Auswertung der *pH*-Werte basierte auf der H⁺-Ionenkonzentration (g/l).

Für die Auswertung aller quantitativen Merkmale kamen die unten ausgearbeiteten statistischen Modelle zur Anwendung. Effekte und Regressionsvariable, die nicht signifikant sind, wurden aus den Modellen herausgenommen.

Modell 1 a: für die physikalischen Merkmale der Fleischqualität (Gesamtmodell; Einflussfaktoren: Produktionsverfahren, Einstelltermin)

Modell 1 b: für die sensorischen Merkmale Saftigkeit, Zartheit, Geschmack (Gesamtmodell; Einflussfaktoren: Produktionsverfahren, Einstelltermin, Verkoster)

Modell 2 a, b: (Regressionsmodell; Einflussfaktoren: Produktionsverfahren, Einstelltermin, Lebendmasse)

$$1 \text{ a) } Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j + (G_i * T_j) + e_{ijk}$$

$$1 \text{ b) } Y_{ijkl} = \mu + G_i + T_j + V_k + (G_i * T_j * V_k) + e_{ijkl}$$

$$2a) \quad Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j + (G_i * T_j) + b_1(LM_{ijk} - \overline{LM}) + e_{ijk}$$

$$2b) \quad Y_{ijkl} = \mu + G_i + T_j + V_k + (G_i * T_j * V_k) + b_1(LM_{ijkl} - \overline{LM}) + e_{ijkl}$$

y_{ijkl}	= Beobachtungswert
μ	= gemeinsame Konstante
G_i	= fixer Effekt der Gruppe i , $i = 1-2$
T_j	= fixer Effekt des Einstelltermins j , $j = 1-2$
V_k	= fixer Effekt der Verkostungsperson m , $m = 1-6$
$(G_i * T_j * V_k)$	= Wechselwirkung zwischen Gruppe, Einstelltermin und Verkoster
LM_{ijk}	= Kovariable Lebendmasse
b_1	= linearer Regressionskoeffizient der Lebendmasse
e_{ijkl}	= Restkomponente von y_{ijkl}

3 Ergebnisse

3.1 Fleischqualität des Gesamtversuchs

In den Tabellen 1–4 werden die Einflüsse der unterschiedlichen Gruppen (Fütterung, Kategorie) ohne Berücksichtigung der Mastendmasse auf die untersuchten Merkmale der Fleischqualität dargestellt. Sämtliche Erhebungen wurden am Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) durchgeführt. In Tabelle 1 werden die Ergebnisse aus der chemischen Analyse der Fleischinhaltsstoffe (Wasser, Fett, Eiweiß, Asche) und die Merkmale der Marmorierung beschrieben. Den geringsten intramuskulären Fettgehalt (IMF) wiesen die Stiere auf. Mit einem IMF von 2,3 % unterschieden sie sich von den Kalbinnengruppen K_{niedrig} (4,9 %), und K_{Maissil} (4,5 %) signifikant, von den Gruppen K_{hoch} (3,7 %) und K_{extensiv} (4,1 %) aber nur tendenziell. Der IMF der Ochsen lag in seiner Ausprägung zwischen jenem der Kalbinnen und der Stiere, die Unterschiede waren aber nicht signifikant.

Der videoanalytisch ermittelte Anteil der Fettfläche an der Rückenmuskelfläche (Fettflächenanteil) war bei den Kalbinnengruppen am höchsten ausgeprägt, mit Ausnahme der Gruppe im hohen Futterniveau bei Grassilagefütterung. Die Gruppen K_{niedrig} (5,0 %) und K_{Maissil} (5,1 %) unterschieden sich signifikant zu der Gruppe S_{Maissil} (2,1 %).

In der Tabelle 2 wird die qualitative Zusammensetzung der drei wesentlichen Fettsäuren im IMF des Rückenmuskels gezeigt. Zu den drei häufigsten in Rindfleisch vorkommenden Fettsäuren zählen die Ölsäure, die Palmitinsäure und die Stearinsäure. Bei der Ölsäure wurden signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Das intramuskuläre Fett von Stieren enthielt 41,5 % Ölsäure (C18:1), das der Kalbinnen 43,8 % (K_{hoch}), 42,8 % (K_{niedrig}), 41,2 % (K_{extensiv}) und 46,7 % (K_{Maissil}) und das der Ochsen 41,0 % (O_{hoch}), 40,3 % (O_{niedrig}), 42,6 % (O_{extensiv}) und 44,7 % (O_{Maissil}). Die Kalbinnen (K_{Maissil}) unterschieden sich signifikant zu den Gruppen K_{extensiv} , O_{hoch} , O_{niedrig} , O_{extensiv} und S_{Maissil} , nicht aber zur Gruppe K_{hoch} und K_{niedrig} . Den höchsten Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) enthielt mit 2,4 % das IMF der Gruppe S_{Maissil} . Er war signifikant höher als jener der Gruppen K_{Maissil} (1,3 %) und O_{Maissil} (1,3 %), unterschied sich aber nicht signifikant zum IMF der Grassilagegruppen. Das intramuskuläre Fett von Ochsen, die mit Grassilage gefüttert worden waren enthielt mehr PUFA als jenes der Kalbinnen. Im Gehalt an MUFA (einfach ungesättigte Fettsäuren) waren die Verhältnisse umgekehrt. Das IMF der Kalbinnen enthielt in allen Gruppen außer der Gruppe K_{extensiv} , O_{extensiv} mehr MUFA als das der Ochsen.

Die pH-Werte 24 h nach der Schlachtung lagen zwischen 5,43 und 5,58 (Tabelle 3). Die Unterschiede waren nicht signifikant. Bei den End-pH-Werten (pH-Wert, 96 h p. m.) wurden teilweise signifikante Gruppenunterschiede festgestellt. Den tiefsten End-pH-Wert erreichte die Gruppe O_{extensiv} (5,44). Sie unterschied sich von allen Gruppen, außer der Gruppe O_{Maissil} signifikant.

Tab. 1. Inhaltsstoffe und Merkmale der Marmorierung des *M. longissimus dorsi* (Least-Squares (LS)-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse)
Meat contents and traits of marbling of longissimus dorsi muscle (LS-Means a. res. stand. dev. without considering the effect of final weight)

	K _{hoch}			K _{niedrig}			O _{hoch}			O _{niedrig}			K _{extensiv}			O _{extensiv}			K _{Maissil}			O _{Maissil}			S _e
	K _{hoch}	O _{hoch}	K _{niedrig}	O _{niedrig}	K _{niedrig}	O _{niedrig}	K _{hoch}	O _{hoch}	K _{niedrig}	O _{niedrig}	K _{extensiv}	O _{extensiv}	K _{extensiv}	O _{extensiv}	K _{Maissil}	O _{Maissil}	K _{Maissil}	O _{Maissil}	K _{Maissil}	O _{Maissil}	K _{Maissil}	O _{Maissil}	S _{Maissil}		
n	10	9	10	9	10	9	9	9	9	9	9	10	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
Kerntemp., 24 h ppm	3,0	2,5	2,9	2,7	2,9	2,7	3,4	3,4	3,4	3,6	3,6	3,6	3,6	3,0	3,0	3,2	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	1,27	
Kerntemp., 96 h ppm	2,7	2,1	2,4	2,4	2,4	2,4	3,5	3,5	3,5	2,7	2,7	2,7	2,7	3,3	3,3	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,72	
Trockenmasse	27,1 ^{ab}	26,3 ^{ab}	28,2 ^a	26,9 ^{ab}	28,2 ^a	26,9 ^{ab}	27,7 ^a	27,7 ^a	27,7 ^a	26,7 ^{ab}	26,7 ^{ab}	26,7 ^{ab}	26,7 ^{ab}	27,7 ^a	27,7 ^a	26,4 ^{ab}	25,6 ^b	1,27							
Rohprotein	21,8	21,8	21,8	22,2	21,8	22,2	22,3	22,3	22,3	21,9	21,9	21,9	21,9	21,8	21,8	21,4	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	22,1	0,80	
Fett (Gesamtfett)	3,5 ^{ab}	3,0 ^{ab}	4,8 ^a	3,4 ^{ab}	4,8 ^a	3,4 ^{ab}	4,0 ^{ab}	4,0 ^{ab}	4,0 ^{ab}	3,2 ^{ab}	3,2 ^{ab}	3,2 ^{ab}	3,2 ^{ab}	4,5 ^a	4,5 ^a	3,4 ^a	2,3 ^b	1,37							
Rohasche	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,07	
Rückenmuskelfläche	40,8 ^{cd}	43,7 ^{cd}	44,4 ^{cd}	46,9 ^{cd}	44,4 ^{cd}	46,9 ^{cd}	37,8 ^d	37,8 ^d	37,8 ^d	45,2 ^{bcd}	45,2 ^{bcd}	45,2 ^{bcd}	45,2 ^{bcd}	49,4 ^{bc}	49,4 ^{bc}	53,5 ^b	60,2 ^a	6,12							
Fettflächenanteil	3,5 ^{ab}	3,3 ^{ab}	5,0 ^a	3,7 ^{ab}	5,0 ^a	3,7 ^{ab}	4,0 ^{ab}	4,0 ^{ab}	4,0 ^{ab}	3,7 ^{ab}	3,7 ^{ab}	3,7 ^{ab}	3,7 ^{ab}	5,1 ^a	5,1 ^a	3,0 ^{ab}	2,1 ^b	1,72							
Marmorierung	2,6	2,4	3,1	2,8	3,1	2,8	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	0,68	

K_{hoch} ... Kalbinnen (Färsen) im hohen Futterniveau; O_{hoch} ... Ochsen im hohen Futterniveau; K_{niedrig} ... Kalbinnen im niedrigen Futterniveau; O_{niedrig} ... Ochsen im niedrigen Futterniveau; K_{extensiv} ... Kalbinnen im extensiven-intensiven Futterniveau; O_{extensiv} ... Ochsen im extensiven-intensiven Futterniveau; K_{Maissil} ... Kalbinnen im hohen Futterniveau; O_{Maissil} ... Ochsen im hohen Futterniveau; S_{Maissil} ... Stiere im hohen Futterniveau.
 a, b, c ... LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P > 0,05).

Tab. 2. Fettsäurezusammensetzung im M. longissimus dorsi (Least-Squares (LS)-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse)
Fatty acid composition of longissimus dorsi muscle (LS-means and residual standard deviation without considering the effect of final weight)

	Grassilage			Maisilage			S _e
	K ^{hoch}	O ^{hoch}	K ^{niedrig}	O ^{niedrig}	K ^{extensiv}	O ^{extensiv}	
n	10	9	10	9	9	10	7
Myristinsäure C14:0	3,1	3,0	3,1	3,1	3,4	2,8	3,1
Myristoleinsäure C14:1	0,6	0,6	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8
Palmitinsäure C16:0	29,7	29,8	30,2	29,5	30,6	28,9	29,9
Palmitoleinsäure C16:1	3,3	3,0	3,4	3,3	3,4	3,3	3,6
Margarinsäure C17:0	0,9 ^{bc}	1,0 ^{ab}	1,1 ^{ab}	1,3 ^a	1,2 ^{ab}	1,3 ^a	0,56 ^d
Margaroleinsäure 17:1	0,8 ^{ab}	0,8 ^{ab}	0,9 ^a	0,9 ^{ab}	0,8 ^{ab}	1,0 ^a	0,7 ^{ab}
Stearinsäure C18:0	16,0	18,2	15,8	18,1	16,3	16,9	15,5
Ölsäure C18:1	43,8 ^{abc}	41,0 ^{bc}	42,8 ^{abc}	40,3 ^c	41,2 ^{bc}	42,6 ^{bc}	44,7 ^{ab}
Linolsäure C18:2	1,0 ^{ab}	1,3 ^{ab}	0,9 ^b	1,4 ^{ab}	0,8 ^b	1,1 ^{ab}	0,9 ^b
Linolensäure C18:3	0,6 ^{ab}	0,8 ^{ab}	0,7 ^{ab}	0,8 ^{ab}	0,9 ^{ab}	1,0 ^a	0,3 ^b
SFA ¹⁾	49,7 ^{ab}	52,0 ^a	50,2 ^{ab}	52,0 ^b	51,6 ^a	49,9 ^{ab}	47,1 ^b
UFA ²⁾	50,0 ^{ab}	57,5 ^b	49,3 ^{ab}	47,6 ^b	47,9 ^{ab}	49,7 ^{ab}	52,5 ^a
PUFA ³⁾	1,6 ^{ab}	2,1 ^{ab}	1,6 ^{ab}	2,2 ^{ab}	1,7 ^{ab}	2,1 ^{ab}	1,3 ^b

K^{hoch} ... Kalbinnen (Färsen) im hohen Futterniveau; O^{hoch} ... Ochsen im hohen Futterniveau; K^{niedrig} ... Kalbinnen im niedrigen Futterniveau; O^{niedrig} ... Ochsen im niedrigen Futterniveau; K^{extensiv} ... Kalbinnen im extensiven Futterniveau; O^{extensiv} ... Ochsen im extensiven Futterniveau; K^{Maisoil} ... Kalbinnen im hohen Futterniveau; O^{Maisoil} ... Ochsen im hohen Futterniveau; S^{Maisoil} ... Stiere im hohen Futterniveau.

¹⁾ SFA = gesättigte Fettsäuren; ²⁾ UFA = ungesättigte Fettsäuren; ³⁾ PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren.

a, b, c ... LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P > 0,05).

Tab. 3. Physikalische und sensorische Eigenschaften des *M. longissimus dorsi* (Least-Squares (LS)-Mittelwerte und Residualstandardabweichung ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse)
Physical and sensory criteria of longissimus dorsi muscle (LS-Means and residual standard dev. considering the effect of final weight)

	K _{hoch}			K _{niedrig}			O _{niedrig}			K _{extensiv}			O _{extensiv}			K _{Maisol}			O _{Maisol}			S _{Maisol}			S _e		
	10	9	5,52	10	9	5,55	10	9	5,56	9	9	5,56	9	9	5,56	10	10	5,43	7	7	5,57	7	7	5,52		7	7
pH-Wert, 24 h p. m.	5,52	5,57	5,52 ^{bc}	5,55	5,55	5,56 ^{bc}	5,56	5,56	5,56 ^{bc}	5,56	5,56	5,56 ^{bc}	5,56	5,56	5,56 ^{bc}	5,43	5,43	5,43	5,57	5,57	5,57 ^{abc}	5,52	5,52	5,52	5,52	5,52	5,58
pH-Wert, 96 h p. m.	3,4	2,6	3,4	2,7	2,7	3,3	3,3	3,3	3,3	4,1	4,1	4,1	3,9	3,9	3,9	3,2	3,2	3,2	3,9	3,9	3,2	3,9	3,9	3,1	3,1	3,1	1,28
Tropfsaftverlust	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	0,10
Grillverlust	13,3	13,5	13,3	14,0	14,0	14,2	14,2	14,2	14,2	14,4	14,4	14,4	12,6	12,6	12,6	14,2	14,2	14,2	12,6	12,6	14,2	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	2,29
Kochverlust	24,2	25,3	24,2	24,8	24,8	25,8	25,8	25,8	25,8	24,2	24,2	24,2	27,2	27,2	27,2	21,8	21,8	21,8	27,1	27,1	21,8	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	3,95
Saftigkeit	4,6 ^{abc}	4,6 ^{abc}	4,6 ^{abc}	4,8 ^{ab}	4,8 ^{ab}	4,3 ^{bc}	4,3 ^{bc}	4,3 ^{bc}	4,3 ^{bc}	4,3 ^c	4,3 ^c	4,3 ^c	4,3 ^c	4,3 ^c	4,3 ^c	4,9 ^a	4,9 ^a	4,9 ^a	4,4 ^{abc}	4,4 ^{abc}	4,9 ^a	4,5 ^{abc}	4,5 ^{abc}	4,5 ^{abc}	4,5 ^{abc}	4,5 ^{abc}	0,79
Zartheit	4,3 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,3 ^{abc}	4,5 ^{ab}	4,5 ^{ab}	4,0 ^{bcd}	4,0 ^{bcd}	4,0 ^{bcd}	4,0 ^{bcd}	4,3 ^{abc}	4,3 ^{abc}	4,3 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,6 ^a	4,6 ^a	4,6 ^a	3,9 ^{cd}	3,9 ^{cd}	4,6 ^a	3,5 ^d	3,5 ^d	3,5 ^d	3,5 ^d	3,5 ^d	0,93
Geschmack	4,5 ^{ab}	4,3 ^{abc}	4,5 ^{ab}	4,5 ⁿ	4,5 ⁿ	4,2 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,2 ^{abc}	4,0 ^c	4,0 ^c	4,0 ^c	4,0 ^{bc}	4,0 ^{bc}	4,0 ^{bc}	4,5 ^{ab}	4,5 ^{ab}	4,5 ^{ab}	4,1 ^{abc}	4,1 ^{abc}	4,5 ^{ab}	4,1 ^{abc}	4,1 ^{abc}	4,1 ^{abc}	4,1 ^{abc}	4,1 ^{abc}	0,80
Gesamtwertung	13,4 ^{abc}	13,0 ^{abc}	13,4 ^{abc}	13,8 ^{ab}	13,8 ^{ab}	12,5 ^{bc}	12,5 ^{bc}	12,5 ^{bc}	12,5 ^{bc}	12,6 ^{abc}	12,6 ^{abc}	12,6 ^{abc}	12,5 ^c	12,5 ^c	12,5 ^c	13,9 ^a	13,9 ^a	13,9 ^a	12,4 ^c	12,4 ^c	13,9 ^a	12,4 ^c	12,4 ^c	12,1 ^c	12,1 ^c	12,1 ^c	2,08
Scherkraft nach W. B.	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
	3,5	3,6	3,5	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	1,19

K_{hoch} ... Kalbinnen (Färsen) im hohen Futterniveau; O_{hoch} ... Ochsen im hohen Futterniveau; K_{niedrig} ... Kalbinnen im niedrigen Futterniveau; O_{niedrig} ... Ochsen im niedrigen Futterniveau; K_{extensiv} ... Kalbinnen im extensiv-intensiven Futterniveau; O_{extensiv} ... Ochsen im extensiv-intensiven Futterniveau; K_{Maisol} ... Kalbinnen im hohen Futterniveau; O_{Maisol} ... Ochsen im hohen Futterniveau; S_{Maisol} ... Stiere im hohen Futterniveau; W. B. ... Warner Bratzler.

a, b, c ... LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P > 0,05).

Tab. 4. Fleischfarbe und Farbe des Auflagefettes des *M. long. dorsi* (Least-Squares (LS)-Mittelwerte und Standardabweichung (s_e) ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse)
Meat colour and colour of external fat of longissimus dorsi muscle (LS-Means and st. dev. without considering the effect of final weight)

n	K _{hoch}			O _{hoch}			K _{niedrig}			O _{niedrig}			K _{extensiv}			O _{extensiv}			K _{Maissil}			O _{Maissil}			S _e
	10	9	7	10	9	7	10	9	7	10	9	7	10	9	7	10	9	7	10	9	7	10	9	7	
Fleischfarbe nach 60 Min.																									
2L ₁₀ *-Helligkeit																									
	38,0 ^{ab}	37,9 ^{ab}	37,0 ^{ab}	37,0 ^{ab}	37,4 ^{ab}	39,1 ^a	38,5 ^{ab}	37,3 ^{ab}	37,0 ^{ab}	34,7 ^b	2,68														
2a ₁₀ *-Rotton																									
	10,6	9,5	11,4	10,3	11,2	11,0	11,4	12,1	11,8	2,86															
2b ₁₀ *-Gelbton																									
	9,5	8,8	10,1	8,8	10,4	9,4	10,0	9,7	9,4	2,58															
2C _{ab} *-Buntheit																									
	14,3	12,9	15,2	13,6	15,4	14,4	15,2	15,6	15,1	3,74															
Fettfarbe – Anschnitt																									
2L ₁₀ *-Helligkeit																									
	67,5	68,9	66,1	68,2	66,7	67,4	66,9	68,2	68,0	3,87															
2b ₁₀ *-Gelbton																									
	6,8 ^{ab}	7,2 ^a	6,8 ^{ab}	6,7 ^{ab}	6,3 ^{abc}	6,7 ^{ab}	4,6 ^{bcd}	3,7 ^d	3,8 ^{cd}	1,62															
2C _{ab} *-Buntheit																									
	6,9 ^{ab}	7,4 ^a	6,9 ^{ab}	6,8 ^{ab}	6,4 ^{abc}	6,8 ^{ab}	4,7 ^{bcd}	3,7 ^d	4,1 ^{cd}	1,61															

K_{hoch} ... Kalbinnen (Färsen) im hohen Futterniveau; O_{hoch} ... Ochsen im hohen Futterniveau; K_{niedrig} ... Kalbinnen im niedrigen Futterniveau; O_{niedrig} ... Ochsen im niedrigen Futterniveau; K_{extensiv} ... Kalbinnen im extensiven-intensiven Futterniveau; O_{extensiv} ... Ochsen im extensiven-intensiven Futterniveau; K_{Maissil} ... Kalbinnen im hohen Futterniveau; O_{Maissil} ... Ochsen im hohen Futterniveau; S_e ... Standardabweichung der LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P > 0,05).

Die durch ein 6-köpfiges Verkostungsteam festgestellten sensorischen Bewertungen waren durch signifikante Gruppenunterschiede gekennzeichnet. Die Kalbinnen erreichten sowohl bei der Fütterung von Gras- als auch von Maissilage höhere Gesamtbewertungen als die Ochsen und Stiere. Die höchste Bewertung wurde für die Gruppe K_{Maissil} (13,9 Punkte) ermittelt. Sie unterschied sich signifikant zu den Gruppen O_{niedrig} (12,5 Punkte), O_{extensiv} (12,5 Punkte), O_{Maissil} (12,4 Punkte) und S_{Maissil} (12,1 Punkte). Die Kalbinnen wurden in den sensorischen Merkmalen tendenziell höher bewertet als die Ochsen und Stiere. Die niedrigste Bewertung fiel auf die Gruppe S_{Maissil} .

Die Ergebnisse der Farbmessungen werden in der Tabelle 4 dargestellt. Gemessen wurde spektralphotometrisch am frischen Anschnitt des Rückenmuskels, nach einer 60-minütigen Oxidation. Signifikant waren die Unterschiede bei dem Farbmerkmal ${}_2L_{10}^*$ -Helligkeit zwischen der Gruppe S_{Maissil} (${}_2L_{10}^* = 34,7$) und der Gruppe K_{extensiv} (${}_2L_{10}^* = 38,7$). Die Farbhelligkeit lag bei den Ochsen und Kalbinnen zwischen $L_{10}^* = 36,9$ (K_{hoch}) und $L_{10}^* = 38,7$ (K_{extensiv}).

Bei den Merkmalen der Fettfarbe sind die Unterschiede im Gelbton und in der Buntheit (Farbsättigung) signifikant. Wie aus Tabelle 4 hervorgeht weisen die Grassilagegruppen am frischen Fettanschnitt signifikant höhere Werte für die Merkmale ${}_2b_{10}^*$ -Gelbton und ${}_2C_{ab}^*$ -Buntheit aus als die Maissilagegruppen. Der durchschnittliche Gelbwert war bei den Grassilagegruppen 6,9, bei den Maissilagegruppen 3,5. Innerhalb der Maissilagegruppen war der Gelbton bei den Kalbinnen mit 4,3 etwas höher als bei den Ochsen (3,5) und Stieren (3,0). Innerhalb der Grassilagegruppen waren die Gelbtöne nur unwesentlich verschieden.

3.2 Fleischqualität mit Berücksichtigung der Mastendmasse

Der Einfluss der Mastendmasse auf die Fleischqualität wurde über ein Regressionsmodell geschätzt. Da die meisten Regressionskoeffizienten nicht signifikant von Null verschieden waren, wurde die tabellarische Darstellung (Tabelle 5) auf wenige Merkmale beschränkt.

Auch unter Berücksichtigung der Mastendmasse wiesen die Stiere den geringsten IMF auf. Mit einem Gehalt von 2,1 % unterschieden sie sich zu den Kalbinnengruppen K_{hoch} (3,7 %), K_{niedrig} (4,9 %), K_{extensiv} (4,1 %) und K_{Maissil} (4,5 %) signifikant. Der IMF der Ochsen lag zwischen Kalbinnen und Stieren, die Unterschiede waren nicht signifikant.

Der höchste Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) wurde bei Gruppe S_{Maissil} festgestellt (2,5 %). Er war signifikant höher als jener der Gruppen K_{Maissil} (1,3 %) und O_{Maissil} (1,3 %), unterschied sich aber nicht von den Grassilagegruppen. Die mit Grassilage gefütterten Ochsen kamen auf einen höheren Gehalt an PUFA als die Kalbinnen. Bei den Maissilagegruppen kamen die Kalbinnen auf einen höheren Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) als die Ochsen und Stiere. Bei den Grassilagegruppen kamen die Kalbinnen auf höhere Gehalte an MUFA als die Ochsen, mit Ausnahme der Gruppe extensiv-intensiv.

Der Fettanteil an der Rückenmuskelfläche war bei den Kalbinnen in allen Gruppen höher als bei den Ochsen und Stieren. Signifikant unterschieden sich die Gruppen K_{niedrig} und K_{Maissil} von der Gruppe S_{Maissil} .

Insgesamt betrachtet war der Grillverlust von 13,0 % bis 14,5 % sehr gering. Signifikante Gruppenunterschiede gab es nicht.

In der sensorischen Auswertung (Tabelle 5) finden sich signifikante Gruppenunterschiede. Die höchste Gesamtpunktzahl erreichte die Gruppe K_{Maissil} (14,5 Punkte) und unterschied sich von allen anderen Gruppen signifikant. In der Zartheitsbewertung verzeichnen die Kalbinnen zwar leichte Vorteile, signifikant sind die Unterschiede aber nur im niedrigen Futterniveau und bei Fütterung von Maissilage. Bei der Geschmacksbe-

Tab. 5. Einfluss der Mastendmasse auf verschiedene Parameter der Fleischqualität
Effect of final weight on several characteristics of meat quality

n	K _{hoch}				K _{niedrig}				K _{extensiv}				K _{Mastlos}				S _c
	10	9	10	9	10	9	10	9	10	9	10	7	7	7	7		
Lebendmasse	502,8	539,5	492,6	556,0	504,8	542,2	512,5	562,8	614,0	45,11							
Gesamtfett, %	3,7 ^a	3,0 ^{ab}	4,9 ^a	3,3 ^{ab}	4,1 ^a	3,2 ^{ab}	4,5 ^a	3,4 ^{ab}	2,1 ^b	1,38							
Fettanteil, %	0,0082	0,0137	-0,0096	0,0064	-0,0074	0,0034	0,0110	0,0017	-0,0119	1,66							
MUFA	3,5 ^{ab}	3,3 ^{ab}	5,1 ^a	3,7 ^{ab}	4,0 ^{ab}	3,7 ^{ab}	5,2 ^a	3,0 ^{ab}	2,1 ^b	2,64							
PUFA	-0,0018	0,0206	-0,0356	-0,0088	0,0048	0,0240	0,0389	0,0016	-0,0092	0,63							
Grillverlust warm, %	48,7 ^{abc}	45,2 ^{bc}	48,2 ^{abc}	45,1 ^b	46,5 ^{bc}	47,5 ^{abc}	51,5 ^a	49,5 ^{bc}	45,4 ^{bc}	2,29							
Saftigkeit, Punkte	0,0228	0,0050	0,0349	0,0061	-0,0377*	0,0395	-0,0082	0,0464	-0,0130	0,76							
Zartheit, Punkte	1,6 ^{ab}	2,1 ^{ab}	1,5 ^{ab}	2,2 ^{ab}	1,7 ^{ab}	2,1 ^{ab}	1,3 ^b	1,3 ^b	2,5 ^a	0,86							
Geschmack, Punkte	-0,0025	-0,0068	0,0033	-0,0129	0,0092*	0,0078	-0,0023	-0,0007	0,0081	0,78							
Gesamtpunkte	13,5	13,5	14,2	14,0	14,5	12,5	14,4	12,5	13,0	2,07							
L ₁₀ *-Helligkeit	-0,0044	-0,0060	0,0292	0,0245	-0,0045	0,0141	-0,0061	0,0358	-0,0470	2,61							
s ₁₀ *-Rotton	4,5 ^b	4,6 ^{ab}	4,8 ^{bc}	4,3 ^{bc}	4,4 ^{bc}	4,2 ^b	5,1 ^a	4,4 ^{bc}	4,5 ^{bc}	0,76							
	4,2 ^{bc}	4,2 ^{bc}	4,5 ^{bc}	4,0 ^b	4,3 ^{acd}	4,2 ^{bd}	4,9 ^a	3,9 ^b	3,6 ^b	0,86							
	-0,0048	0,0020	0,0049	-0,0021	-0,0005	-0,0028	0,0183	-0,0129	0,0015	0,78							
	4,5 ^{ab}	4,3 ^{ab}	4,5 ^a	4,2 ^{ab}	4,1 ^{ab}	4,0 ^b	4,6 ^a	4,1 ^{ab}	4,1 ^{ab}	0,78							
	-0,0013	-0,0003	-0,0018	-0,0031	-0,0037	0,0037	0,0032	-0,0029	-0,0062	2,07							
	13,2 ^{bc}	13,2 ^{bc}	13,7 ^{bc}	12,5 ^b	12,8 ^{bc}	12,4 ^b	14,5 ^a	12,4 ^b	12,2 ^b	2,07							
	0,0135	0,0250*	0,0194*	-0,0027	-0,0167	-0,0037	-0,0630*	-0,0000	0,0087	2,61							
	37,7	38,0	36,6	37,6	38,9	38,6	37,0	37,2	35,5	2,61							
	-0,0114	-0,0158	-0,0101	0,0075	-0,0438	0,0074	-0,0061	-0,0250	0,0499	2,59							
	11,3	9,3	12,2	9,7	11,7	10,8	12,1	11,7	10,0	2,59							
	0,0270	0,0354	0,0303	0,0123	0,0076	-0,0107	0,0609	0,0325	0,0006	2,59							

K_{hoch} ... Kalbinnen (Färsen) im hohen Futterniveau; O_{hoch} ... Ochsen im hohen Futterniveau; K_{niedrig} ... Kalbinnen im niedrigen Futterniveau; O_{niedrig} ... Ochsen im niedrigen Futterniveau; K_{extensiv} ... Kalbinnen im extensiv-intensiven Futterniveau; O_{extensiv} ... Ochsen im extensiv-intensiven Futterniveau; K_{Mastlos} ... Kalbinnen im hohen Futterniveau; O_{Mastlos} ... Ochsen im hohen Futterniveau; S_c ... LS-Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P > 0,05); Y_G = μ_G + b_G · (X - G · \bar{x}), \bar{x} = gruppenindividuelle lineare Regressionskomponente Lebendmasse, b_G = Regressionskoeffizient.

urteilung waren die Unterschiede zwischen den Gruppen K_{niedrig} und K_{Maissil} und der Gruppe O_{extensiv} signifikant. Die sensorischen Ergebnisse lagen bei den Kalbinnen tendenziell etwas höher als bei den Ochsen und Stieren.

Die Ergebnisse der Farbmessungen nach einer 60-minütigen Oxidation zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kategorien. Die Farbhelligkeit lag zwischen ${}_2L_{10}^* = 35,5$ bei der Gruppe S_{Maissil} und ${}_2L_{10}^* = 38,9$ bei der Gruppe K_{extensiv} , der Rotton zwischen ${}_2a_{10}^* = 09,3$ (O_{hoch}) und ${}_2a_{10}^* = 12,2$ (K_{niedrig}).

4 Diskussion

Wie die vorliegenden Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, weisen die durchschnittlichen Kerntemperaturen (Tabelle 1) im Rückenmuskel auf einen normalen Kühlverlauf der Schlachtkörper hin, welcher eine wesentliche Voraussetzung für die Bestimmung der Fleischqualität (SMULDERS et al., 1999) ist. Durch gezielte Schnellkühlung (TRÖGER, 1998) erreichte der Rückenmuskel 24 h p. m. Kerntemperaturen von $\leq 7^\circ\text{C}$, wodurch negative Einflüsse auf die Fleischqualität, wie die von HONIKEL (1998) beschriebenen Kälte- oder Rigorverkürzungen, die in Folge falscher Temperaturführung in den ersten 15 bis 20 h p. m. beim Rind auftreten können, ausgeschlossen werden konnten.

Als erste Analysenauswertung wird der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) vorgestellt. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht bildeten Kalbinnen (Färsen) und Ochsen im intensiven Futterniveau einen geringeren IMF (3,7 bzw. 3,0 %) aus als im extensiven (4,1 bzw. 3,2 %) oder niedrigen Niveau (4,9 bzw. 3,3 %). Die Stiere (S_{Maissil}) wiesen den geringsten IMF Gehalt auf und hatten mit 2,3 % einen signifikant niedrigeren Gesamt fettgehalt als die Ochsen (O_{Maissil}) und Kalbinnen (K_{Maissil}) mit 3,4 % bzw. 4,5 %. Diese Feststellungen bestätigen die Aussagen von KALM et al. (1991), die bei Stieren und Ochsen eine geringere IMF Ausbildung im intensiven Fütterungsniveau beobachteten. Die „kritische Grenze“ liegt nach TEMISAN und AUGUSTINI (1989) bei 2,5 % IMF und ist in der Jungstiermast schwieriger zu erreichen als bei Kalbinnen und Ochsen. Wenn der IMF diesen Wert unterschreitet ist die Schmackhaftigkeit beeinträchtigt (HÜHN und HARTUNG, 1998). Bei hoher Mastintensität werden Defizite im intramuskulären Fettgehalt durch Verbesserungen in anderen Muskeleigenschaften ausgeglichen. Wie auch beim intramuskulären Fettgehalt wurden in den Merkmalen Marmorierung und Fettflächenanteil die Stiere am niedrigsten bewertet, gefolgt von den Ochsen und Kalbinnen. Dies bestätigt auch die Aussagen von ENDER und AUGUSTINI (1998), die bei Jungstieren im Vergleich zu den übrigen Kategorien eine geringere Marmorierung und eine gröbere Struktur in Verbindung mit geringerer Zartheit, Saftigkeit und Aroma feststellten.

Die Rohprotein- und Rohaschegehalte zeigten nur geringfügige Unterschiede. Der Rohproteingehalt lag zwischen 21,4 % (O_{Maissil}) und 22,9 % (K_{Maissil}) und entspricht damit auch den Angaben von FREUDENREICH (1987), der bei Rindfleisch von einer relativen Konstanz in seiner chemischen Zusammensetzung spricht und Gehaltswerte zwischen 19,7 % und 25,5 % angibt.

Das Fettsäuremuster wurde im IMF festgestellt. Stiere kamen auf 40,7 % Ölsäure (C18:1), 27,5 % Palmitinsäure (C16:0) und 19,9 % Stearinsäure (C18:0). Die Grassilagegruppen hatten geringere Ölsäuregehalte als die Maissilagegruppen. Die Kalbinnen (K_{Maissil}) hatten signifikant höhere Werte als die Ochsen und Stiere. Bei Ochsen wurde ein Ölsäuregehalt (C18:1) von durchschnittlich 42,7 % gefunden. Diese Gehaltswerte stimmen mit den Angaben von BRANSCHIED (1998) und MALAU-ADULI et al. (2000) überein, die im IMF von Rindfleisch einen Ölsäuregehalt von 41,0 bis 42,4 % fanden. Laut AMA (1999) enthält Roastbeef 1,5 % Fett, 46 % SFA, 49 % MUFA und 5 % PUFA. Durch die vorliegende Untersuchung wird auch die Aussage von MATTHES und PASTUSHENKO (1999) bestätigt, die mit steigendem Gesamt fettgehalt eine Abnahme der mehr-

mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und eine Zunahme der gesättigten Fettsäuren (SFA) beobachteten. Der Gehalt an SFA war bei den Stieren (50,8 %) höher als bei den Kalbinnen (47,1 %) und Ochsen (48,7 %). Im Stearinsäuregehalt blieben sämtliche Gruppen unter dem von REICHARDT et al. (1997) angegebenen Wert von unter 20 %, um den von der CMA (1993) angegebenen Grenzwerten für talgigen Geschmack zu entsprechen.

Im Durchschnitt lagen die pH-Werte der Gruppen im für Frischfleisch normalen Bereich (TEMISAN und AUGUSTINI, 1989; CMA 1996; GERHARDY, 1994). Bemerkenswert ist jedoch, dass die End-pH-Werte nicht unabhängig von Geschlecht, Fütterungsintensität und Mastendgewicht waren. Es gab signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe O_{extensiv} (5,44) und den Gruppen O_{hoch} (5,60), O_{niedrig} (5,56) und S_{Maissil} (5,62). Den höchsten End-pH-Wert 96 h p. m. hatten unter Berücksichtigung des Mastendgewichtes die Stiere (pH = 5,65), welche nach HONIKEL und SCHWÄGELE (1998) auch am empfindlichsten auf Stresssituationen reagieren und um zwei Zehntel über den optimalen Werten einer schonenden stressarmen Schlachtung rangieren.

Für eine bessere Interpretation der Ergebnisse war die Bestimmung des Wasserbindungsvermögens des Rückenmuskels (*M. longissimus dorsi*) von Vorteil. Es kamen drei unterschiedliche Verfahren zur Anwendung. Die Tropfsaftverlustbestimmung, die Grillverlustbestimmung und die Kochverlustbestimmung. Damit wurde den verschiedenen Bindungsmöglichkeiten des Wassers im Fleisch (HONIKEL, 1986; IRIE et al., 1996) Rechnung getragen. Insgesamt betrachtet war das Wasserbindungsvermögen relativ hoch. In allen drei Merkmalen wurden sehr niedrige Werte eruiert. Der Quellzustand der myofibrillären Proteine war demnach höher, als bei einer normal verlaufenden Glykolyse zu erwarten ist (HONIKEL, 1998).

Der Tropfsaftverlust lag allgemein in einem niedrigen Niveau zwischen 2,7 % (S_{Maissil}) und 4,1 % (K_{extensiv}), der Durchschnitt aller Gruppen bei 3,4 %. Die Kalbinnen hatten im hohen und extensiv-intensiven Futterniveau einen höheren Tropfsaftverlust als die Ochsen, im niederen Futterniveau und bei Maissilagefütterung war es umgekehrt.

Die Grill- und Kochverluste waren in sämtlichen Gruppen mit durchschnittlich 13,6 % bzw. 25,3 % relativ gering. FRICKH und KONRAD (1999) ermittelten einen Grillverlust von 21,7 %. DUFÉY (1988) beschrieb bei Fleckviehochsen Grillverluste von 22,4 %. FLACHOWSKY et al. (1995) kamen bei Stieren der Kreuzung Fleckvieh \times Schwarzbunte auf einen sehr geringen Grillverlust von 14,8 %, beschrieben aber keine negativen Einflüsse auf die Fleischqualität. FRICKH und KONRAD (1999) kamen auf Kochverluste von 31,8 %.

Die Ursache des hohen Wasserbindevermögens in der vorliegenden Untersuchung ist trotz des tierschonenden Schlachtvorganges möglicherweise in der Ruhezeit vor der Schlachtung zu suchen. Die Tiere wurden 3 Tage vor der Schlachtung zum Schlachthof transportiert, wo sie zur Schlachtvorbereitung in einem Wartestall untergebracht wurden. Der Einfluss des Transportes, den TROEGER et al. (1998) umfassend beschrieben, und der daraus resultierende Erschöpfungszustand der Tiere, konnte offenbar nach drei Tagen nicht ausgeschaltet werden. Die verbrauchten Glykogenreserven wurden in dieser Zeit nicht wieder aufgefüllt, wodurch möglicherweise eine gewisse Neigung zu DFD (dark firm dry = dunkel, fest, trocken)-Fleisch vorhanden war. Bei den Kalbinnen und Ochsen war diese Neigung weniger stark ausgeprägt als bei den Stieren. Dies stimmt mit der Aussage von HONIKEL und SCHWÄGELE (1998) überein, die bei Kalbinnen nur nach langem Stress (Transport, Futtermangel) DFD-Fleisch beschrieben.

Im Merkmal Scherkraft sind die Ausprägungen im normalen Bereich, die Unterschiede zwischen den Kategorien Bullen, Ochsen und Färsen waren nicht signifikant.

Für die Beurteilung der Fleischfarbe standen die Merkmale nach dem CIELAB-System, gemessen 60 min nach dem frischen Anschnitt zur Verfügung. Nach den Kennzahlen für eine optimale Fleischqualität (CMA, 1996; FRICKH, 2001 a, b; REICHARDT et al., 1997) sollte, nach einer Lufteinwirkung von 60 min die Farbhelligkeit (L_{10}^* -Helligkeit) Werte zwischen 34 und 40, der a_{10}^* -Rotton ≥ 10 , und die C_{ab}^* -Buntheit ≥ 14 annehmen.

Im Durchschnitt aller Gruppen erreichten die Tiere eine L_{10}^* -Helligkeit von 37,7, einen a_{10}^* -Rotton von 10,9, einen b_{10}^* -Gelbton von 9,5, eine C_{ab}^* -Buntheit von 14,6. Auch der Rotton ($2a_{10}^*$ -Rotton) war in einzelnen Gruppen nicht exakt im gewünschten Bereich. Im Merkmal L_{10}^* -Helligkeit waren die Stiere mit $L_{10}^* = 34,7$ im unteren Bereich.

Auf Grund dieser Ergebnisse wurde die Schlachtvorbereitungszeit auf 14 Tage ausgeweitet, da eine Schlachtung unmittelbar nach Anlieferung der Tiere am Schlachthof, speziell bei Fleischqualitätsuntersuchungen zu Problemen führen kann. Spezifische Untersuchungen zu dieser Problematik konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

In den Merkmalen der Fettfarbe wurden signifikante Gruppenunterschiede festgestellt. Während sich die Gruppen in den anderen Merkmalen (Tabelle 4) nur zufällig unterschieden, waren die Unterschiede im Gelbton auffallend. Die Grassilagegruppen wiesen am frischen Fettanschnitt signifikant höhere Werte für die Merkmale b_{10}^* -Gelbton und C_{ab}^* -Buntheit aus als die Maissilagegruppen. Die Fettfarbe wurde durch das Fütterungssystem beeinflusst.

Die sensorischen Ergebnisse lagen bei den Kalbinnen tendenziell etwas höher als bei den Ochsen und Stieren. Diese Feststellung folgt der Argumentation von ENDER und AUGUSTINI (1998), die einen positiven Zusammenhang von Fettgehalt am Schlachtkörper, IMF und sensorischen Eigenschaften des Fleisches ableiten. Die höchste Bewertung in allen Merkmalen erreichte die Gruppe K_{Maissil} . Bei der Gesamtpunktebewertung erreichte diese Gruppe 14,6 Punkte und unterschied sich damit signifikant zu allen anderen Gruppen. Die niedrigste Gesamtpunktebewertung wird für die Stiere ausgewiesen. Vor allem die sensorisch ermittelte Zartheit wurde bei den Kalbinnen und Ochsen etwas günstiger bewertet als bei den Jungstieren.

Diese Aussage lässt sich auch bei der Betrachtung der Scherkraftwerte verifizieren, die für die Jungtiere vor allem unter Berücksichtigung der Mastendmasse die höchsten Werte auswies. Die Unterschiede zwischen den Produktionssystemen waren nicht signifikant. Tendenziell zeigten die Kalbinnen und Ochsen im hohen Futterniveau höhere Scherkraftwerte als im niedrigen und extensiv-intensivem. AUGUSTINI et al. (1990) und ENDER und AUGUSTINI (1998) stellten dazu fest, dass insbesondere die Energiedichte in der Ration (Fütterungsniveau), d. h. die Höhe der Energiezufuhr, den Eiweiß- und Fettansatz und die damit verbundene Fleischqualität beeinflusst.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurde an 81 Rindern der Rasse Fleckvieh der Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität geprüft. Drei verschiedene Tierkategorien (Kalbinnen, Ochsen, Stiere) wurden bei drei unterschiedlichen Fütterungsintensitäten (hoch, niedrig, extensiv) und zwei Grundfuttermitteln (Grassilage, Maissilage) verglichen. Die Fleischqualität wurde am Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) bestimmt.

Die Stiere wiesen mit 2,3 % einen geringeren intramuskulären Fettgehalt (IMF) auf als die Kalbinnen und Ochsen im hohen (3,5 bzw. 3,0 %), niedrigen (4,8 bzw. 3,4 %) und extensiven (4,0 bzw. 3,2 %) Niveau sowie im hohen Niveau mit Maissilage (4,5 bzw. 3,4 %).

Die Kalbinnen erreichten je nach Niveau Marmorierungen von 2,6, 3,1, 2,9 und 3,1 Punkten. Die Ochsen waren mit 2,4, 2,8, 2,9 und 2,4 Punkten geringer bewertet. Deutlicher waren die Unterschiede mit der videoanalytischen Methode, die höhere Fettflächenanteile für die Kalbinnen aufzeigt.

Insgesamt betrachtet war das Wasserbindungsvermögen relativ hoch, es wurden in allen drei Merkmalen (Tropfsaftverlust, Grillverlust, Kochverlust) Werte erreicht, die erwarten lassen, dass der Quellzustand der myofibrillären Proteine höher war, als bei einer

normal verlaufenden Glykolyse. Im Merkmal Scherkraft konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden.

Die Ergebnisse aus der Farbmessung lassen, übereinstimmend mit den Ergebnissen des Wasserbindungsvermögens, einen umweltbeeinflussten Glykolyseverlauf erkennen. Die Grassilagegruppen wiesen am frischen Fettanschnitt signifikant höhere Werte für die Merkmale b_{10}^* -Gelbton und C_{ab}^* -Buntheit aus als die Maissilagegruppen.

Die sensorischen Ergebnisse lagen bei den Kalbinnen tendenziell etwas höher als bei den Ochsen und Stieren. Für Ochsen und Kalbinnen ist eine Schlachtung bei niedrigen Lebendmassen anzustreben.

Literatur

- AMA (1999): Fit mit Fleisch und Co. Agrar Markt Austria, 16.
- AUGUSTINI, C., V. TEMISAN, E. KALM und M. GUHE (1990): Mastintensität und Fleischqualität beim Rind. Mitteilungsblatt der BAFF Kulmbach, **29**, 123–129.
- BRANSCHIED, W. (1998): Schlachtnebenprodukte und Schlachtabfälle, Verwertung von Fettgewebe. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band **1**, 409–432.
- CMA (1993): Cenrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH: Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Lammfleisch.
- CMA (1996): Cenrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH: Qualitäts- und Prüfbestimmungen für Rindfleisch.
- DUFHEY, P. A. (1988): Fleischqualität von Ochsen im Test – ein Vergleich von verschiedenen Rassen bei extensiver Weidemast. Landwirtschaft Schweiz **1**, 187–191.
- ENDER, K. und C. AUGUSTINI (1998): Schlachtierwert von Rind und Kalb – Einfluss produktionstechnischer Faktoren. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren, Deutscher Fachverlag, Band **1**, 191–192.
- FLACHOWSKY, G., L. SANDER-HERTZSCH, C. AUGUSTINI, G. H. RICHTER und P. MÖCKEL (1995): Fettsäuremuster und Kennzahlen der Fleischqualität bei Mastbullen der Kreuzungen Limousin × Schwarzbuntes Milchrind, Fleckvieh × Schwarzbuntes Milchrind und der Rasse Gelbvieh. Züchtungskunde **67**, 220–229.
- FREUDENREICH, P. (1987): Nährwert von Rindfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe **7**, 180–206.
- FRICKH, J. J. (1997 a): Qualitätsmerkmale beim Rindfleisch und Rassenvergleich nach Schlachtzeitpunkten. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- FRICKH, J. J., G. IBI und K. ELIXHAUSER (1999): Bestimmung der Rückenmuskelfläche und der Fettfläche anhand der Videoanalyse. Methodenverzeichnis, Betriebsstätte Königshof der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH, 1–5.
- FRICKH, J. J., und S. KONRAD (1999): Einfluss der Haltung und des Fütterungsregimes auf die Mast- und Schlachtleistung, auf das Verhalten sowie auf die Merkmale der Fleischqualität beim Rind. Abschlussbericht über das Forschungsprojekt Nr. 1096 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- FRICKH, J. J. (2001 a): Einfluss von Fütterung und Haltung auf die Qualität von Rindfleisch. In: Qualitätsprodukte – Basis für hochwertige Nahrungsmittel. Tagungsband der ALVA (Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich).
- FRICKH, J. J. (2001 b): Was ist Qualitätsrindfleisch? AGÖF – Mitteilungen **1**, 9–10.
- FRICKH, J. J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG (2002): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Schlachtleistung von Fleckvieh-Tieren. Züchtungskunde **74**, 362–375.
- GERHARDY, H. (1994): Untersuchung einer Marktorientierten Rindfleischerzeugung auf der Basis von Schwarzbunten Jungbullen und Fleckvieh-, Limousin- und Weißblaue Belgierkreuzungen. Züchtungskunde **66**, 281–296.

- HOFMANN, K. (1986): Der pH-Wert – Ein Qualitätskriterium für Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe **6**, 134–155.
- HONIKEL, K. O. (1986): Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe **6**, 67–88.
- HONIKEL, K. O. (1998): Physikalische Methoden zur Erfassung der Fleischqualität. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Deutscher Fachverlag, Band **2**, 696–722.
- HONIKEL, K. O. und F. SCHWÄGELE (1998): Biochemische Prozesse der Fleischbildung. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Deutscher Fachverlag, Band **2**, 593–615.
- HÜHN, R. und M. HARTUNG (1998): Ochsen bringen Spitzenqualität. *Fleischrinder Journal* **4**, 12–13.
- IRIE, M., A. IZUMO and S. MOHRI (1996): Rapid method for determining water – holding capacity in meat using video image analysis and simple formulae. *Meat Sci.* **42**, 95–102.
- KALM, E., R. PREISINGER, M. GUHE, G. SCHMIDT, C. AUGUSTINI und M. HENNING (1991): Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität von Bullen, Ochsen und Färsen bei differenten Mastverfahren. *Tierzucht* **45**, 534–535.
- MALAU-ADULI, A. E. O., M. A. EDRISS, B. D. SIEBERT, C. D. K. BOTTEMA and W. S. PITCHFORD (2000): Breed differences and genetic parameters for melting point, marbling score and fatty acid composition of lot-fed cattle. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* **83**, 95–105.
- MATTHES, H. D. und V. PASTUSHENKO (1999): Einfluss der landwirtschaftlichen Produktionsweise auf den Fettsäuregehalt des Fleisches. *Ernährungs-Umschau* **46**, 335–338.
- REICHARDT, W., H. WARZECHA, G. HANSCHMANN und J. BARGHOLZ (1997): Über einige analytische Fleischqualitätsmerkmale bei Mastbullen, -ochsen und -färsen verschiedener Rassen und ihrer Kreuzungsprodukte. *Züchtungskunde* **69**, 366–384.
- RISTIC, M. (1987): Genusswert von Rindfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe **7**, 207–234.
- SAS (2001): SAS Institute Software V8.2.
- SMULDERS, F. J. M., P. HOFBAUER, E. DRANSFIELD und R. TAYLOR (1999): Der muskobiologische Hintergrund der Zartheit des Fleisches. *Wiener Tierärztl. Mschr.* **86**, 99–108.
- STEINWIDDER, A., J. FRICKH, K. LUGER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HUBER und L. GRUBER (2002): Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskunde* **74**, 104–120.
- TEMISAN, V. und C. AUGUSTINI (1989): Qualitätsrindfleisch – Definition, Standardisierung, Wege zur Erzeugung, 1. Definition, Wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. *Fleischwirtschaft* **69**, 31–37.
- TROEGER, K., G. V. LENGERKEN und W. BRANSCHIED (1998): Schlachtiertransport. In: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Deutscher Fachverlag, Band **1**, 339–356.

Eingegangen am 29. 10. 2002.

Effect of ration, sex and slaughter weight on meat quality of Simmental cattle

by J. J. FRICKH, A. STEINWIDDER and R. BAUMUNG

The effect of ration, sex and slaughter weight on meat quality was analysed by examining 81 Simmental cattle. According to the experimental design various animal categories (heifers, steers and bulls) were compared at different feeding intensities (high, low, extensive) using grass or corn silage as forage.

The meat of the bulls contained less intramuscular fat (2.3%) than that of the heifers and steers in the high feeding level (3.5 and 3.0% respectively), in the low one (4.8 and 3.4% respectively) and in the extensive one (4.0 and 3.2% respectively) as well as in the high level with corn silage (4.5 and 3.4% respectively).

Heifers reached a marbling score of 2.6, 3.1, 2.9 and 3.1 points dependent on feeding level. Steers were rated lower with 2.4, 2.8, 2.9 and 2.4 points.

The video analytical method showed clearer differences in marbling fat between steers and heifers. Heifers had higher values than steers.

Altogether water holding capacity was relatively high. In all three traits (drip loss, grilling loss, cooking loss) values were reached which let expect that the source status of the myofibril proteins was higher than in the normally proceeding glycolysis. In the trait shear force no significant differences between the groups could be detected. The results of colour measurement show, in correspondence with the results of water holding capacity, an environmentally influenced glycolysis. In contrast to the corn silage groups the grass silage groups showed significantly higher values in the traits b_{10}^* -jellowness and C_{ab}^* -metric-chroma on the fresh cut.

In the sensoric evaluation there was a tendency to slightly higher values for heifers than for steers and bulls. Steers and heifers should be slaughtered at low live weights.