

Nutztiere

Chemisch-physikalische Fleischqualität von sechs Rinderrassen

Pierre-Alain Dufey und Alain Chambaz, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-1725 Posieux
Auskünfte: Pierre-Alain Dufey, E-mail: pierre-alain.dufey@alp.admin.ch, Fax +41 26 407 73 00, Tel. +41 26 407 71 11

Zusammenfassung

In einem Rassenvergleichsversuch wurde die Fleischqualität von 138 Ochsen der sechs Fleischrassen Angus (AN), Simmental (SI), Charolais (CH), Limousin (LI), Blonde d'Aquitaine (BL) und Piemonteser (PI) untersucht. Die Ochsen wurden in der ersten Serie (*Serie FG3*) bei gleichem Ausmastgrad (Fettgewebeklasse 3, CH-TAX) und in der zweiten Serie (*Serie IMF*) bei Erreichen eines intramuskulären Fettgehaltes (ImF) von 3 bis 4 % im langen Rückenmuskel (*longissimus dorsi*) geschlachtet. Die Schätzung des ImF erfolgte anhand von Ultraschallmessungen. Der durchschnittliche ImF betrug in der ersten 1,7 % beziehungsweise 3,2 % in der zweiten Serie.

Der pH-Wert sinkt bei schwereren und fetteren Tieren (*Serie IMF*) bedeutend rascher. Mit einem etwa 20 % höheren Hämeisen-Gehalt ist das Fleisch auch dunkler. Qualitätsmängel (PSE- und DCB-Fleisch) wurden bei keinem Tier festgestellt. Das Fleisch von AN und CH Ochsen wies eine etwas zu blasse Fleischfarbe mit den tiefsten Hämeisengehalten auf. Der Proteingehalt ist höher bei spätreifen Rassen (LI; BA; PI). Sehr geringe Tropfsaftverluste wurden bei AN Ochsen gemessen. Hingegen traten beim Fleisch dieser Rasse die höchsten Kochverluste auf.

Die Fleischqualität verschiedener Rinderrassen war bereits Gegenstand mehrerer Vergleichsstudien. Allerdings wurden diese Studien entweder mit Kreuzungstieren unter Produktions- und Fütterungsbedingungen durchgeführt, die von denjenigen in der Schweiz sehr verschieden waren oder indem Rassen mit ähnlichen Schlachtkriterien – Alter, Mastdauer, Lebendgewicht oder Ausmastgrad – verglichen wurden. Es wurden aber auch Rassenvergleiche bei gleichem intramuskulärem Fettgehalt oder ähnlicher Marmorierung angestellt, jedoch erst nach statistischer Anpassung der Mittelwerte.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, Fleischrassen mit sehr verschiedener Frühreife unter gleiche Versuchsbedingungen zu stellen und sie bei zwei verschiedenen Reifegraden, beim gleichem Ausmastgrad und bei ähnlichem intramuskulärem Fettgehalt zu vergleichen, um den Einfluss der jeweili-

gen Schlachtkriterien auf die chemisch-physikalische Fleischqualität zu bestimmen.

Die Mastleistungen der Rassen sowie die Resultate zur Qualität der Schlachtkörper und zu den Produktionskosten wurden bereits publiziert (Dufey *et al.* 2002; Dufey und Chambaz 2002; Hermenjat *et al.* 2003 a und b).

Rassen und Versuchsbedingungen

Insgesamt wurden 138 Rinder von sechs reinen Rassen - Angus (AN; 75% AN-Blut), Simmental (SI), Charolais (CH; Doppellender ausgeschlossen), Limousin (LI), Blonde d'Aquitaine (BL) und Piemonteser (PI) – in zwei Serien mit zwölf respektive elf Tieren pro Rasse in Laufställen gemästet. Die Schlachtung erfolgte für die Tiere der ersten Serie (*Serie FG3*) bei einem Ausmastgrad, der einer gleichmässigen Fettdeckung und der Fettgewebeklasse 3 gemäss

CH-TAX entspricht. Die Tiere der zweiten Serie (*Serie IMF*) wurden bei einem intramuskulären Fettgehalt (ImF) von 3 bis 4 % im M. *longissimus dorsi*, dem Roastbeef, geschlachtet. Die Versuchsbedingungen sind in einem früheren Artikel dargestellt (Dufey *et al.* 2002).

Analysen

Die Methoden können beim Autor angefordert werden.

Die Messungen und Analysen der Fleischqualität wurden an einem Rückenmuskel, dem *Longissimus thoracis* (LT) und an einem Stotzenmuskel, dem *Biceps femoris* (BF), durchgeführt.

Statistische Analyse

Für jede Variable wurden eine Varianzanalyse und ein Mehrfachvergleich der Mittelwerte (Newman-Keuls-Test, $\alpha=0,05$) durchgeführt. Die Varianzanalyse berücksichtigt den Einfluss der Rasse, des Schlachtkriteriums (Serien) und der Interaktion Rassen/Serien. Beim Eintreten einer Interaktion ($p<0,05$) werden die Resultate der Rassen für jede Serie präsentiert.

Obwohl die BL und PI den gewünschten ImF von 3 bis 4 % nach fünfzehnmonatiger Mästung nicht erreichten - sie erreichten 2,4 respektive 2,3 % - wurden sie wegen der Bedeutung dieser Resultate trotzdem in der Auswertung der *Serie IMF* berücksichtigt. Der Vergleich dieser zwei Rassen mit den anderen Rassen erfolgte unter diesem Vorbehalt.

Entwicklung des pH-Wertes und der Temperatur

Der pH-Wert der Muskeln ist beim lebenden Tier beinahe neutral (7,0-7,2). Bei seinem Tod wird das Glykogen anaerob abgebaut. Der Abbau ist somit nicht vollständig und produziert Milchsäure, deren Ansammlung in den Muskeln zur Versäuerung des Milieus und zur Senkung des pH-Wertes führt.

Serienvergleich: In der *Serie IMF* war die Temperatur des LT und des BF 1 beziehungsweise 3 Stunden *post mortem* um rund 1 respektive 3°C höher als in der *Serie FG3* (Tab. 1). Eine Konsequenz davon ist, dass die Senkung des pH-Wertes nach 3 Stunden bei schwereren und fetteren Tieren (*Serie IMF*) bedeutend rascher erfolgt ($p < 0,001$), obwohl sie 1 Stunde *post mortem* einen leicht höheren pH-Wert aufweisen. Nach 1 bis 3 Stunden betragen diese Differenzen beim LT und BF rund -0,2 resp. -0,3 pH-Einheiten.

Der endgültige pH-Wert wird demzufolge bei den schwereren Tieren der *Serie IMF* rascher erreicht.

Rassenvergleich: Eine Stunde nach der Schlachtung ist der pH-Wert des LT bei allen Rassen in etwa gleich. Der pH-Wert des BF ist hingegen bei der BA bereits leicht tiefer als bei der CH (Tab. 1).

Nach 1 bis 3 Stunden sinkt der pH-Wert des LT am schnellsten bei den BA und am langsamsten bei den AN. Beim BF werden keine Differenzen gemessen. Die beiden Interaktionen im Zusammenhang mit der Entwicklung der Temperatur des BF zeigen, dass die beobachteten Änderungen zwischen den beiden Reifestadien (*FG3* und *IMF*) bei den SI viel grösser sind als bei den anderen Rassen. Beim Stadium *FG3* weisen die SI die grössten und schnellsten Wärmeverluste auf. Als Rasse mit starker

Tab. 1. Resultate der pH-Werte und der Temperaturen in den Muskeln LT und BF ¹

	Rassen						Serien ²		Auswirkung		
	AN	SI	CH	LI	BA	PI	FG3	IMF	Ras- sen	Se- rien	Inter- aktion
Muskel LT											
pH _{1 Stunde}	6,60	6,59	6,61	6,59	6,56	6,53	6,55	6,61	n.s	***	n.s
Temperatur _{1 Stunde}	38,4 ^{ab}	37,3 ^c	37,9 ^b	38,5 ^{ab}	39,1 ^a	38,3 ^{ab}	37,7	38,8	***	***	n.s
pH _{3 Stunden}	6,24 ^a	6,13 ^c	6,21 ^{ab}	6,12 ^{bc}	6,02 ^d	6,10 ^c	6,20	6,07	***	***	n.s
Temperatur _{3 Stunden}	31,0 ^{bc}	30,4 ^c	32,0 ^b	32,9 ^a	33,7 ^a	31,4 ^b	30,6	33,3	***	***	n.s
pH _{48 Stunden}	5,55 ^{ab}	5,56 ^{ab}	5,54 ^b	5,57 ^{ab}	5,59 ^a	5,58 ^a	5,57	5,56	**	n.s	n.s
pH _{1-3 Stunden}	0,35 ^c	0,45 ^{bc}	0,40 ^{bc}	0,46 ^b	0,54 ^a	0,43 ^{bc}	0,34	0,53	***	***	n.s
Temperatur _{1-3 Stunden}	7,4 ^a	6,9 ^a	5,9 ^b	5,6 ^b	5,3 ^b	6,9 ^a	7,1	5,5	***	***	n.s
Muskel BF											
pH _{1 Stunde}	6,60 ^{ab}	6,59 ^{ab}	6,63 ^a	6,61 ^{ab}	6,53 ^b	6,60 ^{ab}	6,54	6,64	*	***	n.s
Temperatur _{1 Stunde}	38,8 ^a	37,5 ^b	37,8 ^b	38,1 ^{ab}	38,7 ^a	37,8 ^b	37,6	38,6	***	***	n.s
pH _{3 Stunden}	6,01 ^b	6,09 ^{ab}	6,12 ^a	5,99 ^b	5,99 ^b	6,02 ^b	6,13	5,95	**	***	n.s
Temperatur _{3 Stunden}	FG3 32,9 ^a	30,4 ^c	31,2 ^{bc}	32,2 ^{ab}	32,1 ^{ab}	31,7 ^{ac}	31,7		***	***	*
	IMF 34,4 ^c	34,2 ^c	34,2 ^{bc}	36,0 ^a	35,7 ^{ab}	33,7 ^c	34,7		***	***	*
pH _{48 Stunden}	5,51 ^c	5,53 ^{bc}	5,53 ^{bc}	5,55 ^{ab}	5,55 ^{ab}	5,57 ^a	5,56	5,52	**	***	n.s
pH _{1-3 Stunden}	0,59	0,49	0,50	0,61	0,54	0,57	0,41	0,69	n.s	***	n.s
Temperatur _{1-3 Stunden}	FG3 5,5 ^{ab}	7,0 ^a	5,7 ^{ab}	5,5 ^{ab}	6,1 ^{ab}	5,5 ^b	5,9		*	***	**
	IMF 4,7 ^a	3,3 ^{ab}	4,5 ^a	2,6 ^b	3,5 ^{ab}	4,7 ^a	3,9		*		

¹ LT: *Longissimus thoracis* ; BF: *Biceps femoris*

² FG3: Schlachtung der Tiere bei der Note 3 für den Ausmastgrad (CH-TAX); IMF: Schlachtung der Tiere bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3 bis 4%

Die Werte auf derselben Linie mit unterschiedlichen Indexen sind signifikant verschieden (Newman-Keuls-Test, $\alpha = 5 \%$).

Muskelentwicklung zeichnen sich die PI durch einen rascheren Temperaturverlust im LT zwischen 1 und 3 Stunden *post mortem* aus. Diese Entwicklung ist bei den AN und SI ähnlich.

Ein zu rasches Absinken des pH-Wertes kurz nach der Schlachtung sowie eine ungenügende Senkung mit einem endgültigen pH-Wert von über 5,9 bewirken zwei Qualitätsmängel: PSE-Fleisch (blasses, weiches und wässriges Fleisch) und DCB-Fleisch (dunkles, festes und trockenes Fleisch). Diese Mängel wurden in unserer Studie bei keinem Tier festgestellt.

Gewichtsverlust des Fleisches

Der Gewichtsverlust ist mit dem Wasserhaltevermögen des Fleisches verbunden. Dies ist eines der wichtigsten Qualitätskriterien. Es wird auf verschiedene Arten und zu verschiedenen Zeit-

punkten gemessen und indem das Fleisch gewissen mechanischen (Vakuumieren) oder thermischen Belastungen (Tiefkühlen/Kochen) ausgesetzt wird oder nicht. Die Tropfsaftverluste entsprechen dem Gewichtsverlust des Fleisches im Verlauf von zwei Tagen ohne mechanische Belastung und widerspiegeln die potenziellen Verluste in der Verpackung. In unserer Studie wurden die Tropfsaftverluste gemessen und das Fleisch wurde mechanischen (Vakuumieren) und thermischen Belastungen (Tiefkühlen/Kochen) ausgesetzt.

Serienvergleich: Beim LT wirken sich die Gewichts- und Altersdifferenzen bei der Schlachtung der Tiere der *Serie IMF* systematisch durch grössere Gewichtsverluste von 0,5 Punkten für die Tropfsaftverluste bis zu 1,9 Punkten für die Kochverluste aus (Tab. 2). Solche Differenzen wurden beim BF nicht gemessen.

Tab. 2. Wasserhaltevermögen der Muskeln LT und BF¹

		Rassen						Serien ²		Auswirkung		
		AN	SI	CH	LI	BA	PI	FG3	IMF	Ras- sen	Se- rien	Inter- aktion
Muskel LT												
Tropfsaft- verluste _{4 Tage p.m.}	(%) FG3	1,4 ^b	1,6 ^b	3,3 ^a	3,4 ^a	4,0 ^a	3,6 ^a	2,9		***		
	IMF	1,8 ^c	3,2 ^b	3,7 ^{ab}	4,3 ^a	4,3 ^a	2,9 ^b		3,4	***		
Reife- verluste _{14 Tage p.m.}	(%) FG3	2,5 ^c	2,7 ^{bc}	2,7 ^{bc}	2,8 ^{bc}	3,5 ^a	3,3 ^{ab}	2,9		**	***	***
	IMF	3,4 ^{ab}	3,8 ^a	3,4 ^{ab}	3,0 ^{bc}	3,6 ^{ab}	2,7 ^c		3,3	**		
Auftauverluste (%)		8,3 ^a	7,5 ^{ab}	7,2 ^{bc}	6,7 ^{bd}	6,1 ^d	6,4 ^{cd}	6,7	7,4	***	**	n.s
Kochverluste (%)		15,4 ^a	13,6 ^b	13,4 ^b	12,1 ^{bc}	11,4 ^c	11,8 ^{bc}	12,0	13,9	***	***	n.s
Muskel BF												
Tropfsaft- verluste _{4 Tage p.m.}	(%) FG3	1,3 ^d	1,5 ^d	2,6 ^c	2,9 ^{bc}	3,4 ^{ab}	3,8 ^a	2,6		***		
	IMF	1,8 ^c	1,9 ^c	2,7 ^b	2,9 ^b	3,4 ^a	2,7 ^b		2,6	***		
Reife verluste _{14 Tage p.m.}	(%) FG3	2,5 ^a	2,5 ^a	2,9 ^a	2,8 ^a	3,1 ^a	3,1 ^a	2,8		*	n.s	**
	IMF	3,2 ^a	2,7 ^{ab}	2,6 ^{ab}	3,0 ^{ab}	2,9 ^{ab}	2,5 ^b		2,8	*		
Auftauverluste (%)	FG3	7,4 ^a	7,6 ^a	7,8 ^a	6,7 ^a	5,1 ^b	5,4 ^b	6,7		***	***	**
	IMF	7,7 ^a	5,8 ^{ab}	6,5 ^{ab}	5,3 ^{bc}	5,3 ^{bc}	5,1 ^c		6,0	***		
Kochverluste (%)		13,1 ^a	12,4 ^a	13,4 ^a	11,9 ^{ab}	10,5 ^b	10,7 ^b	12,0	12,0	***	n.s	n.s

¹ LT: *Longissimus thoracis*; BF: *Biceps femoris*

² FG3: Schlachtung der Tiere bei der Note 3 für den Ausmastgrad (CH-TAX); IMF: Schlachtung der Tiere bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3 bis 4%

Die Werte derselben Linie mit unterschiedlichen Indexen sind signifikant verschieden (Newman-Keuls-Test, $\alpha = 5\%$).

Die Interaktionen bei den Tropfsaftverlusten sind vor allem auf die PI zurückzuführen. Je nach Schlachtkriterium hat sich diese Rasse tatsächlich unterschiedlich verhalten.

Rassenvergleich: Die SI und insbesondere die AN weisen die schwächsten Tropfsaftverluste auf, was auf ein besseres Wasserhaltevermögen schließen lässt (Tab. 2). Die höchsten Verluste wurden bei den BA und PI gemessen, wenn sie im Stadium FG3 geschlachtet werden (Interaktion). Im Schnitt überschritt keine der getesteten Rassen den Grenzwert von 4,5 %. Einzeln betrachtet wiesen jedoch 38 respektive 24, 17 und 14 % der Tiere der Rassen BA, LI, CH und PI Verluste von über 4,5 % auf. Hingegen hat kein einziges Tier der Rassen AN und SI diesen Grenzwert überschritten.

Nach dem Vakuumieren und einer von thermischen Belastungen (Tiefkühlen/Kochen) gefolgt 14-tägiger Reifezeit sieht aller-

dings die Sache anders aus. Die AN weisen die grössten und die BA und PI die kleinsten Verluste auf. Die Differenzen liegen je nach Variable und Muskel zwischen 20 und 45 %.

Fleischfarbe

Die Farbe kann mit Hilfe eines Chromameters sehr präzise gemessen werden. Das verwendete CIELAB-System, ein internationaler Standard (Internationale Energiekommission), wurde so entwickelt, dass die gemessenen Werte möglichst mit der visuellen Wahrnehmung des Menschen übereinstimmen. Die gemessenen Werte sind für das Fleisch die Helligkeit L* (0-100; schwarz-weiss), die Intensität der Rotfärbung a* (0-60) und die Intensität der Gelbfärbung b* (0-60).

Üblicherweise gehen die Standards für das Rindfleisch von einer Helligkeit (L*) von 34 bis 40 aus.

Serienvergleich: Die durchschnittliche Altersdifferenz von vier Monaten zwischen den bei-

den Serien FG3 und IMF führt zu Veränderungen für praktisch alle analysierten Variablen (Tab. 3). Das Fleisch der Tiere der Serie IMF ist bedeutend dunkler. Die Rot- und Gelbkomponenten zeigen eine Intensitätserhöhung (Sättigung). Gesamthaft lassen sich die Helligkeits- und Sättigungsdifferenzen zwischen FG3 und IMF durch die Gleichung $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$ ausdrücken. Nach 14-tägiger Reifezeit ergeben sich damit für LT und BF ΔE -Werte von 1,1 und 1,9. Diese Differenzen sind für das menschliche Auge wahrnehmbar.

Mit zunehmender Reifezeit tendiert das Fleisch, heller zu werden, obwohl die Sättigung der Rot- und Gelbkomponenten leicht zunimmt. Diese Veränderungen sind auf das Zusammenwirken der Veränderungen der Muskelstruktur, des chemischen Zustandes des Hauptpigments des Fleisches, des Myoglobins und der Tropfsaftverluste (interstitielle Flüssigkeit) zurückzuführen. Dies wird als Farbstabilität bezeichnet, ein weiteres Qualitätskriterium. Sie wurde in unserer Studie anhand der Differenz zwischen den Werten zwei und 14 Tage post mortem bei Vakuumkonservierung gemessen. Die Daten in der Tabelle 3 zeigen, dass die Farbentwicklung bei beiden Altersstufen der Serien FG3 und IMF gleich ist, ausser was die Gelbkomponente des LT betrifft.

Rassenvergleich: Die Rassen unterscheiden sich bezüglich der Fleischfarbe von einander. Aus der Tabelle 3 geht hervor, dass das Roastbeef der Piemonteser die dunkelste Färbung und die schwächste Sättigung der Intensität der Rot- und Gelbkomponenten besitzt. Wie bereits vorher erwähnt sollte ein Rindfleisch zum Zeitpunkt des Verkaufs einen L*-Wert zwischen 34 und 40 aufweisen. Betrachtet man die Werte nach 14-tägiger Reifung, sieht man, dass die AN

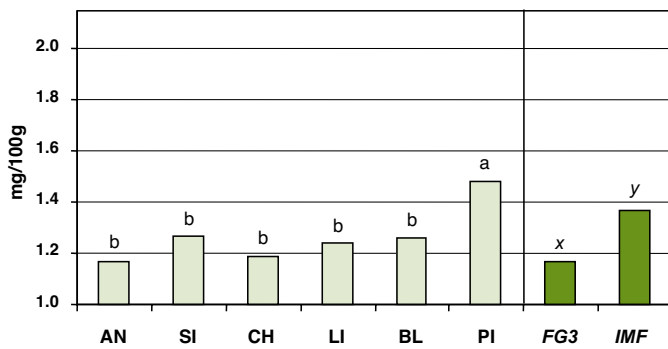


Abb. 1. Hämeisengehalt im Muskel *Longissimus thoracis* bei jeder Rasse und bei zwei verschiedenen Schlachtungsstadien.

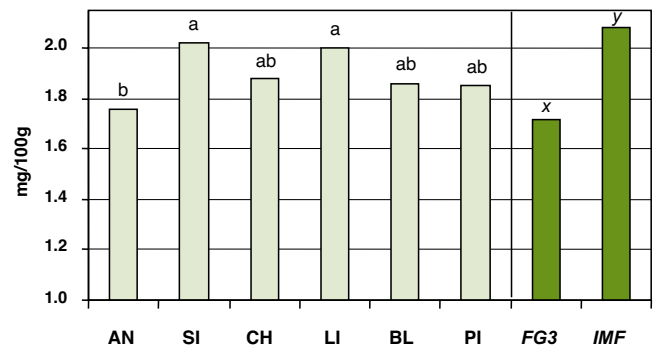


Abb. 2. Hämeisengehalt im Muskel *Biceps femoris* bei jeder Rasse und bei zwei verschiedenen Schlachtungsstadien.

und CH im Schnitt diese kritischen Werte erreichen. Einzelnen betrachtet war das Roastbeef von mehr als 39 beziehungsweise 48 % der Tiere der Rassen AN und CH zu hell. Dieses Problem taucht bei einem Muskel wie dem BF, Typ oxidativ, nicht auf.

Die Farbveränderungen während der Reifung sind in der Tabelle 3 ersichtlich. Bei den AN sind sie bezüglich der Helligkeit und der Intensität der Gelbkomponente am stärksten, insbesondere in der *Serie IMF*. Bei dieser Rasse nehmen die gesamten Farbdifferenzen (ΔE^*) nur für den BF erheblich zu.

Hämeisen

Der menschliche Organismus nimmt Eisen am besten in Hämform auf. Fleisch ist das einzige Nahrungsmittel, welches Häm-eisen liefert.

Serienvergleich: Wie in den Abbildungen 1 und 2 ersichtlich ist, hat das Hämeisen im LT und im BF in den 4 Monaten zwischen den beiden *Serien FG3* und *IMF* erheblich zugenommen, und zwar um 17 respektive 21 %. Der LT enthält rund 50 % weniger Hämeisen als der BF. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass der LT vorab weisse Fasern und demzufolge einen eher glykolytischen Stoffwechsel aufweist.

Rassenvergleich: Der LT der PI enthält erheblich mehr Hämeisen als derjenige aller anderen

Rassen (Abb. 1). Die Unterschiede zwischen den Rassen erklären sich nicht nur mit dem Alter, da einerseits die BA das gleiche Alter wie die PI haben und andererseits diese Beobachtung im BF nicht bestätigt wird (Abb. 2). Obwohl die Fütterung gleich ist, variiert die Eisenaufnahme je nach Rasse und, bei den einzel-

nen Rassen, je nach Muskeltyp. Der BF der SI und der LI weisen erheblich höhere Gehalte auf als derjenige der AN.

Gehalte des Fleisches

Serienvergleich: Die Gehalte verändern sich mit dem Alter der Tiere (Tab. 4). Zwischen 14,4 und 18,4 Monaten (*Serie*

Tab. 3. Farbe und Farbstabilität der Muskeln LT und BF ¹

		Rassen						Serien ²		Auswirkung			
		AN	SI	CH	LI	BA	PI	FG3	IMF	Ras-	Se-	Inter-	
Muskel LT													
Helligkeit _{14 Tage}	L*	39,8 ^a	38,0 ^{bc}	40,0 ^a	38,6 ^b	38,2 ^{bc}	37,0 ^c	39,1	38,1	***	**	n.s	
Rotfärbung _{14 Tage}	a*	14,2 ^{ab}	14,4 ^a	14,2 ^{ab}	14,2 ^a	13,4 ^{bc}	13,3 ^c	13,7	14,2	**	*	n.s	
Gelbfärbung _{14 Tage}	b*	FG3	3,5	3,9	4,0	3,6	4,3	3,5	3,8		n.s	***	
		IMF	4,5 ^a	4,3 ^{ab}	4,5 ^a	4,2 ^{ab}	3,6 ^b	2,9 ^c		4,0	***	n.s	***
Helligkeit _{2-14 Tage}	ΔL^*	2,8 ^a	1,7 ^c	2,6 ^{ab}	2,0 ^{bc}	2,2 ^{ac}	2,4 ^{ac}	2,2	2,3	**	n.s	n.s	
Rotfärbung _{2-14 Tage}	Δa^*	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	0,6	n.s	*	n.s	
Gelbfärbung _{2-14 Tage}	Δb^*	FG3	-0,1 ^b	0,6 ^{ab}	0,8 ^{ab}	0,3 ^{ab}	1,3 ^a	0,8 ^{ab}	0,6		*	***	***
		IMF	1,1 ^a	-0,4 ^b	-0,2 ^b	-0,3 ^b	0,0 ^b	-0,6 ^b		-0,1	**		
Farbab- weichung _{2-14 Tage}	ΔE^*	3,3	2,6	3,0	2,5	2,8	2,9	2,9	2,8	n.s	n.s	n.s	
Muskel BF													
Helligkeit 14 Tage	L*	38,6 ^a	36,9 ^b	38,0 ^{ab}	37,2 ^b	37,7 ^{ab}	37,2 ^b	38,2	37,0	**	***	n.s	
Rotfärbung 14 Tage	a*	16,6 ^{ab}	17,1 ^a	16,6 ^{ab}	16,4 ^b	16,4 ^b	15,6 ^c	15,9	17,0	***	***	n.s	
Gelbfärbung 14 Tage	b*	FG3	4,5 ^a	4,9 ^a	4,5 ^a	4,1 ^a	5,4 ^a	4,2 ^a	4,6		*	***	*
		IMF	6,1 ^a	5,8 ^a	5,8 ^a	5,5 ^a	5,0 ^a	4,8 ^a		5,5	*		
Helligkeit _{2-14 Tage}	ΔL^*	2,7	1,6	2,2	1,9	1,8	1,7	2,1	1,8	n.s	n.s	n.s	
Rotfärbung _{2-14 Tage}	Δa^*	0,1 ^{ab}	-0,1 ^b	0,1 ^{ab}	0,4 ^{ab}	1,5 ^a	0,7 ^{ab}	0,5		*	n.s	**	
Gelbfärbung _{2-14 Tage}	Δb^*	FG3	-0,0 ^b	-0,5 ^b	0,4 ^{ab}	0,4 ^{ab}	1,9 ^a	1,0 ^{ab}	0,5		***	*	***
		IMF	2,1 ^a	-0,1 ^b	0,2 ^b	-0,6 ^b	-0,8 ^b	-0,5 ^b		0,1	***		
Farbab- weichung _{2-14 Tage}	ΔE^*	2,4	2,3	3,3	3,0	3,4	2,7	2,9		n.s	n.s	***	
		IMF	4,2 ^a	2,6 ^b	2,3 ^b	1,9 ^b	2,3 ^b	2,6 ^b	2,7	**			

¹ LT: *Longissimus thoracis*; BF: *Biceps femoris* ² FG3: Schlachtung der Tiere bei der Note 3 für den Ausmastgrad (CH-TAX); IMF: Schlachtung der Tiere bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3 bis 4%

Die Werte derselben Linie mit unterschiedlichen Indexen sind signifikant verschieden (Newman-Keuls-Test, $\alpha = 5\%$).

Tab. 4. Gehalte der frischen Muskeln LT und BF ¹

			Rassen					Serien ²		Auswirkung		
			AN	SI	CH	LI	BA	PI	FG3	IMF	Ras- sen	Se- rien
Muskel LT												
Wasser	(%)	FG3	74,9 ^{ab}	75,0 ^{ab}	75,3 ^a	75,2 ^a	75,2 ^a	74,5 ^b	75,0	*	***	**
		IMF	74,3 ^a	73,6 ^{ab}	73,7 ^{ab}	72,9 ^b	73,9 ^{ab}	74,1 ^a	73,8	*		
Mineralstoffe	(%)	FG3	1,04 ^b	1,03 ^b	1,07 ^{ab}	1,07 ^a	1,07 ^{ab}	1,09 ^a	1,1	***	n.s	***
		IMF	0,99 ^d	1,03 ^{cd}	1,06 ^{bc}	1,07 ^{bc}	1,10 ^b	1,18 ^a	1,1	***		
Intramuskuläres Fett	(%)	FG3	2,6 ^a	2,3 ^{ab}	1,8 ^{ac}	1,3 ^{bc}	1,1 ^c	1,3 ^c	1,7	***	***	*
		IMF	3,7 ^a	3,4 ^a	3,7 ^a	3,9 ^a	2,4 ^b	2,3 ^b	3,2	***		
Proteine	(%)		21,2 ^d	21,8 ^c	21,6 ^c	22,4 ^b	22,7 ^{ab}	22,8 ^a	22,1	22,0	***	n.s n.s
Muskel BF												
Wasser	(%)	FG3	75,7 ^{ab}	75,9 ^{ab}	76,4 ^a	76,5 ^a	75,8 ^{ab}	75,3 ^b	76,0	**	***	*
		IMF	74,8	75,0	75,3	74,7	75,0	75,2	75,0	n.s		
Mineralstoffe	(%)	FG3	1,00 ^c	1,03 ^{bc}	1,05 ^{ab}	1,08 ^{ab}	1,15 ^a	1,15 ^a	1,1	***	n.s	***
		IMF	0,98 ^c	1,11 ^{ab}	1,04 ^{bc}	1,19 ^a	1,06 ^{ab}	1,09 ^{ab}	1,1	***		
Intramuskuläres Fett	(%)		3,5 ^a	3,2 ^a	2,7 ^b	2,0 ^c	1,7 ^{cd}	1,3 ^d	1,8	3,0	***	*** n.s
			19,6 ^d	19,9 ^d	19,8 ^d	20,7 ^c	21,3 ^b	21,9 ^a	20,7	20,4	***	*** n.s

¹ LT: *Longissimus thoracis*; BF: *Biceps femoris*

² FG3: Schlachtung der Tiere bei der Note 3 für den Ausmastgrad (CH-TAX); IMF: Schlachtung der Tiere bei einem intramuskulären Fettgehalt von 3 bis 4%

Die Werte derselben Linie mit unterschiedlichen Indexen sind signifikant verschieden (Newman-Keuls-Test, $\alpha=5\%$).

FG3 und IMF) hat der intramuskuläre Fettgehalt im LT und im BF um 88 respektive 67 % zugenommen. Diese sehr starke Zunahme wird hauptsächlich durch eine Abnahme des Wassergehaltes ausgeglichen.

Rassenvergleich: Es können grosse Unterschiede beobachtet werden. Bei gleichem Ausmastgrad (FG3) liegt - ausser bei den CH - der intramuskuläre Fettgehalt der spätreifen Rassen, die eine grosse Fleischigkeit aufweisen, um rund 1 Punkt tiefer. In der Serie IMF sind die Unterschiede darauf zurückzuführen, dass die Rassen BA und PI den nach 14-monatiger Mästung erwarteten Gehalt von 3 bis 4 % nicht erreichen. Die vorliegende Interaktion ist auf die LI zurückzuführen, die eine grosse Abweichung von mehr als 2,5 Punkten zwischen diesen beiden Reifestadien aufweisen. Da die Eiweissgehalte nicht oder nur sehr schwach variieren, ergeben sich die beobachteten Differenzen hauptsächlich aus den genetischen

Unterschieden. Der Proteinegehalt der spätreifen Rassen (LI, BA, PI) ist höher als derjenige der frühreifen, insbesondere im BF, wo die Differenz zwischen den Rassen AN und PI, die am stärksten abweichen, 2 Punkte beträgt.

Die Gehalte an Mineralstoffen sind in den Muskeln der spätreifen Rassen gesamthaft leicht höher als in denjenigen der frühreifen Rassen (Tab. 4).

Konsequenzen für die Fleischqualität pH-Wert

Die Entwicklung der Temperatur im Muskel nach der Schlachtung hängt von zwei Faktoren ab: nämlich einerseits von der Muskelmasse und andererseits von der Fettabdeckung. Die Entwicklung des pH-Wertes wird hingegen von drei Faktoren bestimmt: Senkung der Temperatur, Vorherrschen eines Fasertypus und glykolytisches Potenzial (energetischer Status). Bei gleichen Bedingungen sinkt die

Temperatur in den Schlachtkörpern mit einer grösseren Muskelmasse und einer dickeren Fettabdeckung weniger rasch. Direkte Konsequenz davon ist ein rascheres Absinken des pH-Wertes, wobei dieser Vorgang in den Muskeln, in welchen weisse Fasern vorherrschen, umso rascher vor sich geht (Energienstoffwechsel anaerober Art).

Diese Vorgänge können bei beiden Serien FG3 und IMF beobachtet werden. Wir erinnern daran, dass die Serien zwei verschiedenen Reifestadien entsprechen: Die Tiere der Serie IMF werden im Durchschnitt bei einem Schlachtgewicht von über 88 kg und mit einer um 4,2 mm dickeren Fettabdeckung zwischen der 12. und der 13. Rippe oberhalb des LT geschlachtet (Dufey und Chambaz 2002).

Bei den PI entspricht die Entwicklung der Temperatur nicht derjenigen der anderen Rassen mit starker Muskelentwicklung, was sicher darauf zurückzuführen ist, dass die PI im Vergleich mit den anderen Fleischrassen ein relativ wenig entwickeltes Nierenstück aufweisen (Dufey und Chambaz 2002) und die Muskelisolation wegen der feineren Fettabdeckung weniger gross ist.

Fleischfarbe

Die Farbe ist eine sehr wichtige Eigenschaft des Fleisches. Sie trägt wesentlich zur optischen Qualität des Fleisches bei. Nebst dem Preis ist sie eines der wichtigsten Kaufkriterien, auch wenn sie in keiner Weise mit der Genussqualität zusammenhängt (Carpenter *et al.* 2001). Zurzeit wird die Farbe des Rindfleisches in den Schlachthöfen nicht taxiert. Es gilt hervorzuheben, dass die Farbe bei der stark standardisierten Produktion der letzten Jahrzehnte an Wichtigkeit verloren hat und dass die früheren Zuchtpraktiken bei den Konsumentin-

nen und Konsumenten Massstäbe in Sachen Fleischfarbe gesetzt haben. Die Änderung der Zuchtpraktiken sowie das Erscheinen von neuen Rinderrassen in der Schweiz könnten auf mangelnde Akzeptanz bei den Konsumenten stossen. Die Protagonisten der Fleischbranche reagieren meist ziemlich rasch auf ihren Markt. Allerdings hat bis heute noch keine Studie Grenzwerte für die ideale Fleischfarbe für einen gegebenen Markt im CIELAB-System (L*a*b*-System) festgesetzt. Die Grenzwerte, die für die Interpretation der Resultate verwendet werden, stammen vom deutschen Markt und sind zurzeit die einzigen, die in der Literatur erwähnt werden (Ender 1995). Somit treffen sie für den zwar kleinen aber sehr vielfältigen Schweizer Markt nur bedingt zu.

Das Fleisch gewisser Tiere, insbesondere der Rassen AN und CH, ähnelt bezüglich seiner Helligkeit dem Kalbfleisch. Mehrere Studien - unter anderem diejenige von Renerre (1982) - haben gezeigt, dass sich die Fleischfar-

be mit dem Alter der Tiere bis zu ungefähr 24 Monaten ziemlich stark mit der Zunahme des Hämeisens entwickelt, aber gleichzeitig die Stabilität dazu neigt, während der Konservierung abzunehmen. Die Tiere unserer Studie gehören zu dieser Altersstufe. Die viermonatigen Altersdifferenzen zwischen den Serien bestätigen diese Beobachtung, ausser was die Stabilität betrifft. Die Resultate zeigen aber, dass die Hämeisengehalte stark von der Rasse und dem Muskeltypus in einem bestimmten Alter abhängig sind. Wie erwartet ist Hämeisen der wichtigste Erklärungsfaktor für die unterschiedliche Helligkeit des Fleisches der verschiedenen Rassen. Nach 14-tägiger Reifezeit beträgt die Korrelation zwischen diesen zwei Variablen für den LT und den BF $-0,81$ respektive $-0,68$.

Literatur

- Carpenter C.E., Cornforth D. P., Whittier D., 2001. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science* **57**, 359-363.
- Dufey P.-A., Chambaz A., 2002. Schlachtkörperqualität von sechs Fleischrinderrassen. *Agrarforschung* **9** (8), 334-339.
- Dufey P.-A., Chambaz A., Morel I., Chassot A., 2002. Mastleistung von Ochsen sechs verschiedener Fleischrassen. *Agrarforschung* **9** (6), 1-8.
- Ender B., 1995. Vergleichende Untersuchungen zum Schlachtwert und zur Fleischbeschaffenheit bei robusten und fleischbetonten Rindern im Hinblick auf deren Marktfähigkeit. Diplomarbeit. Universität Göttingen.
- Hermenjat C., Chassot A., Dufey P.-A., 2003a. Fleischrassen: Wirtschaftlichkeit der Ochsenmast. *Agrarforschung* **10** (8), 318-323.
- Hermenjat C., Chassot A., Dufey P.-A., 2003b. Fleischrassen: Wirtschaftlichkeit der Ochsenmast. *Agrarforschung* **10** (8), 324-327.
- Renerre M., 1982. La couleur de la viande et sa mesure. *Bulletin Technique CRZV Theix INRA* **47**, 47-54.

RÉSUMÉ

Qualité physico-chimique de la viande de six races à viande

La qualité de la viande de 138 bœufs de six races à viande, Angus (AN), Simmental (SI), Charolais (CH), Limousin (LI), Blonde d'Aquitaine (BL) et Piémontais (PI), a été comparée. Les animaux ont été abattus au même état d'engraissement (couverture régulière; classe de tissus gras 3, CH-TAX) pour un groupe (*série TG3*) et avec 3 à 4 % de graisse intramusculaire (GIM) dans le muscle *longissimus dorsi*, estimés par ultrasonographie, pour l'autre groupe (*série GIM*). Les teneurs moyennes en GIM ont été respectivement de 1,7 et 3,2% pour le premier et le deuxième groupe. Chez les animaux plus lourds et plus gras de la *série GIM*, la chute du pH est plus rapide. La viande est également plus foncée et contient environ 20 % de plus de fer héminique. Aucun défaut de qualité (PSE, DCB) n'a été constaté. Les AN et CH ont eu une viande un peu pâle avec le moins de fer héminique. La teneur en protéines est la plus élevée chez les races tardives (LI, BA, PI). Les AN ont présenté des pertes d'exsudat très faibles, par contre les pertes de cuisson les plus élevées.

SUMMARY

Physico-chemical meat quality of steers of six beef breeds

Meat quality was investigated in 138 steers of the six meat breeds Angus (AN), Simmental (SI), Charolais (CH), Limousin (LI), Blonde d'Aquitaine (BL) and Piedmontese (PI). In one group (*Series FG3*), steers were slaughtered at the same finishing degree defined by the fat grading class 3 (CH-TAX), and in the other group (*Series IMF*), upon attaining a target intramuscular fat (IMF) content of 3 – 4 % in the *longissimus dorsi* muscle which was estimated ultrasonically.

In the first group, an average IMF content of 1.7 % was measured, whereas the second group reached an IMF level of 3.2 %. In heavier and fatter animals of *Series IMF* the pH-fall was quicker. Their meat is also darker and contains about 20 % more heme iron. No quality faults (PSE, DCB) were observed. Meat of AN and CH steers was relatively pale in line with the lowest heme iron contents. In late maturity breeds (LI; BA; PI) the protein content is higher. Very low drip losses were determined in meat of AN steers. But the same breed presented the highest cooking losses.

Key words: meat quality, fattening steers, beef breeds, intramuscular fat, water holding capacity, heme iron, colour.