



Zusammenfassung der Leistungsfähigkeit männlicher Fleischrindgenotypen in der Fleischerzeugung

Themenblatt-Nr.: 43.09.520 / 2005

Langtitel: Zusammenfassung der Leistungsfähigkeit männlicher
Fleischrindgenotypen in der Fleischerzeugung

Kurztitel: Fleischrindgenotypen

Projekt: Fleischerzeugung und Landschaftspflege

Themenummer: 43.09.520

Themenleiter: Dr. H. Warzecha

Abteilung: Tierproduktion

Abteilungsleiter: OLR Dr. R. Waßmuth

Laufzeit: 01/2003 - 03/2004

Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt

Namen der Bearbeiter: OLR Dr. Ralf Waßmuth
Dr. H. Warzecha
Dr. W. Reichardt

Jena, im April 2005

Prof. Dr. Gerhard Breitschuh
Präsident

OLR Dr. Ralf Waßmuth
Projektleiter

Besuchen Sie uns auch im Internet:
www.tll.de/ainfo

Impressum

1. Auflage 2005

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Telefon: 0 36 41 / 6 83 - 0 Telefax: 0 36 41 / 6 83 - 3 90
e-Mail: pressestelle@jena.tll.de

Autoren: **Dr. Ralf Waßmuth (Abt. Tierproduktion)**
Dr. H. Warzecha (Abt. Tierproduktion)
Dr. W. Reichardt (Abt. Tierproduktion)

April 2005

- Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Quellenangabe gestattet. -

Gliederung

1	Aufzuchtungsleistung in der Mutterkuhhaltung (Warzecha, Waßmuth)	5
1.1	Standortbedingungen	5
1.2	Zuwachsleistung der Saugkälber	6
1.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	8
1.4	Veröffentlichungen	9
2	Wachstumsleistung in der Mast (Warzecha, Waßmuth)	9
2.1	Futteraufnahme in der intensiven Jungbullenmast mit Maissilage	9
2.2	Mastleistung und Schlachtkörperwert in der intensiven Jungbullenmast mit Maissilage oder Kraftfutter als Hauptfutterkomponenten	10
2.3	Kraftfuttermast	14
2.3.1	Versuch in Referenzbetrieben	14
2.3.2	Einzelfütterungsversuch (LÖHNERT u. a., 2004)	15
2.3.3	Ergebnisse eines Praxisbetriebes	15
2.4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	18
2.5	Veröffentlichungen	18
3	Fleischqualität im <i>Musculus longissimus dorsi</i> (M.l.d.) (Reichardt)	20
3.1	Einleitung	20
3.2	Material und Methoden	20
3.3	Proteinbestandteile von Rindermuskeln	23
3.4	Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) im M.l.d.	25
3.5	Die Fettsäurezusammensetzung des M.l.d.-IMF	30
3.6	Die Fleischfarbe im Rinder-M.l.d.	37
3.7	Fazit	42
3.8	Literatur	42
	Anhang	47

Einleitung

Aufgrund der Neustrukturierung der Landwirtschaftsbetriebe nach der Wende kam es zu einem erheblichen Aufbau des Mutterkuhbestandes in Thüringen von 2 470 bzw. 7 015 Kühen in den Jahren 1989 bzw. 1990 auf 38 629 in 2001. Während der letzten zwei Jahre sank der Mutterkuhbestand auf 36 328 in 2003 (Tierzuchtbericht, 1992 und 2004), da neben anderen Ursachen vermutlich die Futtergrundlage durch Extensivierungsmaßnahmen fehlte. Der Bestandsaufbau war mit dem Zukauf von ca. 18 verschiedenen Fleischrinderrassen sowie der Verdrängungskreuzung mit Fleischrinderbullen und den nicht zur Milchproduktion benötigten SMR-Kühen oder -färsen verbunden.

Dieser Prozess wurde mit TLL-Forschungsthemen begleitet, um die Leistungsfähigkeit und somit die Eignung der verschiedenen Rassen und Kreuzungen sowohl in der Mutterkuhhaltung als auch in der Schlachtrinderproduktion unter Thüringer Bedingungen zu ermitteln. Dabei standen TLL-Referenzbetriebe zur Bearbeitung der problemorientierten Themen als Versuchsstandort zur Verfügung. Neben den bereits verfassten Forschungsberichten, Leitlinien und Veröffentlichungen soll dieser Bericht eine abschließende Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse zur Mutterkuhhaltung, Bullenmast und Rindfleischqualität darstellen.

1 Aufzuchtserleistung in der Mutterkuhhaltung (Warzecha, Waßmuth)

Die Mutterkuhhaltung ist gegenüber der intensiven Milchproduktion mit seinen geringeren Ansprüchen an das Futter gut geeignet, Aufwüchse auf extensiv bewirtschafteten Grünlandflächen zu verwerten. Durch die Anpassung des Tierbesatzes und einer dem Standort entsprechenden Rassenwahl können Flächen mit unterschiedlichen Erträgen landwirtschaftlich genutzt werden. Somit leistet dieses Produktionssystem einen großen Beitrag zur Landschaftspflege.

Im Rahmen dieses Teilprojektes sollten die Graserträge sowie die Wachstumsleistungen der Saugkälber an ausgesuchten Standorten bestimmt werden. Das Ziel bestand in der Analyse der Vorzüglichkeit bestimmter Fleischrindgenotypen.

1.1 Standortbedingungen

Zur Mutterkuhhaltung erfolgten die Untersuchungen auf repräsentativen Grünlandstandorten Thüringens. Eine Gliederung erfolgte nach den Boden- und Klimabedingungen in Übergangs- und Mittelgebirgslagen gemäß Tabelle 1.1.

Zur Ermittlung der Ertragsleistung des nach KULAP bewirtschafteten extensiven Grünlandes wurden sechs Jahre lang auf einer Fläche von 19 ha Mähweide im Thüringer Wald 400 m ü. NN die Zuwachsleistungen von Gras durch acht bis zehn abgesteckte Parzellen während der Vegetationsperiode erfasst (Tab. 1.2).

Tabelle 1.1: Lage und Standort der untersuchten Referenzbetriebe

Lage	Standort
Mittelgebirgslagen	Hohe Rhön, 800 m ü. NN Thüringer Wald, 800 m ü. NN Thüringer Schiefergebirge, 800 m ü. NN
Übergangslagen	Saale-Ilm Platte, oberer Muschelkalk, 350 m ü. NN Vorgebirgslagen des Thüringer Waldes Eichsfeld, 400 m ü. NN Thüringer Wald, 400 m ü. NN Südliches Vorland Thüringer Wald und Werraue, 310 - 490 m ü. NN

Tabelle 1.2: Graserträge von 1993 bis 1998 am Standort Thüringer Wald* in Clausberg

Jahr	Einheit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Ertrag	dt/ha	424,0	359,8	310,4	333,4	315,0	317,0	348,5
TM	%	19,6	19,6	20,8	16,8	-	19,5	19,3
Energie	MJ NEL/kg TM	6,01	6,29	6,20	6,51	6,28	6,39	6,28

* 400 m ü. NN TM = Trockenmasse; MJ = Megajoule, NEL = Nettoenergie Laktation

Durch den begrenzten Stickstoffeinsatz von 60 kg/ha trat ein Ertragsrückgang ab 1993 bis 1998 von 424 dt/ha Originalsubstanz auf 317 dt/ha um 25 % ein. Allerdings war der stärkste Rückgang in den ersten drei bis vier Jahren nach der Extensivierung zu beobachten (Tab. 1.1). Danach kam es zu einer Stabilisierung der Erträge. Der Trockenmassegehalt lag im Durchschnitt über die Jahre bei 19,3 % und schwankte zwischen den Jahren in Abhängigkeit von der Witterung nur leicht. Abgesehen vom ersten Untersuchungsjahr war keine gerichtete Entwicklung des Energiegehaltes zu beobachten. Er lag bei durchschnittlich 6,28 MJ NEL/kg Trockenmasse über alle Jahre.

In der Weidewirtschaft ist der differenzierte Futteranfall in der Vegetationsperiode zu berücksichtigen. So liegt das Hauptfutteraufkommen im ersten Weideaufwuchs mit ca. 60 % des Gesamtertrages am höchsten. Im zweiten Weideaufwuchs fallen nur ca. 22 % und im dritten Weideaufwuchs nur ca. 18 % des Grünmasseertrages an (Anhangstab. A1). Als Bewirtschaftungsvariante hat sich die „Mäh-Stand-Weide“ mit einem Mähanteil im Aufwuchs von ca. 40 % durchgesetzt, da die Futterverluste durch den Tritt der Tiere und Verschmutzung am geringsten sind. Ab Ende Juli/Anfang August kann der auf den Mähflächen vorhandene frische Aufwuchs in die Beweidung einbezogen werden.

Die Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass vermutlich der Ertragsrückgang in den ersten drei bis vier Jahren nach einer Extensivierung durch die Umstellung auf das Mäh-Standweide-System mit effektiverer Nutzung des Aufwuchses teilweise zu kompensieren ist. Darüber hinaus sind die Tierbestände an die geringeren Erträge unter extensiven Beweidungsbedingungen anzupassen. Hieraus kann zumindest partiell der in den letzten Jahren beobachtete Bestandsabbau erklärt werden.

1.2 Zuwachsleistung der Saugkälber

Neben den verschiedenen Standorten konnten unterschiedliche Haltungssysteme (Winterstallhaltung oder ganzjährige Freilandhaltung) mit verschiedenen genetischen Herkünften in die Untersuchung einbezogen werden. Allen Systemen gemein war eine Kalbperiode im späten Winter oder Frühjahr. Die Gewichtserfassung der Saugkälber fand bei Weideauftrieb und bei Weideabtrieb, anlässlich dessen die Kälber abgesetzt wurden, statt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1.3 zusammengefasst.

Tabelle 1.3: Tägliche Zunahmen der männlichen Saugkälber während der Säugeperiode an extensiven Grünlandstandorten in Thüringen¹

Standort	Winterhaltung	Rasse ²	Tägliche Zunahme (g)			
			Rasse	Haltung	Lage	Gesamt
Mittelgebirge	Freiland	LIM	938	938	1.107	
	Stall	FLF	1.322	1.150		
		LIM×FLF	1.226			
		GAL×SMR	983			
		DA×GAL	1.067			
Übergangslage	Freiland	GEV	1.306	1.048	1.074	
		GAL	944			
		HEF	958			
		LIM×HEF	982			
	Stall	DA×SMR	1.040	1.126		
		FLF×SMR	1.211			
Übergangslage, Ökologischer Landbau	Freiland	SAL	1.179	1.260	1.260	1.147
	Stall	FLF	1.341			

¹ mindestens 2 bis 5 Untersuchungsjahre

² GAL = Galloway, SMR = Schwarzbuntes Milchrind, DA = Deutsch-Angus, FLF = Fleckvieh, LIM = Limousin, GEV = Gelbvieh, HEF = Hereford, SAL = Salers

Während der Säugeperiode nahmen die männlichen Kälber 1 147 g pro Tag zu (Tab. 1.3). Dieser Wert offenbart, dass auch bei extensiver Bewirtschaftung der Weide Fleischrinder in der Lage sind, hohe Wachstumsleistungen zu zeigen. Dabei waren die Leistungen in Mittelgebirgslagen (1 107 g) sogar tendenziell besser als in Übergangslagen (1 074 g). Allerdings muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass im Mittelgebirge andere Rassen als in den Übergangslagen eingesetzt wurden. Eine Erklärung für die fehlenden Leistungsunterschiede trotz vermuteter Ertragsdifferenzen könnte das Herdenmanagement liefern. So wird der Tierbesatz pro Fläche am Ertrag orientiert, so dass an ertragschwachen Standorten mit geringerem Tierbesatz die gleiche Leistung wie am ertragsstärkeren Standort möglich ist.

Sowohl am Mittelgebirgsstandort mit 938 g als auch in den Übergangslagen mit 1 048 g schneidet die ganzjährige Freilandhaltung schlechter ab als die Winterstallvariante mit 1 150 g bzw. 1 126 g. Die Ursachen sind in den höheren energetischen Anforderungen bei der Thermoregulation im Winter und den Übergangszeiten zu sehen. Da Rinder in der ganzjährigen Freilandhaltung einen höheren Energiebedarf zur Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur benötigen, steht für die Milchleistung und damit die Säuge- und Wachstumsleistung der Kälber weniger zur Verfügung. In der ganzjährigen Freilandhaltung kommt windgeschützten, eingestreuten Bereichen eine besondere Bedeutung zu wie ROFFEIS (2004) bezüglich der Tiergesundheit und WASSMUTH (2000) bezüglich des Wachstums heraus fanden. WARZECHA (2004, pers. Mit.) bestätigte aufgrund früherer Thüringer Untersuchungen diese Erkenntnisse. Mit geschützten Bereichen waren die täglichen Zunahmen höher und die Erkrankungsraten niedriger.

Zwischen den Rassen variierte die Wachstumsleistung erwartungsgemäß in Abhängigkeit von der rassetypischen Veranlagung, die auf die Rahmengröße zurückzuführen ist. So erreichten die kleinrahmigen robusten Rassen wie Galloway und Hereford sowie deren Kreuzungen geringere Zunahmen als die mittelrahmigen Limousins und deren Kreuzungen. Die großrahmigen Fleckvieh- und Gelbvieh-Bullen erzielten die höchsten täglichen Zunahmen. Zum einen ist es die genetische Veranlagung der Kälber und zum anderen die Milchleistung der Mutter, die zu den Rasseunterschieden führen. Allerdings war der Rasseeffekt nicht vom Betriebseinfluss zu trennen, so dass die Interpretation der Ergebnisse nicht vollends gelingt.

Auch in der vorliegenden Studie ist zu beobachten, dass die Rassewahl nicht an der Ertragsfähigkeit des Standortes bemessen wird. Dies forderte LANGHOLZ bereits 1994, um Leistungsreserven der Rassen auszuschöpfen. Aber schon LANGHOLZ und BALLIET (1997) fand keine Beziehung zwischen der Rassewahl und dem Standort. In Thüringen sind die kleinrahmigen und robusten Galloways oder Herefords nicht nur im Mittelgebirge anzutreffen, sondern auch in den ertragreicheren Übergangslagen. Fleischfleckvieh weidet nicht nur in Übergangslagen, sondern auch im Mittelgebirge. In der Praxis werden die Nachteile der großrahmigen Rasse im Mittelgebirge und der kleinrahmigen Rasse in Übergangslagen durch das Herdenmanagement und dabei speziell durch den Tierbesatz pro Hektar kompensiert. Die Leistungen zeigen auch, dass selbst die großen Fleischrinderrassen und -kreuzungen bei standortangepasstem Management mit den Thüringer Standorten zu recht kamen. Damit werden gesund aufgezogene und leistungsfähige Kälber erzeugt.

Der ökologisch geführte Betrieb an einem Übergangstandort erzielt sowohl mit den robusten Salers als auch mit Fleischfleckvieh gute Wachstumsleistungen, die mit 1 260 g pro Tag über dem Gesamtmittel liegen. Die umfangreichen Nutzungsbeschränkungen des ökologischen Landbaus beeinträchtigen die Leistung in der Mutterkuhhaltung nicht. Dies dürfte ein wesentlicher Grund für den hohen Anteil ökologisch geführter Mutterkühe in Thüringen mit ca. 14 % sein.

In der Anhangstabelle A2 sind auch die Wachstumsleistungen der weiblichen Kälber, die die gleichen Interpretationen zulassen wie die der männlichen Kälber, dokumentiert.

1.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- a) Eine Extensivierung (reduzierte Stickstoffdüngung) zu Beginn der 90er Jahre zog Ertragseinbußen des Aufwuchses um ca. 25 % in den ersten drei bis vier Jahren nach sich. Danach stabilisierten sich die Erträge. Von Beginn blieben die TM- und Energiegehalte des Grases konstant.
- b) Trotz des weitgehenden Verzichts auf eine Stickstoffdüngung erzielten die Saugkälber mit 1 147 g pro Tag eine ansprechende Zuwachsleistung unabhängig vom Standort. Der Grund hierfür dürfte die Anpassung der Besatzdichte an die Aufwuchsleistung des Standortes sein. Allerdings blieben die Zuwachsleistungen in der Freilandhaltung unter denen der Winterstallhaltung zurück, da möglicherweise witterungsgeschützte Bereiche fehlten. Die großrahmigen Rassen hatten an allen Standorten die höchsten täglichen Zunahmen.
- c) Der Betrieb des ökologischen Landbaues konnte mit ähnlichen Leistungen wie die konventionell geführten Betrieben aufwarten.

In Anpassung an sinkende Erträge durch Extensivierung ist eine Verringerung der gehaltenen Tiere pro Hektar nötig. Die erzielte Wachstumsleistung der Saugkälber nimmt mit größer werdendem Rahmen der Rasse zu.

1.4 Veröffentlichungen

Im Text zitiert:

1. LANGHOLZ, H.-J. (1994): „Bedeutung und Strategien der Tierproduktion“. In: Tierzuchtungslehre. Hrsg.: H. Kräußlich. 4. Auflage, Ulmer, 1994. S. 18-36.
2. LANGHOLZ, H.-J. und BALLIET, U. (1997): „Husbandry and breed effects on suckler cow performance under extensive grassland farming conditions in West Germany“. Proc. EU-Workshop “Effect of extensification on animal performance and product quality”, Melle, Belgien, 14.-16.5.1997. S. 289-298.
3. ROFFEIS, M. (2004): „Mutterkuhhaltung - ein Produktionszweig mit Zukunft“. Brandenburger Fleischrindertag in Götz/Brandenburg am 26.10.2004.
4. WASSMUTH, R. (2000): „Säugeperiode bis zum Winter ausdehnen“. Fleischrinder Journal 1/2000, S. 12-13.

Auf Basis der Themenbearbeitung publiziert:

5. WARZECHA, H. (1997): „Energieresichtes Grundfutter und gesunde Tiere für die Mast“. Bauernzeitung 34/1997, S. 39 - 40.
6. WARZECHA, H. und TREYSE, H. (1997a): „Auf die Mast gut vorbereiten“. Bauernzeitung 31/1997, S. 44.
7. WARZECHA, H. und TREYSE, H. (1997b): „Neues Produkt: Fresser aus der Mutterkuhhaltung“. AGRAR Journal Thüringen 8/1997, S.18 - 19.
8. WARZECHA, H. und SCHWARZE, J. (1997): „Anforderungen an die Vermarktung von Mutterkuhkälbern“. Agrar-Journal 7/1997, S. 45.
9. WARZECHA, H. und BERGER, W. (1998): „Freilandhaltung von Mutterkühen“. TLL-Broschüre 1998.

2 Wachstumsleistung in der Mast (Warzecha, Waßmuth)

Da die intensive Jungbullenmast das Standardverfahren zur Erzeugung von Rindfleisch ist, wurden typische Fleischrindgenotypen in Thüringer Praxisbetrieben und in der stationären Leistungsprüfung in Dornburg gemästet und wissenschaftlich analysiert. Nach einer Umstellungsperiode gelangten die Absetzer aus Thüringer Mutterkuhbetrieben in die Mast. Es galt, die Eignung verschiedener Genotypen für große Rindermastanlagen unter praktischen Haltings- und Fütterungsbedingungen zu analysieren. Neben der Futteraufnahme sowie der Mastleistung kam der Schlachtkörperwert als Vergleichsmaßstab zum Einsatz. Das Ziel war es, Empfehlungen für die Mutterkuhhaltung zur Erzeugung leistungsfähiger und marktgerechter Absetzer für die Rindermast abzuleiten. Somit war es auch möglich Empfehlungen für den gezielten Vätertereinsatz zur Erzeugung von Kreuzungen zu geben.

2.1 Futteraufnahme in der intensiven Jungbullenmast mit Maissilage

In einer zweijährigen Versuchsreihe fanden in der Leistungsprüfstation Dornburg des Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgutes Buttstedt bei fünf Genotypen (FLF, SAL, CHA, LIMxFL, WBBxDA) Erhebungen zur Futteraufnahme statt. Die Haltung der Tiere erfolgte nach Rassegruppen getrennt auf Vollspaltenböden. Die Futtermast bestand aus ad libitum verabreichter Maissilage und nach Gewicht gegebenem Kraftfutter (Rapsschrot: 0,8 kg; Kraftfutter Bullkraft: 2,0 bis 2,2 kg im 1. Jahr, 1,2 kg im 2. Jahr; Gerstenschrot: 1,0 kg im 1. Jahr, 0,5 kg im 2. Jahr). Regelmäßige Kontrollwiegungen waren die Basis zur Feststellung des Wachstumsverlaufes. Die Erfassung der Futteraufnahme geschah manuell.

Unter den intensiven Mastbedingungen erzielten die Jungbullen im Durchschnitt mehr als 1 300 g täglicher Zunahmen bei einer Bandbreite von 1 280 bis 1 445 g. Dabei nahmen die weißblauen Belgier am meisten zu. Die weitere Reihenfolge war: CHA > FLF > LIMxFL > SAL. Kreuzungen mit weißblauen Belgiern wiesen die geringste und Fleischleckviehbullen des ersten

Versuchsjahres die höchste Futterraufnahme auf. Allerdings handelt es sich hierbei um Tendenzen, die nicht statistisch abgesichert wurden. Eine ähnliche Rangierung der Genotypen zeigte die Trockenmasseaufnahme je 100 kg Lebendgewicht. Sie schwankte zwischen 2,0 bis 2,2 kg/d (Tab. 2.1). Der durchschnittliche Energieaufwand mit 75,8 MJ ME/kg Tageszunahme für Fleischrindbullen entspricht sehr günstigen Werten in der Mastperiode, wobei die Kreuzung WBBxDA mit 69,3 MJ ME/kg um 8,57 % darunter lagen.

Im ersten Versuchsjahr überzeugten die FLF-Bullen mit der höchsten Futterraufnahme von 10,2 kg pro Tag und der besten Futtermittelnutzung mit 76 MJ ME pro kg Zuwachs. Im zweiten Jahr waren sie den Charolais Bullen ebenbürtig. Eine deutlich bessere Futtermittelnutzung wiesen die Kreuzungen mit weißblauen Belgiern im zweiten Jahr auf. Allerdings erreichten diese Bullen eine geringere Futterraufnahme und sind somit anfälliger gegenüber Schwankungen der Futterqualität.

Tabelle 2.1: Futterraufnahme verschiedener Genotypen

Futterraufnahme (FUA)/ Futtermittelnutzung (FVW)		1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
		FLF	SAL	LIMxFLF	FLF	CHA	WBBxDA
TM kg/d	FUA	10,2	9,2	9,8	9,1	9,3	8,4
TM kg/100 kg LG	FVW	2,2	2,0	2,2	2,1	2,1	2,0
ME MJ/d	FUA	117	105	113	98	101	92
ME MJ Grundfutter %	FUA	63	63	61	70	71	68
ME MJ Kraftfutter %	FUA	38	37	39	30	29	32
ME MJ/kg TZ	FVW	76	80	76	77	77	69

FLF = Fleckvieh, SAL = Salers, LIM = Limousin, FL = Fleckvieh-Zweinutzungsrasse, CHA = Charolais, WBB = weißblaue Belgier, DA = Deutsch-Angus

TM = Trockenmasse, LG = Lebendgewicht, ME = metabolische Energie, MJ = Megajoule, TZ = tägliche Zunahme

Die Ergebnisse berechtigen zu dem Schluss, dass Fleischfleckviehbullen im Vergleich zu robusten Salers, fleischbetonten Charolais und verschiedenen Kreuzungen eine gute Mastleistung aufweisen. Sie erreichten bei dieser Versuchsanstellung eine hohe Futterraufnahme und eine effiziente Futtermittelnutzung.

2.2 Mastleistung und Schlachtkörperwert in der intensiven Jungbullenmast mit Maissilage oder Kraftfutter als Hauptfutterkomponenten

Die Untersuchungen erfolgten überwiegend in der Rindermastanlage Rehestädt der Agro-Land Agrar e.G. Thörey-Rehestädt. Sie liegt in der Nähe von Erfurt und Arnstadt und bewirtschaftete 2 887 ha Nutzfläche, davon 2 862 ha Ackerland. Geographisch erstreckt sich die Fläche auf Randlagen des Thüringer Beckens und des Thüringer Waldes. Die mittlere Bodenpunktzahl beträgt 36. Die Tierproduktion besteht ausschließlich aus Masttieren.

Die Anlage gliedert sich in vier Stalleinheiten mit Gruppenbuchten auf Vollspaltenböden. Jede Gruppe sind maximal acht Bullen aufgestellt. Jede Bucht ist mit einer Schalenrinne ausgerüstet.

Im Bereich Bullenmast standen durchschnittlich 1 300 Tiere; überwiegende genetische Herkunft war dabei Fleischfleckvieh. Die Tiere wurden als Fresser mit einem durchschnittlichen Alter von ca. fünf bis sechs Monaten bei einem Gewicht von wenigstens 200 kg zugekauft. Die wenigsten Zukaufstiere erreichten die angestrebten Zunahmen vor der Einstellung in Rehestädt mit 1 000 g/Tier und Tag. Darüber hinaus wurden für die Untersuchung Absetzer verschiedener Rassen und Kreuzungen aus der Mutterkuhhaltung zugekauft und nach einer Umstellungsperiode in die Anlage eingestallt. Von diesen wurden die meisten Gruppen der Anforderung von über 1 000 g Zuwachs pro Tag vor der Einstellung gerecht. Alle Tiere der Anlage wurden bei der Ein- und Ausstallung, sowie ein- bis zweimal im Jahr einzeln gewogen. Für die Bullen der Versuchsgruppen fand die Gewichtserfassung alle vier bis sechs Wochen statt.

Die Mastration bestand aus ad libitum verabreichter Maissilage und 2 bis 3 kg Krafffutter inkl. Sojaschrot. Ende der neunziger Jahre wurde die Mastration auf Krafffutter plus Stroh umgestellt.

In der Anhangstabelle A3 sind die untersuchten Genotypen aufgeführt. Sie können als repräsentativ für die Thüringer Fleischrinderhaltung gelten.

Die erfassten Merkmale sind der Tabelle 2.2 zu entnehmen.

Tabelle 2.2: Definition der erfassten Merkmale

Abkürzung	Bezeichnung	Einheit	Berechnung
LG	Lebendgewicht	kg	
TZ	Tägliche Zunahme	g	$((\text{Endgewicht} - \text{Anfangsgewicht}) / \text{Masttage}) \times 1.000$
AUS	Ausschlachtung	%	$(\text{Schlachtgewicht} / \text{Lebendgewicht}) \times 100$
HKL	Handelsklasse Bemuskelung	Punkte	EUROP = 1 - 5
NTZ	Nettotageszunahme	g	$(\text{Schlachtgewicht} / \text{Masttage}) \times 1.000$

In der Mast mit Maissilage schwankten die täglichen Zunahmen zwischen 1 006 bis 1 541 g/d um das Mittel von 1 212 g/d (Tab. 2.3). Über die Jahre ergab sich ein positiver Trend. Während der Krafffuttermast erzielten die Bullen eine Wachstumsleistung von 1 278 g pro Tag mit ähnlichen Extremwerten wie die Maissilagemast. Mithin traten keine deutlichen Unterschiede zwischen den Mastrationen auf. In der Thüringer Mastpraxis lagen die Mastleistungen mit 1 032 g/d (TVL, 2004) um ca. 250 g niedriger.

Auch in der Handelsklasseneinstufung traten nur geringe Unterschiede zugunsten der Krafffuttermast auf (Tab. 2.3).

Tabelle 2.3: Tägliche Zunahme aus Praxisversuchen zur intensiven Jungbullenmast mit unterschiedlichen Mastrationen

Mastration*	Jahr	Versuche n	Tiere/Versuch n	Tägliche Zunahme g/d	HKL 1-5
Maissilage ad libitum + KF	1993 – 2000	40	5 – 25	1.212 (1.006 – 1.541)	2,6 (2,1 – 3,8)
KF + Stroh	2002 – 2004	9	6 – 66	1.278 (1.057 – 1414)	2,3 (2,1 – 2,5)

* KF = Krafffutter

Es kann geschlussfolgert werden, dass die Krafffuttermast zu ähnlichen Wachstumsleistungen und Schlachtkörperwerten führt wie die Mast mit Maissilage als Hauptfutterkomponente. Mithin ist Sie an Standorten ohne Maissilage eine gute Alternative zur praxisüblichen Intensivmast. In der weiteren Auswertung des vorliegenden Versuchs werden beide Verfahren zusammengefasst dargestellt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die untersuchten Genotypen, die in der Anhangstabelle A3 aufgeführt sind, zu den drei genetischen Gruppen Zweinutzungsrassen, Fleischrasen und Kreuzungen zusammengefasst (Tab. 2.4).

Tabelle 2.4: Anzahl Tiere (n), Mastleistung und Schlachtkörperwert von Jungbullen verschiedener Rassegruppen

Rassegruppen	n	Mastleistung		Schlachtkörperwert		
		LG (kg)	TZ (g/d)	AUS (%)	HKL 1-5	NTZ (g/d)
Zweinutzungsrasen¹	73	685	1.085	57,1	3,1	633
Fleischrasse						
- große Rassen ²	39	685	1.419	60,0	2,2	787
- mittlere Rassen ³	331	647	1.245	59,1	2,5	706
- kleine Rassen ⁴	18	608	1.006	58,6	2,7	559
Kreuzungen						
FleischrassexZweinutzungsrasse ⁵	51	600	1.113	58,0	2,9	651
Fleischrasse x Fleischrasse						
- große Rassen ⁶	25	692	1.402	62,5	2,1	745
- mittlere Rassen ⁷	77	609	1.248	60,4	2,6	699
- kleinere Rassen ⁸	12	589	1.013	58,6	2,7	579

* LG = Lebendgewicht, TZ = tägliche Zunahme, AUS = Ausschächtung, HKL = Handelsklasse (EUROP = 1-5), NTZ = Nettotageszunahme

¹ Schwarzbuntes Milchrind, Fleckvieh, Montbelliard, Pinzgauer

² (WBB, CHA), ³ (FLF, SA, GVF), ⁴ (HE), ⁵ (SAxSBT, FLFxSBT, DAxSBT), ⁶ (CHAxSA; WBBxCHA, CHAxFLF),

⁷ (BAxKMK, WBB*DA, FLF*LIM, FLF*KMK, LIMxKMK), ⁸ (LIMxHE), KMK = Kreuzungsmutterkühe

Aus Tabelle 2.4 geht hervor, dass die Zweinutzungsrasen trotz hoher Lebendgewichte von 685 kg mit 1 085 g/d ähnlich geringe Zunahmen wie die kleinrahmigen Fleischrasen und Kreuzungen. Auch die Schlachtausbeute war mit 57,1 % genau wie die Handelsklasse mit 3,1 (etwas schlechter als Handelsklasse R) die schlechteste der Untersuchungen. In der Gruppe der Fleischrinder wird bei einer Unterteilung in große, mittlere und kleine Rassen die Leistungsdifferenzierung gemäß der Rahmengröße deutlich. Die Überlegenheit in den täglichen Zunahmen betrug bei gleichen Fütterungs- und Umweltbedingungen bei großen Rassen 31 %, bei mittleren 15 % im Vergleich zu den Zweinutzungsrasen, während die kleineren Rassen 5 % unter den Doppelnutzungsrindern lagen. Die Merkmale Ausschächtung, Handelsklasse und Nettozunahme unterstreichen die gute Leistung der großen und mittleren Fleischrasen in der intensiven Mast in Großanlagen. Die kleineren Rassen haben gemessen an der Handelsklasse und der Ausschächtung ein besseres Fleischansatzvermögen gegenüber den Zweinutzungsrasen, sind aber im Lebendgewichtszuwachs diesen unterlegen. Sie eignen sich besonders für eine längere Mast mit hohen Grundfutteranteilen in kostengünstiger Freilandhaltung und anschließender Direktvermarktung (Warzecha, H. u. a., 1999d und 1999e).

Der Einsatz von Kreuzungsbullen hat den Vorteil, dass kurzfristige Reaktionen auf veränderte Marktbedingungen möglich sind, da lediglich die Ausgangsrassen auszutauschen sind. Weiterhin liegen die Kälberpreise für Fleischrindkreuzungen um ca. 0,50 bis 1,00 EUR/kg über den Preisen anderer Kälber. Leider hat die Gebrauchskreuzung Fleischrasse x Zweinutzungsrasse zurzeit nur eine sehr geringe Bedeutung, da durch die niedrige Nutzungsdauer der Remontierungsbedarf an Reinzuchtfärsen in den Milchviehherden so hoch ist, dass kaum Kühe für die Gebrauchskreuzung frei sind. Bullen aus der Gebrauchskreuzung wiesen eine um 7 % höhere Mastleistung (TZ) auf und auch der Schlachtkörperwert war besser.

Da die Keule das fleischreichste Teilstück des Schlachtkörpers darstellt, richteten sich die Analysen auf dieses Teilstück und ihre grobgeweblichen Bestandteile Fleisch, Knochen und Fett (Tab. 2.5). Es wird deutlich, dass der Keulenanteil an der rechten Schlachtkörperhälfte vom Genotyp anhängt. Bei den Zweinutzungsrasen beträgt er lediglich 29,3 %, bei den Fleischrasen 31,8 % und bei den Kreuzungen 32,1 %.

Noch deutlicher traten die Unterschiede in der grobgeweblichen Zusammensetzung der Keule auf. So erreichten die Schwarzbunten Milchrinder mit 69,2 % den geringsten Fleischanteil und mit 24,5 % den höchsten Knochenanteil. Montbelliardbullen bildeten mit 73,9 % Fleisch- und 16,5 % Knochenanteil einen wertvolleren Schlachtkörper.

Die Fleischrinder erreichten einen Fleischanteil von etwa 74,8 %, einen Knochenanteil von 18,2 % und einen Fettanteil von 7,0 %. Die Fleischrindkreuzungen hatten die beste Bemuskulung mit 77,1 % Fleischanteil, bei dem geringsten Knochen- (17,1 %) und Fettgehalt (5,8 %) und lieferten damit den höchsten Anteil wertbestimmender Teilstücke am Schlachtkörper.

Tabelle 2.5: Anzahl untersuchter Jungbullen, Gewicht der rechten Keule mit Hesse, Anteil Keule und grobgewebliche Zusammensetzung der Keule bei verschiedenen Genotypen

Genotypen*	N	Keule + Hesse (kg)	Keule			
			Anteil ¹ (%)	Fleisch (%)	Knochen (%)	Fett (%)
Zweinutzungsrasen						
SMR	15	50,2	28,7	69,2	24,5	6,3
MON	10	52,6	30,1	73,9	16,5	9,5
PIN	15	53,9	29,3	-	-	-
FL	10	62,5	31,0	-	-	-
Fleischrasen						
FLF	25	54,4	30,5	74,6	18,8	6,6
GVF	10	60,2	33,1	74,0	17,8	8,2
SA	23	58,7	32,7	75,1	18,00	7,0
CHA	10	56,6	32,6	75,5	18,2	6,3
Kreuzungen						
LIMxFLF	10	59,8	32,6	76,5	17,0	6,5
WBBxDA	10	52,3	30,8	76,5	18,0	5,6
BAX(FLxSMR)	11	61,4	33,6	77,8	16,2	6,0
CHAxSA	10	64,2	31,2	77,4	17,4	5,2

* Erläuterungen der genetischen Herkunft wie in Tabelle 2.4

¹ Keulenanteil an rechter Schlachthälfte

Die weitere Zerlegung der Keule ergab keine deutlichen Unterschiede zwischen den untersuchten Rassen hinsichtlich der Teilstückanteile (Tab. 2.6). Bei der Anpaarung von WBB-Bullen an Mutterkühe zur Erzeugung gut bemuskelter Kreuzungskälbern zur Mast wird empfohlen, nicht WBB-Bullen der Doppellenderlinie einzusetzen. Sonst könnten Geburtsprobleme auftreten. Der in der vorliegenden Arbeit eingesetzte WBB-Bulle erfüllte diese Voraussetzungen.

Tabelle 2.6: Anteil der Teilstücke an der Keule ohne Hesse für verschiedene Genotypen

Teilstück	Rassen ¹		
	FLF	CHA	WBBxDA
Oberschale %	26,64	26,20	26,12
Unterschale %	23,25	23,10	23,56
Kugel %	16,28	16,30	16,48
Hüfte %	22,60	22,60	22,21
Sternrose %	6,11	6,60	6,08
Anteil R 3 ² %	5,12	5,20	5,55

¹ FLF = Fleischnackvieh, CHA = Charolais, WBB = weißblaue Belgier, DA = Deutsch-Angus

² Anteil Schlachtkörper mit der Handelsklasse R und der Fettklasse 3

Die Beobachtungen zeigen, dass die Mastleistung und der Schlachtkörperwert weniger von der Mastration (Hauptfutterkomponente Maissilage oder Krafftutter) als vielmehr vom Genotyp abhängen. Sowohl die Mastleistung als auch der Schlachtkörperwert offenbarten die gute Leistung der großen und mittleren Fleischrasen bei der intensiven Mast in Großanlagen. Die kleineren Rassen und die Zweinutzungsrasen eignen sich für eine längere Mast mit

hohen Grundfutteranteilen in kostengünstiger Freilandhaltung und anschließender Direktvermarktung. Darüber hinaus wird die ansprechende Leistung von Fleischrindkreuzungen, die außerdem kurzfristige züchterische Anpassungen an sich ändernde Marktbedingungen ermöglichen, deutlich.

2.3 Kraftfuttermast

Aufgrund der Preisgestaltung bei Futtergetreide ist die Kraftfuttermast von Jungbullen eine wirtschaftlich interessante Alternative zur praxisüblichen Intensivmast mit Maissilage und Kraftfutter. In Versuchen sollte geklärt werden, ob diese Mastform unter Thüringer Bedingungen praktikabel ist.

2.3.1 Versuch in Referenzbetrieben

Die Untersuchungen zur Kraftfuttermast erfolgten in den Agrargenossenschaften Milz und Pfersdorf. Während in Pfersdorf männliche Fleckviehfresser für den Versuch aufgezogen wurden, kamen in Milz männliche Absetzer der Kombination Fleckvieh x Limousinkreuzungskuh aus der eigenen Mutterkuhhaltung zum Einsatz (Tab. 2.7). Den Versuchsgruppen stand eine Kraftfuttermischung (Tab. 2.8) und Stroh zur freien Aufnahme zur Verfügung. Die Kraftfuttermischung wurde zusätzlich mit Vitaminen und Mineralstoffen angereichert. Die Kontrollgruppen unterlagen der gleichen Aufzucht, wurden jedoch mit Mais-, Anwelksilage und Kraftfutter praxisüblich gefüttert.

Tabelle 2.7: Anzahl (n) Jungbullen in der Versuchs- und Kontrollgruppe

Betrieb	Genotyp*	Versuchsgruppe Kraftfuttermast	Kontrollgruppe Praxisübliche Mast
Pfersdorf	FLF	24	25
Milz	FLFxLIM-KMK	12	11

* Bulle = Fleckvieh (FLF), Mutterkuh = Limousin-Kreuzungsmutterkuh = Limousin angepaart an eine weitere Rasse

Tabelle 2.8: Zusammensetzung des Kraftfutters der Versuchsgruppe

Komponenten	Anteil (%)
Vormischung	15
Weizen	5
Triticale	15
Wintergerste	3
Körnermais	15
Soja	11
Trockenschnitzel	8
Inhalt 11 MJ ME, 16 % verdauliches Protein	

Während der Mastperiode betrug die durchschnittliche Futterraufnahme je Tier und Tag 8,1 kg Kraftfutter und 1,6 kg Stroh. Der Futterraufwand je kg Lebendgewichtszuwachs belief sich auf 6,2 kg Kraftfutter und in der gesamten Mastperiode waren 27,1 dt Kraftfutter und 5,4 dt Stroh pro Bulle bei 437 kg Lebendgewichtszuwachs nötig.

Nach einer Mastzeit von ca. elf Monaten wurden die Kraftfuttergruppen geschlachtet (Tab. 2.9).

Tabelle 2.9: Lebendmassezuwachs während der zeitgleichen Mastperiode

Betrieb	Genotyp*	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe		
		Dauer (d)	LG (kg)	TZ (g/d)	Dauer (d)	LG (kg)	TZ (g/d)
	FLF	336	671	1.300	336	622	1.157
Milz	FLFxLIM-KMK	325	648	1.323	325	591	1.154

* Bulle = Fleckvieh (FLF), Mutterkuh = Limousin-Kreuzungsmutterkuh = Limousin angepaart an eine weitere Rasse

Während der zeitgleichen Mastperiode waren die Bullen der Versuchsgruppen in der täglichen Zunahme um ca. 12 bis 15 % überlegen (Tab. 2.9). Allerdings wurde diese Differenz nicht statistisch abgesichert. Der Schlachtkörperwert erfüllte die Anforderungen an Qualitätsfleisch, da der Intramuskuläre Fettgehalt (IMF) im Musculus longissimus dorsi mit 3,7 (FLF) bzw. 4,1 % (FLFxLIM-KMK) keine übermäßige Verfettung offenbarte. Die Schlachtausbeute lag bei ca. 60 %.

Da die Bullen der Versuchsgruppe tendenziell schneller wuchsen und die Schlachtkörper eine ähnliche Qualität aufwiesen, kann die Kraftfüttermast als eine Alternative zur üblichen Intensivmast mit Maissilage angesehen werden. In Betrieben, die keine Maissilage für die Mast bereitstellen können, wie z. B. Marktfruchtbetriebe an Ackerstandorten und Betriebe auf absoluten Grünlandstandorten, ist die Kraftfüttermast in der Regel die einzige Möglichkeit zur Ausmast der Kälber aus der Milchvieh- oder Mutterkuhhaltung.

2.3.2 Einzelfütterungsversuch (LÖHNERT u.a., 2004)

In der Versuchstation in Remderoda fand ein Einzelfütterungsversuch mit 20 Fleckviehbullen über 267 Versuchstage statt, um den Einfluss einer Ration bestehend aus Mischfutter und Stroh zu testen. Die Tiere der Vergleichsvariante erhielten Maissilage und Kraftfutter. Geprüft wurde die Futter- und Nährstoffaufnahme, die Lebendmasseentwicklung, der Nährstoff- und Energieaufwand, Stoffwechselfparameter, pansenphysiologische Kennzahlen und die Mast- und Schlachtleistung. Die Tiere der Konzentrat-Stroh-Variante wiesen über die gesamte Versuchsperiode eine um 1,84 kg/Tier/Tag höhere Trockenmasseaufnahme und eine um ca. 6 % gesteigerte Lebendmassezunahme bei verbesserter Schlachtausbeute auf. Die geprüften Stoffwechselfparameter waren bei diesen Tieren deutlich erhöht (Leberbelastung). Die Bullen verzehrten bei Wahlaufnahme 8,68 kg/Tier und Tag eines pelletierten Mischfutters und 1,34 kg/Tier und Tag Stroh.

2.3.3 Ergebnisse eines Praxisbetriebes

Die Erkenntnisse aus dem Versuch waren der Anlass für die Umstellung der Rindermast in der Agro-Land Agrar e.G. Thörey-Rehestädt auf das Kraftfüttermastverfahren. Weiterhin waren innerbetriebliche Beweggründe ausschlaggebend.

1. Aufgrund der natürlichen Gegebenheiten am Ackerstandort hat der Marktfruchtanbau für das Betriebsergebnis die entscheidende Bedeutung.
2. In der Vergangenheit kollidierten öfters die Arbeitsspitzen des Marktfruchtanbaus mit denen der Maissilageproduktion. Der Arbeitsaufwand mit diesem Fütterungsregime war ebenfalls enorm und zudem mit hohen innerbetrieblichen Transportkosten verbunden.
3. Hinzu kamen unzureichende Silagequalitäten (Verpilzung).

Diese innerbetrieblichen Gründe und der Preisdruck auf dem Schlachtrindersektor waren letztlich Auslöser zur völligen Umgestaltung der Fütterung in der Bullenmasthanlage Rehestädt. Ziel dabei war die Automatisierung der gesamten Fütterung bei minimalem Arbeitskräfteaufwand, weitestgehender Nutzung der vorhandenen Fütterungstechnik und Einsatz einer im Jahresverlauf konstanten Ration. Im Folgenden soll das im Betrieb angewandte System bezüglich Fütterung, Futterökonomie sowie Mastleistung und Schlachtkörperwert näher erläutert werden.

In der Bullenmasthanlage Rehestädt war es aufgrund der vorhandenen Fütterungstechnologie mit Futtereinzugsband nicht möglich das Kraftfutter und das Stroh getrennt an die Bullen zu verabreichen. Deshalb wurde eine „Totale Mischration“ mit den Komponenten Stroh, Kraftfutter und Melasse, die mittels des Einzugsbandes den Bullen vorgelegt werden konnten, entwickelt. Den Futterkomponenten kommen folgende Aufgaben zu. Das Stroh sichert die Strukturwirksamkeit und garantiert damit die wiederkäuergerechte und gesunde Fütterung. Das Kraftfutter liefert einen großen Teil der Energie sowie Nährstoffe und die Melasse macht Kraftfutter und Stroh durch ihre verklebende Wirkung mischbar und dient der geschmacklichen Gestaltung der Ration.

Der ehemalige Bergeraum erfüllt jetzt eine Doppelfunktion, zum einen wird das benötigte Stroh eingelagert, zum anderen sind darin alle zentralen Bestandteile der Futtermischanlage integriert. Im wesentlichen sind dies, Futtermischer, Dosier- und Fördereinrichtungen, Melasselagerbehälter, Strohzuführung und Steuerzentrale. Die Fütterung erfolgt weitestgehend automatisch; einziger manueller Arbeitsgang ist die Beschickung der Strohzuführung mit Quaderballen und die Kontrolle der Bereitstellung der anderen beiden Mischungskomponenten. Der Bergeraum ist über das Futterzentralband mit den einzelnen Ställen verbunden. Die Anbindung des Zentralbandes an die vorhandenen Futterbänder war die einzige bauliche Veränderung in den Ställen. Damit wurde komplett auf die bestehende Technik zurückgegriffen. Ähnlich der Technologie in größeren Milchviehanlagen wird das Futter auf dem in ca. 2,50 bis 3,00 m Höhe angebrachten Zentralband mittels stationärem Abstreifer und Abwurfschacht auf die untenliegenden Futtereinzugsbänder gefördert. Die Komponentenwahl, Dosierung, Mischung und Verteilung des Futters auf die einzelnen Bänder erfolgen computergesteuert. Eventuelle Störungen werden als Alarmmeldung auf das mobile oder Festnetz-Telefon weitergeleitet. Das Zurückfahren der Futterbänder und die Restfutterkontrolle sowie -beseitigung erfolgt nach wie vor durch die Mitarbeiter.

Die Ration bestand aus 68 % Kraftfutter, 16 % Stroh und 16 % Melasse. Als Zielvorstellung wurde ein Verhältnis von 70 : 14 : 16 formuliert und kurzzeitig getestet. Allerdings traten beim Einsatz dieser Ration im Sommer 2002 gehäuft Durchfallerkrankungen auf. Wahrscheinlich wurde aufgrund einer hitzebedingten verminderten Gesamtfuttermittelaufnahme der wiederkäuergerechte Rohfaseranteil unterschritten und somit eine azidotische Stoffwechsellage provoziert. Zur sicheren Gestaltung der Fütterung wurde daher das frühere Mengenverhältnis wieder angewandt. Das Kraftfutter besteht überwiegend aus Getreide (Weizen, Triticale und Gerste). Zur Sicherstellung der Eiweißversorgung der Bullen wird Soja- und Rapsextraktionsschrot sowie Harnstoff zugegeben. Weiterhin erfolgt eine Mineralstoff- und Vitaminergänzung. Die Inhaltsstoffe des Kraftfutters und der Gesamtration sind in Tabelle 2.10 gelistet.

Tabelle 2.10: Inhaltsstoffe des Kraftfutters (je kg) und der Gesamtration

Parameter	Einheit	Kraftfutter	Gesamtration*
ME (Rind)	MJ	10,8	96,0
Rohprotein	g	180	1453
XP : ME(R)-Verhältnis			15 : 1
Rohfaser	g	50	1023
Stärke/Zucker	g	45	3754
Calcium	g	9,0	78
Phosphor	g	6,0	42
Natrium	g	4,5	47
Magnesium	g	2,5	20
Vitamin A	IE	10000	68000
Vitamin D	IE	1250	8500
Vitamin E	mg	14	95
Kupfer	mg	28	114**
Zink	mg	140	114**
Mangan	mg	140	23**
Jod	mg	1,1	0,9**
Selen	mg	0,6	0,5**
Kobalt	mg	0,3	0,2**

* Zusammensetzung: 6,8 kg Kraftfutter + 1,6 kg Stroh + 1,6 kg Melasse

** in mg/kg Trockensubstanz

Im Rahmen der produktionsbegleitenden Untersuchung durch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Außenstelle Clausberg, wurden die Mastleistung und der Schlachtkörperwert analysiert. Dafür wurden acht Mastgruppen über die gesamte Mastdauer fortlaufend bezüglich Futtermittelaufnahme und Lebendgewichtszunahme kontrolliert. Die Erfassung der Parameter erfolgte annähernd im Monatsrhythmus.

Folgende Merkmale wurde erhoben:

- Futtermittelaufnahme in kg Frischsubstanz pro Tag,
- tägliche Zunahme (TZ) in g pro Tag,
- Futtermittelverwertung (FVW) in aufgenommene Frischsubstanz (kg) pro Zuwachs (kg) sowie in aufgenommene Energie (MJME) pro Zuwachs (kg),

Tabelle 2.11: Mastleistung über die Monate im Jahr 2002

Monat	Futtermittelaufnahme				TZ g/Tag	FVW	
	kg/Tag	KF (%)	Stroh (%)	Melasse (%)		kg/kg	MJ/kg
Januar	9,4	54	27	19	931	10,1	90,5
Februar	11,0	58	23	19	1094	10,0	94,0
März	10,7	60	21	19	1346	7,9	75,4
April	11,4	63	19	18	1308	8,7	84,1
Mai	11,3	64	18	18	1558	7,2	69,9
Juni	11,4	64	18	18	1353	8,4	81,3
Juli	10,6	64	18	18	1442	7,4	71,4
August	10,0	65	17	18	1423	7,0	68,0
September	11,2	66	17	17	1443	7,8	75,8
Oktober	11,7	68	16	16	1505	7,8	76,2
November	10,9	68	16	16	1506	7,2	70,8
Dezember	10,3	68	16	16	1482	6,9	68,1

Aus Tabelle 2.11 geht hervor, dass mit zunehmender Mastdauer die täglichen Zunahmen von 931 g auf 1 558 g anstiegen und sich anschließend bei 1 400 g bis 1 500 g einzupendeln. Dies war einerseits auf die Futterumstellung und andererseits auf die Optimierung der Ration zurückzuführen. Die Extremwerte lagen bei 750 g und 2 800 g. Die Ergebnisse belegen, dass mit diesem Mastverfahren unter Praxisbedingungen hohe Tageszunahmen von über 1 400 g/Tier realisierbar sind. Die fortschreitenden Erfahrungen bei der Rationsoptimierung und die steigende Mastdauer spiegeln sich auch in der Futtermittelverwertung wider. In den letzten Monaten benötigten die Bullen ca. 7,5 kg Futter bzw. 72,7 MJ ME für 1 kg Zuwachs. Dies ist eine sehr gute Leistung und unterstreicht das Potenzial der Kraftfuttermast.

Zur Schätzung des Schlachthofeffektes fand die Schlachtung der Bullen in zwei Schlachthöfen statt (Tab. 2.12).

Die in zwei verschiedenen Schlachthöfen erzielte Schlachtkörperqualität ist mit der Handelsklasse 2,3 in Schlachthof A und 2,7 in Schlachthof B als hochwertig zu bezeichnen. Auch die mittlere Fettstufe von 2,1 bzw. 2,3 bestätigt dies. Der Anteil an intramuskulärem Fett genügt höchsten Anforderungen und die Ausschachtung erreicht mit ca. 60 % ein Niveau, das um 1 bis 2 % höher ist als in anderen Verfahren mit Fleckvieh. Es kann geschlussfolgert werden, dass entgegen der vielfach geäußerten Meinung auch mit der Kraftfuttermast hochwertige Schlachtkörper, die keine zu starke Verfettung aufweisen, produziert werden können.

Tabelle 2.12: Mastleistung und Schlachtkörperwert der Bullen aus der Kraftfuttermast des Betriebes Rehestädt

Merkmal	Einheit	Schlachthof A	Schlachthof B
Tägliche Zunahme bis Einstallung	g/Tag	994	942
Einstallungsalter	Tage	157	191
Einstellungsgewicht	kg	201	225
Mastdauer	Tage	368,1	328,8
Endgewicht	kg	623,3	630,2
Tägliche Zunahme	g/Tag	1.267	1.235
Lebendgewicht, netto (= - 5 %)	kg	359,4	356,8
Ausschlachtung	%	60,6	59,6
Handelsklasse	1 - 5	2,3	2,7
Fettstufe	1 - 5	2,1	2,3
Intramuskulärer Fettgehalt	%	2,7	2,05

Die erreichten Mastleistungen und Schlachtkörperwerte sprechen für das gewählte Verfahren. Die zukünftigen Aufgaben bestehen insbesondere in kleineren technischen Entwicklungen, die zur weiteren Stabilität des Produktionsprozesses beitragen, und in der Rationsoptimierung. Dabei hat die wiederkäuergerechte Rationsgestaltung zur Erhaltung der Tiergesundheit größte Bedeutung.

2.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- a) Die Ergebnisse berechtigen zu dem Schluss, dass Fleischfleckviehbullen im Vergleich zu robusten Salers, fleischbetonten Charolais und verschiedenen Kreuzungen eine gute Mastleistung gemessen an der Futteraufnahme und -verwertung aufweisen.
- b) Sowohl die Mastleistung als auch der Schlachtkörperwert offenbarten die gute Leistung der großen und mittleren Fleischrassen bei der intensiven Mast in Großanlagen. Die kleineren Rassen und die Zweinutzungsrasen eignen sich für eine längere Mast mit hohen Grundfutteranteilen in kostengünstiger Freilandhaltung und anschließender Direktvermarktung. Darüber hinaus wird die ansprechende Leistung von Fleischrindkreuzungen, die außerdem kurzfristige züchterische Anpassungen an sich ändernde Marktbedingungen ermöglichen, deutlich.
- c) Die Beobachtungen zeigen, dass die Mastleistung und der Schlachtkörperwert stärker vom Genotyp als von der Mastration (Hauptfutterkomponente Maissilage oder Kraftfutter) abhängen. Die Kraftfuttermast ist eine Alternative für die praxisübliche Intensivmast mit Maissilage. Somit steht auch Betrieben ohne Maisanbau ein Rindermastverfahren zur Verfügung. Die Nutzung der vorhandenen Fütterungstechnik ist möglich, indem z. B. das Futter in Form einer totalen Mischration vorgelegt wird.

2.5 Veröffentlichungen

LÖHNERT, H.-J.; OCHRIMENKO, W. I.; DUNKEL, S. und LÜDKE, H. (2004): Untersuchungen zu Stroh-Konzentrat-Rationen in der Mastrinderfütterung. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung am 24/25.3.2004 in Fulda.

WARZECHA, H. (1988): „Untersuchungen zur Färsenvornutzung in der LPG (T) Mittelstille“. WTZ-Information Suhl, 1988, H.10, S. 9 - 10.

WARZECHA, H. (1993): „Lohnt sich die Aufmast von Schlachtkühen auf der Weide“. Bauernzeitung, 1993, Nr. 20, S. 32.

WARZECHA, H. (1998): „Rohrschwinger für Mutterkühe“, Agrarjournal 1998, Heft 7, S. 15ff.

WARZECHA, H. (1999): „Mast mit Kraftfutter und Stroh“, top-agrar, 1999c, H. 10, R3 - R4.

Warzecha, H. (2001): „Mastabsetzer brauchen Umstellungshilfen“. Fleischrinder-Journal 2001, 2, S. 15 -18.

WARZECHA, H. und PABST, W. (1994a): „Lohnt die Nachmast zu merzender Milchkühe“. Neue Landwirtschaft, 1994a, H. 11, S: 58 - 59.

WARZECHA, H. und PABST, W. (1994b): „Ergebnisse aus der Nachmast selektierter SMR-Milchkühe auf extensivem Grünland der Rhön“, Schriftenreihe VDLUFA, Kongressband 38/1994b, S. 813 - 815.

WARZECHA, H.; SCHWARTZE, J. und HANSCHMANN, G. (1998): „Bullenmast unter freiem Himmel“, Fleischrinder-Journal, 1998a, H. 2, S. 21 - 24.

WARZECHA, H.; HANSCHMANN, G. und TREFFLICH, R. (1999): „Herefordkreuzungen geeignet für die Direktvermarktung“, Unser Land, 1999e, Heft 4, S. 21- 23.

WARZECHA, H.; HANSCHMANN, G. und TREFFLICH, R. (1999): „Die Kühe sollten dem Standort und die Bullen dem Markt entsprechen“. Bauernzeitung, 1999d, Nr. 14, S. 62 - 63.

WARZECHA, H.; HANSCHMANN, G. und HEROLD, R. (1999): „Färsenvornutzung bei Fleischrindern“. Bauernzeitung, 1999, Nr. 41, S. 41.

- WARZECHA, H.; HANSCHMANN, G. und TREFFLICH, R. (1999): „Fleischrinder auf dem Prüfstand“, dlz-agrarmagazin, 1999g, Heft 5, S. 96 - 101.
- WARZECHA, H.; TREYSE, H. und LOBER, U. (1999): „Bullen mit Kraftfutter mästen“. Bauernzeitung 1999b, Nr. 31, S.58 - 59.
- WARZECHA, H.; ARNOLD, S. und LOBER, U. (2000): „Getreidemast bei Bullen“, dlz-agrarmagazin, 2000, H. 4, S. 102 - 10.
- WARZECHA, H.; BREITENSTEIN, K.-G.; BUß, G. und MARKERT, E. (1986): „Aufmast von Schlachtkühen - eine Reserve in der Schlachtrinderproduktion“. Tierzucht, 1986, H.4, S. 161 - 162.
- WARZECHA, H.; HANSCHMANN, G.; SCHWARTZE, J. und TREFFLICH, R. (1998): „Untersuchungen zur Rindermast bei ganzjähriger Draußenhaltung“. Abschlußbericht TLL 1998b, 13 Seiten.
- Warzecha, H.; Hanschmann, G.; Schwarze, J. und Sauerteig B. (1998): „Erarbeitung von Methoden des Absetzens von Kälbern aus der Mutterkuhhaltung.“ Abschlußbericht TLL 1998, 26 Seiten.
- MÜLLER, M.; WARZECHA, H.; TREFFLICH, R. und FROHWEIN, G. (2003): „Kraftfuttermast - ein innovatives Verfahren der Bullenmast“, REKASAN-Journal, 2003, H.19/20, S.19 - 23.
- WARZECHA, H.; TREYSE, H.; LOBER, U.; KOCH, W.; SCHENK, T.; MÜLLER, G. und SEIFERT, A. (1999): „Bullen mit Getreide mästen“, Fleischrinder-Journal, 1999a, H. 4, S. 12 - 14.

3 Fleischqualität im *Musculus longissimus dorsi* (M.l.d.) (Reichardt)

3.1 Einleitung

Bei der Fleischerzeugung mit landwirtschaftlichen Nutztieren stellt die erzielte Fleischqualität unabhängig von der Tierart einen wesentlichen Faktor für den notwendigen Vermarktungserfolg dar. Die von 1993 bis 2003 von WARZECHA geleiteten Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung verschiedener Genotypen von männlichen Absetzern aus der Mutterkuhhaltung sowie zu unterschiedlichen Mastverfahren sollten daher mit Analysen zur erzielten Fleischqualität ergänzt werden. Das Spektrum der einbezogenen Qualitätsparameter von Muskelfleisch musste sich einerseits an organisatorisch und methodentechnisch realisierbaren Merkmalen orientieren (Wassergehalt, intramuskulärer Fettgehalt, Fettsäuremuster des intramuskulären Fettes), andererseits sind bewusst auch solche Kennwerte erfasst worden, für die bisher nur wenige Ergebnisse vorlagen (Fleischfarbe, Reflexionsspektren, Hämipigmentgehalt). Zeitweise und punktuell ergänzten weitere Kriterien der Fleischqualität diese Erhebungen (Rohprotein-, Rein-BEFFE- und NPN-Gehalt, L*a*b*- Farbraumparameter). Die Resultate der an 39 Rindergruppen mit Bullen, Ochsen und Färsen von 20 verschiedenen genetischen Konstruktionen durchgeführten Analysen sind auf zwei Kolloquien (WARZECHA und REICHARDT, 1997, 2002; REICHARDT u. a., 2002a), zum VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) -Kongress 1998 (WARZECHA und REICHARDT, 1998), in einem Vortrag zu einer Veranstaltung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. (WARZECHA und REICHARDT, 1999) sowie in drei Übersichtsbeiträgen (REICHARDT u. a., 1997; REICHARDT u. a., 2002b, REICHARDT und WARZECHA, 2002) vorgestellt worden. Inzwischen konnte die Erhebung mit fünf weiteren Rindergruppen von WASSMUTH und SAUERTEIG (2003) fortgeführt werden.

3.2 Material und Methoden

Die in die Erhebung einbezogenen genetischen Konstruktionen, Geschlecht bzw. Herkunft, ihr mittlerer IMF-Gehalt, die Haltungsform sowie eine Übersicht über analysierte Qualitätsmerkmale sind in Tabelle 3.1 ausgewiesen. Außer bei den „weißblauen Belgiern“ (WBB) waren in jeder Rindergruppe stets mehrere Väter vertreten. Den in der Regel mit einer Lebendmasse von 550 bis 700 kg (Bullen und Ochsen, Schlachalter 17 bis 19 Monate) bzw. 450 bis 500 kg (Färsen, Schlachalter 17 bis 19 Monate) in den Schlachthöfen Bad Hersfeld, Schmalkalden, Nohra und Altenburg vermarkteten Rindern ist 48 Stunden post mortem aus dem *Musculus longissimus dorsi* (M.l.d.; Dreirippenstück) der rechten Schlachtkörperhälfte in Höhe der 8./9. Rippe ein Fleischstück von etwa 80 g entnommen, am gleichen Tag mit einem Homogenisator zerkleinert und bei -18 °C eingefroren worden.

Dieser Muskel wird inzwischen nach einem Vorschlag von KAUFFMAN u. a. (1990) gemäß einer Festlegung des „International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature“ von 1983 als *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) bezeichnet. Bei einer Entnahme im Bereich der Brustwirbel ist auch die Bezeichnung *Longissimus thoracis* (LT) zulässig. Um Verwirrungen zu vermeiden, wird im folgenden die in alten Publikationen und vielfach auch heute noch verwendete Bezeichnung M.l.d. beibehalten.

Tabelle 3.2 gibt eine Übersicht über die einbezogenen Betriebe, die Fütterung und die Vermarktung (Schlachthof / Selbstvermarkter).

Tabelle 3.1: Materialübersicht über Versuche mit Fleischrindern von WARZECHA (1993 – 2002) und WASSMUTH (ab 2003)

Gr. Nr.	Genetische Konstruktion		Jahr	Geschlecht / Herkunft	n	Haltungsform		Hp ⁶⁾	R ⁶⁾	FS ⁶⁾
						Weide	Mast			
1	DA x SMR	1	1993	Bullen, Mkh	10	x	x	-	-	x
2	FLF x SMR	2	1993	Bullen, Mkh	10	x	x	-	-	x
3	FLF	3	1994	Bullen, Mkh	24	x	x	-	-	x
4	SAL	4	1994	Bullen, Mkh	8	x	x	-	-	x
5	FLF x SMR		1994	Bullen, Mkh	8	x	x	-	-	x
6	SAL x SMR	5	1994	Bullen, Mkh	13	x	x	-	-	x
7	LIM x FLF	6	1995	Färsen, Fresser	6	x	x	-	-	x
8	FL	7	1995	Bullen, Fresser	11	-	x	-	x	x
9	MON	8	1995	Bullen, Fresser	20	-	x	-	x	x
10	PIN	9	1995	Bullen, Mkh	15	-	x	x	x	x
11	SAL		1995	Bullen, Mkh	5	-	x	x	x	x
12	GAL	10	1995	Ochsen, Mkh	7	x	-	x	x	x
13	Kreuzungen ⁴⁾		1995	Bullen, Fresser	10	-	x	-	-	x
14	Kreuzungen ⁴⁾		1996	Färsen, Fresser	12	-	x	-	-	x
15	LIM x MH	11	1996	Bullen, Fresser	10	-	x	-	x	x
16	Kreuzungen ⁴⁾		1996	Bullen, Fresser	13	-	x	-	x	x
17	CHA x SAL	12	1996	Bullen, Mkh	10	-	x	-	x	x
18	CHA x SAL ⁵⁾		1996	Färsen, Mkh	24	-	x	x	x	-
19	CHA x SAL ⁵⁾		1997	Bullen, Mkh	20	-	x	-	x	-
20	SBT	13	1997	Bullen	10	-	x	-	-	-
21	HE	14	1997	Bullen, Mkh	5	-	x	x	-	x
22	HE x LIM	15	1997	Bullen, Mkh	4	-	x	x	-	x
23	GVF	16	1997	Bullen, Mkh	8	X	-	-	x	-
24	GVF		1997	Bullen, Mkh	10	-	x	x	-	-
25	GVF		1998	Bullen, Mkh	5	-	x	x	-	x
26	BA x MH	17	1998	Bullen, Mkh	11	-	x	x	-	x
27	FLF x MH	18	1999	Färsen, Mkh	11	-	x	x	-	x
28	FLF x MH		1999	Bullen, Mkh	7	-	x	x	-	x
29	FLF		1999	Bullen, Mkh	23	-	x	x	-	x
30	WBB x DA	19	1999	Bullen, Mkh	13	-	x	x	-	x
31	WBB x DA		1999	Färsen, Mkh	8	-	x	x	-	x
32	CHA	20	2000	Bullen, Mkh	8	-	x	x	-	x
33	FLF		2000	Bullen, Mkh	10	-	x	x	-	x
34	WBB x DA		2000	Bullen, Mkh	11	-	x	x	-	x
35	FLF		2001	Bullen, Mkh	10	-	x	-	-	x
36	FLF		2001	Bullen, Mkh	10	-	x	-	-	x
37	FLF		2002	Bullen, Mkh	17	-	x	-	-	x
38	FLF		2002	Bullen, Mkh	11	-	x	-	-	x
39	FLF		2002-2003	Bullen, Mkh	13	-	x	-	-	x
40	SBT		2003	Ochsen	7	X	x	x	-	x
41	SBT		2004	Bullen	6	-	x	x	-	x
42	FLF		2003-2004	Ochsen, Mkh	14	-	x	x	-	x
43	FLF		2003-2004	Ochsen, Mkh	12	X	x	x	-	x
44	FLF		2003-2004	Bullen, Mkh	30	-	x	x	-	x

Abkürzungen nach Rasseschlüssel: Milch- und Zweinutzungsrasen: FL = Fleckvieh (milchbetont), GVF = Gelbvieh, Franken, PIN = Pinzgauer; SBT = Schwarzbunte, SMR = Schwarzbuntes Milchrind; Fleischrasen: BA = Blonde d' Aquitaine, WBB = weißblaue Belgier, CHA = Charolais, DA = Deutsch Angus, FLF = Fleckvieh-Fleisch, GAL = Galloway, HE = Hereford, LIM = Limousin, MON = Montbeliard, SAL = Salers; Sonstige Abkürzungen: Fresser = zugekaufte Absetzer; MH = Masthybrid (Fleischrind x Milchrind); Mkh = Kälber aus der Mutterkuhhaltung; ⁴⁾ = verschiedene Herkünfte oder Kreuzungen Fleischrind x Milchrind; ⁵⁾ = Halbgeschwistergruppen; ⁶⁾ Hp = Hämpigmentgehalt; R = Reflexionsmessung; FS = Fettsäurezusammensetzung

Tabelle 3.2: Materialübersicht über Versuche mit Fleischrindern von WARZECHA (1993 – 2002) und WASSMUTH (ab 2003)

Gr. Nr.	Genetische Konstruktion	Jahr	Geschlecht	n	Versuchs-Betrieb	Fütterung	Vermarktung
1	DA x SMR	1993	Bullen	10	AG F.	W + MsKf	Schlachthof
2	FLF x SMR	1993	Bullen	10	AG F.	W + MsKf	Schlachthof
3	FLF	1994	Bullen	24	RMA-1300	W + MsKf	Schlachthof
4	SAL	1994	Bullen	8	RMA-1300	W + MsKf	Schlachthof
5	FLF x SMR	1994	Bullen	8	RMA-1300	W + MsKf	Schlachthof
6	SAL x SMR	1994	Bullen	13	RMA-1300	W + MsKf	Schlachthof
7	LIM x FLF	1995	Färsen	6	RMA-1300	W + MsKf	Schlachthof
8	FL	1995	Bullen	11	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
9	MON	1995	Bullen	20	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
10	PIN	1995	Bullen	15	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
11	SAL	1995	Bullen	5	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
12	GAL	1995	Ochsen	7	TLL	nur Weide	Schlachthof
13	Kreuzungen ⁴⁾	1995	Bullen	10	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
14	Kreuzungen ⁴⁾	1996	Färsen	12	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
15	LIM x MH	1996	Bullen	10	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
16	Kreuzungen ⁴⁾	1996	Bullen	13	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
17	CHA x SAL	1996	Bullen	10	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
18	CHA x SAL ⁵⁾	1996	Färsen	24	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
19	CHA x SAL ⁵⁾	1997	Bullen	20	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
20	SBT	1997	Bullen	10	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
21	HE	1997	Bullen	5	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
22	HE x LIM	1997	Bullen	4	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
23	GVF	1997	Bullen	8	TLL	nur Weide	Schlachthof
24	GVF	1997	Bullen	10	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
25	GVF	1998	Bullen	5	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
26	BA x MH	1998	Bullen	11	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
27	FLF x MH	1999	Färsen	11	RMA-600	Kraftfutterm.	Schlachthof
28	FLF x MH	1999	Bullen	7	RMA-600	Kraftfutterm.	Schlachthof
29	FLF	1999	Bullen	23	RMA-2800	Kraftfutterm.	Schlachthof
30	WBB x DA	1999	Bullen	13	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
31	WBB x DA	1999	Färsen	8	RMA-1300	MsKf	Schlachthof
32	CHA	2000	Bullen	8	LPVG D.	MsKf	Schlachthof
33	FLF	2000	Bullen	10	LPVG D.	MsKf	Schlachthof
34	WBB x DA	2000	Bullen	11	LPVG D.	MsKf	Schlachthof
35	FLF	2001	Bullen	10	Betrieb R.	W + Aws/Grf	Fleischer
36	FLF	2001	Bullen	10	RMA-1300	TMR	Schlachthof
37	FLF	2002	Bullen	17	RMA-1300	Kraftfutterm.	Schlachthof
38	FLF	2002	Bullen	11	Betrieb R.	W+Aws/Grf/Kf	Fleischer
39	FLF	2002-2003	Bullen	13	Betrieb R.	W+Aws/Grf/Kf	Fleischer
40	SBT	2003	Ochsen	7	AG D.	W + MsKf	Selbstverm. ¹⁾
41	SBT	2004	Bullen	6	AG D.	MsKf	Selbstverm. ¹⁾
42	FLF	2003-2004	Ochsen	14	AG D.	GsKf	Selbstverm. ¹⁾
43	FLF	2003-2004	Ochsen	12	AG D.	GsKf W GsKf	Selbstverm. ¹⁾
44	FLF	2003-2004	Bullen	30	AG D.	GsKf	Selbstverm. ¹⁾

Schlachthöfe: Altenburg, Bad Hersfeld, Jena, Nohra und Schmalkalden; ¹⁾ die Tiere wurden auf einem Schlachthof geschlachtet; Abkürzungen: AG = Agrargenossenschaft; LPVG = Lehr-, Prüf- und Versuchsgut; RMA-600/-1300/-2800 = Rindermastanlage mit 600, 1 300, 2 800 Stallplätzen; Selbstverm. = Selbstvermarkter; TLL = Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft; W = Weide; MsKf = Maissilage mit Kraftfutter; Kraftfutterm. = Kraftfuttermast; W + Aws / Grf = Weide, Anwelksilage im Winter, Grünfutter im Frühjahr; Kf = Kraftfutter; TMR = Totalmischration aus 27 % Stroh, 54 % Getreide und 19 % Melasse; GsKf = Grassilage mit Kraftfutter; GsKf W GsKf = Grassilage mit Kraftfutter, danach Weide sowie Nachmast mit Grassilage und Kraftfutter

Die wichtigsten, in dieser Feldstudie erfassten Fleischqualitätsmerkmale und die für ihre Bestimmung eingesetzten Methoden sind in der Tabelle 3.3 zusammengefasst.

Tabelle 3.3: In den Erhebungen eingesetzte Methoden zur Bestimmung von Fleischqualitätsmerkmalen

Fleischqualitätsmerkmal	Bestimmungsmethode	Literatur
Wassergehalt	Trocknung bei 105°C	AS § 35 LMBG L 06.00-3 (1980)
Rohproteingehalt	Kjeldahl	AS § 35 LMBG L 06.00-7 (1981)
Rein-BEFFE-Gehalt	rechnerisch	ARNETH (1981)
Nicht-Protein-Stickstoff-Gehalt multipliziert mit dem Faktor 6,25	Biuret-Methode 20 %ige Trichloressigsäure / Kjeldahl	REICHARDT u. a. (1994) KNOTHE (1978); KALTWASSER u. a. (1980); KALTWASSER (1990)
Intramuskulärer Fettgehalt	Chloroform-Methanol-Methode mit Extraktnachbehandlung	REICHARDT und MÜLLER (1996)
Fettsäurenmuster des IMF	n-Hexan-Extraktion (ab 2001) Kapillargaschromatographie	ISO 1444 (1996) SCHULTE und WEBER (1989); MÜLLER u. a. (1990)
Farbraumzahlen (L*a*b*)	Chromameter CR 200	Handbuch der Firma MINOLTA; MUSSMANN u. a. (1994)
Häpigmentgehalt	Extraktion und Photometrie	TROUT (1991)
VIS-Reflexionswerte R	Reflexionsphotometrie	PFAU u. a. (1965) REICHARDT (1996)

Abkürzungen: BEFFE = bindegewebeisweißes Fleischeiweiß; VIS = sichtbarer (visueller) Spektralbereich; BAFF = Bundesanstalt für Fleischforschung

3.3 Proteinbestandteile von Rindermuskeln

Die nach der Kjeldahl-Methode ermittelten Rohproteingehaltswerte des M.l.d. (Tab. 3.4) schwankten nur geringfügig und entsprachen den von ENDER (1980), von BUSS und MÜLLER (1990) sowie von FLACHOWSKY u. a. (1995) ermittelten Werten. Aus den Daten von ENDER (1980) in Tabelle 3.5 ergibt sich, dass der M.l.d. einen signifikant höheren Rohproteingehalt aufweist als der Musculus semimembranosus (M.s.). Ebenso scheint eine signifikante Differenz im Rohproteingehalt zwischen den Rassen Fleischfleckvieh und Charolais zu bestehen (Tab. 3.6). Teilweise konnte bei den Rindergruppen neben dem Rohproteingehalt auch der reine Muskelproteingehalt (bzw. Rein-BEFFE-Gehalt = bindegewebeisweißfreier Reineiweißgehalt des Fleisches) sowie der Nichtprotein-Stickstoffgehalt (NPN-Gehalt) des M.l.d. bestimmt werden (Tab. 3.4). Die Rein-BEFFE-Analyse beruht auf einer Extraktion des Muskelproteins mittels alkalischer Tensidlösung. Die Farbe und die Trübung dieser Extrakte differierten zwischen den Rassegruppen zum Teil sehr stark. Bei dem zur Trübungskorrektur ermittelten Absorbanzleerwert der Extrakte bei 540 nm wies das milchbetonte Fleckvieh (FL) mit 0,57 einen wesentlich höheren Wert auf als die übrigen Herkünfte (0,11 - 0,31). Nach Korrelationsrechnungen muss diese Trübung vor allem auf den intramuskulären Fettgehalt (IMF) der Proben zurückgeführt werden ($r = 0,68$; $P = 0,99$). Die früher beim M.l.d. von FLF x CHA- und FLF Bullen ermittelten Rein-BEFFE-Anteile am Rohprotein von 75,9 bzw. 75,3 % (Tab. 3.7) wurden von den Tieren des milchbetonten Fleckviehs mit 77,8 % über- und von jenen der Kreuzung DA x SMR mit 74,4 % unterschritten. Erwartungen, gesicherte Unterschiede im Gehalt oder Anteil von Rein-BEFFE zu finden, erfüllten sich nur bei den milchbetonten Fleckviehherkünften. LINKE und ARNETH (1970) gaben als mittleren Muskelproteingehalt (Rein-BEFFE) bei Rindfleisch 17,3 % an. Das Gesamtmittel aller in Tabelle 3.4 ausgewiesenen Prüfgruppen mit Angaben zum Rein-BEFFE-Gehalt im M.l.d. liegt bei 16,5 %.

Der Nichtproteingehalt (NPN) der Proben schwankte nach mehrwöchiger Lagerung bei -20°C nur zwischen 2,29 und 2,43 % (in Proteinäquivalenten ausgedrückt). An frischem Rindfleisch fand KNOTHE (1978) für NPN Werte um 0,5 %. Der von uns ermittelte NPN-Gehalt entspricht jedoch in der Größenordnung den von IRION und GISSEL (1994) bei Schweinefleisch während der Verarbeitung festgestellten NPN-Konzentrationen sowie dem von BRUAS-REIGNIER und BRUN-BELLUT (1996) bei Rindfleisch gefundenen NPN-Anteil am Rohprotein von 9,5 %. Der NPN-Anstieg von 0,5 auf Werte über 2 % muss nach BRUAS-REIGNIER und BRUN-

BELLUT (1996) auf die bei der Fleischlagerung ablaufenden Reifeprozesse zurückgeführt werden.

Tabelle 3.4: Mittelwerte und Streuung von Proteinbestandteilen des M.I.d. bei Bullen und Färsen verschiedener Rassen und Kreuzungsprodukte nach Aufmast von Absetzern aus der Mutterkuhhaltung (REI-CHARDT u. a., 1997)

Genotyp	n	Rohprotein-gehalt (%) ¹⁾		NPN-Gehalt (%)		Rein-BEFFE-gehalt (%)		relativer Anteil Rein-BEFFE am Rohprotein (%)	
		MW	s	MW	s	MW	s	MW	s
DA * SMR	10	21,6	0,5	-	-	15,7	0,4	74,4	1,1
FLF * SMR	10	21,2	0,4	-	-	15,9	0,6	75,0	1,8
FLF	24	22,6	1,0	2,3	0,1	16,9	0,7	74,8	3,1
SAL	8	22,9	1,3	2,3	0,2	17,1	0,6	74,9	3,4
FLF * SMR	8	21,6	0,4	2,3	0,1	16,3	0,7	75,6	2,6
SAL * SMR	13	22,7	0,9	2,3	0,2	17,0	0,6	75,0	3,8
LIM * FLF ²⁾	6	21,5	0,3	2,4	0,1	16,2	0,5	75,4	3,0
FL	11	21,2	0,7	2,3	0,3	16,5	0,5	77,8	2,2
MON	20	21,9	0,7	2,3	0,2	16,6	0,5	75,9	2,5
LIM * SMR ³⁾	10	22,4	0,3	-	-	-	-	-	-
FLF * SMR ³⁾	10	22,2	0,2	-	-	-	-	-	-
GVF ³⁾	10	22,3	0,3	-	-	-	-	-	-

¹⁾ Kjeldahlanalyse; ²⁾ = Färsen; ³⁾ = FLACHOWSKY u.a. (1995); MW = Mittelwert; s = Standardabweichung

Tabelle 3.5: Mittelwerte und Variation von Merkmalen des Nährstoffgehaltes bei FLF-Bullen aus der ehemaligen MPA Dornburg (ENDER, 1980)

Musculus longissimus dorsi Dreirippenstück				Musculus semimembranosus Keule			
n = 122	MW	s	s %	MW	s	s %	t-Test
Wasser %	72,51	1,46	2,0	74,45	1,47	2,0	+
Rohprotein %	22,19	1,72	7,8	21,66	1,48	6,8	+
IMF %	3,52	0,86	24,4	2,22	0,52	23,4	+

MPA = Mastprüfanstalt; t = + entspricht einem P von > 0,95; s % = Variationskoeffizient

Tabelle 3.6: Mittelwerte von Merkmalen des Nährstoffgehaltes bei Fleischfleckvieh- und Charolais-Bullen aus den ehemaligen MPA Dornburg und Steinpleiß (ENDER, 1980)

Genotyp	M. longissimus dorsi		M. semimembranosus		t-Test	
	FLF	CHA	FLF	CHA	M.I.d.	M.s.
n	460	330	460	330		
Wasser %	72,3	72,9	74,3	74,8	+	+
Rohprotein %	22,6	21,4	22,1	20,9	+	+
IMF %	3,6	2,9	2,4	1,9	+	+

Tabelle 3.7: Mittelwerte von Merkmalen des Nährstoffgehaltes bei Fleischrind-Bullen aus der ehemaligen MPA Dornburg (BUSS und MÜLLER, 1990)

Genotyp	CHI	FLF	CHA	FLF * CHA	FLF * F
M.l.d. n	23	314	5	59	9
Wasser %	74,81	74,27	74,20	74,01	73,82
IMF %	3,60	3,74	3,84	3,66	3,72
n	5	208	1	22	4
Rohprotein %	22,28	22,46 *	21,90	22,96 *	22,80
n	4	138	1	21	3
Rein-BEFFE % relativer Anteil	16,83	16,99 *	17,00	17,45 *	17,13
Rein-BEFFE am Rohprotein in %	76,03	75,37	77,63	75,73	75,08
M.s. n	23	323	5	58	9
Wasser %	75,94	76,12	76,20	75,88	75,73
IMF %	2,67	2,67	2,40	2,51	2,87
n	5	216	1	22	3
Rohprotein %	22,12	21,73 *	21,70	22,15 *	21,67
n	4	138	1	21	3
BEFFE % relativer Anteil	16,43	16,22	16,10	16,63	16,30
Rein-BEFFE am Rohprotein in %	74,48	74,17	74,19	74,17	75,23

CHI = Chianina; F = Fleischrindrasse; m.s. = Musculus semimembranosus; * mit P = 0,95 signifikanter Unterschied

Weitere Angaben zu Wasser- und Rohproteingehalt des M.l.d. von Rindergruppen finden sich im Abschnitt 3.4 (Intramuskulärer Fettgehalt) und werden auch an dieser Stelle erörtert.

3.4 Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) im M.l.d.

Intramuskuläres Fett ist neben dem intermuskulären Fett (zwischen den Muskelpartien liegende Fettschichten), dem subkutanen Fett (z. B. Speck) und dem Körperhöhlenfett (z. B. Nierentalg) eines der vier Fettgewebe bei Tieren. ARNETH (1998) definierte: „Morphologisch ist IMF als Depotfett charakterisiert, das in größeren Mengen als Marmorierung sichtbar ist und sich in Gruppen von Fettzellen vor allem im Peri- und Endomysium befindet.“

Je nach den Verzehrsgewohnheiten der Verbraucher bestehen auf der Welt unterschiedliche Anforderungen an den Marmorierungsgrad bei Rindfleisch. In Deutschland wird im allgemeinen mageres Rindfleisch bevorzugt. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in den Forderungen der Zentralen Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA, 1991) in Bonn an die Erzeugung von Qualitätsfleisch mit einem IMF-Gehalt im M.l.d. 2,0 bis 4,5 % wider. „Für Rindfleisch ist der intramuskuläre Fettgehalt ein soweit dominierendes Qualitätskriterium, dass vielfach durch ihn Rassenunterschiede in der Fleischqualität überlagert werden“ (BRANSCHEID, 2004). Dieses Zitat kennzeichnet treffend die Bedeutung des intramuskulären Fettgehaltes für die Rindfleischqualität, da er in enger Beziehung zu weiteren Parametern wie Zartheit, Saftigkeit und Aroma steht.

Die Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes wurde in der Clausberger Einrichtung seit 1976 an Rinderschlachtkörpern vorgenommen. Beschränkten sich die Erhebungen bis 1989 auf die Fleischleckvieh- und Charolais-Bullen aus Mastprüfanstalten (ENDER, 1980), mussten nach 1990 zahlreiche Fleischrindrassen und ihre Kreuzungsprodukte (WARZECHA und REICHARDT, 2002) hinsichtlich des IMF-Gehaltes untersucht werden. Die in den Tabellen 3.5 bis 3.7 zusammengefassten Daten aus früheren Erhebungen ermöglichen einen Vergleich hinsichtlich des IMF-Gehaltes. Diese Werte wurde mit Hilfe der Chloroform-Methanol-Methode (CM) nach ENDER und REICHARDT (1980) ermittelt und über eine Regressionsgleichung in Gehaltswerte umgerechnet, die bei der Petroletherextraktion ohne Säureaufschluss anfallen. In

der von WARZECHA von 1993 bis 2002 geleiteten Erhebung ist die Chloroform-Methanol-Extraktion mit nachfolgender Extraktbehandlung zur Analyse des IMF-Gehaltes verwendet worden. Diese Methode führt etwas höheren Resultaten als die achtstündige Petroletherextraktion ohne Säureaufschluss. Ab 2001 erfolgte die Bestimmung des IMF-Gehaltes mit Hilfe der n-Hexan-Extraktion bei 155 °C. Die IMF-Werte der Gruppen 35 bis 44 in Tabelle 3.9 (graue Felder) wurden zur besseren Vergleichbarkeit nach: $IMF_{CMA \%} = 0,816 * IMF_{HEXAN \%} + 1,462 \%$ umgerechnet. Die Tabelle 3.8 ermöglicht einen näherungsweise Vergleich der verschiedenen IMF-Daten.

Tabelle 3.8: Methodenvergleich bei der Extraktion von IMF aus Rinder-M.I.d. (n = 12)

Methode	CM	CMA	Hexan	Petrolether 8 h	Petrolether mit Säureaufschluss
MW IMF %	4,75	3,73	2,61	2,49	2,69
s IMF %	0,89	0,91	0,98	0,97	0,87

MW = Mittelwert von Dreifachbestimmungen

Der intramuskuläre Fettgehalt bewegt sich bei fast allen Prüfgruppen der Tabelle 3.9 in dem von KALM (1989), TEMISAN und AUGUSTINI (1989) sowie GROSSE und ENDER (1990) für optimale Rindfleischqualität angegebenen Bereich von 2,5 bis 4,5 %. Nur die ganzjährig im Freiland gehaltenen GAL-Ochsen und GVF-Bullen sowie die Tiergruppe 35 unterschreiten 2,5 % IMF. Die Fleischleckviehgruppen 35, 38 und 39, die alle in dem gleichen Betrieb standen, erhielten nach der Weide zunächst ausschließlich Grünfutter und Anwelksilage. Als bei der Schlachtkörpervermarktung die Fleischqualität stark bemängelt wurde, führte die Zugabe von Kraftfutter zu einer Erhöhung des IMF-Gehaltes sowie zu einer Verbesserung der Fleischqualität (Gr. 38, 39). Auch die FLF-Gruppe 44 (Öko-Bullen) erhielt vorwiegend Grassilage, was ihren relativ niedrigen IMF-Gehalt erklärt.

Die relativ hohen IMF-Gehaltswerte bei den Bullen der Kreuzung DA x SMR deuten in Verbindung mit dem hohen Anteil an Nierentalg und Beckenfett auf eine zu lange Mastdauer hin. Wie bei AUGUSTINI u. a. (1993) ist der IMF-Gehalt reiner FLF-Bullen niedriger als bei Kreuzungstieren FLF x SMR. Die Montbeliard-Rasse gilt als das französische Fleckvieh und weist mit 3,0 % einen fast vergleichbaren IMF-Gehalt wie viele Fleisch-Fleckvieh-Gruppen auf. Die hohen IMF-Werte der Gruppen 39 und 41 dürften auch auf die lange Mastdauer (Schlachtetalter ca. 22 Monate) zurückzuführen sein. Bei den SBT-Tieren der Gruppe 41 wirkt sich außerdem der Rassetyp (Milchrind) auf die Höhe des IMF-Gehaltes aus. IMF-Gehalte oberhalb von 4,5 % wurden bei den Färsengruppen LIM x FLF, CHA x SAL, FLF x MH sowie WBB X DA gefunden. Der hohe IMF-Gehalt dieser Gruppen ist durch den Geschlechtsdimorphismus bedingt.

Tabelle 3.9: Mittelwerte der Nährstoffzusammensetzung des M.l.d. bei verschiedenen Rinderrassen und deren Kreuzungsprodukten aus Erhebungen von WARZECHA (1993 – 2002) und WASSMUTH (ab 2003)

Gr. Nr.	Genetische Konstruktion	Jahr(e)	Geschlecht / Herkunft	n	Wasser %	IMF %	Rohprotein % ¹⁾
1	DA x SMR	1993	Bullen, Mkh	10	72,36	5,04	21,50
2	FLF x SMR	1993	Bullen, Mkh	10	74,19	3,75	20,96
3	FLF	1994	Bullen, Mkh	24	75,06	2,86	20,98
4	SAL	1994	Bullen, Mkh	8	74,50	3,17	21,23
5	FLF x SMR	1994	Bullen, Mkh	8	74,58	3,21	21,11
6	SAL x SMR	1994	Bullen, Mkh	13	74,39	3,05	21,46
7	LIM x FLF	1995	Färsen, Fresser	6	71,68	6,01	21,21
8	FL	1995	Bullen, Fresser	11	73,34	4,36	21,20
9	MON	1995	Bullen, Fresser	20	73,84	3,00	22,06
10	PIN	1995	Bullen, Mkh	15	73,97	3,18	21,75
11	SAL	1995	Bullen, Mkh	5	74,29	3,41	21,20
12	GAL	1995	Ochsen, Mkh	7	74,86	2,24	21,80
13	Kreuzungen ⁴⁾	1995	Bullen, Fresser	10	73,34	4,08	21,48
14	Kreuzungen ⁴⁾	1996	Färsen, Fresser	12	72,80	4,34	21,76
15	LIM x MH	1996	Bullen, Fresser	10	74,86	4,06	19,98
16	Kreuzungen ⁴⁾	1996	Bullen, Fresser	10	73,99	4,02	20,89
17	CHA x SAL	1996	Bullen, Mkh	10	73,89	3,97	21,04
18	CHA x SAL ⁵⁾	1996	Färsen, Mkh	24	72,28	5,19	21,43
19	CHA x SAL ⁵⁾	1997	Bullen, Mkh	20	75,02	2,89	20,99
20	SBT	1997	Bullen	10	75,12	2,71	21,07
21	HE	1997	Bullen, Mkh	5	75,04	3,60	20,02
22	HE x LIM	1997	Bullen, Mkh	4	75,28	2,96	20,66
23	GVF	1997	Bullen, Mkh	8	77,00	1,45	20,45
24	GVF	1997	Bullen, Mkh	10	74,94	2,70	21,26
25	GVF	1998	Bullen, Mkh	5	74,38	3,35	21,17
26	BA x MH	1998	Bullen, Mkh	11	75,06	2,79	21,05
27	FLF x MH	1999	Färsen, Mkh	11	72,97	4,73	21,20
28	FLF x MH	1999	Bullen, Mkh	7	73,67	4,26	20,97
29	FLF	1999	Bullen, Mkh	23	74,74	3,69	20,47
30	WBB x DA	1999	Bullen, Mkh	13	74,97	2,72	21,21
31	WBB x DA	1999	Färsen, Mkh	8	71,86	5,08	21,96
32	CHA	2000	Bullen, Mkh	8	75,56	2,54	20,80
33	FLF	2000	Bullen, Mkh	10	75,59	2,91	20,40
34	WBB x DA	2000	Bullen, Mkh	11	75,70	2,63	20,57
35	FLF	2001	Bullen, Mkh	10	74,16	2,42	22,32
36	FLF	2001	Bullen, Mkh	10	76,46	2,73	19,71
37	FLF	2002	Bullen, Mkh	17	75,78	3,31	19,81
38	FLF	2002	Bullen, Mkh	11	73,52	3,27	22,11
39	FLF	2002-2003	Bullen, Mkh	13	70,82	5,07	23,01
40	SBT	2003	Ochsen	7	74,88	3,55	20,47
41	SBT	2004	Bullen	6	71,17	5,91	21,82
42	FLF	2003-2004	Ochsen, Mkh	14	73,29	4,42	21,19
43	FLF	2003-2004	Ochsen, Mkh	12	73,67	3,99	21,24
44	FLF	2003-2004	Bullen, Mkh	30	75,39	2,61	20,90

1) berechnet; die außerhalb des Optimalbereiches von 2,5 – 4,5 % befindlichen IMF-Mittelwerte wurden fett gedruckt

ARNETH fand, dass zwischen dem Fettgehalt von Fleisch und dessen Wassergehalt engere Zusammenhänge bestehen als zwischen Rohprotein- und Wassergehalt (HONIKEL, 2004). Für die in Tabelle 3.9 zusammengefassten 44 Gruppen ergibt sich zwischen den Mittelwerten für Wasser- und IMF-Gehalt eine signifikante Beziehung von $r = -0,89$ ($P > 0,99$), während zwischen Wasser- und Rohproteingehalt ein Zusammenhang von $r = -0,70$ ($P > 0,99$) geschätzt wurde. Zwischen IMF- und Rohproteingehalt bestand keine gesicherte Korrelation ($r = 0,29$).

Die Ergebnisse der mehrjährigen Untersuchungen zum IMF-Gehalt im M.I.d. bei Rindern sind thesenartig in Tabelle 3.10 zusammengefasst. Die Tabellen 3.11 bis 3.19 belegen die einzelnen Aussagen mit Daten. Ein Nachweis des Einflusses der Nutzungsrichtung auf den IMF-Gehalt anhand der Bullen-Daten von Tabelle 3.9 wird durch den Umstand erschwert, dass die unterschiedlichen Mastformen in ihrer Auswirkung auf die Verfettung des Schlachtkörpers dominieren. Der Einfluss der Nutzungsrichtung wird in Tabelle 3.12 wiedergegeben. Die Wiedergabe der Milchrinderrassen (PIN, SBT) unterbleibt, da zwischen ihnen große Unterschiede im IMF-Gehalt bestanden.

Tabelle 3.10: Einflussfaktoren auf den IMF-Gehalt bei Rindern (WARZECHA und REICHARDT, 1996/1997)

Rasse / Genotyp	kleinere extensivere > mittelintensive > großrahmig / intensive
Nutzungsrichtung	Milchrinderrassen > Zweinutzungsrasen / Kreuzungen > Fleischrinderrassen
Kategorie / Geschlecht	Kühe > Färsen und Ochsen > Bullen
Kastration	Frühkastrate > Spätkastrate
Mastintensität allgemein	intensiv > extensiv / intensiv > mittelintensiv > extensiv
Mastintensität Kühe	mit Aufmast > ohne Aufmast
Nutzungsform Färsen	Mastfärsen > Vornutzungsfärsen

Tabelle 3.11: Einfluss der Rasse / des Genotyps auf den IMF-Gehalt bei Bullen (WARZECHA und REICHARDT, 1999)

Rasse / Genotyp	n	MW	s
kleine / extensive	52	4,7	1,2
mittelintensive	94	3,3	1,0
großrahmig / intensive	68	2,4	1,1

MW = Mittelwert; s = Standardabweichung

Tabelle 3.12: Einfluss der Nutzungsrichtung bei Bullengruppen aus Tabelle 3.9, die alle mit Maissilage und Kraftfutter gemästet wurden

Nutzungsrichtung / Kreuzung	n	Mw	s
Kreuzungen Fleischrind x Milchrind (50 : 50)	20	4,05	0,04
Zweinutzungsrasen (GVF, FL)	26	3,53	1,83
Kreuzungen Fleischrind x Masthybrid (75 : 25)	21	3,39	0,67
Fleischrindrassen und deren Kreuzungen	136	2,92	1,71

Tabelle 3.13: Einfluss von Geschlecht und Kategorie auf den IMF-Gehalt nach den Daten der Tabelle 3.9

Geschlecht / Kategorie	n	MW	s
Färsen	61	5,01	2,97
Ochsen	40	3,58	2,28
Bullen	389	3,28	1,60

KIRCHHEIM u. a. (1998) erzielten in einem Mastversuch mit Maissilage und Kraftfutter bei je 15 Jungbullen bzw. Ochsen der genetischen Konstruktion SBT bzw. SBT * GVF M.I.d.-IMF-Gehalte von $2,5 \pm 1,5$ % sowie von $4,6 \pm 1,9$ % (CMA-Methode), was der erwarteten Kategorie-Abstufung völlig entspricht. Bei den Tiergruppen von Tabelle 3.18 besteht eine Beziehung zwischen dem IMF-Gehalt sowie dem Anteil von Nierentalg und Beckenfett in Höhe von $r = 0,93$.

Tabelle 3.14: Einfluss des Kastrationszeitpunktes bei SBT-Ochsen mit Weidemast (Mittelwerte: WARZECHA und REICHARDT, 1999)

Kastrationszeitpunkt	n	Masttagszunahme in g / d	% IMF
nach 2 Monaten	10	694	2,4
nach 12 Monaten	9	644	1,5

Tabelle 3.15: Einfluss der Mastintensität auf den IMF-Gehalt bei Bullen (WARZECHA und REICHARDT, 1999)

Mastintensität	Masttagszunahme in g / d	n	% IMF - MW	% IMF - s
intensiv	> 1.300	26	4,10	1,18
extensiv / intensiv	>1.100	20	3,95	1,41
mittelintensiv	>1.000	72	3,10	1,14
extensiv (Weidemast)	bis 1.000	60	1,53	1,25

Tabelle 3.16: Einfluss der Mastintensität auf den IMF-Gehalt und Anteil Nierentalg/Beckenfett bei Jungbullen und Ochsen verschiedener Genotypen (Mittelwerte: WARZECHA und REICHARDT, 1997)

Mastintensität	Gruppe / Genotyp	n	Schlachtkörpergewicht in kg	Masttagszunahme in g / d	NT / BF %	IMF %
intensiv	I	20	326	1.096	3,90	3,95
intensiv	II	58	387	1.071	3,44	3,48
intensiv / extensiv	III	33	347	1.192	3,17	3,15
mittelintensiv	IV	41	229	699	1,62	2,33
extensiv	V	19	191	671	1,37	1,97

Gruppen: I = Kreuzungen Fleischrind * Milchrind (50 : 50); II = Zweinutzungsrassen – milchbetont; III = Fleischrindrassen und deren Kreuzungen; IV = SBT-Bullen (Einsatz von Molke und Kraftfutter); V = SBT-Ochsen (Weidemast)

Tabelle 3.17: Einfluss der Mastintensität auf den IMF-Gehalt bei Färsen (Mittelwerte: WARZECHA und REICHARDT, 1997)

Mastintensität	Genotyp	Endgewicht in kg	Schlachalter in d	Masttagszunahme in g / d	n	IMF %
intensiv	FL	577	506	1.077	9	7,0
extensiv / intensiv	LIM * FL	517	620	778	6	4,6
mittelintensiv	FLF * MH	470	569	763	20	3,5

Tabelle 3.18: Einfluss der Aufmast auf den IMF-Gehalt bei SBT-Schlachtkühen (Mittelwerte: WARZECHA, BREITENSTEIN und BUSS, 1986)

Mastintensität	Schlachtkörpergewicht (kg)	n	Fettanteil (%)	Nierentalganteil (%)	IMF (%)
ohne Aufmast	209	37	3,9	1,6	4,0
mit Aufmast auf Weide	246	34	5,9	3,0	6,2
ohne Aufmast	222	8	3,7	1,8	4,2
mit Aufmast im Stall	246	8	6,9	2,5	6,0

Tabelle 3.19: Einfluss der Vornutzung auf den IMF-Gehalt bei SBT-Färsen (Mittelwerte: WARZECHA und REICHARDT, 1997)

Mastintensität	Endgewicht (kg)	Schlachtkörpergewicht (kg)	n	Nierentalganteil (%)	IMF (%)
Vornutzungsfärsen	425	182	46	1,1	3,1
Mastfärsen	457	225	26	1,9	4,7

Eine univariate Varianzanalyse ergibt, dass Rasse, Geschlecht/Kategorie und Mastform den IMF-Gehalt der Tiergruppen von Tabelle 3.9 signifikant beeinflussen. Die Schätzung von Least square means (LSQ) gelang jedoch erst, nachdem die Tiergruppen in bestimmten Rassetypen zusammengefasst wurden (Tab. 3.20). Die LSQ zeigen wie die Mittelwerte in Tabelle 3.12, dass mit abnehmendem Genanteil der Milchrindrassen der M.l.d.-IMF-Gehalt sinkt und bestätigen die Aussagen aus Tabelle 3.10. Die LSQ von Geschlecht und Kategorie verhalten ebenfalls vorhersagegemäß. Hinsichtlich der Mastformen lassen die LSQ die Schlussfolgerung zu, dass mit intensiven Mastformen oder mit Kombinationen von extensiver mit intensiver Mast ein IMF-Gehalt von 4 % problemlos erreichbar ist. Der in dieser Erhebung leider nicht genauer quantifizierbare Anteil von Kraftfutter an der Ration bietet die Möglichkeit, unter ansonsten

vergleichbaren Bedingungen (Rasse, Geschlecht, Mastform, Schlachalter), den IMF-Gehalt im M.l.d. gezielt zu erhöhen. Die IMF-Mittelwerte der Tiergruppen 38 und 39 belegen diese These.

Tabelle 3.20: Least square means des M.l.d.-IMF verschiedener Rassetypen, von Bullen, Färsen und Ochsen sowie bei unterschiedlichen Mastformen

Rassetyp	F	FMH	MH	MZ	Geschlecht	Bullen	Ochsen	Färsen
Merkmal n	293	39	56	48	Merkmal n	359	40	37
IMF %	3,76	3,95	4,34	4,48	IMF %	3,38	4,19	4,85
Mastform	nur Weide	TMR	GsLkF	W + MsKf	MsKf	GsLkF W GsLkF	Kraftfuttermast	W + Aws / Grf
Merkmal n	8	10	44	86	184	12	58	34
IMF %	2,86	3,86	4,06	4,21	4,29	4,31	4,64	4,84

Abkürzungen: Fleischrinder (F), Fleischrinder x Masthybride (FMH), Fleischrind x Milchrind (MH); Milch- und Zweinutzungsrasen (MZ); TMR = Totalmischung; GsLkF = Grassilage mit Kraftfutter; W + MsKf = Weide mit Nachmast mit Maissilage und Kraftfutter; GsLkF W GsLkF = Grassilage mit Kraftfutter, Weide, Nachmast mit Grassilage und Kraftfutter; W + Aws / Grf = Weide und Nachmast mit Anweilsilage bzw. Grünfütter (ohne und mit Kraftfüttergabe)

3.5 Die Fettsäurezusammensetzung des M.l.d.-IMF

Die Zusammensetzung tierischer Fette ist seit mehr als zehn Jahren weltweit Gegenstand intensiver Untersuchungen. Einerseits unterliegt der Verzehr tierischer Fette einer permanenten Kritik von Seiten der Humanernährung, andererseits ist insbesondere das intramuskuläre Fett gerade bei der Tierart Rind mit sensorischen Fleischqualitätsmerkmalen wie Zartheit, Geschmack und Aroma verbunden. Zahlreiche von Ernährungsmedizinern vorgenommene Studien und Erhebungen zum Einfluss einzelner Fettsäuren oder Fettsäurenklassen auf menschliche Erkrankungen haben weiterhin gezeigt, dass in dieser Hinsicht eine wesentlich differenziertere Bewertung aller Fettsäuren erfolgen muss. Als Folge dessen wurden zur humanphysiologischen Einstufung der Fettsäurezusammensetzung von Fetten und Ölen statt des bekannten Quotienten PUFA/SFA neue Parameter vorgeschlagen:

- der Quotient aus den Summen aller n6- und n3-Polyenfettsäuren (DGE, 2000)
- der Quotient C16:o/ 18:1 (GLÄSER, 2000)
- die Summe C14:o+C16:o (REICHARDT u. a., 2003).

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Tabellen und Ausführungen wird eine kurze Übersicht zu den üblichen Abkürzungen der Fettsäuren und zu deren bekannten humanphysiologischen Wirkungen gegeben:

Übersicht 3.1:

Fettsäure (FS bzw. englisch: FA) / Parameter	Kürzel	humanphysiologische Wirkung
Myristinsäure Palmitinsäure	C14:0 C16:0	Steigerung des Cholesterolspiegels
Stearinsäure	C17:0 C18:0	Unbekannt keine Beeinflussung des Cholesterolspiegels
Summe aller gesättigten FS	SFA	
Myristoleinsäure Palmitoleinsäure Ölsäure	C14:1 C16:1 C18:1	senken Risiko zu Herz-Kreislaufkrankungen sowie Diabetes Typ II, hemmen Kanzerogenese
Summe aller einfach ungesättigten FS	MUFA	
Linolsäure -Linolensäure (n6-PUFA) Arachidonsäure PUFA mit der 1. Doppelbindung am 6. Kohlenstoffatom nach der Methylgruppe	C18:2 C18:3 C20:4 n6 (6)	unterstützen die Bildung des tumorfördernden Prostaglandins E2 (PGE ₂), senken Cholesterolgehalt im Blut und wirken entzündungsfördernd, erhöhen Blutdruck
-Linolensäure (n3-PUFA) PUFA mit der 1. Doppelbindung am 3. Kohlenstoffatom nach der Methylgruppe	C18:3 n3 (3)	schützen gegen kardiovaskuläre Erkrankungen, rheumatoide Arthritis, Krebs und Virusinfektionen, senken Triglyceridspiegel, hemmen Entzündungen
Summe aller mehrfach ungesättigten FS	PUFA	
Summe aller ungesättigten FS	UFA	

Kurzform der Fettsäuren: C Anzahl der Kohlenstoffatome : Anzahl der Doppelbindungen

In den Tabellen 3.21 bis 3.23 werden die Mittelwerte der prozentualen Fettsäurezusammensetzung und von daraus abgeleiteten Parametern für 40 Tiergruppen nach Geschlecht/Kategorie getrennt in chronologischer Reihenfolge der Erhebungen wiedergegeben. Minima und Maxima der Gruppenmittelwerte sind durch Fettdruck hervorgehoben. Bei den Extremwerten waren folgende Tiergruppen mehrfach vertreten:

Übersicht 3.2:

Gr. Nr.	Genotyp	Anzahl Extrema	Minimum	Maximum
35	FLF	5	C18:1, MUFA	C18:2, C18:3, PUFA
27	FLF x MH	4	C18:3, PUFA, PUFA/SFA	C16:1, C14:0+C16:0
42	FLF	4	C16:0/C18:1	C18:1, MUFA, UFA
44	FLF	4	C14:0, C16:0, C14:0+C16:0, C16:1	
25	GVF	3	UFA	C18:0, SFA
31	WBB X DA	2	C18:2, PUFA	
34	WBB X DA	2		C14:1, C16:1

Aus ernährungsphysiologischer Sicht müssen die Tiergruppen 42 und 44 als vorteilhaft gelten, da sie im IMF einen hohen Anteil ungesättigter bzw. einen niedrigen Anteil humanphysiologisch schädlicher gesättigter Fettsäuren aufweisen.

Tabelle 3.21: Mittelwerte der prozentualen Fettsäurezusammensetzung (Masse-%) des IMF aus dem M.I.d. von Bullen, Ochsen und Färsen verschiedener Rassen und deren Kreuzungsprodukte

Geschlecht Genotyp	Gr. Nr.	n	C14:o	C16:o	C14:o+C16:o	C16:o/C18:1	C17:o	C18:o	SFA
Bullen		377	3,1	27,8	30,9	0,84	1,4	19,0	53,0
DA x SMR	1	10	3,0	26,8	29,8	0,68	0,9	17,3	48,0
FLF x SMR	2	10	3,1	27,2	30,2	0,71	0,9	17,6	48,7
FLF	3	24	2,5	25,2	27,7	0,68	1,0	18,4	47,1
SAL	4	8	2,9	26,0	28,9	0,70	1,0	17,0	46,8
FLF x SMR	5	8	2,6	26,2	28,9	0,69	1,0	17,5	47,3
SAL x SMR	6	13	2,8	26,6	29,4	0,70	0,9	16,7	47,0
FL	8	11	3,9	27,4	31,2	0,77	1,3	15,9	48,5
MON	9	20	3,3	26,2	29,5	0,78	1,1	17,3	47,9
PIN	10	15	3,5	26,6	30,2	0,77	2,2	14,0	48,1
SAL	11	5	3,7	27,6	31,4	0,82	2,0	14,1	48,8
Kreuzungen	13	10	2,9	25,6	28,6	0,70	0,9	16,2	47,7
LIM x MH	15	10	2,7	26,4	29,1	0,71	0,8	18,3	50,4
Kreuzungen	16	10	3,0	27,0	30,0	0,71	1,0	16,6	47,5
CHA x SAL	17	10	3,1	27,2	30,4	0,72	0,8	18,1	51,4
HE	21	5	3,3	31,9	35,1	1,05	1,4	20,6	60,9
HE x LIM	22	4	3,0	31,3	34,3	1,00	2,1	19,6	59,7
GVF	25	5	3,2	29,5	32,7	1,04	2,4	25,3	63,8
BA x MH	26	11	3,1	30,1	33,2	1,03	2,3	23,5	62,5
FLF x MH	28	7	3,6	32,9	36,5	1,11	1,4	19,0	60,6
FLF	29	23	3,2	31,5	34,7	1,03	1,6	19,6	58,9
WBB x DA	30	13	3,3	30,3	33,5	1,00	1,7	21,8	59,3
CHA	32	8	3,1	29,0	32,1	0,95	1,9	21,0	57,0
FLF	33	10	3,2	29,1	32,2	0,92	2,0	19,2	55,5
WBB x DA	34	11	2,9	28,4	31,3	0,83	1,9	17,1	52,3
FLF	35	10	3,0	27,6	30,6	1,05	1,8	23,5	58,7
FLF	36	10	4,5	29,4	33,9	1,08	1,0	24,2	61,6
FLF	37	17	4,1	31,9	36,0	1,13	1,0	20,0	61,3
FLF	38	11	3,1	26,1	29,2	0,85	1,3	19,3	52,4
FLF	39	13	3,4	24,9	28,3	0,78	1,4	19,2	50,8
SBT	41	6	3,2	27,5	30,7	0,72	1,1	17,4	50,2
FLF	44	30	2,4	22,8	25,2	0,65	1,2	21,4	49,6
SBT ¹⁾	-	18	3,2	32,8	36,0	1,03	1,7	19,4	59,5
Ochsen		40	2,6	25,8	28,4	0,67	1,3	16,8	47,7
GAL	12	7	3,1	26,9	30,0	0,86	2,5	15,5	49,6
SBT	40	7	2,7	27,1	29,8	0,68	1,1	16,6	48,7
FLF	42	14	2,5	25,4	28,0	0,61	1,1	16,5	46,5
FLF	43	12	2,4	24,8	27,2	0,62	1,1	18,0	47,5
Färsen		37	3,4	29,9	33,3	0,85	1,3	16,0	53,2
LIM x FLF	7	6	3,8	25,9	29,7	0,65	0,9	12,4	43,7
Kreuzungen	14	12	2,8	27,6	30,4	0,70	1,0	15,2	49,1
FLF x MH	27	11	3,8	32,8	36,7	1,04	1,6	17,8	59,6
WBB x DA	31	8	3,6	32,3	35,9	0,95	1,6	17,6	57,7
alle Tiere		454	3,1	27,8	30,9	0,83	1,4	18,6	52,6

¹⁾ Leguminosen-Fütterungsversuch von LÖHNERT (2000)

Tabelle 3.22: Mittelwerte der prozentualen Fettsäurezusammensetzung (Masse-%) des IMF aus dem M.I.d. von Bullen, Ochsen und Färsen verschiedener Rassen und deren Kreuzungsprodukte

Geschlecht Genotyp	Gr. Nr.	n	C14:1	C16:1	C18:1	MUFA	C18:2	C18:3	PUFA	UFA
Bullen		377	0,4	3,3	33,7	37,9	4,7	0,8	5,7	43,6
DA x SMR	1	10	0,6	2,8	40,0	43,4	3,1	0,6	3,7	47,1
FLF x SMR	2	10	0,5	2,9	38,6	42,0	3,7	0,6	4,3	46,4
FLF	3	24	0,4	2,5	36,9	39,8	6,6	1,0	7,6	47,4
SAL	4	8	0,5	2,8	37,1	40,4	5,3	1,0	6,3	46,7
FLF x SMR	5	8	0,4	2,7	38,0	41,1	5,5	0,9	6,4	47,5
SAL x SMR	6	13	0,5	3,0	38,2	41,7	5,3	0,9	6,2	47,8
FL	8	11	0,3	3,1	35,8	39,2	4,7	0,6	5,2	44,4
MON	9	20	0,3	2,4	33,9	36,7	6,0	0,8	6,7	43,4
PIN	10	15	-	3,3	34,8	38,1	4,0	0,7	4,7	42,8
SAL	11	5	-	3,6	34,5	38,1	3,4	0,5	3,9	42,0
Kreuzungen	13	10	-	3,0	36,6	39,6	4,3	0,5	4,8	44,5
LIM x MH	15	10	-	2,3	37,3	39,6	5,5	0,4	5,9	45,5
Kreuzungen	16	10	0,5	3,0	38,0	41,5	4,8	0,7	5,5	47,0
CHA x SAL	17	10	-	2,6	38,0	40,7	3,8	0,3	4,1	44,8
HE	21	5	0,8	4,3	30,5	36,4	2,4	0,4	2,8	39,1
HE x LIM	22	4	0,7	4,1	31,4	37,2	2,8	0,4	3,2	40,3
GVF	25	5	0,5	2,9	28,3	32,3	3,4	0,4	3,8	36,2
BA x MH	26	11	0,5	3,1	29,6	33,9	3,3	0,4	3,7	37,5
FLF x MH	28	7	0,6	4,6	29,8	36,0	3,1	0,3	3,4	39,4
FLF	29	23	0,6	4,4	30,7	36,8	3,5	0,7	4,2	41,0
WBB x DA	30	13	0,5	3,6	30,5	35,3	4,4	0,7	5,1	40,3
CHA	32	8	0,5	3,9	30,7	35,9	6,2	0,8	7,0	43,0
FLF	33	10	0,8	4,3	31,9	37,8	5,8	0,8	6,7	44,4
WBB x DA	34	11	0,8	5,0	34,2	40,9	6,1	0,7	6,8	47,7
FLF	35	10	0,3	3,4	26,5	31,4	6,9	2,8	9,7	41,2
FLF	36	10	0,5	3,4	27,4	32,0	5,8	0,9	6,4	38,4
FLF	37	17	0,1	4,2	28,6	33,6	4,7	0,5	5,2	38,7
FLF	38	11	0,4	3,2	31,8	36,5	6,6	2,0	9,0	45,5
FLF	39	13	0,4	2,7	32,7	36,9	4,4	1,4	6,6	43,5
SBT	41	6	0,7	3,1	38,2	43,0	1,9	0,7	3,1	46,1
FLF	44	30	0,3	2,1	35,4	39,0	5,4	1,4	7,6	46,7
SBT ¹⁾	-	18	0,7	4,7	31,8	37,8	2,2	0,4	2,6	40,5
Ochsen		40	0,4	2,9	39,3	43,5	3,1	1,0	4,6	48,1
GAL	12	7	-	2,9	31,5	34,4	4,1	1,8	5,9	40,3
SBT	40	7	0,6	3,3	39,9	44,9	3,6	1,0	5,3	50,2
FLF	42	14	0,4	3,0	41,9	46,4	2,7	0,9	4,0	50,4
FLF	43	12	0,4	2,6	40,5	44,7	2,6	0,8	4,1	48,8
Färsen		37	0,7	4,2	36,2	41,3	2,2	0,4	2,6	43,9
LIM x FLF	7	6	0,8	4,9	40,3	45,7	2,0	0,4	2,4	48,1
Kreuzungen	14	12	-	3,0	39,6	42,6	2,9	0,4	3,4	45,9
FLF x MH	27	11	0,7	5,0	31,8	38,5	1,9	0,3	2,2	40,7
WBB x DA	31	8	0,7	4,4	34,0	39,9	1,8	0,4	2,2	42,1
alle Tiere		454	0,4	3,3	34,4	38,7	4,4	0,8	5,3	44,0

¹⁾ Leguminosen-Fütterungsversuch von LÖHNERT (2000)

Tabelle 3.23: Mittelwerte der Quotienten PUFA- / SFA- und n6- / n3-Fettsäuren-Masse-% des IMF aus dem M.I.d. von Bullen, Ochsen und Färsen verschiedener Rassen und deren Kreuzungsprodukte

Geschlecht Genotyp	Gr. Nr.	n	PUFA/SFA	n6/n3	Geschlecht Genotyp	Gr. Nr.	n	PUFA/SFA	n6/n3
Bullen		377	0,110	6,9	CHA	32	8	0,125	7,8
DA x SMR	1	10	0,077	5,7	FLF	33	10	0,121	6,9
FLF x SMR	2	10	0,089	5,8	WBB x DA	34	11	0,129	8,6
FLF	3	24	0,164	7,0	FLF	35	10	0,157	2,5
SAL	4	8	0,136	5,3	FLF	36	10	0,104	10,8
FLF x SMR	5	8	0,137	6,2	FLF	37	17	0,085	10,1
SAL x SMR	6	13	0,132	6,4	FLF	38	11	0,178	3,4
FL	8	11	0,108	8,1	FLF	39	13	0,131	3,0
MON	9	20	0,142	8,7	SBT	41	6	0,062	3,2
PIN	10	15	0,098	6,8	FLF	44	30	0,155	4,0
SAL	11	5	0,121	7,0	SBT ¹⁾	-	18	0,044	5,2
Kreuzungen	13	10	0,102	7,6	Ochsen		40	0,097	3,2
LIM x MH	15	10	0,118	13,6	GAL	12	7	0,121	2,4
Kreuzungen	16	10	0,116	7,3	SBT	40	7	0,109	3,3
CHA x SAL	17	10	0,080	12,5	FLF	42	14	0,088	2,9
HE	21	5	0,046	5,8	FLF	43	12	0,086	3,8
HE x LIM	22	4	0,053	6,7	Färsen		37	0,050	6,4
GVF	25	5	0,060	8,4	LIM x FLF	7	6	0,055	5,5
BA x MH	26	11	0,059	9,0	Kreuzungen	14	12	0,069	6,9
FLF x MH	28	7	0,056	10,0	FLF x MH	27	11	0,036	7,8
FLF	29	23	0,071	6,9	WBB x DA	31	8	0,038	4,1
WBB x DA	30	13	0,086	6,1	alle Tiere		454	0,104	6,5

¹⁾ Leguminosen-Fütterungsversuch von LÖHNERT (2000)

Die Tabellen 3.24 bis 3.26 enthalten die Mittelwerte von Fettsäurenanteilen und aus ihnen abgeleiteter Parameter bei Sortierung nach Mastformen. Das Sortiermerkmal ist durch graue Felder markiert. Bei Nutzung von Gras als Futterkomponente bei der Mast enthielt das IMF der Rinder im Mittel weniger C14:0, C16:0 und SFA, einen höheren Anteil ungesättigter Fettsäuren sowie günstige Quotienten PUFA/SFA oder n6/n3. Demgegenüber verschlechtert der Einsatz von Getreide diese beiden Quotienten. Die Mastform Maissilage + Kraftfutter nimmt eine Mittelstellung zwischen den gras- und den getreidedominierten Mastformen ein.

Die univariate Varianzanalyse unter Einbeziehung der Zwischensubjektfaktoren Rasse, Geschlecht/Kategorie und Mastform ergibt bei den Merkmalen der Fettsäurezusammensetzung fast immer eine hohe Signifikanz ($P = 0,999$). Diese sinkt beim Faktor Rasse nur für das Merkmal C18:3 auf $P = 0,963$. Der Faktor Geschlecht/Kategorie ist bei 5 Merkmalen nicht signifikant (C16:0/C18:0: $P = 0,901$; SFA: $P = 0,927$; C17:0: $P = 0,555$; C14:1: $P = 0,573$; C14:0: $0,878$). Die Mastform weist keine Signifikanz bei C14:1 ($P = 0,882$) auf.

Tabelle 3.24: Mittelwerte der prozentualen Fettsäurezusammensetzung (Masse-%) des IMF aus dem M.I.d. von Rindern verschiedener Mastformen

Mastform	n	C14:0	C16:0	C14:0+C16:0	C16:0/C18:1	C17:0	C18:0	SFA
Gsl Kf	44	2,4	23,7	26,1	0,63	1,2	19,9	48,6
GslKf W GslKf	12	2,4	24,8	27,2	0,62	1,1	18,0	47,5
W + MsKf	86	2,8	26,2	29,0	0,69	0,9	17,2	47,3
W + Aws / Grf	34	3,2	26,1	29,3	0,88	1,5	20,5	53,6
nur Weide	8	3,1	27,4	30,5	0,91	2,4	16,4	51,3
MsKf	184	3,2	28,1	31,3	0,83	1,5	18,0	52,6
TMR	10	4,5	29,4	33,9	1,08	1,0	24,2	61,6
Kraftfuttermast	58	3,6	32,0	35,7	1,07	1,4	19,3	59,9
LFV ¹⁾	18	3,2	32,8	36,0	1,03	1,7	19,4	59,5

¹⁾ Leguminosen-Fütterungsversuch von LÖHNERT (2000)

Tabelle 3.25: Mittelwerte der prozentualen Fettsäurezusammensetzung (Masse-%) des IMF aus dem M.I.d. von Rindern verschiedener Mastformen

Mastform	n	C14:1	C16:1	C18:1	MUFA	C18:2	C18:3	PUFA	UFA
GslKf W GslKf	12	0,4	2,6	40,5	44,7	2,6	0,8	4,1	48,8
Gsl Kf	44	0,4	2,4	37,5	41,4	4,5	1,2	6,5	47,9
W + MsKf	86	0,5	2,9	38,2	41,7	4,9	0,8	5,8	47,5
W + Aws / Grf	34	0,4	3,1	30,6	35,2	5,9	2,0	8,3	43,5
MsKf	184	0,4	3,3	34,4	38,4	4,3	0,6	5,0	43,3
LFV ¹⁾	18	0,7	4,7	31,8	37,8	2,2	0,4	2,6	40,5
Kraftfuttermast	58	0,4	4,5	30,2	36,1	3,5	0,5	4,0	40,1
nur Weide	8	-	3,0	30,8	34,0	4,0	1,9	5,9	39,9
TMR	10	0,5	3,4	27,4	32,0	5,8	0,6	6,4	38,4

¹⁾ Leguminosen-Fütterungsversuch von LÖHNERT (2000)

Tabelle 3.26: Mittelwerte Quotienten PUFA- / SFA- und n6- / n3-Fettsäuren-Masse-% des IMF aus dem M.I.d. von Rindern verschiedener Mastformen

Mastform	n	PUFA / SFA	n6 / n3	Mastform	n	PUFA / SFA	n6 / n3
nur Weide	8	0,119	2,3	W + MsKf	86	0,123	6,0
W + Aws / Grf	34	0,154	3,0	MsKf	184	0,096	7,9
GslKf	44	0,134	3,7	Kraftfuttermast	58	0,067	8,4
GslKf W GslKf	12	0,086	3,8	TMR	10	0,104	10,8

Werden die Rassen zu Rassetypen wie Fleischrinder (F), Fleischrinder x Masthybride (FMH), Fleischrind x Milchrind (MH = Masthybrid) sowie Milch- und Zweinutzungsrasen (MZ) zusammengefasst, so lassen sich Least mean squares (Randmittel) schätzen. Von 17 aufgeführten Merkmalen unterschieden sich bei den Rassetypen (Tab. 3.27) 15 signifikant ($P > 0,95$). Bei acht Merkmalen (grau unterlegt) scheint eine Übereinstimmung zwischen den Typen F und FMH einerseits sowie MH und MZ andererseits zu bestehen (Tab. 3.27). Der Faktor Geschlecht/Kategorie ist bei vier Merkmalen nicht signifikant (Tab. 3.27). Die LSQ von neun Merkmalen weichen bei Färsen und Ochsen nur gering voneinander ab und unterscheiden sich deutlich von denen der Bullen.

Tabelle 3.27: Least square means von Merkmalen des Fettsäuremusters im M.I.d.-IMF verschiedener Rassetypen sowie von Bullen, Färsen und Ochsen

Rassetyp	F	FMH	MH	MZ	Geschlecht / Kategorie	Bullen	Färsen	Ochsen		
Merkmal	n	293	39	56	66	Merkmal	n	377	37	40
C14:0	3,2	3,1	3,2	3,5	C14:0	3,2	3,5	3,1		
C16:0	28,3	28,7	28,8	27,6	C16:0	27,4	28,2	29,4		
C14:0+C16:0	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C14:0+C16:0	30,5	31,7	32,5		
C16:0/C18:1	0,85	0,88	0,81	0,80	C16:0/C18:1	n.s.	n.s.	n.s.		
C17:0	1,4	1,6	1,1	1,6	C17:0	n.s.	n.s.	n.s.		
C18:0	18,3	19,9	17,0	16,9	C18:0	20,1	17,1	16,9		
SFA	53,3	55,9	51,2	51,2	SFA	n.s.	n.s.	n.s.		
C14:1	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	C14:1	n.s.	n.s.	n.s.		
C16:1	3,7	3,3	3,4	3,4	C16:1	3,0	3,7	3,6		
C18:1	34,4	34,0	37,1	35,5	C18:1	32,7	35,5	37,6		
MUFA	39,3	38,5	41,4	40,0	MUFA	36,6	40,2	42,5		
C18:2	3,6	3,1	2,6	2,6	C18:2	4,4	2,1	2,5		
C18:3	0,9	0,7	0,8	0,9	C18:3	1,0	0,8	0,7		
PUFA	4,7	4,0	3,5	3,9	PUFA	5,6	3,1	3,4		
UFA	44,0	42,5	44,9	43,9	UFA	42,2	43,4	45,9		
PUFA/SFA	0,090	0,075	0,067	0,077	PUFA/SFA	0,108	0,062	0,063		
n6/n3	5,0	7,6	4,5	3,7	n6/n3	6,4	4,2	5,1		

In Tabelle 3.28 sind die LSQ für die in der Erhebung enthaltenen Mastformen in Abhängigkeit vom Summenmerkmal C14:0+C16:0 (grau unterlegte Zeile) aufsteigend angeordnet worden.

Analog zu den Tabellen 3.24 bis 3.26 ist erkennbar, dass die Verfütterung von Gras oder die Weide dieses Merkmal in einen niedrigeren Bereich führt als der verstärkte Einsatz von Kraftfutter. Wachsen in Tabelle 3.28 die LSQ für C16:o/C18:1 noch weitgehend parallel mit jenen für C14:o+C16:o an, ist ein solches Verhalten bei den LSQ von PUFA/SFA und n6/n3 nicht festzustellen.

Tabelle 3.28: Least square means von Merkmalen des Fettsäurenmusters im M.l.d.-IMF bei unterschiedlichen Mastformen

Mastform	GslKfW GslKf	Gsl Kf	W + Mskf	nur Wei-de	W + Aws / Grf	Mskf	TMR	Kraft-futter-mast	LFV ¹⁾
Merkmal n	12	44	86	8	34	184	10	58	18
C14:o	2,6	2,5	2,9	3,3	3,3	3,2	4,6	3,7	3,0
C16:o	23,7	24,0	26,8	26,6	27,1	29,1	30,4	32,8	34,6
C14:o+C16:o	26,3	26,5	29,7	29,9	30,4	32,3	35,0	36,5	37,6
C16:o/C18:1	0,60	0,60	0,68	0,89	0,84	0,81	1,03	1,03	1,04
C17:o	1,3	1,2	1,0	2,6	1,5	1,4	0,9	1,3	1,4
C18:o	18,9	18,5	16,0	16,9	18,2	16,3	21,9	17,0	18,5
SFA	47,7	47,9	47,2	51,3	52,5	51,9	60,4	58,2	60,4
C14:1	0,3	0,3	0,5	-	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7
C16:1	2,2	2,4	3,2	2,6	3,3	3,6	3,6	4,7	5,2
C18:1	39,0	39,3	39,7	29,9	34,0	37,1	30,8	33,2	34,2
MUFA	42,5	43,2	43,6	32,5	38,9	41,5	35,7	39,3	40,8
C18:2	2,5	3,1	3,7	3,7	3,8	2,9	3,8	2,1	1,2
C18:3	0,8	1,1	0,7	1,9	1,8	0,4	0,3	0,4	0,2
PUFA	4,1	5,0	4,5	5,7	6,0	3,3	4,1	2,4	1,2
UFA	46,6	48,1	48,1	38,2	44,9	44,8	39,9	41,8	42,0
PUFA/SFA	0,088	0,105	0,099	0,115	0,111	0,065	0,061	0,037	0,014
n6/n3	4,2	3,1	5,6	2,4	2,0	7,2	9,8	7,0	5,5

¹⁾ Leguminosen-Fütterungsversuch von LÖHNERT (2000)

Die am Gesamtmaterial geschätzten bivariaten Korrelationskoeffizienten $r > 0,5$ geben die Tabellen 3.29 und 3.30 wieder. Zwischen abgeleiteten Parametern der Fettsäurezusammensetzung und den für ihre Berechnung herangezogenen Fettsäuren bestanden naturgemäß hohe Autokorrelationen, die in den Feldern grau hinterlegt worden sind. Der IMF-Gehalt war zum PUFA-Gehalt erwartungsgemäß negativ korreliert. C14:o, C14:1, C16:o, C16:1, C18:o, C14:o+C16:o, C16:o/C18:1 und SFA wiesen untereinander positive Beziehungen auf, waren aber zu den ungesättigten Fettsäuren und den mit ihnen verbundenen Parametern negativ korreliert. Positive Zusammenhänge fanden sich auch zwischen C18:2, C18:3, PUFA sowie PUFA/SFA. Der Parameter C14:o+C16:o war im mittleren Bereich (0,5 bis 0,7) negativ zu C18:1, PUFA und UFA korreliert.

Tabelle 3.29: Korrelationskoeffizienten zwischen IMF-Gehalt und Merkmalen seines Fettsäurenmusters (n = 454)

Merkmal	IMF	C14:o	C16:o	C14:o+C16:o	C16:o/C18:1	C18:o	SFA	PUFA/SFA
C14:o		-	0,61	0,73	0,62			
C16:o			-	0,99	0,83		0,76	- 0,66
C14:o+C16:o				-	0,84		0,75	- 0,66
C16:o/C18:1					-		0,91	
C18:o						-	0,64	
SFA							-	
C16:1		0,54	0,71	0,72	0,53			
C18:1				- 0,50	- 0,87	- 0,57	- 0,79	
MUFA					- 0,75	- 0,63	- 0,68	
C18:2								0,94
C18:3								0,68
PUFA	- 0,51		- 0,56	- 0,56				0,97
UFA		- 0,59	- 0,63	- 0,66	- 0,86		- 0,84	

grau unterlegte Felder: Autokorrelationen; C14:1, C17:o, n6/n3: keine Korrelationskoeffizienten $> 0,5$

Tabelle 3.30: Korrelationskoeffizienten zwischen Merkmalen des IMF-Fettsäuren-musters (n = 454)

Merkmal	C14:1	C16:1	C18:1	MUFA	C18:2	C18:3	PUFA	UFA	n6/n3
C16:1	0,52	-							
C18:1			-	0,95				0,84	
MUFA				-				0,83	
C18:2					-	0,57	0,97		
C18:3						-	0,74		- 0,52
PUFA							-		
UFA								-	
n6/n3									-
PUFA/SFA					0,94	0,68	0,97		

grau unterlegte Felder: Autokorrelationen

3.6 Die Fleischfarbe im Rinder-M.l.d.

Selbst beim farbpigmentreichen Rindfleisch werden Farbkennwerte zur Charakterisierung der Fleischqualität herangezogen (SCHEEDER u.a., 1996; FRICKH und SÖLKNER, 1997; AUGUSTINI u.a., 1998; WULF und PAGE, 2000), um vor allem den Qualitätsfehler DFD-Fleisch auszuschließen. Daher werden im Schlachthof neben Schlachtkörpertemperatur, pH-Wert, elektrischer Leitfähigkeit inzwischen zusätzlich die CIE [Commission International de l'Eclairage (Internationale Kommission für Beleuchtung)]-Farbkennwerte $L^*a^*b^*$ zur Analyse der Fleischqualität erfasst (SCHWÄGELE, 1992). Zu den Farbkennwerten von Fleisch ist auch dessen Gesamtpigmentgehalt zu rechnen. Die Farbpigmente des Fleisches bestehen im Mittel zu 95 % aus Myoglobin und bis zu 5 % aus Hämoglobin (POTTHAST, 1986). Beide Proteine enthalten eisenhaltiges Protoporphyrin als Farbkomponente. Das purpurrote Myoglobin kann molekularen Sauerstoff O_2 reversibel binden. Dabei bildet sich zunächst das leuchtendrote Oxymyoglobin. Bei hohem Sauerstoffpartialdruck oder nach längerer Einwirkung von O_2 entsteht aus dem Oxymyoglobin das stabilere braune Metmyoglobin. Das Verhältnis der drei Myoglobinmolekulararten determiniert daher ebenfalls die Farbe von Fleisch. Für die Ausprägung der Fleischfarbe sind nach AUGUSTINI u.a. (1998) zwei Komponenten entscheidend:

1. Die **Farbintensität**, die direkt proportional zur Myoglobinkonzentration ist und damit von Tierart, Alter, Haltung, Fütterung, Muskel und Muskelfasertyp bestimmt wird.
2. Die **Farbstabilität**, die in Zusammenhang mit dem Oxidationszustand des Eisenatoms im Häm pigment des Myoglobins steht. Die Muskeln unterscheiden sich teilweise erheblich in ihrer Farbstabilität.

Umfassende Darstellungen zu den verschiedenen Möglichkeiten zur Bestimmung der Fleischfarbe, zu ihren einzelnen Parametern sowie zur Struktur des Myoglobins sind bei HUNT (1980) sowie bei REICHARDT u. a. (1999) zu finden. Der Begriff Häm pigmentgehalt wird synonym für den Gesamtpigmentgehalt von Fleisch verwendet und meist nach TROUT (1991) ermittelt.

Die in Tabelle 3.31 wiedergegebenen Daten zeigen, dass beim Rind der Häm pigmentgehalt mit etwa 9,4 mg/g Frischfleisch wesentlich höher ist als beim Schwein (ca. 1,1 mg/g; REICHARDT u. a., 2001). Zwischen den zwölf geprüften genetischen Konstruktionen, den Geschlechtern/Kategorien sowie den verschiedenen Mastformen bestanden nach den Ergebnissen der Varianzanalyse signifikante Unterschiede im Gehalt an Häm pigment. Least square means (Randmittelwerte) konnten ebenfalls nur geschätzt werden, wenn bestimmte Rasse- und Fütterungsgruppen zusammengefasst wurden (Tab. 3.32). Fleischrinder verfügten über einen geringeren Häm pigmentgehalt als die beiden anderen Rassegruppen. Innerhalb der Geschlechter und Kategorien nimmt der Häm pigmentgehalt in der Reihenfolge Färsen < Bullen < Ochsen zu. Die Mast mit Getreide oder Grassilage und Kraftfutter führt zu einer höheren Pigmentierung im M.l.d. als die ganzjährige Weidemast oder die Mast mit Maissilage und Kraftfutter. Bei den Gruppen 39 bis 44 korrelierte das Schlachtalter der Tiere mit $r = 0,56$ ($P = 0,99$) zum Häm pigmentgehalt.

Der Wertebereich der ermittelten M.l.d.-Hämpigmentkonzentrationen schwankte bei adulten Rindern extrem zwischen 3,2 und 15,3 mg/g Frischfleisch. Die Spannweite R der Bullengruppenmittelwerte ist mit 7,3 mg/g sehr groß. Für die mehrfach untersuchten FLF-Bullengruppen beträgt R = 5,9 mg/g. Fleischproben unter 7 mg/g waren hellrot, während Proben oberhalb von 12 mg/g eine dunkel- bis braunrote Farbe aufwiesen. Aus der visuellen Bewertung der Farbe von zerkleinerten Rinder-M.l.d.-Proben kann vorläufig ein Optimalbereich von 7 bis 12 mg Hämpigment/g Frischfleisch (Gesamtmittelwert ± 1 s) empfohlen werden, der nur von zwei Bullengruppen unterschritten wurde (SAL, WBB x DA). Das für die weißblauen Belgier typische helle Fleisch zeigte sich damit auch bei den Kreuzungstieren. Kalbfleisch besaß erwartungsgemäß einen niedrigeren Pigmentgehalt als das Fleisch von adulten Rindern. Die FLF-Tiergruppen 28 und 42 überschritten 13 mg Hämpigment/kg Frischfleisch, ohne dass Fleischqualitätsmängel erkennbar waren.

Zur Orientierung über die Variation des die Fleischfarbe mitbestimmenden Merkmals Gesamteisengehalt wurde dieser bei 12 Proben aus dem M.l.d. von Bullen der Thüringer Leistungsprüfanstalt erfasst (Tab. 3.31). Es konnte ein für die Muskulatur der Tierart Rind plausibler Mittelwert von 20,2 mg Eisen/kg Frischmasse ermittelt werden (vgl. REICHARDT u.a., 2002c). Der Unterschied zwischen Minimum (11,6 mg/kg) und Maximum (28,0 mg/kg) des Eisengehaltes der zufällig erhobenen Stichprobe ist aber groß. Der Variationskoeffizient s % entspricht in der Größenordnung dem des Hämpigmentgehaltes.

Tabelle 3.31: Hämpigment- und Gesamteisengehalt im M.l.d. adulter Rinder und beim Kalb (REICHARDT u.a., 2002b; WASSMUTH u.a. 2004)

Mastform Geschlecht / Kategorie Genetische Konstruktion	Gr. Nr.	mg Hämpigment / g Frischfleisch			
		n	MW	s	s %
Mast mit Maissilage / Kraftfutter		124	8,091	1,943	24,02
Weidemast	12	7	8,918	1,330	14,91
Getreidemast		41	10,411	1,966	18,88
Weide, Mast mit Maissilage / Kraftfutter		11	10,942	1,691	15,45
Mast mit Grassilage / Kraftfutter		43	11,167	2,144	19,20
Mast mit Grassilage / Kraftfutter, Weide	42	12	12,060	1,446	11,99
Färsen		38	7,977	1,738	21,79
CHA x SAL	18	23	7,148	1,443	20,19
WBB x DA	31	4	8,645	1,372	15,87
FLF x MH	27	11	9,468	1,349	14,25
Bullen		160	9,151	2,195	23,99
WBB x DA	34	11	5,817	1,647	28,31
SAL	11	5	6,287	1,537	24,45
FLF	33	10	7,259	2,430	33,48
PIN	10	15	7,804	1,284	16,45
CHA	32	5	8,226	1,284	15,61
BA x MH	26	11	8,640	1,136	13,15
GVF	25	5	9,030	1,286	14,24
WBB x DA	30	13	9,040	1,723	19,06
HE x LIM	22	4	9,280	0,357	3,85
SBT	41	6	9,863	1,362	13,81
FLF	29	23	10,040	1,522	15,16
GVF	24	10	10,166	1,128	11,10
FLF	44	30	10,216	1,599	15,65
HE	21	5	10,606	1,055	9,95
FLF	28	7	13,112	1,890	14,41
Ochsen		40	11,806	2,173	18,41
GAL	12	7	8,918	1,330	14,91
SBT	40	7	11,683	2,081	17,81
FLF	43	12	12,060	1,446	11,99
FLF	42	14	13,095	1,800	13,67
alle adulten Tiere		238	9,409	2,414	25,65

Mastform Geschlecht / Kategorie Genetische Konstruktion	Gr. Nr.	mg Hämpigment / g Frischfleisch			
		n	MW	s	s %
Kälber (SBT)	*)	8	3,845	0,778	20,23
Genetische Konstruktion der Bullen		mg Gesamteisen / kg Frischfleisch			
		n	x	s	s %
BA		3	14,37	2,95	20,53
SBT		4	22,00	4,63	21,05
FLF		5	22,30	3,91	17,53
alle Tiere		12	20,22	5,05	24,98

*) parallel wurden auch Reflexionsmessungen vorgenommen

Tabelle 3.32: Least square means des Hämpigmentgehaltes in mg/g Frischfleisch (Hp) aus dem M.l.d. von Rindern

Rassetyp	F	MZ	FMH	Geschlecht / Kategorie	Färsen	Bullen	Ochsen
Merkmal n	166	43	29	Merkmal n	38	160	40
Hp	9,215	10,224	10,246	LSQ Hp	8,312	9,247	12,126
Mastform	nur Weide	W + MsKf	MsKf	GsLkF W GsLkF	Kraftfüttermast		GsL Kf
Merkmal n	7	7	127	12	41		44
Hp	7,366	9,122	9,292	10,509	11,537		11,544

Abkürzungen: Fleischrinder (F), Fleischrinder x Masthybride (FMH) sowie Milch- und Zweinutzungsrassen (MZ); W + MsKf = Weide mit Nachmast mit Maissilage und Kraftfutter; GsLkF W GsLkF = Grassilage mit Kraftfutter, Weide, Nachmast mit Grassilage und Kraftfutter

Während bei der Hämpigmentanalyse nach TROUT (1991) mit Hilfe einer Extraktion die Gesamtzahl der Farbzentren in einer Fleischprobe ermittelt wird, erfassen Reflexionsmessungen nur die Farbzentren an der Fleischoberfläche. Demgemäss weisen die Absorbanzwerte der Hämpigmentlösungen größere Variationskoeffizienten auf als die bei bestimmten Wellenlängen λ gemessenen Reflektanzwerte R. In Tabelle 3.33 sind die zur Charakterisierung der Fleischqualität wichtigen Reflektanzwerte R^λ des gemusterten M.l.d. von verschiedenen Tiergruppen dieser Erhebung zusammengestellt worden. Aus den Reflexionsdaten konnten nach KRZYWICKI (1979) die relativen Anteile der verschiedenen Myoglobinmolekülformen an der Fleischoberfläche berechnet werden. Die hierzu notwendigen Reflektanzwerte und ihre Bedeutung sind in der nachfolgenden Übersicht aufgeführt:

Übersicht 3.3:

R^λ	Bedeutung
R^{415}	Reflexionsmaximum der eisenfreien Porphyrinmoleküle im Fleisch, die ebenfalls zur Fleischfarbe beitragen
R^{473}	die Reflexion von Oxy-myoglobin und Metmyoglobin ist bei dieser Wellenlänge λ gleich; R^{473} , R^{525} und R^{625} werden für die Berechnung des Myoglobingehaltes benötigt
R^{525}	die Reflexion der drei Myoglobinmoleküle ist bei dieser Wellenlänge λ gleich, was zur Bestimmung des Gesamtmyoglobingehaltes genutzt wird
R^{545}	eines der beiden Reflexionsmaxima von Oxy-myoglobin
R^{565}	die Reflexion von Myoglobin und Oxy-myoglobin ist bei dieser Wellenlänge λ gleich; R^{565} , R^{525} und R^{625} werden für die Berechnung des Metmyoglobingehaltes benötigt
R^{580}	eines der beiden Reflexionsmaxima von Oxy-myoglobin
R^{625}	Beginn des Reflektanzminimums von Fleisch im sichtbaren Bereich (Grundreflektanz, die durch die Oberflächenstruktur des Fleisches bestimmt wird)

Bei den Bullengenotypen lagen zum Messzeitpunkt im Durchschnitt 15,7 % Myoglobin, 57,9 % Oxy-myoglobin und 26,5 % Metmyoglobin vor. Für die Färsengruppe ergaben sich Anteile von

18,3 % Myoglobin, von 59,6 % Oxy- sowie von 22,2 % Metmyoglobin. Diese Anteile entsprechen in der Größenordnung den Angaben für das Fleisch von Fleckvieh-Jungbullen (AUGUSTINI und FREUDENREICH, 1998), während die Kalbfleischproben ein Verhältnis von 12,1 % Myoglobin, 50,3 % Oxy- und 37,6 % Metmyoglobin aufwiesen. Die Reflexionsmaxima bei 415, 545 und 580 nm charakterisieren mit dem Minimum bei 565 nm die Fleischfarbe der Proben. Aussagekräftig ist besonders R^{525} . Bei der Wellenlänge 525 nm besitzen alle drei Myoglobinmolekülformen annähernd den gleichen molaren Absorptionskoeffizienten (MILLAR u. a., 1996). R^{525} kann daher zur Berechnung des Gesamtmyoglobingehaltes herangezogen werden (STEWART u. a., 1965).

Tabelle 3.33: Ergebnisse von Reflexionsmessungen an gemustem M.l.d. von Kälbern und adulten Rindern

Mastform			R^{415}	R^{473}	R^{525}		R^{545}	R^{565}	R^{580}	R^{625}
Geschlecht / Kategorie										
Genetische Konstruktion										
lfd.Nr.	n	x	x	x	s	x	x	x	x	
Mast mit Maissilage / Kraftfutter		130	1,210	0,774	0,831	0,079	0,949	0,833	0,936	0,447
ganzjährige Weidemast		15	1,194	0,889	0,943	0,035	1,044	0,941	1,023	0,564
Bullen		111	1,213	0,802	0,856	0,069	0,974	0,859	0,962	0,467
CHA x SAL	19	20	1,172	0,726	0,782	0,055	0,903	0,785	0,894	0,400
CHA x SAL	17	10	1,176	0,595	0,799	0,055	0,917	0,800	0,899	0,415
SAL	11*)	5	1,208	0,781	0,821	0,026	0,938	0,816	0,926	0,444
FL	8	10	1,212	0,792	0,855	0,071	0,989	0,874	0,978	0,452
PIN	10*)	15	1,275	0,822	0,868	0,036	0,987	0,872	0,974	0,481
Kreuzungen		16	1,217	0,821	0,871	0,047	0,975	0,861	0,954	0,502
LIM x MH	15	9	1,241	0,841	0,886	0,074	1,008	0,891	1,007	0,496
MON	9	20	1,232	0,850	0,903	0,047	1,032	0,920	1,026	0,492
GVF	23	8	1,165	0,874	0,926	0,039	1,018	0,908	0,995	0,565
HE	-	1	1,227	0,873	0,926	-	1,019	0,905	0,994	0,541
Ochsen (GAL)		12	1,227	0,908	0,963	0,017	1,073	0,978	1,054	0,562
Färsen		27	1,185	0,709	0,755	0,075	0,867	0,749	0,845	0,409
CHA x SAL	18*)	24	1,180	0,696	0,737	0,056	0,849	0,727	0,829	0,396
CHA x SAL	-	3	1,227	0,809	0,898	0,050	1,007	0,926	0,973	0,516
alle adulten Tiere		145	1,208	0,787	0,842	0,083	0,959	0,844	0,945	0,457
Kälber		24	1,159	0,641	0,649	0,158	0,738	0,640	0,696	0,428
SBT	*)	8	1,152	0,623	0,649	0,068	0,691	0,594	0,636	0,430
SBT		15	1,158	0,641	0,679	0,073	0,747	0,649	0,710	0,423
Highland		1	1,227	0,783	0,840	-	0,947	0,851	0,929	0,494

$R = 2 - \log \% \text{ Reflektanz}$ (STEWART u.a., 1965; DEMOS u.a., 1996); bei den mit *) gekennzeichneten Tiergruppen liegen auch Angaben zu Hämpigmentkonzentrationen vor; die SBT-Kälber gehören alle zu einer Aufzuchtgruppe

Zwischen dem an der Fleischoberfläche gemessenem Reflexionswert R^{525} und dem Hämpigmentgehalt wurden Zusammenhänge nachgewiesen:

Bullen (n = 20, zwei Rassen) - $r = 0,75$ (P = 0,99);

Färsen (n = 24, eine Rasse) - $r = 0,73$ (P = 0,99).

Die Reflektanz bei 525 nm sinkt bei den Gruppen mit männlichen Tieren (n = 5 und mehr) in der Reihe GAL > GVF > MON > LIM x MH > SBT > PIN > FL > SAL > CHA x SAL und bei den Geschlechtern/Kategorien in der Folge Ochsen > Bullen > Färsen > Kälber ab. Diese Abstufung charakterisiert einen abnehmenden Gesamtmyoglobingehalt und damit nach BECK (1992) eine zunehmende Fleischzartheit, weil in den ersten 24 Monaten bei Rindern der Myoglobinanteil parallel mit den Querverbindungen zwischen den Kollagenfasern des Bindegewebes anwachsen soll. Die beiden Halbgeschwistergruppen Charolais x Salers (n = 24 Färsen sowie n = 20 Bullen; Nr. 18 und 19) weisen ähnliche Werte für R^{415} auf, während R^{525} bei den 24 CHA x SAL-Färsen signifikant niedriger ist als bei den beiden CHA x SAL-Bullengruppen 17 und 19.

Nach Bildung von Rassegruppen konnten auch bei den Reflektanzwerten LSQ geschätzt werden (Tab. 3.34). R^{473} , R^{525} , R^{545} , R^{565} und R^{580} nahmen wie der Häm pigmentgehalt in der Reihe Färsen < Bullen < Ochsen zu. R^{525} diente als Sortiermerkmal (graue Zeilen). Bei ganzjähriger Weidehaltung lagen R^{415} , R^{473} , R^{525} , R^{545} und R^{625} signifikant über den entsprechenden Reflektanzen der Stallmast mit Maissilage und Krafftutter. Für die Rassetypen ergab sich bei R^{473} und R^{525} eine ähnliche Abstufung wie beim Häm pigmentgehalt (F < MZ < FMH), während sich die Reihenfolge bei den Reflektanzwerten mit einer Wellenlänge > 525 nm mehrfach ändert.

Die wechselnde Rangfolge der verschiedenen R-Werte in Tabelle 3.33 offenbart, dass die Reflexionsmessung im sichtbaren Spektralbereich in der Lage ist, zusätzlich zur extraktiven Häm pigmentgehaltsanalyse wertvolle Informationen zur Fleischqualität zu erbringen, da ihre Parameter mehr den visuellen Eindruck der Fleischfarbe widerspiegeln. Bei Bedarf können aus diesen Reflexionsspektren nach APORTA u. a. (1996) zusätzlich die Farbkennwerte L^* , a^* und b^* berechnet werden.

Tabelle 3.34: Least square means von Reflektionswerten bei gemustertem M.l.d. von Rindern (nur signifikante Werte)

Geschlecht / Kategorie		Färsen	Bullen	Ochsen	Mastform	MsKf	nur Weide
Merkmal	n	27	98	3	Merkmal N	11	117
R^{473}		0,776	0,843	0,915	R^{415}	1,266	1,175
R^{525}		0,825	0,895	0,967	R^{473}	0,814	0,875
R^{545}		0,916	0,997	1,082	R^{525}	0,863	0,928
R^{565}		0,802	0,882	0,977			
R^{580}		0,888	0,979	1,067			
Rassetyp		F	MZ	MH	FMH		
Merkmal	n	80	29	13	6		
R^{473}		0,808	0,845	0,853	0,873		
R^{525}		0,859	0,894	0,904	0,927		
R^{545}		0,966	1,002	0,944	1,031		
R^{565}		0,855	0,893	0,886	0,915		
R^{580}		0,947	0,982	0,966	1,018		
R^{620}		0,485	0,520	0,551	0,545	0,478	0,572

Abkürzungen: Fleischrinder (F), Milch- und Zweinutzungsrasen (MZ), Fleischrinder x Milchrinder (MH) sowie Fleischrinder x Masthybride (FMH); MsKf = Stallmast mit Maissilage und Krafftutter

An einer Stichprobe von 27 Tieren wurden mehrere Methoden zur Erfassung der Fleischfarbe miteinander verglichen. Tabelle 3.35 enthält die bei den Rassegruppen Salers, Pinzgauer und Galloway gemessenen $L^*a^*b^*$ -Werte sowie Angaben aus der Literatur. Es bestanden keine gravierenden Abweichungen zu den Literaturdaten. Gleichzeitig belegt die Tabelle 3.35, dass der von der CMA (1991) für Qualitätsfleisch geforderte Grenzwert von $L^* > 34$ erreicht und überschritten wird. DFD-Fleisch weist eine Farbhelligkeit L^* von < 34 auf. Helles Fleisch ($L^* > 40$) wurde nur bei den Salers-Bullen gefunden. Die Rangfolge der drei Rassegruppen SAL, PIN, GAL wechselt bei den einzelnen Kennwerten der Fleischfarbe:

Übersicht 3.4:

Merkmal	Rangfolge
Häm pigmentgehalt	GAL > PIN > SAL
R^{415}	PIN > GAL > SAL
R^{473} , R^{525} , R^{545} , R^{565} , R^{580} und R^{625}	GAL > PIN > SAL
L^* (48 h p.m.)	SAL > PIN > GAL
a^* (48 h p.m.)	PIN > SAL > GAL
b^* (48 h p.m.)	SAL > GAL > PIN

Es ist interessant, dass der IMF-Gehalt der Rassegruppen auch in der Reihe GAL (2,2 %) > PIN (3,2 %) > SAL (3,4 %) zunimmt. Die zum Häm pigmentgehalt und zu den meisten Reflektanzwerten inverse Gruppierung bei L* entspricht den Erwartungen: dunkleres Fleisch weist kleine L*- und hohe Reflektanzwerte sowie einen größeren Häm pigmentgehalt auf. Die Abstufung beim Rotton a* verlief zwischen den Untersuchungen 48 h p.m. und nach 14-tägiger Reifung parallel, nicht aber beim Gelbton b*. Bei der Farbhelligkeit L* und dem Rotton a* stiegen die Werte nach der Reifung an, bei dem Gelbton b* ergab sich keine einheitliche Tendenz. Zwischen den 48 h p.m. und den nach 14-tägiger Reifung gemessenen Merkmalen bestanden keine nennenswerten korrelativen Beziehungen.

Tabelle 3.35: Ergebnisse von Chromametermessungen an gemustem M.l.d. zur Charakterisierung der Fleischfarbe bei Bullen und Ochsen verschiedener Rassen oder von Kreuzungstieren

Rasse / Kreuzungsprodukt	n	Farbhelligkeit L*		Rotton a*		Gelbton b*		Messzeitpunkt / Literatur
		x	s	x	s	x	s	
SAL	5	39,0	3,5	24,3	3,0	13,0	1,7	48 h p.m.
PIN	15	37,1	2,3	24,6	4,1	12,2	2,6	48 h p.m.
GAL (Ochsen)	7	36,2	5,4	23,5	5,3	12,3	1,6	48 h p.m.
SAL	5	41,8	2,2	22,7	2,3	13,4	1,1	nach 14 Tagen
PIN	15	38,6	2,6	23,0	2,3	12,7	1,3	nach 14 Tagen
GAL (Ochsen)	7	34,3	0,9	22,3	1,3	11,2	0,7	nach 14 Tagen
FLF x SMR	12	41,8	1,9	19,5	1,1	12,9	0,8	AUGUSTINI u. a., 1993
FLF	12	41,6	2,0	18,0	1,8	11,8	1,5	AUGUSTINI u. a., 1993
FLF x SMR	10	37,9	2,1	15,7	1,7	8,8	1,3	FLACHOWSKY u. a., 1995
GVF	10	37,1	2,1	15,6	0,9	8,5	0,9	FLACHOWSKY u. a., 1995
LIM x SMR	10	36,9	1,4	15,8	1,2	8,9	1,1	FLACHOWSKY u. a., 1995
CHA x SBT-KM	43	42,2	3,7	20,2	2,8	11,6	1,9	GERHARDY u. a., 1995
SBT-LM	43	40,1	2,0	22,3	1,9	11,6	0,9	GERHARDY u. a., 1995
SBT-KM	43	40,0	1,7	21,7	2,2	11,6	1,1	GERHARDY u. a., 1995
SBT + SBT X GVF (Bullen)	15	40,0	2,4	20,6	2,2	-	-	KIRCHHEIM u. a., 1998
SBT + SBT X GVF (Ochsen)	15	41,2	2,9	21,1	2,6	-	-	KIRCHHEIM u. a., 1998

LM = Langmast; KM = Kurzmast; Messungen 48 h p.m. bei AUGUSTINI u.a., 1993 sowie bei FLACHOWSKY u.a., 1995; Messungen nach 14 Tage p.m. bei GERHARDY u.a., 1995 sowie bei KIRCHHEIM u.a., 1998 (vakuumiert, 4°C)

3.7 Fazit

Bei der Rindermast werden der für die Fleischqualität wichtige intramuskuläre Fettgehalt und seine Fettsäurezusammensetzung sowie der Häm pigmentgehalt im M.l.d. durch Faktoren wie Rassetyp, Geschlecht/Kategorie und Mastform bestimmt. In einer mehrjährigen Erhebung wiesen Fleischrinderrassen und Bullen einen niedrigeren IMF-Gehalt auf als ihre Kreuzungsprodukte mit Milchrindern, als Milchrinderrassen oder Ochsen und Färsen. Durch Kraftfuttereinsatz ließ sich bei den verschiedenen Verfahren mit Stallmast problemlos ein IMF-Gehalt von 3 bis 4 % im M.l.d. erreichen. FLF-Bullen- und Ochsenmast mit Grassilage und Kraftfutter führte zu den von der Humanernährung erwünschten höheren Anteilen an ungesättigten Fettsäuren mit einem sehr guten Verhältnis der n6/n3-PUFA. Beim Häm pigmentgehalt verfügten die Ochsen über die höchsten Werte. Bei Einsatz von Kraftfutter in der Ration stieg der bei manchen Fleischrindrassen anzutreffende niedrige M.l.d.-Häm pigmentgehalt an.

3.8 Literatur

APORTA, J.; HERNANDEZ, B. u. SANUDO, C.: Veal Colour Assessment with Three Wavelengths. Meat Sci. **44** (1996), 113 - 123

- ARNETH, W.: Schnellbestimmung der Hauptbestandteile von Fleisch und Fleischwaren. Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbacher Reihe Band 2: Beiträge zur Chemie und Physik des Fleisches, (1981) 149 - 168
- ARNETH, W.: Über die Bestimmung des intramuskulären Fettes. Fleischwirtschaft **78** (1998) 3, 218 - 220
- AS §35 LMBG: Bundesgesundheitsamt: Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-Gesetz, Band I/1, L 06.00-3 Fleisch (September 1980)
- AS §35 LMBG: Bundesgesundheitsamt: Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-Gesetz, Band I/1, L 06.00-7 Fleisch und Fleischerzeugnisse (November 1981)
- AUGUSTINI, C.; FLACHOWSKY, G. u. RÖNSCH, M.: Mast- und Schlachtleistung sowie Kennzahlen der Fleischqualität von Fleckviehbullen und Kreuzungstieren Fleckvieh x Schwarzbuntes Milchrind. Züchtungskunde **65** (1993) 119 - 128
- AUGUSTINI, C. u. FREUDENREICH, P.: Reifungsdauer und Zartheit bei Rindfleisch. Fleischwirtsch. **78** (1998) 1, 65 - 67
- AUGUSTINI, C.; SCHWARZ, F.J. u. KIRCHGESSNER, M.: Qualitätsverbesserung von Rindfleisch nach Vitamin E-Zulagen in der Endmast von Jungbullen. 2. Fleischfarbe, Fettstabilität und Wasserbindung. Fleischwirtsch. **78** (1998) 3, 208 - 217
- BECK, G. A.: Reflexionsspektroskopische Messungen im sichtbaren und im Nahen Infrarot-Bereich zur Beurteilung der Fleischqualität beim Rind. Dissertation, Technische Universität München/Weihenstephan, 1992
- BRANSCHIED, W.: Fleischforschung und Entwicklung. Aktuelles aus der internationalen Fleischforschung. Qualität von Rind- und Kalbfleisch - den Genusswert im Fokus. Fleischqualität bei unterschiedlichem Fettansatzvermögen. Fleischwirtschaft **84** (2004) 4, 142
- BRUAS-REIGNIER, F. u. BRUN-BELLUT, J.: Changes Affecting the Longissimus dorsi, Triceps brachii caput longum and Rectus femoris Muscles of Young Friesian Bulls During Meat Ageing. Meat Sci. **43** (1996) 335 - 344
- BUSS, G. u. MÜLLER, J.: unveröffentlichte Daten von Fleischrindgenotypen aus der Mastprüfanstalt Dornburg 1987 - 1990, 1990
- CMA: Qualitäts- und Prüfbestimmungen Rindfleisch. 1991
- DGE - Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt am Main, Umschau Braus GmbH, 2000
- DEMOS, B.P. u. MANDIGO, R.W.: Color of Fresh, Frozen and Cooked Beef Patties Manufactured with Mechanically Recovered Neck Bone Lean. Meat Sci. **42** (1996) 4, 415 - 429
- ENDER, K. u. REICHARDT, W.: Zur Bestimmung des Gehaltes von intramuskulärem Fett in Rindfleisch mit Hilfe der Chloroform/Methanol-Extraktion. Nahrung, Berlin **24** (1980) 6, 493 - 498
- ENDER, K.: Selektionsgrundlagen der Mastleistung und des Schlachtwertes in der Nachkommenschaftsprüfung beim Rind unter besonderer Berücksichtigung der Fleischbeschaffenheit. Dissertation B, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR zu Berlin, Bereich Tierproduktionsforschung, 1980, 1 - 235
- FLACHOWSKY, G.; SANDER-HERTZSCH, L.; AUGUSTINI, C.; RICHTER, G. H. u. MÖCKEL, P.: Fettsäuremuster und Kennzahlen der Fleischqualität bei Mastbullen der Kreuzungen Limousin x Schwarzbuntes Milchrind, Fleckvieh x Schwarzbuntes Milchrind und der Rasse Gelbvieh. Züchtungskunde **67**(1995) 220 - 229
- FRICKH, J. J. u. SÖLKNER, J.: Die Messung der Fleischfarbe als Qualitätsmerkmal beim Rindfleisch - Ergebnisse eines Rassevergleiches. Züchtungskunde **69** (1997) 3, 163 - 180

- GERHARDY, H.; KREUZER, M. u. LANGHOLZ, H.-J.: Untersuchungen zur Erzeugung von Qualitätsfleisch in Mastverfahren mit unterschiedlicher Mastdauer und -intensität. Züchtungskunde **67** (1995) 117 - 131
- GLÄSER, K. R.: Untersuchungen zur Eignung der Fettzahl als Kriterium für die Einschätzung der Fettqualität von Mastschweinen unter dem Einfluss der Fütterung und im Hinblick auf die Qualität von Verarbeitungsprodukten. Dissertation, ETH Zürich, **2000**
- GROSSE, F. u. ENDER, K.: Hohe Qualitätsansprüche beim Rindfleisch werden durch optimale Fettgehalte in den Schlachtkörpern realisiert. Tierzucht **44** (1990) 316 - 317
- HONIKEL, K. O.: Fleischforschung und Entwicklung. Urgestein der Fleischanalytik. Dr. Wolfgang Arneth im Ruhestand. Fleischwirtsch. **84** (2004) 3, 100
- HUNT, M.C.: Meat color measurements. Proc. Recipr. Meat Conf. **33** (1980) 41 – 46.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. Nomina Anatomica Veterinaria (3rd edn.), **1983**, ICVGAN, Ithaca, NY - USA
- IRION, T. u. GISSEL, C.: Nicht-Protein-Stickstoff-Substanzen in Kochschinken. Veränderungen während der einzelnen Produktionsschritte vom Rohfleisch zum Endprodukt. Fleischwirtsch. **74** (1994) 992 - 996
- ISO 1444 - INTERNATIONAL STANDARD (1996): Meat and meat products - Determination of free fat content
- KALM, E.: Rindfleisch. Neue Impulse für die Bezahlung nach Qualität. Top - agrar (**1989**) 4, R20 - R25
- KALTWASSER, E. u. THALACKER, R.: Beitrag zur quantitativen Bestimmung von Reinprotein in Fleisch und Fleischerzeugnissen. Fleischwirtsch. **60** (1980) 1678 - 1679
- KALTWASSER, E.: Einsatz von Nichtproteinstickstoffverbindungen (NPN) bei der Herstellung von Fleischerzeugnissen. Nachweismöglichkeiten, Auswirkungen. Lebensmittelchemie **44** (1990) 9
- KAUFFMAN, R. G.; HABEL, R. E.; SMULDERS, F. J. M.; HARTMAN, W. u. BERGSTRÖM, P. L.: Letter to Editor and Contributors. Recommended Terminology For The Muscle Commonly Designated '*Longissimus Dorsi*'. Meat Sci. **28** (1990) 259 - 265
- KIRCHHEIM, U.; LÖHNERT, H.-J., BARGHOLZ, J.; REICHARDT, W. u. SCHÖNE, F.: Einfluß produktionstechnischer Faktoren (Kategorie, Fütterung) auf die Fleisch- und Fettqualität beim Rind. Vortrag zum 110. VDLUFA-Kongress Gießen 1998, Kongressband 1998 Gießen, VDLUFA-Schriftenreihe **49** (1998) 401 - 404
- KNOTHE, D.: Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung von Brüh- und Rohwurstprodukten aus dem Handel unter besonderer Berücksichtigung des Nicht-Protein-Stickstoffgehaltes. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover, **1978**
- KRZYWICKI, K.: Assessment Of Relative Content Of Myoglobin, Oxy-myoglobin And Metmyoglobin At The Surface Of Beef. Meat Sci. **3** (1979), 1 - 10
- LINKE, H. u. ARNETH, W.: Der Fett- und Eiweißgehalt in Schlachttierkörpern von Schwein und Rind. Fleischwirtsch. **50** (1970) 920 - 926
- LÖHNERT, H.-J.: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Standort Remderoda, persönliche Mitteilung, 2000
- MILLAR, S. J.; MOSS, B. W. u. STEVENSON, M. H.: Some Observations on the Absorption Spectra of Various Myoglobin Derivatives Found in Meat. Meat Sci. **42** (1996) 3, 277 - 288
- MÜLLER, K.-D.; HUSMANN, H.; NALIK, H. P. u. SCHOMBURG, G.: Trans-Esterification of Fatty Acids from Microorganisms and Human Blood Serum by Trimethylsulfonium Hydroxide (TMSH) for GC Analysis. Chromatographia **30** (1990) 245 - 248

- MUSSMANN, T.; SCHMITTEN, F.; JÜNGST, H.; THOLEN, E. u. SCHEPERS, K.-H.: Vergleichende Untersuchungen zur Methodik der Helligkeits- und Farbmessung bei Schweinefleisch. Züchtungskunde **66** (1994) 359 - 372
- PFAU, A.; LOHSE, B. u. BOHNE, E.: Untersuchungen über vereinfachte Verfahren zur Bestimmung der Fleischfarbe. Z. Lebensm.-Unters. Forsch. **126** (1965) 425 - 438
- POTTHAST, K.: Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung. In: Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Bundesanstalt für Fleischforschung. Kulmbacher Reihe, Band 6 (1986), 89 - 110
- REICHARDT, W.; MÜLLER, J.; MÜLLER, S. u. ECKERT, B.: Rind- und Schweinefleisch. Zur direkten Bestimmung des bindegewebsfreien Reineiweißgehaltes (Rein-BEFFE) von Rind- und Schweinefleisch. Fleischwirtsch. **74** (1994) 12, 1327 - 1329
- REICHARDT, W. u. MÜLLER, S.: Ergebnisse von vergleichenden Untersuchungen zur Extraktion von intramuskulärem Schweinefett. Fleischwirtsch. **76** (1996) 8, 836 - 839
- REICHARDT, W.: Möglichkeiten zur Erfassung des IMF-Gehaltes und weiterer Fleischqualitätsparameter mittels UV-VIS-Reflexionsspektroskopie. Vortrag zum IMF-Kolloquium der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft am 22./23.10.1996 in Wilhelmsthal, Tagungsmaterial (1996) V6, 1 - 10
- REICHARDT, W.; WARZECHA, H.; HANSCHMANN, G. u. BARGHOLZ, J.: Über einige analytische Fleischqualitätsmerkmale bei Mastbullen, -ochsen und -färsen verschiedener Rassen und ihrer Kreuzungsprodukte. Züchtungskunde, Stuttgart **69** (1997) 5, 366 - 384
- REICHARDT, W.; MÜLLER, S. u. LEITERER, M.: Bewertung des Parameters Fleischfarbe für die Fleischbeschaffenheit und Erhebungen zur Variabilität der Fleischfarbe bei Schweinen der Thüringer Leistungsprüfanstalt. Abschlußbericht. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, **1999**, 1 - 96
- REICHARDT, W.; MÜLLER, S.; LEITERER, M.: Farbhelligkeit L*, Hämpigment- und Eisengehalt im *Musculus longissimus dorsi* bei Thüringer Schweineherkünften. Arch. Tierz. **44** (2001) 2, 219 - 230
- REICHARDT, W.; WARZECHA, H.; GERNAND, E.; HARTUNG, H. u. ECKERT, B.: Erhebungen zum Fettsäurenmuster des intramuskulären Fettes vom *Musculus longissimus dorsi* (M.l.d.) Thüringer Rinder in Abhängigkeit von Rasstyp, Geschlecht und Mastform. Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen - 50 Jahre Tierzucht in Clausberg. Kolloquium zur Fleischqualität. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 2 / **2002 a**, 90 - 94
- REICHARDT, W.; WARZECHA, H.; GERNAND, E., HARTUNG, H. u. ECKERT, B.: Erhebungen zum Hämpigmentgehalt, zu Reflexionswerten sowie zur Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes vom *Musculus longissimus dorsi* (M.l.d.) Thüringer Rinder in Abhängigkeit von Mastform und Rasstyp. Arch. Tierz., Dummerstorf **45** (2002b) 2, 111 - 127
- REICHARDT, W.; MÜLLER, S. u. LEITERER, M.: Iron content in *musculus longissimus lumborum et thoracis (m.l.l.t.)* of fattening pigs. Nahrung / Food **46** (2002c) 1, 11 - 14
- REICHARDT, W. u. WARZECHA, H.: Merkmale der Fleischqualität bei Mastrindern. Fleischrinder Journal (**2002**) 3, 8 + 10 - 11
- REICHARDT, W.; WARZECHA, H.; MÜLLER, S. u. GERNAND, E.: Erhebungen zur Fettsäurezusammensetzung von Fettgeweben bei Thüringer Rindern und Schweinen. Vortrag zur Internationalen Fachtagung „Hohe Produktqualität - Herausforderung an Forschung und Praxis“ im Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf, 25.11. **2003**
- SCHEEDER, M. R. L.; GERHARDY, H. u. LANGHOLZ, H.-J.: Untersuchungen zur Verwertungseignung unterschiedlicher Muskeln weiblicher Jungrinder. Arch. Tierz. **39** (1996), 415 - 429
- SCHULTE, E. u. WEBER, K.: Schnelle Herstellung der Fettsäuremethylester aus Fetten mit Trimethylsulfoniumhydroxid oder Natriummethylat. Fat Sci. Technol. **91** (1989) 5, 181 - 183

- SCHWÄGELE, F.: Erfassung von Qualitätsmerkmalen nach dem Schlachten. In: Qualitätssicherung im Fleischbereich. Bundesanstalt für Fleischforschung. Kulmbacher Reihe, Band 11 (1992), 48 - 72
- STEWART, M. R.; ZIPSER, M. W. u. WATTS, B. M.: The Use of Reflectance Spectrophotometry for the Assay of Raw Meat Pigments. J. Food Sci. **30** (1965), 464 - 469
- TEMISAN, V. u. AUGUSTINI, C.: Qualitätsrindfleisch. 1. Definition, wertbestimmende Faktoren, Standardisierung. Fleischwirtsch. **69** (1989) 31 - 37
- TROUT, G. R.: A rapid method for measuring pigment concentration in porcine and other low pigmented muscles. **37th** ICMST Kulmbach 1.-6.9.1991, Proceedings Vol. 3, (1991) 1198 - 1201
- WARZECHA, H., BREITENSTEIN, K.-G. u. BUSS, G.: Ergebnisse zur Nachmast von Schlachtkühen. Tierzucht, Berlin **40** (1986) 4, 161 - 162
- WARZECHA, H. u. REICHARDT, W.: Einfluß von Rasse, Geschlecht und Fütterungsintensität auf den IMF-Gehalt beim Rind in Praxisuntersuchungen. Vortrag zum IMF-Kolloquium der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft am 22./23.10.1996 in Wilhelmsthal, Tagungsmaterial V15, 1 - 6 und Kongressband der TLL, **1997**, 86 - 92
- WARZECHA, H. u. REICHARDT, W.: Einfluß von Rasse, Geschlecht und Fütterungsintensität auf den intramuskulären Fettgehalt beim Rind. Poster zum 110. VDLUFA-Kongress Gießen (1998), Kongressband 1998 Gießen, VDLUFA-Schriftenreihe **49** (1998) 533 - 536
- WARZECHA, H. u. REICHARDT, W.: Optimale Endgewichte bei Bullen und Ochsen. Vortragsveranstaltung der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. (DGfZ) am 25. September 1999 in Köllitsch: Eignung der Fleischrinderrassen - Standortgerecht und Produktionszielorientiert. DGfZ-Schriftenreihe, Heft 15 / **1999**, 103 - 108
- WARZECHA, H. u. REICHARDT, W.: Genotypenvergleich von Mutterkuhabsetzern in der Rindermast. Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen - 50 Jahre Tierzucht in Clausberg. Kolloquium zur Fleischqualität. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Heft 2 / **2002**, 85 - 89
- WASSMUTH, R. u. SAUERTEIG, B.: Projektthema „Fleischerzeugung und Landschaftspflege“ der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. **2003**
- WASSMUTH, R.; REICHARDT, W. u. SAUERTEIG, B.: unpublizierte Daten aus dem Projekt „Fleischerzeugung und Landschaftspflege“ der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. **2004**
- WULF, D. M. u. PAGE, J. K.: Using measurements of muscle color, pH, and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcasses into palatability groups. J. Anim. Sci. **78** (2000), 2595 - 2607

Anhang

Tabelle A1: Grünlanderträge von Mai bis Oktober in den Jahren 1993 bis 1998 am Standort Thüringer Wald in Clausberg

Jahr	Mai 1. Aufwuchs	Juni	Juli	August	September	Oktober
			2. Aufwuchs		3. Aufwuchs	
1993						
Anteil (%)	59,5		26,2		13,6	
Ertrag (%)	32,49	27,02	14,09	12,07	10,45	3,28
TM (%)	19,10	15,20	18,10	23,40	17,60	24,10
Energie (MJ) NEL/kg TM)	6,40	6,00	6,25	5,55	5,94	5,94
1994						
Anteil (%)	58,4		10,1		31,6	
Ertrag (%)	41,68	16,70	10,10	-	26,79	4,83
TM (%)	20,82	21,10	25,60	-	12,70	17,90
Energie (MJ) NEL/kg TM)	7,14	6,49	5,97	-	5,94	5,93
1995						
Anteil (%)	70,9		15,0		14,1	
Ertrag (%)	56,54	14,31	10,55	4,47	9,86	3,93
TM (%)	16,60	19,60	22,70	31,55	17,55	17,05
Energie (MJ) NEL/kg TM)	7,00	6,17	6,49	5,90	5,66	5,96
1996						
Anteil (%)	54,7		27,9		17,4	
Ertrag (%)	36,58	18,14	13,15	14,72	14,68	2,72
TM (%)	13,23	19,40	14,90	14,83	18,57	20,00
Energie (MJ) NEL/kg TM)	6,70	6,90	7,00	5,93	6,17	6,40
1997						
Anteil (%)	65,9		19,5		14,0	
Ertrag (%)	53,97	11,96	10,49	9,58	10,00	4,00
TM (%)	16,92	17,43	16,84	-	-	
Energie (MJ) NEL/kg TM)	6,63	5,95	5,85	6,75	6,20	-
1998						
Anteil (%)	51,6		30,1		18,5	
Ertrag (%)	38,35	13,26	15,18	14,95	15,40	3,15
TM (%)	20,19	19,75	16,29	18,90	18,15	18,10
Energie (MJ) NEL/kg TM)	6,80	6,56	6,00	6,05	6,46	6,47
Ø	60,2		21,5		18,2	

TM = Trockenmasse; MJ = Megajoule, NEL = Nettoenergie Laktation

Tabelle A2: Tägliche Zunahmen der männlichen und weiblichen Saugkälber während der Säugeperiode an extensiven Grünlandstandorten in Thüringen

Standort	Winterhaltung	Rasse ¹	Jahre (n)	TZ (g)	
				männl.	weibl.
Hohe Rhön, 800 m ü. NN	Stall	GAL×SMR	5	983	904
	Stall	DA×GAL	2	1.0671	1.016
Thüringer Wald, 800 m ü. NN	Stall	FLF	4	1.322	1.227
Thüringer Schiefergebirge 800 m ü. NN	Freiland	LIM	4	938	823
	Stall	LIM×FLF	4	1.2261	1.034
Saale-Ilm Platte, Oberer Muschelkalk, 350 m ü. NN	Freiland	GEV	5	1.3061	1.111
	Freiland	GAL	3	944	811
Vorgebirgslagen	Stall	BA×KMK	1	1.155	-
	Stall.	WBB×DA	1	1.2531	1.228
Eichsfeld, 400 m ü. NN	Freiland	HEF	4	958	831
	Freiland	LIM×HEF	2	982	949
	Freiland	FLF×HEF	1	813	713
Thüringer Wald, 400m ü. NN	Stall	DA×SMR	5	1.040	925
	Stall	FLF×SMR	5	1.2111	1.031
Südliches Vorland Thüringer Wald, 310 - 490 m ü. NN, Betrieb des Ökologischen Landbaus	Stall	FLF	5	1.3411	1.174
	Freiland	SAL	5	1.1791	1.027
	Stall	CHA×SAL	1	990	900

¹ GAL = Galloway, SMR = Schwarzbuntes Milchrind, DA = Deutsch-Angus, FLF = Fleckvieh, LIM = Limousin, GEV = Gelbvieh, HEF = Hereford, SAL = Salers, BA = Blonde d' Aquitaine, WBB = weißblaue Belgier, CHA = Charolais, KMK = Kreuzungsmutterkuh

Tabelle A3: Anzahl Tiere (n), Mastleistung und Schlachtkörperwert von Jungbullen, Färsen und Ochsen verschiedener Rassen

Nr.	Genotypen ¹	Jahr	Geschl./ Herkunft	Futter- einsatz	n	Vormast		Mastperiode			Schlachtkörperwert				
						DAU	TZ	DAU	LG	TZ	SG	AUS	HKL	FK	NTZ
1	DAxSMR	1993	Bu/Mu	K,A	10	166	1246	315	563	1030	325	57,8	2,9	3,0	636
2	FLFxSMR	1993	Bu/Mu	K,A	10	159	1193	315	554	1056	326	58,9	2,9	2,7	644
3	FLF	1994	Bu/Mu	K,M	24	199	1041	306	624	1226	340	57,3	2,5	3,0	673
4	SAL	1994	Bu/Mu	K,M	8	194	1017	307	627	1224	357	60,0	2,6	2,6	696
5	FLFxSMR	1994	Bu/Mu	K,M	8	204	1083	326	635	1144	349	57,9	3,1	2,7	658
6	SALxSMR	1994	Bu/Mu	K,M	13	207	1067	316	624	1157	343	57,8	2,9	2,9	656
7	GEV	1994	Bu/Mu	K,A,M	6	180	1100	396	685	1120	-	-	-	-	-
8	LIMxFLF	1995	Fä/Mu	K,W,M	6	456	611	163	517	1245	283	58,2	2,2	3,0	564
9	FL	1995	Bu/Fr	K,M	19	-	-	488	715	1023	396	58,2	2,6	2,7	515
10	MON	1995	Bu/Fr	K,M	24	-	-	482	698	1062	387	58,3	3,0	2,7	-
11	PIN	1995	Bu/Mu	K,M	15	185	1108	385	692	1147	377	57,4	3,0	2,8	688
12	SAL	1995	Bu/Mu	K,M	5	177	1090	380	670	1143	363	56,9	-	-	672
13	GAL	1995	O/Mu	W,A,K	7	250	650	625	586	628	305	54,7	4,0	3,1	349
14	SALxSMR	1995	Bu/Mu	W,M	10	148	1010	370	624	1157	343	57,8	2,9	2,7	660
15	FLF	1995	Bu/Mu	K,A	8	136	1050	394	639	1146	363	59,8	2,4	2,4	685
16	LIMX(FLFxSMR)	1996	Bu/Mu	K,M	24	180	1030	398	589	1013	339	60,5	2,7	2,9	579
17	SAL	1996	BU/Mu	K,A,M	12	194	1062	336	609	1200	361	59,6	2,6	2,6	680
18	FLF	1996	Bu/Mu	K,A,M	16	196	1076	294	648	1245	338	58,5	2,6	2,8	688
19	CHAxSAL	1996	Bu/Mu	K,A,M	10	250	1000	327	738	1355	420	60,9	2,2	3,0	737
20	CHAxSAL	1996	Fä/Mu	K,A,M	24	191	1083	273	513	971	274	57,0	2,8	3,4	589
21	FLF	1996	Bu/Mu	K,A,M	11	178	1359	298	670	1285	361	58,0	2,3	2,5	758
22	SAL	1996	Bu/Mu	K,A,M	11	172	936	378	589	1013	339	60,5	2,5	3,2	616
23	HEF	1997	Bu/Mu	K,M	9	203	1021	358	608	1006	338	58,6	2,7	2,9	579
24	LIMxHEF	1997	Bu/Mu	K,M	12		936	378	589	1013	339	60,5	2,5	2,7	579
25	GEV	1997	Bu/Mu	K,M	18	185	1033	333	666	1250	364	59,2	2,5	2,5	701
26	SMR	1997	Bu/Mil	K,M	15	116	900	460	645	1076	351	57,2	3,8	3,0	609
27	LIMxFLF	1997	Bu/Mu	K,M	10	185	1108	275	622	1491	360	60,9	2,3	2,6	782
28	LIMxFL	1998	Bu/Mu	K,M	10	161	1074	259	622	1498	362	61,3	2,5	2,6	754
29	FLF	1998	Bu/Mu	K,M	9	193	1140	255	659	1541	366	58,5	2,1	2,7	802
30	FLF	1998	Bu/Mu	K;M	11	161	1379	266	622	1280	321	55,8	3,5	3,3	758
31	SAL	1998	Bu/Mu	K;M	7	192	1135	288	646	1316	377	61,4	2,1	2,1	774
32	CHA	1998	Bu/Mu	K,M	8	189	1156	259	609	1310	355	61,4	2,3	2,6	810
33	WBBxDA	1998	Bu/Mu	K,M	11	173	1156	273	602	1319	346	60,5	2,3	3,0	785
34	LIMxFLF	1998	Bu/Mu	K;S	12	165	1000	335	648	1323	362	58,8	3,1	2,4	724

Nr.	Genotypen ¹	Jahr	Geschl./ Herkunft	Futter- einsatz	n	Vormast		Mastperiode			Schlachtkörperwert				
						DAU	TZ	DAU	LG	TZ	SG	AUS	HKL	FK	NTZ
35	LIMxFLF	1998	Bu/Mu	K,M,A	11	176	1000	325	591	1154	-	-	-	-	-
36	LIMxFLF	1998	Fä/Mu	K;S	10	167	1078	258	510	1124	267	55,0	3,2	3,0	628
37	LIMxFLF	1998	Fä/Mu	K,M,A	10	169	1050	258	450	900	-	-	-	-	-
38	FLF	1998	Bu/Fr	K,S	24	218	867	336	671	1300	374	58,1	2,5	2,7	675
39	FLF	1998	Bu/Fr	K;A,M	25	213	892	336	622	1152	-	-	-	-	-
40	BAX(FLFxSMR)	1998	BuMu	K,M	19	142	1155	354	641	1232	375	61,5	2,9	2,9	754
41	FLF	1999	Bu/Mu	K,M	8	243	1263	227	649	1326					
42	FLF	1999	Bu/Mu	K,W,A	17	350	1018	155	616	1389	-	-	-	-	-
43	FLF	1999	Bu/Mu	K,W,A	14	311	884	155	483	1075	-	-	-	-	-
44	FLF	1999	Bu/Mu	W,A,K	24	383	1253	-	525	-	284	59,1	-	-	741
45	WBBx(DAxSMR)	1999	Bu/Mu	K,M	13	172	1181	298	592	1154	341	60,6	2,5	2,3	725
46	WBBx(DAxSMR)	1999	Fä/Mu	K,M	6	168	1139	300	504	892	275	57,4	2,9	3,6	587
47	SAL	1999	O/Mu	W,A,K	29	87	1103	700	666	750	380	60,0	2,8	2,8	483
48	FLF	1999	O/Mu	W,A,K	9	67	1313	685	709	840	409	60,6	2,3	2,6	543
49	FLx(LIMxKMK)	1999	O/Mu	W,A,K	12	85	1023	685	636	736	363	60,0	2,5	3,0	471
50	FLF	2000	Bu/Mu	K,M	12	241	1208	221	633	1314	-	-	-	-	-
51	CHAxFLF	2000	Bu/Mu	K,M	6	198	1236	232	603	1388	-	-	-	-	-
52	WBBxCHA	2000	Bu/Fr	K,M	9	251	900	310	700	1464	427	64,2	2,0	2,5	759

* DAU = Dauer, LG = Lebendgewicht, SG = Schlachtgewicht, TZ = tägliche Zunahme, AUS = Ausschächtung, HKL = Handelsklasse, FS = Fettklasse (1 (mager) – 5 (fett)), (EUROP = 1-5), NTZ = Nettotageszunahme

¹ GAL = Galloway, SMR = Schwarzbuntes Milchrind, DA = Deutsch-Angus, FLF = Fleischfleckvieh, FL = Fleckvieh, LIM = Limousin, GEV = Gelbvieh, HEF = Hereford, SAL = Salers, BA = Blonde d' Aquitaine, WBB = weißblaue Belgier, CHA = Charolais, MON = Montbelliard, PIN = Pinzgauer, KMK = Kreuzungsmutterkuh