

Fleischqualität von Rindern aus extensiver Weidehaltung

3. Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes aus dem *Musculus longissimus dorsi*

Wolfram Schnäckel, Dima Schnäckel, Rolf-Dieter Fahr †, René Schmidt, Dietlind Wiegand und Christian Knappe

Der Konsum von Rindfleisch ist vor dem Hintergrund der BSE-Krise in den letzten Jahren in Deutschland stark rückläufig. Nur durch das Angebot von Rindfleisch höchster Qualität aus möglichst naturbelassener Haltung scheint es möglich, Verbrauchervertrauen zurückzugewinnen. Zudem ist die Weidehaltung beispielsweise von Rindern eine Möglichkeit, Kulturlandschaften zu erhalten sowie zusätzliche Einkünfte für Landwirte zu schaffen. In einem Drei-Jahres-Versuch extensiver Weidehaltung wurde der Einfluss zweier unterschiedlich gedüngter Weiden bzw. dreier Genotypen auf die Entwicklung der qualitativen und quantitativen Schlachtkörper- und Fleischmerkmale untersucht. Im vorliegenden Beitrag wird der Einfluss die-

ser Faktoren auf die Fettsäurezusammensetzung der intramuskulären Fette aus dem *Musculus longissimus dorsi* betrachtet. Deutliche Unterschiede lassen sich in Abhängigkeit von Geschlecht und Fütterungsregime feststellen. Eine Weidehaltung von Ochsen und Färsen führt zu einer signifikanten Erhöhung des Anteils an konjugierter Linolensäure und Linolensäure. Der Quotient zwischen n-6/n-3-Fettsäuren wird durch eine Weidehaltung der Rinder signifikant verbessert und erreicht mit 2,23 (Ochsen) und 2,43 (Färsen) ernährungsphysiologisch außerordentlich günstige Werte. Für die Qualität der Weide konnte unter den gegebenen Bedingungen kein bedeutender Einfluss auf das Fettsäuremuster ermittelt werden.

CODEWÖRTER

Rindfleischqualität ·
Fettsäurezusammensetzung ·
Musculus longissimus dorsi ·
Weidehaltung von Rindern

Zielstellung und Anliegen

Die vorliegende Arbeit entstand im unmittelbaren Zusammenhang mit einem durch das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt geförderten Projektes (FKZ: 3265 B/0020 T). Anliegen des Gesamtvorhabens ist die Entwicklung eines ganzheitlichen Konzeptes zur Erzeugung, Bewertung und Vermarktung von Qualitätsrindfleisch von Weidemastfärsen und -ochsen im Rahmen einer extensiven Grünlandnutzung. Wissenschaftliches und technisches Arbeitsziel ist die Erzeugung von Qualitätsrindfleisch von Weidemastfärsen und -ochsen und der Vergleich zu Tieren, die in Intensivmast gehalten werden. Im Rahmen des vorliegenden Beitrages soll stellvertretend für alle untersuchten Kenngrößen (Schlachtkörperwert, Fleischzusammensetzung, Fettsäuremuster, technologische und sensorische Fleischqualität) in besonderem Maße auf das Fettsäuremuster von Rindfleisch aus unterschiedlichen Verfahren extensiver Weidehaltung für drei Genotypen eingegangen werden.

Wissenschaftlicher und technologischer Stand

Bedingt durch eine Reihe von Skandalen und Diskussionen rund um Fleisch ist gerade dieses Lebensmittel in den letzten Jahren zunehmend in den Blickpunkt des öffentlichen Interesses (Verbraucher), aber auch der Wissenschaft gerückt. Dabei stellt sich immer wieder die Frage, wie bzw. unter welchen Bedingungen Fleisch höchster Qualität erzeugt werden kann. Eine wesentliche Komponente, die die sensorischen Eigenschaften

von Fleisch prägt, sind die in ihm enthaltenen Fette, deren ernährungsphysiologische Eigenschaften zumindest unter Verbrauchern umstritten sind.

Fette liefern dem menschlichen Organismus Energie, sind andererseits Strukturbestandteile der Zellmembranen und beeinflussen eine Reihe physiologischer Prozesse. Von besonderer Bedeutung sind dabei die mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA), von denen beispielsweise die Linolen- und Linolensäure essentiell sind. Es wird zwischen n-3- und n-6-Fettsäuren unterschieden, die in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen sollen. Allgemein muss eingeschätzt werden, dass der Quotient aus n-6- zu n-3-Fettsäuren in der Nahrung in der Regel zu hoch ist. Als Empfehlung für das Verhältnis dieser Fettsäuregruppen wird beispielsweise 10 : 1, besser 5 : 1 oder kleiner angegeben (1, 2, 3).

Bedingt durch die Stoffwechsellaktivität von Mikroorganismen entstehen im Pansen von Wiederkäuern aus cis-Fettsäuren Fettsäuren mit trans- bzw. konjugierten Doppelbindungen. Für Fettsäuren mit konjugierten Doppelbindungen wurden anticarcinogene Wirkungen (4, 5), eine Verminderung der LDL-Fraktion und der arteriosklerotischen Plaquebildung (6) sowie andere positive physiologische Wirkungen zumindest im Tierversuch nachgewiesen (7).

Vor diesem Hintergrund fordern MATTHES und PASTUSHENKO (8) die Erhöhung des n-3-Fettsäuregehaltes als „ein wesentliches Ziel der Fleisch-erzeugung“ und diskutieren den Einfluss der landwirtschaftlichen Produktionsweise auf den Fettsäuregehalt des Fleisches. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass im Fleisch von Wiederkäuern aus Weidehaltung der Gehalt

Tab. 1a: Die Grünlandbonitur der Herde 1 ergab im Mittel der Jahre folgende Ergebnisse

Tab. 1a: Characterisation of pastures for herd 1

Artenvorkommen	Anzahl	mittlerer Bestandsanteil (%)
Gräser	7 – 8	73
Kräuter	2 – 5	4
Leguminosen	2 – 3	3

Tab. 1b: Grünlandbonitur der Herde 2 ergab im Mittel der Jahre Werte folgende Ergebnisse

Tab. 1b: Characterisation of pastures for herd 2

Artenvorkommen	Anzahl	Mittlerer Bestandsanteil (%)
Gräser	14 – 15	84
Kräuter	10 – 14	12
Leguminosen	2 – 3	4

an essentiellen Fettsäuren im Vergleich mit anderen Haltungssystemen besonders hoch ist, das niedrigste n-6- zu n-3-Fettsäureverhältnis sowie ein vergleichsweise niedriger Gesamtfettgehalt bei hohem Anteil an PUFA gegeben ist .

KÜHNE und KOLB (9) betrachten den Einfluss der Fütterung von Maissilage und Heulage auf die Zusammensetzung unterschiedlicher Fettgewebe bei mehreren Rinderrassen. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Verfütterung von Heulage zu einem oxidationsstabilerem Fleisch bzw. Fettgewebe führt.

NÜRNBERG und ENDER (3) bzw. NÜRNBERG, ENDER und PAPSTEIN (1) zeigen bei unterschiedlichen Fütterungsversuchen, dass eine Weidehaltung den Anteil von n-3-Fettsäuren im Fett des *M. longissimus dorsi* und letztlich den Quotienten n-3- zu n-6-Fettsäuren günstig beeinflusst.

Gattungs- und fütterungsspezifische Einflüsse auf das Fettsäuremuster untersuchen FRICKH, BAUMUNG, LUGER, STEINWIDDER, u.a. (9). Sie weisen darauf, dass der Gehalt an Linolensäure (C18:3) in besonderem Maße von der Energieintensität des Futters abhängt. Gattungsspezifische Unterschiede bei gleichem Fütterungsniveau können nicht nachgewiesen

werden. Bei einer Intensivmast (Maissilage) werden gattungsspezifische Signifikanzen im PUFA-Gehalt zwischen Stieren einerseits und Färsen bzw. Ochsen andererseits nachgewiesen.

Die durchgeführten Recherchen zeigen, dass die Weidehaltung einen möglichen Ansatz zur Beeinflussung der Fettsäurezusammensetzung bei Rindern darstellt. Systematische Untersuchungen zum Zusammenhang von Weidequalität und Fettsäurezusammensetzung fehlen aber bisher.

Material und Methode

Zur Erreichung der vorab dargestellten Zielstellung wurden insgesamt drei Jahrgänge von Absetzern aus der Mutterkuhhaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt in Iden (LLG Iden) auf einer Fläche von insgesamt 26 ha Grünland der Altmärkischen Wische in der Gemarkung Iden-Rohrbeck gemäset und

Tab. 2: Fettsäuregehalt von Rindfleisch (m.l.d.) – Einfluss von Gattungen bzw. Geschlecht sowie Fütterungsregime
Tab. 2: Fatty acid composition of beef (m.l.d.) – influence of sex and feeding

Fettsäuren	Bullen (intensiv)	Ochsen (extensiv)	Färsen (extensiv)
n	30	65	57
%	x	x	x
intramuskulärer Fettgehalt	2,72 ^a	2,95 ^{ab}	3,24 ^b
Summe aller identifizierten Fettsäuren	98,05 ^a	97,56 ^b	97,72 ^b
C14:0 Tetradecanoic (Myristinsäure)	3,53 ^a	2,74 ^b	3,10 ^c
C15:0 Pentadecanoic	0,40 ^a	0,56 ^b	0,50 ^c
C16:0 Hexadecanoic (Palmitinsäure)	27,54 ^a	24,86 ^b	25,24 ^b
C16:1 (9) Hexadecanoic (Palmitoleinsäure) n-9	3,41 ^a	2,96 ^b	3,36 ^a
C17:0 Heptadecanoic (Margarinsäure)	0,49 ^a	0,67 ^b	0,56 ^{ab}
C18:0 Octadecanoic (Stearinsäure)	14,53 ^a	16,15 ^b	14,47 ^a
C18:1 (9) Octadecanoic (Ölsäure) n-9	36,92 ^a	35,88 ^b	37,27 ^a
C18:1 (11) Octadecanoic n-9	0,49 ^a	0,52 ^b	0,56 ^c
C18:2 (9, 12) Octadecanoic (Linolsäure) n-6	3,72 ^a	3,01 ^b	2,84 ^b
C18:2 (9cis11trans) CLA (Linolsäure) n-6	0,46 ^a	0,68 ^b	0,81 ^c
C18:3 (9, 12, 15) Octadecanoic (Linolensäure) n-3	0,44 ^a	1,30 ^b	1,13 ^c
C20:4 (5, 8, 11, 14) Eicosatetraenoic (Arachidonsäure) n-6	0,67 ^a	0,76 ^a	0,71 ^a
C20:5 (5, 8, 11, 14, 17) Eicosapentaenoic (EPA) n-3	0,22 ^a	0,44 ^b	0,37 ^b
C22:5 (7, 10, 13, 16, 19) Docosapentaenoic (DPA) n-3	0,35 ^a	0,55 ^b	0,48 ^b
C22:6 (4, 7, 10, 13, 16, 19) Docosahexaenoic (DHA) n-3	0,09 ^a	0,16 ^b	0,12 ^{ab}
MUFA	42,06 ^a	40,61 ^b	42,64 ^a
PUFA	7,87 ^b	9,76 ^b	9,17 ^b
UFA	49,93 ^a	50,37 ^a	51,81 ^b
SFA	48,12 ^a	47,19 ^a	45,92 ^{ab}
n-3, alle	1,20 ^a	2,63 ^b	2,29 ^c
n-6, alle	5,35 ^a	5,56 ^a	5,38 ^a
n-6/ n-3	4,58 ^a	2,23 ^b	2,43 ^b

^{a, b, c} – Die Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P<0,05)

Tab. 3: Fettsäuregehalt von Rindfleisch (m.l.d.) – Einfluss der Weidequalität bei Färsen und Ochsen
Tab. 3: Fatty acid composition of beef (m.l.d.) – influence of different pastures for oxen and heifers

Fettsäuren	Ochsen, Herde 1	Ochsen, Herde 2	Färsen, Herde 1	Färsen, Herde 2
n	32	33	30	27
%	x	x	x	x
intramuskulärer Fettgehalt	3,07 ^a	2,87 ^a	3,48 ^a	2,97 ^a
Summe aller identifizierten Fettsäuren	97,61 ^a	97,51 ^a	97,70 ^a	97,74 ^a
C14:0 Tetradecanoic (Myristinsäure)	2,74 ^a	2,75 ^a	3,23 ^a	2,96 ^b
C15:0 Pentadecanoic	0,54 ^a	0,58 ^a	0,50 ^a	0,51 ^a
C16:0 Hexadecanoic (Palmitinsäure)	24,97 ^a	24,75 ^a	25,65 ^a	24,78 ^b
C16:1 (9) Hexadecanoic (Palmitoleinsäure) n-9	2,98 ^a	2,94 ^a	3,33 ^a	3,39 ^a
C17:0 Heptadecanoic (Margarinsäure)	0,73 ^a	0,61 ^a	0,52 ^a	0,60 ^a
C18:0 Octadecanoic (Stearinsäure)	15,93 ^a	16,37 ^a	14,55 ^a	14,39 ^a
C18:1 (9) Octadecanoic (Ölsäure) n-9	36,41 ^a	35,36 ^b	36,79 ^a	37,80 ^b
C18:1 (11) Octadecanoic n-9	0,54 ^a	0,51 ^a	0,56 ^a	0,56 ^a
C18:2 (9, 12) Octadecanoic (Linolsäure) n-6	2,87 ^a	3,15 ^a	2,75 ^a	2,93 ^a
C18:2 (9cis11trans) CLA (Linolsäure) n-6	0,67 ^a	0,69 ^a	0,79 ^a	0,84 ^a
C18:3 (9, 12, 15) Octadecanoic (Linolensäure) n-3	1,26 ^a	1,35 ^a	1,14 ^a	1,12 ^a
C20:4 (5, 8, 11, 14) Eicosatetraenoic (Arachidonsäure) n-6	0,68 ^a	0,83 ^a	0,65 ^a	0,78 ^a
C20:5 (5, 8, 11, 14, 17) Eicosapentaenoic (EPA) n-3	0,40 ^a	0,48 ^a	0,35 ^a	0,40 ^a
C22:5 (7, 10, 13, 16, 19) Docosapentaenoic (DPA) n-3	0,51 ^a	0,59 ^a	0,45 ^a	0,51 ^a
C22:6 (4, 7, 10, 13, 16, 19) Docosahexaenoic (DHA) n-3	0,15 ^a	0,18 ^a	0,12 ^a	0,13 ^a
MUFA	41,22 ^a	40,01 ^b	42,13 ^a	43,20 ^a
PUFA	9,36 ^a	10,15 ^a	9,08 ^a	9,27 ^a
UFA	50,58 ^a	50,16 ^a	51,21 ^a	52,47 ^a
SFA	47,03 ^a	47,35 ^a	46,50 ^a	45,27 ^a
n-3, alle	2,49 ^a	2,77 ^a	2,25 ^a	2,33 ^a
n-6, alle	5,27 ^a	5,84 ^a	5,20 ^a	5,59 ^a
n-6/ n-3	2,24 ^a	2,22 ^a	2,41 ^a	2,46 ^a

^{a, b} – Die Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen (für Vergleich der Herdengruppen innerhalb einer Gattung), unterscheiden sich signifikant (P<0,05)
Herde 1 – ungedüngte Weidefläche, Herde 2 – gedüngte Weidefläche (eine einmalige Stickstoffdüngung von 70 kg/ha)

mit zwei Halbgeschwistergruppen von Bullen in Intensivmast (Maisilage) verglichen.

Untersuchungsobjekte sind 188 Fleischrinder mit folgenden Rassenanteilen

- Genotyp 1 (GT1) – über 50% Charolais und Kreuzungen
- Genotyp 2 (GT2) – 50% Charolais – 50% Deutsche Angus
- Genotyp 3 (GT3) – 50% Deutsche Angus – 50% Kreuzungen,

die in zwei Durchgängen mit je 15 Bullen, 30 Färsen und 30 Ochsen und einem Durchgang mit 14 Färsen und 22 Ochsen gemästet wurden. Außerdem wird eine Untergliederung in Stall- und Weidehaltung durchgeführt. Die Bullen wurden in zwei Schlachtreihen ausschließlich in Stallhaltung gemästet. Die Färsen und Ochsen wurden in drei Schlachtreihen auf zwei verschiedenen Weiden gehalten. Die Fütterung erfolgte über die Weide bzw. in der vegetationsarmen Zeit mit flächeneigener Grassilage gefüttert.

Die Flächen für die Extensivmast der Ochsen und Färsen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Herde 1: Diese Tiere wurden auf ungedüngter Fläche von insgesamt 13,9924 ha, unterteilt in vier Koppeln, gehalten. Der Boden lässt sich als lehmiger Sand bis Ton mit einer Bodenwertzahl zwischen 42 bis 58 Bodenpunkten charakterisieren. Der Ertrag lag im Durchschnitt der Jahre bei 63,3 dt TS/ha bzw. 4549 MJ ME/ha. Die Grünlandbonitur ergab im Mittel der Jahre Ergebnisse, die in der Tabelle 1a dargestellt sind.

Herde 2: Diese Tiere wurden auf gedüngter Fläche (70 kg N/ha) von insgesamt 11,9614 ha, unterteilt in vier Koppeln, gehalten. Der Boden lässt

sich als Ton bis anmooriger Ton mit einer Bodenwertzahl zwischen 36 bis 45 Bodenpunkten charakterisieren. Der Ertrag lag im Durchschnitt der Jahre bei 76,88 dt TS/ha bzw. 6569 MJ ME/ha. Die Grünlandbonitur ergab im Mittel der Jahre Werte, deren Ergebnisse in der Tabelle 1b aufgelistet sind.

Die Schlachtreife der Tiere wurde mittels visueller Bonitur, Wägungen und Ultraschallmessung der Fettdicke festgestellt. Die Fettabdeckung sollte bei Schlachtreife mindestens 15 mm betragen. Das Schlachalter wurde auf maximal 24 Monate festgelegt.

Eine exakte Darstellung des Gesamtversuchsdesigns ist im ersten Beitrag der Serie veröffentlicht (FLEISCHWIRTSCHAFT 01/2006, 98-103) bzw. kann von den Autoren angefordert werden. Deshalb soll an dieser Stelle darauf verzichtet werden.

Als Referenzmuskel zur Bestimmung des Fettsäuremusters diente der *Musculus longissimus dorsi*. Der Referenzmuskel selbst wurde etwa 4 h post mortem (p.m.) im Bereich zwischen 7./8. und 11./12. Rippe der jeweiligen Schlachtkörperhälfte entnommen.

Nach Homogenisierung des Probenmaterials erfolgte eine Gefrierdrying. Anschließend Zugabe von 4 ml eines Lösungsmittelgemisches aus Hexan : Isopropanol (Mischungsverhältnis 3 : 2) zu ca. 400 bis 500 mg Probenmaterial mit gründlicher Vermischung (vortexen). Nach einer Inkubation über ca. 18 h bei Raumtemperatur im Schüttelinkubator wurden

Tab. 4: Fettsäuregehalt von Rindfleisch (m.l.d.) bei Bullen aus Intensivhaltung – Einfluss des Genotyps
Tab. 4: Fatty acid composition of beef (m.l.d.) from bulls – influence of genotype

Fettsäuren	Bullen, intensive Haltung	
	GT 1	GT 2
n	27	3
%	x	x
intramuskulärer Fettgehalt	2,70 ^a	2,84 ^a
Summe aller identifizierten Fettsäuren	98,13 ^a	97,35 ^b
C14:0 Tetradecanoic (Myristinsäure)	3,55 ^a	3,35 ^a
C15:0 Pentadecanoic (Myristinsäure)	0,40 ^a	0,41 ^a
C16:0 Hexadecanoic (Palmitinsäure)	27,60 ^a	26,98 ^a
C16:1 (9) Hexadecanoic (Palmitoleinsäure) n-9	3,42 ^a	3,31 ^a
C17:0 Heptadecanoic (Margarinsäure)	0,48 ^a	0,56 ^a
C18:0 Octadecanoic (Stearinsäure)	14,46 ^a	15,09 ^a
C18:1 (9) Octadecanoic (Ölsäure) n-9	36,79 ^a	38,05 ^a
C18:1 (11) Octadecanoic n-9	0,48 ^a	0,54 ^b
C18:2 (9, 12) Octadecanoic (Linolsäure) n-6	3,77 ^a	3,18 ^a
C18:2 (9cis11trans) CLA (Linolsäure)	0,46 ^a	0,45 ^a
C18:3 (9, 12, 15) Octadecanoic (Linolensäure) n-3	0,44 ^a	0,45 ^a
C20:4 (5, 8, 11, 14) Eicosatetraenoic (Arachidonsäure) n-6	0,70 ^a	0,42 ^a
C20:5 (5, 8, 11, 14, 17) Eicosapentaenoic (EPA) n-3	0,23 ^a	0,15 ^a
C22:5 (7, 10, 13, 16, 19) Docosapentaenoic (DPA) n-3	0,36 ^a	0,28 ^a
C22:6 (4, 7, 10, 13, 16, 19) Docosaheptaenoic (DHA) n-3	0,10 ^a	0,02 ^a
MUFA	41,96 ^a	42,91 ^a
PUFA	8,02 ^a	6,54 ^a
UFA	49,99 ^a	49,45 ^a
SFA	48,14 ^a	47,90 ^a
n-3, alle	1,23 ^a	0,98 ^a
n-6, alle	5,45 ^a	4,46 ^a
n-6/ n-3	4,57 ^a	4,57 ^a

^{a, b} – Die Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P<0,05)
GT1 – Genotyp 1 – über 50% Charolais und Kreuzungen, GT 2 – 50% Charolais und 50% Deutsche Angus

Tab. 5: Fettsäuregehalt von Rindfleisch (m.l.d.) bei Ochsen aus extensiver Weidehaltung – Einfluss des Genotyps
Tab. 5: Fatty acid composition of beef (m.l.d.) from oxes (extensive pasture feeding) – influence of genotype

Fettsäuren	Ochsen, extensive Haltung		
	GT 1	GT 2	GT 3
n	41	8	16
%	x	x	x
intramuskulärer Fettgehalt	2,88 ^a	3,71 ^{ab}	2,72 ^{ac}
Summe aller identifizierten Fettsäuren	97,57 ^a	97,86 ^a	97,37 ^a
C14:0 Tetradecanoic (Myristinsäure)	2,80 ^a	2,95 ^a	2,49 ^b
C15:0 Pentadecanoic	0,57 ^a	0,60 ^a	0,53 ^a
C16:0 Hexadecanoic (Palmitinsäure)	25,00 ^a	25,58 ^{ab}	24,14 ^{ac}
C16:1 (9) Hexadecanoic (Palmitoleinsäure) n-9	3,01 ^a	2,89 ^a	2,86 ^a
C17:0 Heptadecanoic (Margarinsäure)	0,68 ^a	0,58 ^a	0,68 ^a
C18:0 Octadecanoic (Stearinsäure)	15,95 ^a	16,28 ^a	16,61 ^a
C18:1 (9) Octadecanoic (Ölsäure) n-9	35,44 ^a	36,13 ^{ab}	36,87 ^b
C18:1 (11) Octadecanoic n-9	0,51 ^a	0,53 ^{ab}	0,56 ^b
C18:2 (9, 12) Octadecanoic (Linolsäure) n-6	3,17 ^a	2,46 ^a	2,88 ^a
C18:2 (9cis11trans) CLA Linolsäure	0,67 ^a	0,75 ^a	0,68 ^a
C18:3 (9, 12, 15) Octadecanoic (Linolensäure) n-3	1,37 ^a	1,05 ^a	1,25 ^a
C20:4 (5, 8, 11, 14) Eicosatetraenoic (Arachidonsäure) n-6	0,84 ^a	0,46 ^b	0,69 ^a
C20:5(5, 8, 11, 14, 17) Eicosapentaenoic (EPA) n-3	0,49 ^a	0,24 ^b	0,41 ^a
C22:5 (7, 10, 13, 16, 19) Docosapentaenoic (DPA) n-3	0,59 ^a	0,38 ^b	0,52 ^a
C22:6 (4, 7, 10, 13, 16, 19) Docosaheptaenoic (DHA) n-3	0,18 ^a	0,12 ^a	0,14 ^a
MUFA	40,19 ^a	41,01 ^{ab}	41,49 ^b
PUFA	10,19 ^a	8,57 ^a	9,25 ^a
UFA	50,38 ^a	49,59 ^a	50,74 ^a
SFA	47,20 ^a	48,27 ^a	46,63 ^a
n-3, alle	2,80 ^a	2,06 ^b	2,48 ^{ab}
n-6, alle	5,81 ^a	4,71 ^a	5,34 ^a
n-6/ n-3	2,20 ^a	2,33 ^a	2,25 ^a

^{a, b, c} – Die Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P<0,05)
GT1 – Genotyp 1 – über 50% Charolais und Kreuzungen, GT2 – 50% Charolais und 50% Deutsche Angus, GT3 – 50% Deutsche Angus und 50% Kreuzungen

die Proben bei 2000 U/min ca. 15 min zentrifugiert, eine aliquote Menge des Lösungsmittelüberstandes in GC-Bördelrandgefäße überführt, dicht verschlossen, bei -20 °C zwischengelagert und dann der Fettsäureanalytik mittels Gaschromatographie (GC) zugeführt.

Die Probenextrakte (ca.100 µl) wurden mit Trimethylsulfoniumhydroxid TMSH methyliert (Veresterung), anschließend ca. 1 µl splitless an einer „Fused Silica Trennsäule“ FFAP (Firma AGILENT) 30 m x 0,53 mm x 1,0 µm injiziert (He 7,9 ml/min) und temperaturprogrammiert an einem Gaschromatographen HP 5890 mit FID und Autosampler HP 7673 analysiert. Die Auswertung erfolgte mittels der HP 3365 Datastation.

Ergebnisse und Diskussion

Geschlechts- und fütterungsspezifische Unterschiede

Betrachtet man ausschließlich gattungs- bzw. geschlechtsspezifische Unterschiede zwischen intensiv gemästeten Bullen bzw. extensiv gehaltenen Färsen und Ochsen (Tab. 2), so zeigt sich zunächst, dass der intramuskuläre Fettgehalt bei den Färsen (3,24%) signifikant über dem der Bullen (2,72%) liegt. Ochsen nehmen eine mittlere Position ein und weisen weder zu Bullen noch zu Färsen Signifikanzen auf. Die Unterschiede im intramuskulären Fettgehalt dürften jedoch vordergründig weniger auf den Unterschieden im Fütterungsregime als vor allem im Schlachtalter zu suchen sein. Während für Bullen aus Intensivhaltung die festgelegten Schlachtkriterien im Mittel bereits nach 476 Tagen erreicht wurden, lag das Schlachtalter für Ochsen im Durchschnitt bei 626 bzw. bei Färsen bei 602 Tagen.

Bezüglich des Fettsäuremusters dürfte von besonderem Interesse sein, dass der Gehalt an C 18 : 2 (9, 12) Octadecanoic (Linolsäure) bei den intensiv gehaltenen Bullen (3,72%) signifikant höher ausfällt als bei den extensiv gehaltenen Ochsen (3,01%) und Färsen (2,84%). Im Gegensatz dazu erscheint C 18 : 2 (9cis 11 trans) CLA bei den Bullen (0,46%) geringer als bei Ochsen (0,68%) und Färsen (0,81%). Dabei fällt auf, dass der Gehalt an konjugierter Linolsäure bei Färsen (0,81%) signifikant über dem bei Ochsen (0,68%) liegt.

Der Gehalt an Linolensäure C 18 : 3 (9, 12, 15) liegt bei extensiv gehaltenen Ochsen (1,30%) und Färsen (1,13%) wiederum signifikant über dem bei Bullen (0,44%) aus Intensivmast. Die gleiche Aussage gilt für den Gesamtgehalt an PUFA. Während es im Gesamtgehalt an n-6-Fettsäuren zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede gibt, liegt der Anteil an n-3-Fettsäuren bei Ochsen (2,23%) und Färsen (2,43%) deutlich über dem der Bullen (1,20%). Damit verbessert sich der Quotient n-6/n-3 deutlich. Mit einem Quotienten von 4,58 für die intensiv gehaltenen Bullen wird dabei aber immer noch ein sehr akzeptabler Wert erreicht.

Einfluss der Weidequalität

Die Qualität der Weide übt nur einen geringen Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung aus (Tab. 3). Herdenspezifische signifikante Differenzen treten für die Ölsäure C18 : 1 (9) auf. Dabei lässt sich für Ochsen und Färsen kein einheitlicher Trend feststellen. Während der Ölsäuregehalt bei Ochsen, gehalten auf gedüngten Weiden, geringer ausfällt (35,36%) als bei der entsprechenden Vergleichsvariante (36,41%), ist er bei Färsen, gehalten auf gedüngten Weiden, signifikant höher (37,80%) als bei Herde 1 (ungedüngte Weide) (36,79%).

Für Ochsen zeigen sich statistisch gesicherte Differenzen für die Summe der einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA), die bei den Tieren von der gedüngten Fläche geringer ausfällt (40,01%) als bei den Vergleichstieren (41,22%). Bei dieser Gruppe zeigt sich auch ein günstigeres Verhältnis der n-6/n-3-Fettsäuren. Dieser Trend lässt sich aber so für Färsen nicht nachweisen.

Genotypspezifische Differenzen

Betrachtet man die Ergebnisse der Fettsäureanalytik der Genotypen bei Bullen (Tab. 4), so muss zunächst festgestellt werden, dass im Gegensatz zu Ochsen und Färsen nur zwei Genotypen zur Verfügung standen, wobei der Genotyp 2 mit nur drei Tieren im Vergleich mit Genotyp 1 unterrepräsentiert ist. Unterschiede lassen sich ausschließlich für die Summe aller Fettsäuren und C18 : 1 (11) feststellen. Der Gehalt an Octadenoic [C18 : 1 (11)] liegt bei den mittelrahmigen Tieren (Kreuzung aus Charolais und Deutsche Angus) signifikant höher (0,54%) als bei der großrahmigen Vergleichsvariante (0,48%) mit einem mindestens 75%-igen Charolaisanteil. Interessanterweise zeigt sich ein analoger Trend auch für Ochsen und Färsen. Mit fallender Rahmigkeit steigt der Anteil der Octadecanoic C18 : 1 (11).

Für Ochsen (Tab. 5) und Färsen (Tab. 6) lässt sich feststellen, dass der intramuskuläre Fettgehalt bei den Tieren vom Genotyp 2 signifikant höher (Ochsen GT2 3,72%, Färsen GT2 4,06%) als bei den jeweiligen Vergleichsvarianten ausfällt (Ochsen GT 1 2,88%, GT 3 2,72% und Färsen GT1 3,04%, GT3 3,00%). Diese Aussage korreliert mit den Ergebnissen zur Marmorierung (siehe 2. Mitteilung der vorliegenden Serie, FLEISCHWIRTSCHAFT 02/2006, Seiten 91 bis 96).

Für Ochsen lassen sich mit fallender Rahmigkeit ein Ansteigen der MUFA (GT1 40,19%, GT2 41,01% und GT3 41,49%) und eine Verringerung des Anteils an n-3-Fettsäuren (GT1 2,80%, GT2 2,06%, GT3 2,48%) feststellen. Dieser Trend ist auch bei Färsen zu konstatieren, ist hier aber nicht signifikant.

Schlussfolgerungen und Nutzen für die Praxis

Die durchgeführten Untersu-

Tab. 6: Fettsäuregehalt von Rindfleisch (m.l.d.) bei Färsen aus extensiver Weidehaltung – Einfluss des Genotyps
Tab. 6: Fatty acid composition of beef (m.l.d.) from heifers, extensive pasture feeding – influence of genotype

Fettsäuren	Färsen, extensive Haltung		
	GT 1	GT 2	GT 3
n	36	12	9
%	x	x	X
intramuskulärer Fettgehalt	3,04 ^a	4,06 ^b	3,00 ^a
Summe aller identifizierten Fettsäuren	97,62 ^a	97,85 ^a	97,96 ^a
C14:0 Tetradecanoic (Myrinsäure)	3,18 ^a	3,11 ^{ab}	2,76 ^b
C15:0 Pentadecanoic	0,51 ^a	0,49 ^a	0,50 ^a
C16:0 Hexadecanoic (Palmitinsäure)	25,34 ^a	25,75 ^a	24,15 ^b
C16:1 (9) Hexadecanoic (Palmitolein) n-9	3,40 ^a	3,26 ^a	3,32 ^a
C17:0 Heptadecanoic (Margarinsäure)	0,53 ^a	0,65 ^a	0,54 ^a
C18:0 Octadecanoic (Stearinsäure)	14,39 ^a	14,79 ^a	14,38 ^a
C18:1 (9) Octadecanoic (Ölsäure) n-9	37,01 ^a	37,28 ^a	38,28 ^a
C18:1 (11) Octadecanoic n-9	0,55 ^a	0,56 ^{ab}	0,60 ^b
C18:2 (9, 12) Octadecanoic (Linolsäure) n-6	2,88 ^a	2,72 ^a	2,86 ^a
C18:2 (9cis11trans) CLA-Linolsäure	0,82 ^a	0,75 ^{ab}	0,89 ^{ac}
C18:3 (9, 12, 15) Octadecanoic (Linolensäure) n-3	1,16 ^a	1,02 ^a	1,15 ^a
C20:4 (5, 8, 11, 14) Eicosatetraenoic (Arachidonsäure) n-6	0,72 ^a	0,61 ^a	0,77 ^a
C20:5(5, 8, 11, 14, 17) Eicosapentaenoic (EPA) n-3	0,38 ^a	0,31 ^a	0,44 ^a
C22:5 (7, 10, 13, 16, 19) Docosapentaenoic (DPA) n-3	0,49 ^a	0,41 ^a	0,51 ^a
C22:6 (4, 7, 10, 13, 16, 19) Docosahexaenoic (DHA) n-3	0,13 ^a	0,08 ^{ab}	0,17 ^{ac}
MUFA	42,39 ^a	42,56 ^a	43,74 ^a
PUFA	9,22 ^a	8,51 ^a	9,85 ^a
UFA	51,61 ^a	51,07 ^{ab}	53,59 ^{ac}
SFA	46,01 ^a	46,79 ^{ab}	44,37 ^{ac}
n-3, alle	2,34 ^a	2,0 ^a	2,47 ^a
n-6, alle	5,44 ^a	4,99 ^a	5,69 ^a
n-6/ n-3	2,41 ^a	2,55 ^a	2,35 ^a

^{a, b, c} – Die Mittelwerte in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P<0,05)
 GT1 – Genotyp 1 – über 50% Charolais und Kreuzungen, GT2 – 50% Charolais und 50% Deutsche Angus, GT3- 50% Deutsche Angus und 50% Kreuzungen

chungen und deren Ergebnisse geben Anlass zu folgenden wesentlichen Schlussfolgerungen:

- Der intramuskuläre Fettgehalt ist vor allem von Gattung und Genotyp abhängig. Ochsen und Färsen aus extensiver Weidehaltung zeigen hier höhere Werte als Bullen aus Intensivmast. Die Gründe dafür dürften jedoch vor allem im gewählten Versuchsansatz liegen, bei dem durch die vorgegebenen Schlachtkriterien die Bullen noch nicht ausreichend ausgemästet waren. Die günstigsten Werte im intramuskulären Fettgehalt zeigen mittelrahmige Ochsen und Färsen aus extensiver Weidehaltung.
- Deutliche Unterschiede in der Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes aus dem *Musculus longissimus dorsi* lassen sich in Abhängigkeit von Geschlecht und Fütterungsregime feststellen. Eine Weidehaltung von Ochsen und Färsen führt zu einer signifikanten Erhöhung des Anteils an konjugierter Linolsäure und Linolensäure.
- Der Quotient zwischen n-6/n-3-Fettsäuren wird durch eine Weidehaltung der Rinder signifikant verbessert und erreicht mit 2,23 (Ochsen) und 2,43 (Färsen) ernährungsphysiologisch außerordentlich günstige Werte.
- Für die Qualität der Weide konnte unter den gegebenen Bedingungen kein bedeutender Einfluss auf das Fettsäuremuster ermittelt werden.
- Genotypspezifische Unterschiede im Fettsäuremuster sind zumindest teilweise vorhanden, lassen sich aber nicht oder nur bedingt auf alle Gattungen übertragen.

Damit kann zusammenfassend festgestellt werden, dass im vorliegenden Experiment die Ergebnisse anderer Autoren (1, 3, 9, 10), dass nämlich eine extensive Weidehaltung das Fettsäuremuster der intramuskulären Fette von Rindfleisch ernährungsphysiologisch sehr positiv beeinflusst, bestätigt werden. Als Empfehlung für die praktische Landwirtschaft kann festgestellt werden, dass unter den Bedingungen einer Weidehaltung in den norddeutschen Niederungen mittelrahmige Ochsen und Färsen das qualitativ beste Rindfleisch liefern. Diese Feststellung deckt sich mit den Ergebnissen zu den technologischen Fleischeigenschaften.

Literatur

1. ENDER, K.; NÜRNBERG, K.; PAPSTEIN, H.-J. (2000): Gehalt von n-3 Fettsäuren in Rindfleisch, in: *Fleischwirtsch.* 80 (6), 84-86. – 2. FAO/ WHO (1994): General conclusions and recommendations of the consultation, in: *Fats and Oils in Human Nutrition*. FAO, Rome, 3-7.- 3. NÜRNBERG, K.; ENDER, K. (2002): Weidehaltung und Fleischqualität, in: *Forschungsreport* 1, 39-41.– 4. KÜHNE, D. (1999): Konjugierte Linolsäure in Fetten von Wiederkäuern, in: *Fleischwirtsch.* 79 (12), 86-89. – 5. JAHREIS, G.; BOCHMANN, K. (1998): Speisefette im Vergleich: Zur physiologischen Wirkung enthaltener Fettsäuren in: *Ernährungs-Umschau* 6, 192-197. – 6. LEE, K. N.; KRITCHEVSKY, D.; PARIZA, M. W. (1994): Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits, in: *Atherosclerosis* 108, 19-25.- 7. RICKERT, R.; STEINHARD, H. (2001): Bedeutung, Analytik sowie Vorkommen von konjugierten Linolensäureisomeren (CLA) in Lebensmitteln, in: *Ernährungs-Umschau* 1, 4-7. – 8. MATTHES, H.-D.; PAS-

TOUSHENKO, V. (1999): Einfluss der landwirtschaftlichen Produktionsweise auf den Fettsäuregehalt des Fleisches, in: *Ernährungs-Umschau* 9, 335-338. – 9. FRICKH, J. J.; BAUMUNG, R.; LUGER, K.; STEINWIDDER, A. (2002): Einfluss der Kategorie (Stiere, Ochsen, Kalbinnen) und des Kraftfutterniveaus (Fütterungsintensität) auf der Basis von Gras- und Maissilage auf die Schlachtleistung und Fleischqualität, in: *Tagungsmaterialien 29. Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 24.- 25. April 2002, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding. – 10. NÜRNBERG, K.; DAN-NENBERGER, D.; ENDER, K. (2004): Fleisch-wertvoller durch Anreicherung mit n-3-Fettsäuren, in: *Ernährungs-Umschau* 51 (10), 409-413

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. Wolfram Schnäckel und Dipl. Ing. Dima Schnäckel, Hochschule Anhalt, Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landwirtschaft, Strenzfelder Allee 28, D-06406 Bernburg; Prof. Dr. Rolf-Dieter Fahr †, Dr. Agr. René Schmidt, Dipl. Agr. Dietlind Wiegand und Dipl. Agr. Christian Knappe, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik, Adam-Kuckhoff-Straße 35, D-06108 Halle

Meat quality from cattle kept with extensive grazing

3. Fatty acid composition of the intramuscular fat by the *musculus longissimus dorsi*

W. Schnäckel and D. Schnäckel – Bernburg; R.-D. Fahr †, R. Schmidt, D. Wiegand and Chr. Knappe – Halle/Germany

Code words: quality of beef · fatty acid composition · pasture cattle breeding

The consumption of beef in Germany has been reduced during the last years. The reason is the discussion about the BSE-crisis. Only high quality beef from cattle of natural living conditions seems to find a good market at the consumers. In addition cattle breeding on natural pastures can make a contribution to save the landscape and can provide the opportunity for farmers to have additional income. An experiment about three years has been organised: The aim was to examine the influence of differently manured pastures on the development of carcass and meat quality. This was analysed for three different genotypes. The influence that these factors have on fatty acid composition is discussed in this work. The conclusion is that sex and feeding conditions have a significant influence on the fatty acid composition. The intramuscular fat from oxes and heifers fed on natural pastures shows a significant higher percentage of conjugated linoleic and linolenic acid than fat from bulls, intensive fed. On nature pastures cattle breeding gives a significant better ratio between n-6- and n-3-fatty acids. The results (2,23 for oxes and 2,43 for heifers) show the high nutritional-physiological value of this beef. In this experiment the quality of different pastures had no influence on the fatty acid composition.