

Fleisch – wertvoller durch Anreicherung mit n-3-Fettsäuren

Karin Nürnberg, Dirk Dannenberger und Klaus Ender, Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf, Forschungsbereich Muskelbiologie und Wachstum

Bedingt durch das häufige Auftreten ernährungsbedingter Erkrankungen werden gesundheitliche und präventiv-medizinische Wirkungen von Lebensmitteln zunehmend beachtet. Die geschmackliche Qualität, aber auch der gesundheitliche Wert von Lebensmitteln spielen bei der Kaufentscheidung des Verbrauchers eine immer größere Rolle. Fleisch ist ein nährstoffreiches Naturprodukt, z. B. ein wertvoller Proteinspender und Lieferant für Mineralstoffe und Vitamine. Tierische Proteine (Fleisch, Milch, Fisch, Eier) besitzen eine hohe biologische Wertigkeit [1]. Das schieere Muskelfleisch von Schweinen, Rindern und Schafen stellt mit ca. 2 % Fett ein kalorienarmes Lebensmittel dar. So liefern verschiedene Schweinefleischstücke wie Schnitzfleisch und Stielkotelett (lendenseitig) nur 106 kcal bzw. 165 kcal [2]. Fleisch enthält im Fett aber auch unterschiedliche Mengen an essentiellen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA).

Einleitung

Die biologischen Wirkungen der PUFA beruhen auf ihren Eigenschaften als struktureller Bestandteil von Biomembranen, auf ihrer Rolle als Vorläufer von biologisch wirksamen Stoffwechselprodukten, den Eicosanoiden (Prostaglandine, Leukotriene, Thromboxane), und auf ihren Effekten auf den Fettstoffwechsel. Eine ausreichende Versorgung mit diesen essentiellen Fettsäuren ist daher notwendig. Die Ausgangsfettsäure der n-3-Fettsäurenfamilie, die α -Linolensäure (ALA, C18:3n-3), und die der n-6-Fettsäurenfamilie, die Linolsäure (C18:2n-6), kann der Mensch nicht synthetisieren. Sie müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Daraus kann der menschliche Organismus die eigentlich wirksamen länger-kettigen Fettsäuren (LCPUFA) – die Arachidonsäure (AA, C20:4n-6) und die Eicosapentaensäure (EPA, C20:5n-3) – bilden. Deren Synthese erfolgt jedoch nur langsam und in begrenztem Umfang. Da außerdem beide Fettsäurenfamilien um die Synthesemechanismen konkurrieren, ist das richtige Verhältnis beider Klassen von Fettsäuren wichtig. Es ist wichtig für die

Prävention und Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, bei Bluthochdruck, Diabetes, Arthritis und anderen Endzündungsprozessen sowie bei bestimmten Krebserkrankungen [3, 4]. In industrialisierten Staaten beträgt das Verhältnis der n-6-/n-3-Fettsäuren in der Nahrung

gegenwärtig 15–17,7:1 [5], laut Ernährungsbericht der DGE [19] in Deutschland ca. 8:1. Ernährungsfachleute empfehlen eine deutliche Verminderung des n-6/n-3-Quotienten auf Werte von 5:1 [6]. Die Hauptquellen der n-6 Fettsäuren sind unter anderem verschiedene pflanzliche Öle (z. B. Sonnenblumenöl, Distelöl, Maiskeimöl) und Getreideerzeugnisse. Tierische Lebensmittel wie Fleisch, Milch und Eier werden heute zumeist in der intensiven Produktion mit Fütterung von Getreide und Extraktionsschroten erzeugt, die ebenfalls überwiegend Fettsäuren der n-6 Familie enthalten. Demgegenüber kommen tierische Erzeugnisse, die auf der Basis grüner Pflanzen oder mit Futtermitteln aus verschiedenen Ölsaaten, wie Leinsamen oder Raps, produziert werden, hinsichtlich ihrer Fettsäurenzusammensetzung den Anforderungen an gesunde Lebensmittel schon etwas näher.

Die Zielstellung der Versuchstätigkeit der Autoren mit unterschiedlichen Nutztieren besteht in der Erfor-

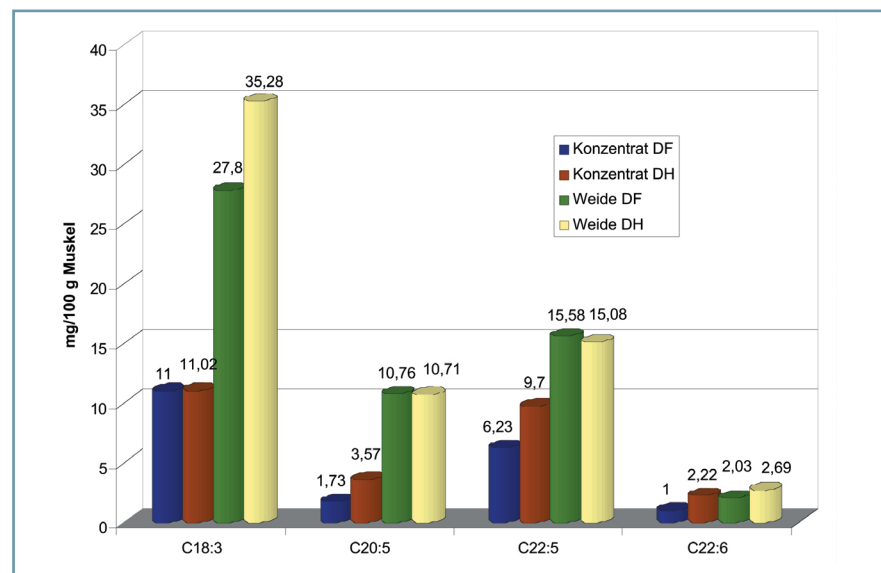


Abb. 1: n-3-Fettsäuren (mg/100 g Muskel) im intramuskulären Fett des Muskels von Bullen der Rassen Deutsches Fleckvieh (DF) und Deutsche Holstein (DH)

schung von Möglichkeiten zur Anreicherung der ernährungsphysiologisch wichtigen n-3-Fettsäuren im Fleisch durch unterschiedliche Fütterungs- und Haltungsbedingungen. Im Rahmen dieser Untersuchungen ist die artgerechte und umweltschonende Weidehaltung beim Rind und Schaf geprüft worden sowie der Einsatz von pflanzlichen Ölen in der Schweinefütterung. Besonderes interessierte dabei die Fragestellung, ob die Tiere aus der so aufgenommenen α -Linolensäure langkettige n-3-Fettsäuren synthetisieren, so dass gewisse Mengen bereits für die Ernährung des Menschen zur Verfügung stehen.

Material und Methoden

Rinder

In einem Fütterungsversuch wurden insgesamt 64 Bullen der Rassen Deutsche Holstein (DH) und Deutsches Fleckvieh (DF) in zwei Fütterungsgruppen aufgeteilt. Die Stallgruppen sind mit Maissilage (12,5–13,8 kg/Masttag), Heu (0,06–0,3 kg/Masttag), Stroh (0,07–0,15 kg/Masttag), Soja-schrot (0,06–0,25 kg/Masttag) und Kraftfutter (3,1–3,2 kg/Masttag) bis zu einem Lebendgewicht von 620 kg gemästet worden. Die Weidegruppe war in der Sommerperiode auf der Weide und es wurde Heu zugefüttert. In der Winterperiode und drei Monate vor dem Erreichen der Mastendmasse erhielten die Bullen neben Anwelksilage (13,5–15,4 kg/Stalltag) und Heu (0,7–0,8 kg/Stalltag) ein spezielles Kraftfutter (3,1–3,3 kg/Stalltag) mit 10 % gemahlten Leinsamen. Die Stallgruppe war damit auf die Zuführung von n-6-Fettsäuren und die Weidegruppe auf n-3-Fettsäuren ausgerichtet. Die Tiere wurden im instituteigenen Schlachthaus geschlachtet und die Fleischproben 24 Stunden post mortem zur Fettsäureanalytik entnommen [7].

Schafe

13 Kreuzungslämmer (Schwarzkopf x Gotland) sind mit ihren Müttern bis zum Versuchsbeginn (24 kg Lebendmasse) auf Salzgrasland gehalten worden. Die Lämmer sind ebenfalls in zwei Fütterungsgruppen eingeteilt worden. Die Stallgruppe ist mit einem Mastfutter für Schafe bis zum Mastendgewicht von etwa 43 kg gehalten worden. Das pelletierte Mastfutter enthielt 18 % Protein, 10,5 % Rohfaser

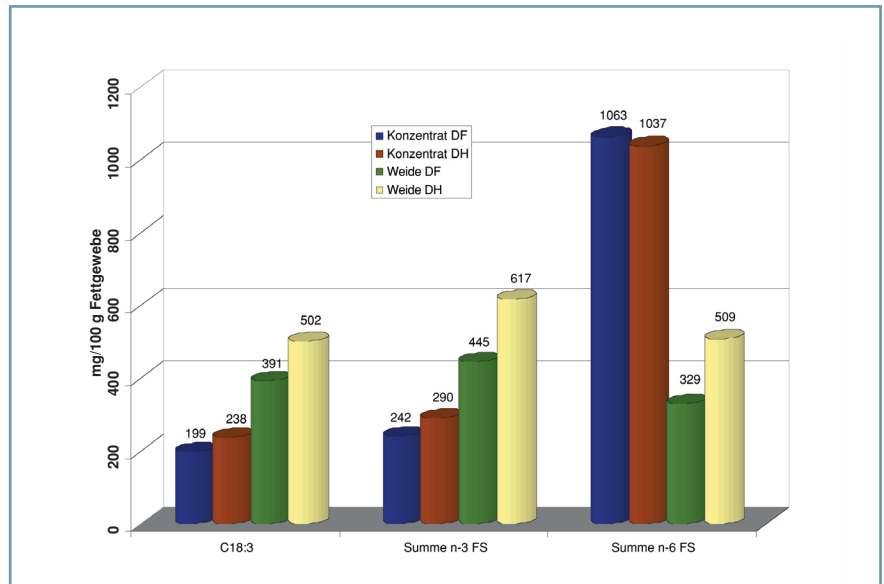


Abb. 2: Ausgewählte PUFA (mg/100g Fettgewebe) im subkutanen Fett von Bullen der Rassen Deutsches Fleckvieh (DF) und Deutsche Holstein (DH)

und hatte einen Energiegehalt von 10,2 MJ ME/kg Trockenmasse. Die Lämmer der Weidegruppe grasten bis zum Mastende gemeinsam mit ihren Müttern auf der Salzgrasweide. Auch hier wurden über die Fütterung unterschiedliche Mengen an n-6- bzw. n-3-Fettsäuren zugeführt. Die Probenahme erfolgte 24 h post mortem. Die Fettsäurezusammensetzung des Muskels wurde mit Hilfe der Gaschromatographie analysiert [8].

Schweine

Insgesamt wurden 13 weibliche und 12 kastrierte Schweine (Pietrain x Deutsche Landrasse) bei einem Anfangsgewicht von 40 kg in zwei Fütterungsgruppen aufgeteilt. Die Tiere wurden in Einzelhaltung mit einem konventionellen Mastfutter gefüttert. Die eine Gruppe erhielt zusätzlich 5 % Olivenöl (enthält die einfach ungesättigte Ölsäure) und die andere 5 % Leinöl (enthält hauptsächlich C18:

3n-3). Die Tiere wurden bei einem Lebendgewicht von 105 kg geschlachtet und die Fettsäurezusammensetzung des Muskels wie in den anderen Versuchen ermittelt.

Statistische Auswertung

Alle Daten wurden mittels zweifacher bzw. einfacher Varianzanalyse mit den fixen Faktoren Fütterung und Rasse im Experiment 1 und dem Faktor Fütterung in den Versuchen 2 und 3 ausgewertet (SAS, Prozedur GLM)[®]. Die Tabellen und Abbildungen enthalten den Mittelwert (least squares mean, LSM) und die Standardabweichung (SEM) vom LSM. Alle statistischen Tests wurden für einen den Signifikanzlevel von $\alpha = 0,05$ durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt, dass Gras, Salzgras und Leinöl einen sehr hohen Anteil an ALA aufweisen. Maissilage und die Kraft-

Tab. 1: Fettsäurezusammensetzung von ausgewählten Futterkomponenten (%)

	1. Versuch (Rind)			2. Versuch (Schaf)		3. Versuch (Schwein)		
	Maissilage	Gras	Kraftfutter	Salzgras	Kraftfutter	Kraftfutter	Leinöl	Olivenöl
C16:0	18,1	19,4	20,1	18,1	16,5	19,6	3,9	12,2
C18:0	2,0	0,9	3,3	0,7	4,3	8,0	2,6	3,3
C18:1cis-9	20,6	1,2	17,1	0,7	22,0	24,9	13,0	75,5
C18:2n-6	52,4	11,3	48,0	10,0	39,3	35,1	12,5	5,3
C18:3n-3	4,6	64,4	6,1	66,4	8,4	5,7	67,1	0,9*
n-6-/n-3-Verhältnis	11,3	0,2	7,9	0,2	4,3	6,2	1,9	5,9

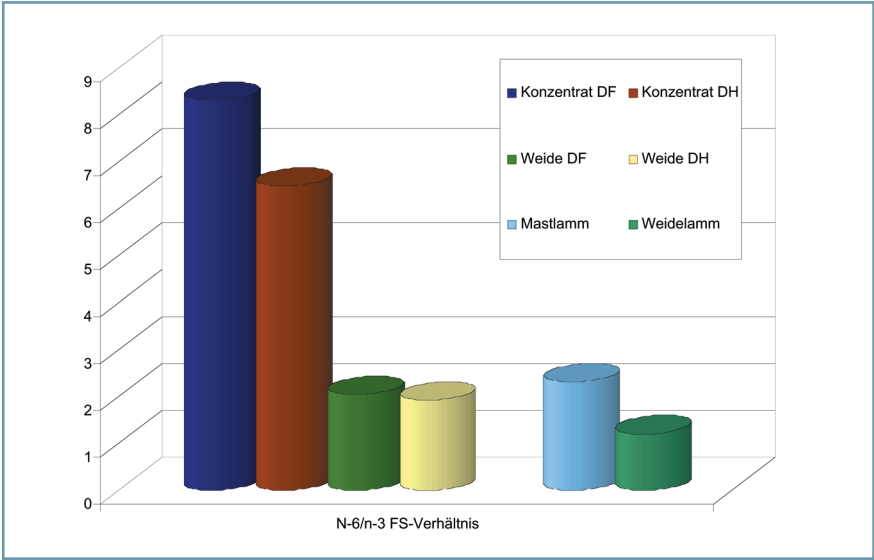


Abb. 3: Verhältnis von n-6- zu n-3-Fettsäuren im Muskel von Bullen und Lämmern

futtermischungen haben auf Grund des erhöhten Linolsäuregehaltes und des geringen Anteils an C18:3n-3 einen höheren n-6/n-3-Quotienten.

Es ist möglich, durch gezielte Zufuhr von Futtermitteln mit erhöhtem n-3-Fettsäuregehalt das Lipidmuster von Muskel- und Fettgewebe zu verändern [9–11]. Beim Wiederkäuer (Rind, Schaf) werden jedoch die mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Pansen im hohen Maße (80–92 %) hydriert, d. h. in gesättigte Fettsäuren umgewandelt [12]. Trotzdem wird auch bei Wiederkäuern ein Teil der essentiellen Fettsäuren des Futters unverändert im Muskel und im subkutanen Fett eingebaut (Abb. 1 u. 2, Tab. 2 u. 3). Im Fleisch von Bullen unterschiedlicher Rassen, die in der Sommerperiode auf Weide gehalten und im Winter mit Grassilage und einem Konzentrat mit 10 % Leinsamen versorgt wurden, konnte im Muskelfleisch und im subkutanen Fett eine zweifache Anreicherung der n-3-Fettsäuren im Vergleich zu mit Konzentrat gefütterten Bullen ermittelt werden. Beim Lamm war ebenfalls eine 1,8fach höhere Konzentration der Summe der n-3-Fettsäuren durch Weidefütterung nachweisbar. Besonders wichtig dabei ist, dass auch die langkettigen n-3-Fettsäuren, insbesondere EPA, gebildet und deponiert werden.

Das n-6-/n-3-Verhältnis im Rindfleisch der Weiderinder betrug $\leq 2 : 1$ (Abb. 3) und im Muskel der Weidelämmer $1,2 : 1$ (Tab. 3). Damit werden bezüglich dieses Fettparameters die Empfehlungen mehr als erreicht.

Selbst das Lammfleisch von mit Kraftfutter gefütterten Lämmern enthielt mit 4,3 % einen hohen Anteil der n-3-Fettsäuren. Das Verhältnis aus n-6- und n-3-Fettsäuren war in der Stallgruppe mit 2,3 : 1 ebenfalls vorteilhaft niedrig. Neben der Erhöhung der n-3-Fettsäuren konnte gleichzeitig die Konzentration an n-6-Fettsäuren im Rind- und Schaffleisch durch Weidefütterung reduziert werden.

Ein weiterer positiver Aspekt der Grasfütterung ist die Reduzierung des Gehaltes an gesättigten Fettsäuren im Muskel der Rinder (Tab. 2). Gesättigtes Fett in der Nahrung wird in Verbindung gebracht mit dem Anstieg des Cholesterins im Blut und einem höheren Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen [14–16].

Die Reduzierung der n-6-Fettsäuren geht auch mit der Senkung der Arachidonsäure einher. Die signifikante Senkung der AA im Muskel von Deutsch-Holstein-Bullen von 39,8 mg auf 27,2 mg/100 g und Deutschen-Fleckvieh-Bullen von 37 mg auf 28,2 mg/100 g durch die Weidefütterung ist positiv zu bewerten (Tab. 2). Aus dieser Fettsäure der n-6-Fettsäurenfamilie und der EPA aus der n-3-Fettsäurenfamilie werden körpereigene Gewebshormone, die so genannten Eicosanoide synthetisiert. Da diese Eicosanoide viele Stoffwechselprozesse im Körper beeinflussen, soll hier nur ein Beispiel genannt werden [Übersicht bei 13]. Das Gewebshormon Leukotrien B₄ (LTB₄) wird aus AA synthetisiert und weist eine stark entzündungsfördernde Wirkung auf, während das Leukotrien B₅ (LTB₅), welches aus der EPA synthetisiert wird, 10-mal schwächer entzündungsfördernd ist [11]. Eine Erhöhung der Konzentration von EPA und die Verringerung des Gehaltes an AA tragen demnach dazu bei, dass Entzündungsprozesse grundsätzlich schwächer ablaufen. Im vorliegenden Fall erhöhte sich die Summe der n-3-LCPUFA bei den Bullen durch die Weidefütterung von ca. 9–15,5 mg auf ca. 28 mg pro 100 g Fleisch. Bei einem Verzehr eines „Steaks“ von 180 g sind dies bei den Weiderindern ca. 50 mg, d. h. etwa ein Sechstel der heute empfohlenen Mindestzufuhr an n-3-LCPUFA. Im Lammfleisch wurden die physiologisch wirksamen n-3-LCPUFA von 43 mg/100 g auf 96 mg/100 g Muskelfleisch durch die Weidehaltung akkumuliert.

Tab. 2: Fettgehalt (%) und Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes des Musculus longissimus (mg/100 g Muskel) von Bullen der Rassen Deutsche Holstein (DH) und Deutsches Fleckvieh (DF)

	DH		DF		Signifikanz
	Stallmast LSM _{SEM}	Weidemast LSM _{SEM}	Stallmast LSM _{SEM}	Weidemast LSM _{SEM}	
Intram. Fettgehalt (%)	2,7 _{0,2}	2,3 _{0,3}	2,6 _{0,3}	1,5 _{0,3}	F
C18:2n-6	124,7 _{5,4}	87,2 _{5,6}	114,1 _{5,6}	77,4 _{5,8}	F
C20:4n-6	39,8 _{1,8}	27,2 _{1,8}	37,0 _{1,8}	28,2 _{1,9}	F, R, Rx F
Summe gesättigter Fettsäuren	1 506 _{129,6}	1 047 _{133,6}	1 126 _{133,5}	685,8 _{137,9}	F, R
Summe n-3-Fettsäuren	28,09 _{2,2}	65,07 _{2,2}	20,5 _{2,2}	57,3 _{2,3}	F, R
Summe n-6-Fettsäuren	181,7 _{7,2}	124,7 _{7,5}	167,7 _{7,5}	115,1 _{7,7}	F

F: signifikante Einfluss der Fütterung ($p \leq 0,05$); R: signifikanter Einfluss der Rasse ($p \leq 0,05$); FxR: signifikante Wechselwirkung zwischen Fütterung und Rasse ($p \leq 0,05$)

Tab. 3: Fettsäurezusammensetzung (%) des intramuskulären Fettes des Muskels von Lämmern

Fettsäuren (%) der Gesamtfettsäuren	Kraftfutter LSM _{SEM}	Weide LSM _{SEM}	Signifikanz
C14:0	2,5 _{0,2}	3,8 _{0,2}	F
C16:0	20,3 _{0,5}	19,5 _{0,5}	
C18:0	15,5 _{0,4}	15,9 _{0,4}	
C18:1cis-9	36,0 _{0,7}	31,9 _{0,8}	F
C18:2n-6	6,6 _{0,4}	5,0 _{0,4}	F
C18:3n-3	1,2 _{0,1}	2,4 _{0,1}	F
C20:4n-6	3,0 _{0,2}	2,4 _{0,2}	F
C20:5n-3	1,4 _{0,1}	1,8 _{0,1}	
C22:5n-3	1,2 _{0,1}	1,4 _{0,1}	
C22:6n-3	0,5 _{0,06}	0,8 _{0,07}	F
Summe der gesättigten Fettsäuren	40,2 _{0,5}	41,9 _{0,6}	F
Summe der n-3-Fettsäuren	4,3 _{0,4}	6,3 _{0,4}	F
Summe der n-6-Fettsäuren	10,1 _{0,5}	7,8 _{0,6}	F
n-3-Fettsäuren (mg/100 g Muskel)	65,6 _{5,8}	119,6 _{6,3}	F

F: signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen (p≤0,05)

Die Fettzusammensetzung von Schweinen kann über die Fütterung sehr leicht verändert werden. Durch das Fehlen des Pansens wird das Futterfett unverändert absorbiert und kann sowohl im Rückenspeck als auch im Muskel eingelagert werden. Der Zusatz von 5 % Olivenöl zum Standardfutter führte bei Kastraten und weiblichen Schweinen zu einer Anreicherung der Ölsäure, während 5 % Leinöl in der Ration eine Erhöhung der n-3-Fettsäuren auf etwa 19 % bewirkt (Tab. 5). Für die Verarbeitung ist

allerdings der relative Anteil der Polyenfettsäuren im Rückenspeck der Schweine, die mit 5 % Leinöl gefüttert wurden, zu hoch. Eine Fütterung mit 5 bzw. 11 % Rapsöl führte zu einer signifikanten Erhöhung des Linol- und Linolensäureanteils im Rückenspeck der Mast Schweine, aber auch hier führt bereits die Gabe von 5 % Rapsöl zu einem relativen Anteil der PUFA an der empfohlenen Obergrenze von 12 % [17].

Das n-6-/n-3-Verhältnis des intramuskulären Fettes des Schweinemus-

kels wurde durch den Zusatz von Leinöl positiv beeinflusst. Der EPA-Gehalt in 100 g Muskelfleisch betrug 23–25 mg, die n-3-LCPUFA-Konzentration 45 mg.

Allerdings muss bei einer Steigerung der n-3-Fettsäuren gleichzeitig auf eine ausreichende Vitamin-E-Versorgung geachtet werden, da n-3-Fettsäuren sehr anfällig gegenüber Oxidation sind. Das Muskelfleisch der mit Leinöl gefütterten Tiere enthielt weniger Vitamin E und die oxidative Stabilität der Muskellipide war niedriger als bei der Fütterung mit Olivenöl. Die Vitamin-E-Konzentration von Leinöl war mit 12 mg/kg signifikant geringer als im Olivenöl mit 125 mg/kg. LAURIDSEN et al. [18] stellten eine Verdoppelung der Vitamin-E-Konzentration im Futter durch die Zugabe von 6 % Rapsöl fest. Dessen natürlicher Vitamin-E-Gehalt von 18 mg/kg Futter war ausreichend, um den signifikant höheren PUFA-Gehalt (22,4 µg/g in der Kontrollgruppe gegenüber 25,3 µg/g in der Leber der Rapsölgruppe) vor Peroxidation zu schützen. Bei der Erzeugung von Fleisch mit hohen n-3-Fettsäurenkonzentrationen muss eine ausreichende Vitaminversorgung der Tiere gesichert werden. Bei den Wiederkäuern wird das bereits über die Grasfütterung erreicht.

In unseren Versuchen mit Bullen, Lämmern und Schweinen konnte gezeigt werden, dass die α-Linolensäure im Gras oder aus dem Leinöl in die länger-kettigen n-3-Fettsäuren EPA, DPA und DHA umgewandelt werden kann. Somit stellt Fleisch neben Fisch ein Lebensmittel dar, das diese physiologisch wirksamen LCPUFA bereits enthält; sie müssen also nicht erst vom Menschen aus ALA synthetisiert werden. Wenn weitere tierische Lebensmittel wie z. B. Eier, Milch und Milchprodukte auf die gleiche Weise angereichert würden, könnte so die Eigensynthese deutlich ergänzt und der weltweite Fischfang entlastet werden. Auf jeden Fall wäre es zumindest teilweise eine Alternative für Menschen, die eine Abneigung gegen Fisch haben.

Fazit

Einen gewissen Beitrag zur Versorgung des Menschen mit n-3-Fettsäuren kann der Verzehr von Fleisch mit erhöhten Gehalten an n-3-Fettsäuren, insbesondere EPA und DHA, und einem niedrigen n-6-/n-3-Quotienten

Tab. 4: Fettsäurezusammensetzung (%) des intramuskulären Fettes des Muskels von Schweinen

Fettsäuren (%) der Gesamtfettsäuren	Leinöl Kastrate LSM _{SEM}	weiblich LSM _{SEM}	Olivenöl Kastrate LSM _{SEM}	weiblich LSM _{SEM}	Signifikanz
C14:0	1,0 _{0,1}	0,8 _{0,08}	1,1 _{0,08}	0,9 _{0,09}	G
C16:0	22,1 _{0,4}	20,1 _{0,4}	22,7 _{0,4}	20,8 _{0,4}	G
C18:0	11,7 _{0,3}	11,3 _{0,3}	11,6 _{0,3}	10,3 _{0,3}	G
C18:1cis-9	34,2 _{1,4}	30,1 _{1,2}	42,9 _{1,2}	40,4 _{1,3}	G, F
C18:2n-6	10,9 _{1,0}	14,8 _{0,9}	8,5 _{0,9}	11,7 _{0,9}	G, F
C18:3n-3	8,5 _{0,4}	9,1 _{0,3}	0,6 _{0,3}	0,7 _{0,3}	F
C20:4n-6	1,7 _{0,6}	3,0 _{0,5}	3,2 _{0,5}	5,4 _{0,5}	G, F
C20:5n-3	1,3 _{0,2}	2,3 _{0,2}	0,1 _{0,08}	0,2 _{0,09}	G, F, FxG
C22:5n-3	1,2 _{0,2}	1,7 _{0,1}	0,4 _{0,1}	0,7 _{0,1}	G, F
C22:6n-3	0,03 _{0,01}	0,04 _{0,01}	0,08 _{0,01}	0,09 _{0,02}	G
Summe gesättigter Fettsäuren	35,1 _{0,7}	32,4 _{0,6}	35,6 _{0,6}	32,2 _{0,6}	G
n-3-Fettsäuren	11,0 _{0,6}	13,2 _{0,5}	1,3 _{0,5}	1,8 _{0,6}	G, F
n-6-Fettsäuren	12,8 _{1,5}	18,2 _{1,3}	12,0 _{1,3}	17,6 _{1,4}	G
n-6-/n-3-Verhältnis	1,2 _{0,4}	1,4 _{0,4}	9,5 _{0,4}	9,6 _{0,4}	F

G: signifikanter Einfluss des Geschlechtes (p≤0,05); F: signifikanter Einfluss der Fütterung (p≤0,05); FxG: signifikante Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Fütterung (p≤0,05)

Zusammenfassung

Fleisch – wertvoller durch Anreicherung mit n-3-Fettsäuren

Karin Nürnberg, Dirk Dannenberger und Klaus Ender, Dummerstorf

Fleisch ist ein natürliches Lebensmittel, das wichtige Nährstoffe liefert (essentielle Fettsäuren, Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe). Die Inhaltsstoffzusammensetzung des Fleisches hängt unter anderem von der Haltung, dem Geschlecht, dem Alter und insbesondere von der Fütterung der Tiere ab. In Versuchen mit Bullen unterschiedlicher Rassen und mit Lämmern konnte gezeigt werden, dass die Weidehaltung zu einer signifikanten Anreicherung der n-3-Fettsäuren im Muskel und Fettgewebe führt. Der Zusatz von Leinöl zum Kraftfutter bewirkt ebenfalls eine Erhöhung des Gehaltes dieser n-3-Fettsäuren im Schweinemuskel. Der Quotient aus der Summe der n-6- und n-3-Fettsäuren kann auf diese Weise auf den empfohlenen Wert von 5 : 1 und niedriger gesenkt werden. Die Weidemast stellt somit eine geeignete Möglichkeit dar, die ernährungsphysiologische Wertigkeit des Fleisches zu erhöhen und gleichzeitig eine tiergerechte Haltungsform zu praktizieren.

Ernährungs-Umschau 51 (2004), S. 409–413

leisten. Die Weidemast stellt eine geeignete Möglichkeit dar, die ernährungsphysiologische Wertigkeit des Fleisches zu erhöhen und gleichzeitig eine artgerechte und umweltschonende Haltung der landwirtschaftlichen Nutztiere auf der Weide im Sinne der Verbraucher zu praktizieren. In der Winterperiode wird die Zufuhr an n-3-Fettsäuren über die Konservierung von Gras (Anweilksilage, Heu) und durch die Zugabe von Leinsamen gewährleistet. Lammfleisch hatte eine grundsätzlich günstigere Fettsäurezusammensetzung als Rindfleisch sowohl bei Stallmast als auch nach Weidefütterung. Bei monogastrischen Tieren wie den Schweinen lassen sich die erwünschten Veränderungen in der Fettsäurezusammensetzung relativ leicht und mit höherer Intensität über die Fütterung erzielen. Eine übermäßige Erhöhung des Gehalts an ungesättigten Fettsäuren führt jedoch zu verarbeitungstechnologischen Problemen und wird von der Fleischindustrie abgelehnt.

Als Fazit aus den vorgestellten Experimenten kann geschlussfolgert werden, dass ein maßvoller Fleischverzehr auch hinsichtlich der Zufuhr an

n-3-Fettsäuren durchaus einen wichtigen Beitrag zu einer vollwertigen Ernährung leisten kann.

Literatur:

1. Arnet W: Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Fleisch. 26. Kulmbacher Fortbildungstage, 14.-15.10.2003, Kulmbach, Kulmbacher Reihe, 178-212.
2. Honikel KO: Fettgehalt von Fleisch. Ernährungs-Umschau 41 (1994), B1-B4.
3. Simopoulos AP: Essential fatty acids in health and chronic disease. Am. J. Clin. Nutr. 70 (1999) 560S-569S.
4. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ: Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease. New recommendations from the American Heart Association. Arterioscler Thromb Vasc Biol 23 (2003) 151-152.
5. Simopoulos AP: The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomed Pharmacother. 56 (2002) 8, 365-79.
6. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage, Umschau Braus Verlag, Frankfurt am Main 2000, 53-57
7. Nuernberg K, Dannenberger D, Nuernberg G, Ender K, Voigt J, Scollan N, Wood J, Nute G, Richardson I: Meat quality characteristics, n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in different cattle breeds. Livestock Prod Sci 87 (2004) in press
8. Nürnberg K, Grumbach S, Nürnberg G, Hartung M, Zupp W, Ender K: Influence of breed and production system on meat quality and fatty acid composition in lamb muscle. Arch Tierzucht 44 (2001) Suppl., 351-360.
9. Nuernberg K, Nuernberg G, Ender K, Lorenz St, Winkler K, Rickert R, Steinhart H: N-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. Eur J Lipid Sci Technol 104 (2002) 463-471.
10. Nürnberg K, Küchenmeister U, Ender K, Nürnberg G, Hackl W: Influence of dietary n-3 fatty acids on the membrane properties of skeletal muscle in pigs. Fett/Lipid 100 (1998) 353-358.
11. Wood JD, Richardson RI, Nute G R, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, Sheard PR, Enser, M: Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Science 66 (2003) 21-32.
12. Doreau M, Chilliard Y: Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. Br J Nutr 78 (1997) Suppl 1, S15-S35.
13. Singer P: Was sind, wie wirken omega-3-Fettsäuren? Umschau Zeitschriftenverlag, Frankfurt, 1994, 142-144.
14. Lefevre M, Kris-Etherton PM, Zhao G, Tracy RP, Levere J: Dietary fatty acids, hemostasis, and cardiovascular disease risk. J Am Diet Assoc. 104 (2004) 410-419.
15. Clifton PM, Keogh JB, Noakes MJ: Trans fatty acids in adipose tissue and the food supply are associated with myocardial infarction. Nutr. 134 (2004) 874-879.
16. Warburg U: What are the health effects of fat? Eur J Nutr. 43 (2004) Suppl., I6-111.
17. Rippe E: Untersuchungen über den Einfluss unterschiedlicher Mengen und Anteile mehrfach ungesättigter Fettsäuren bzw. mittelkettiger Fettsäuren auf Wachstum, Fettansatz, Fettzusammensetzung und Fleischbeschaffenheit von Mastschweinen bei unterschiedlicher Mastzeit. Diss. Universität Kiel, Agrarwiss. Fakultät, 1988.
18. Lauridsen C, Hojsgaard S, Sørensen MT: Influence of dietary rapeseed oil, vitamin E, and copper on the performance and the antioxidative and oxidative status of pigs. J. Anim. Sci. 77 (1999) 906-916.
19. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main 2000.

Für die Verfasser:

Dr. Karin Nürnberg

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere
Forschungsbereich Muskelbiologie und Wachstum

Wilhelm-Stahl-Allee 2

18196 Dummerstorf

E-Mail:

knuernbg@fhn-dummerstorf.de