

KLAUS FISCHER¹, JOHANN PETER LINDNER², MICHAEL JUDAS¹ und REINHARD HÖRETH¹

Schlachtkörperzusammensetzung und Gewebebeschaffenheit von schweren Schweinen

II. Mitteilung: Merkmale der Fleisch- und Fettqualität

Abstract

Title of the paper: **Carcass and meat quality of heavy pigs. II. Characteristics of meat and fat quality**

The aim of the 2nd part of the study was to present the shifts concerning the meat quality in various important muscles and the fatty acid profile in the backfat associated with a prolonged fattening. In total, 63 male castrates and 60 females (Piétrain-NN*German Landrace) were randomized to three groups with different live weights at slaughter (110, 135, 160 kg). The pH values, measured at different points in time, were not influenced by the live weight class. However, electrical conductivity as well as drip loss traits of the *M. longissimus dorsi* increased slightly in the upper weight class, whereas the cooking loss declined marginally. With increasing live weight there was in general a small tendency to a darker meat and a clear enhancement of the a* values, based upon higher pigment concentrations. Moreover, the water content diminished slightly, whereas the intramuscular fat content did not rise significantly within the same sex. Compared with 110 kg live weight, the collagen content and the percentage of soluble collagen decreased at 160 kg live weight whereas shear force values remained unaffected. In the sensory evaluation, pork chops of the 135 kg class received numerically the best and those of the 160 kg the worst ratings, but the differences were small and only exceptionally significant. Considering the fatty acid profile in the course of a prolonged fattening, there is a shift to smaller proportion of polyenic fatty acids in favour of oleic and palmitic acid.

Key Words: heavy pigs, meat quality, intramuscular fat content, palatability, fatty acid profile

Zusammenfassung

Ziel des zweiten Versuchsteils war es, die mit einer Langmast einhergehenden Veränderungen hinsichtlich der Fleischqualität in mehreren Muskeln sowie des Fettsäurenprofils im Rückenspeck darzustellen. Hierzu wurden insgesamt 63 Börgel und 60 Jungsauen (Piétrain-NN*DL) bis zu Lebendgewichten von 110, 135 und 160 kg gemästet. Bei den zu verschiedenen Zeitpunkten gemessenen pH-Werten gab es keine gewichtsbedingten Effekte. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Tropfsaft- und Lagerverluste lagen im *M. longissimus dorsi* in der oberen Gewichtsklasse jedoch geringfügig höher. Dagegen gingen die Kochverluste mit zunehmendem Gewicht leicht zurück. Mit ansteigendem Gewicht zeigte sich allgemein die Tendenz zu dunklerem Fleisch und eine klare Erhöhung der a*-Werte, die mit ansteigenden Gesamtpigmentgehalten einherging. Der Wassergehalt sank mit höherem Mastengewicht geringfügig, wobei es jedoch innerhalb der Geschlechter in keinem der untersuchten Muskeln zu einem signifikanten Anstieg des intramuskulären Fettgehalts kam. Im Vergleich zu 110 kg Lebendgewicht verminderten sich bei 160 kg Kollagengehalt und Kollagenlöslichkeit. Die Scherkräfte blieben davon jedoch unbeeinflusst. In der sensorischen Prüfung (*M. longissimus dorsi*) schnitt die 135-kg-Gruppe numerisch am besten und die 160-kg-Gruppe am schlechtesten ab. Die Differenzen waren jedoch klein und nur in Einzelfällen signifikant. Im Fettsäurenprofil zeigte sich im Verlaufe der Langmast eine signifikante Verschiebung zu geringeren Gehalten an Polyenfettsäuren und höheren Anteilen an Öl- und Palmitinsäure.

Schlüsselwörter: Schwere Schweine, Fleischqualität, intramuskulärer Fettgehalt, Genusswert, Fettsäurenprofil

Einleitung

Eine Mast über die in Deutschland üblichen Lebendgewichte von 110-125 kg hinaus wird allenfalls zur Erzeugung von Rohmaterial für die Herstellung regionaler und

traditioneller Fleisch- und Wurstwaren betrieben. Dennoch ist unter Verbrauchern und Vermarktern immer wieder die Auffassung anzutreffen, dass das Fleisch länger gemästeter Schweine auch nach küchentechnischer Zubereitung aromatischer und schmackhafter sei. In einem Versuch über die Auswirkungen einer verlängerten Mast bis zu Lebendgewichten von 135 und 160 kg sollte deshalb nicht nur die Schlachtkörperausbildung charakterisiert (FISCHER et al., 2006), sondern auch die Fleischqualität umfassend dargestellt werden. Darüber hinaus war auch das Fettsäurenprofil im Rückenspeck zu berücksichtigen.

Versuchstiere, Material und Methoden

Insgesamt wurden 123 stressstabile Piétrain-NN*Landrasse-Kreuzungen beiderlei Geschlechts, die von vier Ebern und 20 Sauen abstammten, bei hoher bzw. mittlerer Fütterungsintensität bis zu einem Lebendgewicht von 110, 135 und 160 kg gemästet (Einzelheiten des Versuchsdesigns bei FISCHER et al., 2006).

Der Schlachtung ging jeweils ein 24-stündiger Futterentzug einschließlich einer ca. 2 h dauernden Bereitstellung am Schlachthaus voraus. Nach der Elektrobetäubung (8 Sekunden, 220 Volt, ca. 1,2 Ampere), kurz als Hirn- und dann als Hirn-Herz-Durchströmung durchgeführt, wurden die Tiere im Hängen entblutet und nach Passage des Brühbottichs (5 min, 62 °C) sowie der Enthaarungsanlage in üblicher Weise ausgeschlachtet. Etwa 40 min p. m. erfolgte die Messung des pH₁-Wertes, und ca. 50 min p. m. wurden die Schlachtierkörper in den Kühlraum verbracht (Normalkühlung bei +2 °C). 24 h p. m. wurden an der jeweils rechten Hälfte die gleichen Messungen durchgeführt, die bei der Stationsprüfung auf Mastleistung und Schlachtkörperwert beim Schwein vorgesehen sind. Es schloss sich eine Teilstückzerlegung an, bei der auch alle benötigten Proben entnommen wurden.

Die Bewertung der Fleischqualität erfolgte an Hand eines breit gefächerten Merkmalspektrums (Tab. 1), das in Abhängigkeit vom erfassten Merkmal die Muskeln *M. longissimus* (LD), *M. semimembranosus* (SM) und *M. triceps brachii* (TB) sowie den *M. semispinalis capitis* (SSC), den *M. biceps femoris* (BF) und das aus mehreren Muskeln bestehende Teilstück „Kamm“ (3.-4. Halswirbel) einbezog. Die jeweiligen Messzeiten, Messstellen und Vorbehandlungen sind aus den Ergebnistabellen ersichtlich. In Ergänzung der Tabelle 1 wird auf einige methodische Details hingewiesen:

Alle Farbmessungen (L*, a*, b*) wurden an quer zur Faserrichtung angeschnittenen Oberflächen nach einer Aufhellungszeit von ca. 30 min durchgeführt.

Die Konzentration der Makroinhaltsstoffe wurde mit dem INFRATEC 1255 Food & Feed Analyzer (Fa. Foss) an Homogenaten ermittelt. Die Kalibrierung wurde an mindestens 10 % der Proben durch konventionelle Bestimmung in Anlehnung an § 35 LMBG (Extraktion mit Petroleumbenzin, jedoch ohne HCl-Aufschluss) überprüft.

Kollagen und Kollagenlöslichkeit wurden an gefriergetrocknetem Material bestimmt. Die Methode beruht auf der Ermittlung der Hydroxyprolinkonzentration, die zur Darstellung des Kollagengehalts mit dem Faktor 8 multipliziert wird. Als „lösliches Kollagen“ wird die Kollagenfraktion bezeichnet, die nach Inkubation mit 0,9%iger NaCl-Lösung (60 min bei 80 °C) und Zentrifugation im Überstand nachweisbar ist.

Der Tropfsaftverlust wurde an 2,5 cm dicken Scheiben bestimmt, die während der Messzeit (24-48 h p. m.) bei +2 °C in verschlossenen Plastikgefäßen hingen. Die Messung des „Lagerverlustes“ erfolgte dagegen an größeren Stücken, die je nach

Schlachtkörpergröße und Teilstück zwischen 0,6 und 1 kg wogen. Sie wurden 24-72 h p. m. in verschlossenen Plastikbeuteln gelagert.

Tabelle 1

Merkmale der Fleisch- und Fettqualität (Included meat and fat quality traits)

Merkmalsbereiche	Einzelmerkmale	Methoden/Geräte
Hilfskriterien PSE/DFD	pH-Wert elektr. Leitfähigkeit	<i>pH-Star LF-Star</i> (Fa. Matthäus, Nobitz)
Wasserbindung	Tropfsaft-, Lagerverlust, Grill-, Kochverlust, Auftauverlust	In Anlehnung an HONIKEL (1998)
Farbe	Helligkeit L*, a*, b* Gesamtpigmentgehalt	<i>Opto-Star</i> (Fa. Matthäus, Nobitz) <i>Minolta CR 300 – D65</i> HORNSEY (1956)
Makroinhaltsstoffe	Protein-, Fett-, Wasser-, Aschegehalt	NIT-Schnellanalytik, Referenz in Anlehnung an § 35 LMBG - ohne HCL-Aufschluss
Bindegewebe	Kollagengehalt, Kollagenlöslichkeit	In Anlehnung an SÖRENSEN (1981)
Textur	Scherwiderstand nach standardisiertem Grillen und Kochen	<i>Instron</i> -Gerät 5564 FREUDENREICH und AUGUSTINI (2000)
Sensorik	Zartheit, Saftigkeit, Aroma nach standardisiertem Grillen	FISCHER (1990)
Fettqualität	Fettsäurenmuster	Gaschromatografische Bestimmung/Methylester (vgl. GALIAN et al., 2005)

Die Ermittlung des Kochverlustes und des Scherwiderstands an Kochproben erfolgte an den Scheiben, die vorher zur Tropfsaftverlustmessung verwendet worden waren. Dazu wurden sie - einzeln in Polyäthylenbeuteln verpackt - im Wasserbad bei 75 °C so lange erhitzt (ca. 1 h), bis sie eine Kerntemperatur von ebenfalls 75 °C hatten. Die Scherkraftmessung wurde an jeweils sechs parallel zum Faserverlauf geschnittenen Streifen (Querschnitt 1x1 cm) - quer zur Faser - durchgeführt.

Grillproben wurden sowohl für die Scherkraftmessung (*M. longissimus dorsi* – 3. Lendenwirbel) als auch für die Sensorik (*M. longissimus dorsi* – 4. Lendenwirbel, Teilstück Kamm – 3.-4. Halswirbel) benötigt. Das Rohmaterial wurde 72 h p. m. vakuumverpackt eingefroren und bis zur weiteren Bearbeitung 3-5 Monate bei -25 °C gelagert. Die beiderseits mit Alu-Folie abgedeckten 2,5 cm dicken Scheiben wurden im Plattenkontaktgrill bis zu einer Kerntemperatur von 72 °C erhitzt. Durch den auch danach noch stattfindenden Wärmetransfer in die innere Zone erhöhte sich die Kerntemperatur auf ca. 75 °C. In jeder Sensoriksituation wurden 9-11 Proben aus unterschiedlichen Versuchsgruppen in zufälliger Reihenfolge geprüft. Die Einzelbewertung durch sechs Prüfpersonen erfolgte nach einem 6-Punkte-Schema (6 = beste, 1 = schlechteste Bewertung) und erstreckte sich auf die Prüfmerkmale Saftigkeit, Zartheit, Aroma/Geschmack und Gesamteindruck.

In der statistischen Auswertung wurden die Effekte von Mastendgewicht, Geschlecht und Mastintensität sowie die Interaktion von Geschlecht und Gewichtsklasse mit dem General Linear Model getestet (Proc GLM, SAS 9.1). Wenn die Haupteffekte oder Interaktionen mit $P < 0,05$ signifikant waren, wurden die Zwischen-Klassen-Differenzen an Hand der LSQ-Mittelwerte überprüft.

Wie bei FISCHER et al. (2006) bereits erwähnt, konnten die mit mittlerer Intensität gemästeten Tiere die geringere Energiedichte des Futters durch höheren Futtermittelverzehr teilweise kompensieren. So waren die Effekte der Mastintensität generell klein und nur in Ausnahmefällen (z.B. bei einigen Schlachtkörpermerkmalen) signifikant. Auf die diesbezüglichen Ergebnisse wird deshalb in diesem Beitrag nicht eingegangen.

Ergebnisse und Diskussion

pH, elektrische Leitfähigkeit und Wasserbindungvermögen

Die in Tabelle 2 aufgelisteten Merkmale, die engen Bezug zum PSE-/DFD-Status haben, lagen, der stressstabilen genetischen Herkunft entsprechend, weit im erwünschten Bereich. Effekte des Geschlechts oder der Interaktion Gewicht x Geschlecht ließen sich nicht belegen. Bei den in verschiedenen Muskeln und zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemessenen pH-Werten gab es auch keine signifikanten Einflüsse des Gewichts. Solche zeigten sich in Übereinstimmung mit KUHN et al. (1997a) jedoch bei der im *M. longissimus dorsi* (*LD*) gemessenen elektrischen Leitfähigkeit. Trotz statistischer Sicherung ($P < 0,001$) machte die Erhöhung des Mittelwerts nur etwa 1,2 mS/cm aus. Da sich die zugehörigen pH_1 -Werte nicht unterschieden, kann als Ursache eine langsamere Temperaturabsenkung im Kotelett der größeren Schlachtkörper angenommen werden. In die gleiche Richtung weisen die in der 160-kg-Klasse tendenziell höheren Tropfsaft- und die signifikant höheren Lagerverluste. Der Zusammenhang zwischen PSE-Intensität und Gewebetemperatur bzw. Kühlgeschwindigkeit ist in der Literatur mehrfach belegt (HONIKEL und KIM, 1985; SCHWÄGELE, 1992). Derartige Effekte traten im *M. semimembranosus* (*SM*) und im *M. triceps brachii* (*TB*) nur sehr abgeschwächt auf. Dies dürfte damit zu erklären sein, dass Ersterer nicht so dick von Speck abgedeckt ist und Letzterer generell nicht zu PSE-Veränderungen neigt. Der *TB* weist wegen seines von Natur aus sehr niedrigen glykolytischen Potenzials (FISCHER und DOBROWOLSKI, 2001) auch einen höheren End-pH-Wert auf (Tab. 2), der geringere Saftverluste bedingt. Auch die sehr niedrigen Lagerverluste des Teilstücks „Kamm“ lassen sich so erklären. Es besteht in seinem kranialen Bereich überwiegend aus Muskeln, die durch ein sehr niedriges glykolytisches Potenzial gekennzeichnet sind und somit allgemein zu höheren End-pH-Werten tendieren. Dazu gehört auch der ebenfalls in die Untersuchung einbezogene *M. semispinalis capitis* (*SSC*).

Die Kochverluste zeigten, ähnlich wie in den Untersuchungen von BEATTIE et al. (1999), eine deutliche Abnahme mit steigendem Gewicht. Dabei waren mit 2,1 %-Punkten die größten Unterschiede beim *LD* festzustellen. Das kann darauf zurückzuführen sein, dass bei diesem Muskel in der oberen Gewichtsklasse bereits während der Tropfzeit mehr Saft ausgetreten war. Im Vergleich zu den anderen Muskeln gab es beim *TB* keine geringeren Kochverluste, wie das aufgrund der um etwa 0,2 höheren pH_{48} -Werte und der bekannten negativen Beziehung zwischen End-pH-Wert und Kochverlust (KIM, 1984) zu erwarten gewesen wäre. Allerdings wiesen die anderen Muskeln bereits vor der Erhitzung einen um etwa 1 %-Punkt höheren Tropfsaftverlust auf. Keine Gewichtseffekte zeigten sich beim Grillverlust, der im Gegensatz zum

Kochverlust jedoch nicht an frischen, sondern an vorher eingefrorenen Proben ermittelt wurde.

Tabelle 2

LSQ-Mittelwerte von pH-Werten, elektrischer Leitfähigkeit und Merkmalen der Wasserbindung bei unterschiedlichen Muskeln und Teilstücken in Abhängigkeit vom Mastendgewicht (Least squares means of pH, electrical conductivity, and water binding traits in different muscles or joints by live weight class)

Merkmal	Muskel ²	Mastendgewichtsstufe (MGS)			Signifikanzniveau ¹ MGS
		110 kg n = 36	135 kg n = 54	160 kg n = 33	
pH ₁	LD	6,45	6,53	6,45	-
	SM	6,65	6,68	6,66	-
pH ₂₄	LD	5,45	5,43	5,43	-
	SM	5,61	5,62	5,58	-
pH ₄₈	LD	5,46	5,45	5,43	-
	SM	5,48	5,49	5,47	-
	TB	5,67	5,76	5,69	-
pH ₇₂	SSC	5,97	6,13	6,09	-
Elektr. Leitfähigkeit ₂₄ (mS/cm)	LD	3,64 ^a	3,66 ^a	4,82 ^b	***
	SM	2,92	2,89	2,92	-
Tropfsaftverlust (%)	LD	1,40	1,17	1,68	-
	SM	1,56	1,35	1,7	-
	TB	0,59	0,57	0,69	-
Lagerverlust (%)	LD	3,66 ^{ab}	2,93 ^a	4,17 ^b	**
	Kamm	0,64	0,52	0,63	-
Kochverlust (%)	LD	33,6 ^a	32,6 ^a	31,5 ^b	***
	SM	33,4 ^a	33,5 ^a	32,3 ^b	**
	TB	34,3	33,5	33,1	-
Grillverlust (%)	LD	23,7	23,0	23,1	-

¹ - = nicht signifikant, ** = P<0.01; *** = P< 0.001. Nur Darstellung des MGS-Einflusses. Effekte des Geschlechts oder der Interaktion MGS x Sex sind bei keinem Merkmal mit P < 0,05 signifikant.

² LD = *M. longissimus dorsi*, SM = *M. semimembranosus*, TB = *M. triceps brachii*, Kamm = Muskulatur mit intermuskulärem Fettgewebe aus Teilstück Kamm über 3. und 4. Halswirbel

^{a,b} Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Differenzen (P < 0,05) zwischen den Mastendgewichtsstufen.

Farbe

Obwohl es bei den pH₁-Werten keinen Gewichtseinfluss gab und elektrische Leitfähigkeit sowie Tropfsaftverlust im LD der schwersten Gruppe auf eine leichte Verschiebung in Richtung PSE hindeuteten, war bei LD, TB und *M. biceps femoris* (BF) keine hellere Farbe, sondern ein mäßig bis schwach ausgeprägter Trend zu dunklerem Fleisch (niedrigere L*-Werte) festzustellen (Tab. 3). Ähnliches berichten auch VIRGILI et al. (2003) aus einem Vergleich von 10 Monate mit 8 Monate alten Schweinen. Außerdem kam es in allen Fällen zu einem klaren Anstieg der a*-Werte, d.h. zu einem intensiveren Rotton. Dies bestätigt Ergebnisse, die GARCIA-MACIAS et al. (1996) und FRANCI et al. (1994) aus vergleichenden Untersuchungen innerhalb eines niedrigeren (90-120 kg LGW) bzw. höheren (130-160 kg LGW) Lebendgewichtsbereichs gewonnen haben. DFD-Effekte kommen als Erklärung nicht in Betracht, sonst müssten gleichzeitig höhere End-pH-Werte vorliegen (Tab. 2). Die Ursache liegt offensichtlich im Gesamtpigmentgehalt des Muskelgewebes, der sich - als Alterseffekt - mit zunehmendem Mastendgewicht deutlich erhöht. Dies stimmt auch gut mit den Befunden von LATORRE et al. (2004) überein. Außerdem tendierten die weiblichen Tiere zu höheren Werten, was auch die gleichgerichteten signifikanten Geschlechtseffekte beim L*-Wert einiger Muskeln verursacht haben dürfte (Tab. 3).

Daneben hob sich der *TB* von den anderen Muskeln durch eine erheblich stärkere Pigmentierung ab, die auch zu dunklerem Fleisch mit höherem Rotanteil führte. Dies deckt sich mit früheren eigenen Befunden (FISCHER und DOBROWOLSKI, 2001).

Tabelle 3

LSQ-Mittelwerte von Merkmalen der Farbe bei unterschiedlichen Muskeln in Abhängigkeit von der Gewichtsklasse (Least squares means of colour traits in different muscles by live weight class)

Merkmal	Muskel ²	n K/S ³	Mastendgewichtsstufe (MGS)			Signifikanzniveau ¹	
			110 kg 19/17	135 kg 27/27	160 kg 17/16	MGS	Sex
Helligkeit ₂₄	<i>LD</i>	gesamt	67,5	67,4	67,2	-	-
	<i>LD</i>	Kastr.	54,4	53,5 ⁺	53,3	**	***
		Sauen	53,6 ^a	50,4 ^{b*}	51,6 ^{ab}		
L* ₂₄	<i>SM</i>	gesamt	50,6	51,7	50,3	-	-
	<i>TB</i>	Kastr.	45,9 ^a	45,2 ^{ab+}	43,1 ^b	***	*
		Sauen	45,9 ^a	42,9 ^{b+}	41,3 ^b		
	<i>BF</i>	gesamt	50,3	49,0	49,1	-	-
	<i>LD</i>	gesamt	7,3 ^a	7,3 ^a	8,2 ^b	**	-
a* ₂₄	<i>SM</i>	gesamt	9,1 ^a	9,9 ^{ab}	10,8 ^b	***	-
	<i>TB</i>	gesamt	14,1 ^a	13,8 ^a	15,7 ^b	***	-
	<i>BF</i>	gesamt	10,7 ^a	11,3 ^a	12,4 ^a	***	-
	<i>LD</i>	gesamt	4,8	4,6	5,1	-	-
b* ₂₄	<i>SM</i>	gesamt	5,6 ^a	6,2 ^b	5,9 ^{ab}	*	-
	<i>TB</i>	gesamt	6,4 ^a	5,7 ^b	6,0 ^{ab}	*	-
	<i>BF</i>	gesamt	6,5	6,4	6,5	-	-
L* ₇₂	<i>LD</i>	Kastr.	53,9	52,7 ⁺	53,4	**	**
		Sauen	52,9 ^a	50,3 ^{b+}	52,6 ^{ab}		
a* ₇₂	<i>LD</i>	gesamt	6,9 ^a	7,1 ^a	8,2 ^b	***	-
b* ₇₂	<i>LD</i>	gesamt	4,4 ^a	4,2 ^a	5,2 ^b	**	-
	<i>LD</i>	Kastr.	3,37 ^a	3,49 ^{ab+}	3,9 ^b	***	*
		Sauen	3,51 ^a	3,89 ^{ab+}	4,09 ^b		
Gesamtpigment (mg Häm/100g)	<i>SM</i>	Kastr.	3,91	4,09 ⁺	4,58	***	*
		Sauen	4,08 ^a	4,74 ^{b+}	4,72 ^{ab}		
	<i>TB</i>	Kastr.	8,37 ^a	9,09 ^{ab}	9,86 ^b	***	**
		Sauen	8,70 ^a	9,71 ^{ab}	10,84 ^b		

¹ - = nicht signifikant, * = <0,05; ** = <0,01; *** = <0,001

² LD = M. longissimus dorsi (1.-2. Lendenw.), SM = M. semimembranosus, TB = M. triceps brachii, BF = M. biceps femoris (proximal)

³ n von Kastraten bzw. Sauen innerhalb MGS

^{a,b} Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Differenzen (P < 0,05) zwischen den Mastendgewichtsstufen.

⁺ Bei den mit "+" markierten Mittelwerten bestehen innerhalb MGS signifikante Differenzen (P < 0,05) zwischen Kastraten und Sauen.

Makroinhaltsstoffe

Unter den Makroinhaltsstoffen gab es die deutlichsten Veränderungen beim Wassergehalt, der in allen untersuchten Muskeln mit zunehmendem Lebendgewicht kontinuierlich zurückging (Tab. 4). Die Differenzen zwischen der unteren und der oberen Gewichtsklasse lagen je nach Muskel und Geschlecht jedoch nur zwischen 0,5 und 1,1 %-Punkten, so dass sie trotz statistischer Signifikanz des Gewichtseffekts (P < 0,01 bzw. < 0,001) keine praktische Bedeutung haben. Daneben waren bei den Jungsauern geringfügig höhere Werte zu finden als bei den Kastraten. Der Rückgang des Wassergehalts war im *LD* und *SM* mit einem entsprechenden Anstieg des Proteingehalts und beim *TB* mit einer Zunahme des Fettgehalts verknüpft. Auch bei diesen Merkmalen fielen die gewichtsbedingten Veränderungen nur in einer praktisch unwesentlichen Größenordnung aus. Dies überrascht insbesondere beim intramuskulären Fettgehalt (IMF). Trotz der deutlich stärkeren Verfettung des gesamten Schlachtkörpers, die mit

der Erhöhung des Mastendgewichts einhergegangen war (vgl. FISCHER et al., 2006), gab es - innerhalb Geschlecht - in keinem der untersuchten Muskeln signifikante Gewichtseffekte. Beim LD lagen die Werte, unabhängig vom Gewicht, auf etwa dem Niveau, das in anderen Arbeiten (KUHN et al., 1997c; FISCHER et al., 2000; LAUBE et al., 2000) an vergleichbaren Genotypen bei marktkonformen Schlachtgewichten ermittelt wurde (Tab. 4).

Tabelle 4

LSQ-Mittelwerte der Makroinhaltsstoffe unterschiedlicher Muskeln bei Kastraten und Jungsauen in Abhängigkeit von der Mastendgewichtsstufe (Least squares means of macro components in different muscles by live weight class and sex)

Merkmal	Muskel ²	n K/S ³	Mastendgewichtsstufe (MGS)			Signifikanzniveau ¹		
			110 kg 19/17	135 kg 27/27	160 kg 17/16	MGS	Sex	MGS x Sex
Wasser (%)	LD	Kastr.	74,2	74,0	73,6	***	-	-
		Sauen	74,6 ^a	74,2 ^a	73,6 ^b			
	SM	Kastr.	73,6 ^a	73,3 ^{ab}	72,5 ^b	**	*	-
		Sauen	73,9	73,6	73,2			
	TB	Kastr.	75,4 ^a	75,2 ^{ab}	74,9 ^b	***	*	-
		Sauen	75,7 ^a	75,3 ^{ab}	75,1 ^b			
Protein (%)	LD	Kastr.	22,7 ^a	23,1 ^{ab}	23,3 ^b	***	*	*
		Sauen	22,5 ^a	23,3 ^b	23,7 ^c			
	SM	Kastr.	21,9	22,1	22,2	*	-	-
		Sauen	21,8 ^a	22,2 ^{ab}	22,4 ^b			
	TB	Kastr.	21,4	21,3	21,4	-	-	-
		Sauen	21,3	21,4	21,5			
Fett - IMF (%)	LD	Kastr.	1,75	1,68 ⁺	1,77	-	***	-
		Sauen	1,49	1,23 ⁺	1,36			
	SM	Kastr.	3,09	3,20	3,91	-	-	-
		Sauen	3,01	2,93	3,01			
	TB	Kastr.	1,85	2,14	2,26	*	*	-
		Sauen	1,69	2,01	1,92			

¹ - = nicht signifikant, * = P<0.05; ** = P<0.01; *** = P<0.001

² LD = *M. longissimus dorsi* (12.-13. Brustw.), SM = *M. semimembranosus*, TB = *M. triceps brachii*

³ n von Kastraten bzw. Sauen innerhalb MGS

^{a,b} Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Differenzen (P < 0,05) zwischen den Mastendgewichtsstufen.

⁺ Bei den mit "+" markierten Mittelwerten bestehen innerhalb MGS signifikante Differenzen (P<0,05) zwischen Kastraten und Sauen.

Dass es bei den schwereren Tieren zu keiner Anhebung des IMF kam, deckt sich mit den Ergebnissen von MARTIN et al. (1980), BEATTIE et al. (1999) und CORREA et al. (2005), die jedoch nur Lebendgewichte bis maximal 137 kg einbezogen hatten. Doch auch in den allometrischen Studien von FRANCI et al. (2001) an Schweinen diverser genetischer Herkünfte im Gewichtsbereich 125-180 kg stellte sich heraus, dass das Körperwachstum den intramuskulären Fettgehalt im Schinken nicht wesentlich steigert. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Befunden von KUHN und ENDER (1988): Die Autoren beobachteten bei Börgen nach hoher und mittlerer Mastintensität bis zur 29. bzw. 32. Lebenswoche einen sehr klaren Anstieg des Fettgehalts im *M. longissimus dorsi*. Möglicherweise ist dies auf die hierbei untersuchte genetische Herkunft (Schwerfurter Fleischrasse*(Landrasse*Edelschwein)) zurückzuführen. Auch ČANDEK-POTOKAR et al. (1998) fanden bei *ad libitum* gefütterten Duroc*(Landrasse*Large White)-Börgen zwischen den Endgewichten 100 und 130 kg einen IMF-Anstieg von 2,3 auf 2,9 %. Nach rationierter Fütterung unterschieden sich die Mittelwerte (1,9 bzw. 2,2 %) jedoch nicht mehr signifikant. Unter den im vorliegenden Versuch praktizierten Fütterungsbedingungen lässt sich bei Piétrain-

NN*Landrasse-Kreuzungen der aus sensorischen Gründen erwünschte intramuskuläre Fettgehalt von ca. 2,5 % (BEJERHOLM und BARTON-GADE, 1986) offensichtlich nicht durch eine Erhöhung des Mastendgewichts erreichen. Dagegen zeigte sich, wie auch bei LAUBE et al. (2000) und LATORRE et al. (2003), ein Einfluss des Geschlechts. Zwar wurde im vorliegenden Versuch das generell höhere Fettansatzvermögen der Kastraten nicht vollständig realisiert, weil sie ab 80 kg Lebendgewicht nur so viel Futter erhalten hatten wie die *ad libitum* gefütterten Jungsauen. Dennoch machte sich die stärkere Verfettung der Börge, im *LD* hochsignifikant und bei den anderen Muskeln zumindest tendenziell, auch intramuskulär bemerkbar (Tab. 4). Darüber hinaus gab es Lokalisationseffekte. Den höchsten IMF der drei untersuchten Muskeln wies der *SM* auf - mit Mittelwerten um 3 % und darüber. In diesem Muskel kam es bei den Kastraten auch zu einem gewichtsbedingten Anstieg um etwa 0,8 %, der jedoch nicht signifikant war.

Textur

Der Kollagengehalt ging namentlich bei den weiblichen Tieren mit zunehmendem Gewicht signifikant zurück (Tab. 5). Das lässt darauf schließen, dass das intramuskuläre Bindegewebe, das vor allem aus dem Endo- und Perimysium sowie aus dünnen Sehnenfasern besteht, bei einer Vergrößerung des Muskels nicht in gleichem Maße wächst wie die Muskelfasern. Dies deckt sich prinzipiell mit den Befunden von MAYORAL et al. (1999) und LEBRET et al. (1998). Es entspricht auch den weiteren Ergebnissen dieser beiden Arbeitsgruppen, dass sich in der eigenen Untersuchung mit zunehmendem Gewicht auch der Anteil an löslichem Kollagen verminderte. Davon waren jedoch die Kastraten mit einer gewichtsbedingten Differenz von ca. 4 %-Punkten stärker betroffen als die Sauen, bei denen der Unterschied nur etwa 1-2 %-Punkte ausmachte (Tab. 5). Von CORREA et al. (2005) wurden gleichgerichtete Veränderungen der Kollagenlöslichkeit auch zwischen Mastendgewichten von 107 bis 125 kg festgestellt, wobei der Gesamtkollagengehalt jedoch gleich blieb. Von unveränderten Kollagengehalten in den Gewichtsstufen 100 und 130 kg berichten auch ČANDEK-POTOKAR et al. (1998), die außerdem als Folge einer Futterrestriktion niedrigere Werte fanden.

Es könnte vermutet werden, dass die Verringerung der Kollagenlöslichkeit auch eine höhere Zähigkeit des erhitzten Muskelgewebes verursachte. Dies war jedoch nicht der Fall (Tab. 5). Im *LD* und *TB* blieb die instrumentelle Zartheit nach Kochen konstant, wobei die weiblichen Tiere jeweils zu etwas höheren Werten tendierten. Letzteres kann mit den geschlechtsbedingten Unterschieden im intramuskulären Fettgehalt zusammenhängen (Tab. 4). Im *SM* kam es zwischen den Gewichtsstufen 110 und 135 kg sogar zu einer signifikanten Verminderung der Scherkraft – ein Sachverhalt, der vorerst nicht erklärbar ist. Auch die nur an *LD*-Proben durchgeführte Scherkraftmessung nach Grillen ließ keine gewichtsbedingten Veränderungen erkennen, was durch die Ergebnisse der sensorischen Zartheitsbeurteilung (Tab. 6) bestätigt wurde. Diese Befunde stimmen mit AVERY et al. (1996) überein, die am *LD* von männlichen Schweinen keinerlei Zusammenhänge zwischen Kollagengehalt sowie Art und Menge intermolekularer Querverknüpfungen und instrumenteller Zartheit feststellen konnten. Auch MARTIN et al. (1980) und LATORRE et al. (2004) fanden zwischen Mastendgewichten von 73-137 kg bzw. 116 bis 133 kg keine signifikanten Veränderungen in den Scherkraftwerten.

Tabelle 5

LSQ-Mittelwerte von Texturmerkmalen unterschiedlicher Muskeln bei Kastraten und Jungsauen in Abhängigkeit von der Mastendgewichtsstufe (Least squares means of texture traits in different muscles as a function of live weight class and sex)

Merkmal	Muskel ²	n K/S ³	Mastendgewichtsstufe (MGS)			Signifikanzniveau ¹		
			110 kg 19/17	135 kg 27/27	160 kg 17/16	MGS	Sex	MGS x Sex
Gesamt- kollagen ^{4,6} (%)	LD	Kastr.	1,63		1,52	***	-	-
		Sauen	1,80 ^a		1,51 ^b			
	SM	Kastr.	1,96 ⁺		1,94	**	**	**
		Sauen	2,39 ^{a+}		1,92 ^b			
Lösliches Kollagen ^{5,6} (%)	LD	Kastr.	19,4 ^a		15,7 ^b	***	-	-
		Sauen	17,3		15,0			
	SM	Kastr.	20,4 ^a		16,3 ^b	**	-	-
		Sauen	18,4		17,4			
Scherkraft (N) nach Kochen	LD	Kastr.	47,2	47,9	48,7	-	*	-
		Sauen	50,2	52,2	50,1			
	SM	Kastr.	50,8 ^a	42,2 ^b	39,0 ^b	***	-	-
		Sauen	50,1 ^a	41,3 ^b	40,5 ^b			
	TB	Kastr.	45,9	47,1	47,6	-	*	-
		Sauen	49,6	49,3	50,9			
Scherkraft (N) nach Grillen	LD	Kastr.	32,2	29,1	33,6	-	-	-
		Sauen	33,3	30,5	30,8			

¹ - = nicht signifikant, * = P<0.05; ** = P<0.01; *** = P<0.001

² LD = *M. longissimus dorsi* (12.-13. Brustw.), SM = *M. semimembranosus*, TB = *M. triceps brachii*

³ n von Kastraten bzw. Sauen innerhalb MGS

⁴ Bezogen auf gefriergetrocknetes Material

⁵ Bezogen auf Gesamtkollagen

⁶ Merkmal in MGS 135 kg nicht bestimmt

^{a,b} Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Differenzen (P<0,05) zwischen den Mastendgewichtsstufen.

⁺ Bei den mit "+" markierten Mittelwerten bestehen innerhalb MGS signifikante Differenzen (P<0,05) zwischen Kastraten und Sauen.

Tabelle 6

LSQ-Mittelwerte von sensorisch erfassten Merkmalen bei gegrillten Steaks aus den Teilstücken Kotelett (*M. longissimus dorsi*) und Kamm in Abhängigkeit von der Mastendgewichtsstufe (Least squares means of sensorial traits of chops obtained from the loin - *M. longissimus dorsi* - and the neck by live weight class)

Merkmal ¹	Muskel ²	Mastendgewichtsstufe (MGS)			Signifikanzniveau ³		
		110 kg n = 36	135 kg n = 54	160 kg n = 33	MGS	Sex	MGS x Sex
Saftigkeit (Pkt.)	LD	3,04 ^{ab}	3,37 ^a	2,87 ^b	**	-	-
Zartheit (Pkt.)		3,56	3,75	3,46	-	-	-
Aroma/Geschmack (Pkt.)		3,41	3,44	3,15	-	-	-
Gesamteindruck (Pkt.)		3,32 ^{ab}	3,49 ^a	3,11 ^b	**	-	-
Saftigkeit (Pkt.)	Kamm	4,00	3,86	3,85	-	-	-
Zartheit (Pkt.)		4,06	4,34	4,01	-	-	-
Aroma/Geschmack (Pkt.)		3,98	3,70	3,91	-	-	-
Gesamteindruck (Pkt.)		3,92	3,76	3,81	-	-	-

¹ Beurteilung nach 6-Punkte-Skala: 1 = schlechteste, 6 = beste Bewertung

² LD = *M. longissimus dorsi* (3.- 4. Lendenw.), Kamm = Querschnitt der Muskulatur aus Teilstück Kamm über 3.- 4. Halswirbel

³ - = nicht signifikant, ** = P<0.01

^{a,b} Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Differenzen (P<0,05) zwischen den Mastendgewichtsstufen.

Sensorik

In der sensorischen Prüfung der gegrillten Rückensteaks (LD) schnitten die Proben aus der 135-kg-Gruppe numerisch am besten und die aus der 160-kg-Gruppe am schlechtesten ab. Signifikante Differenzen gab es jedoch nur bei der Saftigkeit und dem Gesamteindruck (Tab. 6). Bei den Kammsteaks änderten sich die Bewertungen mit zu-

nehmendem Mastendgewicht nur geringfügig und für die einzelnen Prüfkriterien in unterschiedlicher Richtung. Signifikante Gewichtseffekte waren nicht nachweisbar. In der Studie von ČANDEK-POTOKAR et al. (1998) kam es bei *LD*-Proben zu einer geringfügigen Verschlechterung der Zartheit, wenn das Mastendgewicht von 110 auf 135 kg angehoben wurde. Auch ELLIS et al. (1996), die Schweine mit Mastendgewichten von 80, 100 und 120 kg untersucht hatten, berichten von einer leichten Verringerung der Zartheit mit zunehmendem Gewicht.

Fettsäurenmuster

Im Fettsäurenprofil des Rückenspecks zeigte sich mit steigendem Gewicht eine signifikante Verschiebung zu geringeren Gehalten an Polyenfettsäuren (PUFA) und höheren Anteilen an Öl- sowie Palmitinsäure (Tab. 7). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch VIRGILI et al. (2003) beim Vergleich von 8 und 10 Monate alten Schweinen. Die Ursachen liegen zum einen in der Futterumstellung bei 80 kg Lebendgewicht (vgl. FISCHER et al., 2006): Die im 1. Mastabschnitt verfütterte Ration enthielt 0,9 % einer Soja-/Rapsölmischung und wies deshalb einen PUFA-Gehalt (Linol- plus Linolensäure) von 1,7 % auf. Bei den im 2. Mastabschnitt eingesetzten Futtermischungen fehlte dieser Ölzusatz, so dass der PUFA-Gehalt bei nur 1,2 bzw. 1,4 % lag. Wie seit langem bekannt ist, besteht bei Schweinen ein sehr enger Zusammenhang zwischen dem PUFA-Gehalt im Futter und im Tierkörperfett (FISCHER et al., 1992; LEIBETSEDER, 1996; REICHARDT et al. 2003). Je höher die vorgesehene Gewichtsklasse war, umso mehr nahmen die Tiere insgesamt von dem polyensäureärmeren Futter auf, und umso mehr musste auch der Polyensäuregehalt im Rückenspeck zurückgehen. Eine weitere Ursache für die beschriebene Verschiebung im Fettsäurenprofil ist die mit ansteigendem Gewicht zunehmende Schlachtkörperverfettung. Je höher der Fettansatz eines Mastschweins ist, umso mehr werden die aus dem Futter aufgenommenen PUFA durch die Fettsäuren, die das Tier *de novo* produziert (insbesondere Palmitin-, Stearin- und Ölsäure), verdünnt. Auch dieser Zusammenhang ist in der Literatur vielfach belegt (FISCHER et al., 1992; Volk et al., 2004; FIEGO et al., 2005). KUHN et al. (1997b) fanden bei einem Mastversuch, der den Lebendgewichtsbereich 100 bis 160 kg abdeckte, allgemein niedrigere Linolsäuregehalte im Rückenspeck und auch keinen so starken Rückgang bis zu den höheren Gewichtsklassen. Hier wurde jedoch mit Du*DL-Börger gearbeitet, die einen deutlich niedrigeren Muskelfleischanteil hatten als die im vorliegenden Versuch verwendeten Pi*DL-Kreuzungen. Dass unter gleichen Fütterungsbedingungen bei weniger fleischbetonten genetischen Herkünften geringere PUFA-Gehalte im Fettgewebe zu erwarten sind, zeigen auch die Arbeiten von VOLK et al. (2004) und GLODEK et al. (2004).

Neben dem Gewicht hatte auch das Geschlecht einen Einfluss auf die Konzentrationen von PUFA und Palmitinsäure, der auf der unterschiedlichen Fettgewebebildung kastrierter und weiblicher Schweine beruht (Tab. 7). Auffällig ist jedoch, dass der Polyensäuregehalt in der unteren Gewichtsstufe bei den Jungsauen zunächst deutlich höher lag als bei den Börger, mit zunehmendem Gewicht aber stärker abfiel, so dass sich die Werte in der oberen Gewichtsklasse nahezu angleichen. Als Ursache kommt in Betracht, dass im 2. Mastabschnitt nur die weiblichen Tiere *ad libitum* gefüttert wurden. Dies führte mit steigendem Mastendgewicht bei den Jungsauen zu einem deutlicheren Rückgang des Muskelfleischanteils als bei den Kastraten (vgl. FISCHER et al., 2006).

Wegen des damit verbundenen höheren Fettzuwachses musste sich bei Ersteren auch der PUFA-Gehalt im Tierkörperfett stärker vermindern.

In einem Speck, der für die Herstellung mittelfristig und langfristig zu lagernder Rohwurst verwendet wird, sollte der Polyensäuregehalt (Linol- plus Linolensäure) unter 14 bzw. 12 % liegen (STIEBING et al., 1993; REICHARDT et al., 2003). Unter den in der vorliegenden Arbeit gewählten Produktionsbedingungen entsteht jedoch eine Fettqualität, die allenfalls in der 160-kg-Klasse der strengeren Anforderung gerade noch entspricht.

Tabelle 7

LSQ-Mittelwerte der wichtigsten Fettsäuren und Fettsäuregruppen in der äußeren Schicht des Rückenspecks in Abhängigkeit von Mastendgewichtsstufe und Geschlecht (Least squares means of the most important fatty acids in the outer layer of the backfat by live weight class and sex)

Merkmal	n K/S ²	Mastendgewichtsstufe (MGS)			Signifikanzniveau ¹		
		110 kg 19/17	135 kg 27/27	160 kg 17/16	MGS	Sex	MGS x Sex
Myristinsäure - C14:0	Kastr.	1,4	1,5	1,5	**	*	-
	Sauen	1,3a	1,4	1,5 ^b			
Palmitinsäure – C16:0	Kastr.	24,7 ⁺	25,1	25,3	***	***	-
	Sauen	23,5 ^{a+}	24,4 ^b	24,8 ^b			
Stearinsäure – C18:0	Kastr.	12,4	12,4	12,8	-	-	-
	Sauen	12,3	12,2	12,1			
Palmitoleinsäure C16:1	Kastr.	2,8	2,7	2,6	-	-	-
	Sauen	2,5	2,6	2,7			
Ölsäure – C18:1	Kastr.	40,9	41,4	41,8	***	-	-
	Sauen	40,3 ^a	41,3 ^{ab}	42,4 ^b			
Linolsäure – C18:2	Kastr.	12,6 ^{a+}	11,9 ^{ab+}	11,2 ^b	***	***	**
	Sauen	14,6 ^{a+}	13,0 ^{b+}	11,6 ^c			
alpha-Linolensäure – C18:3	Kastr.	1,05 ^{a+}	0,95 ^{ab}	0,92 ^b	***	**	-
	Sauen	1,19 ^{a+}	1,01 ^{bc}	0,93 ^c			
Arachidonsäure – C20:4	Kastr.	0,20 ⁺	0,18 ⁺	0,17	***	***	-
	Sauen	0,25 ^{a+}	0,21 ^{b+}	0,18 ^c			
SFA ³	Kastr.	39,6	40,0	40,5	*	***	-
	Sauen	38,2	39,0	39,3			
MUFA ⁴	Kastr.	44,8	45,3	45,6	***	-	-
	Sauen	43,9 ^a	45,0 ^{ab}	46,3 ^b			
PUFA ⁵	Kastr.	14,7 ^{a+}	13,9 ^{ab+}	13,1 ^b	***	***	**
	Sauen	17,1 ^{a+}	15,1 ^{b+}	13,6 ^c			

¹ - = nicht signifikant, * = P<0.05; ** = P<0.01; *** = P<0.001

² n von Kastraten bzw. Sauen innerhalb MGS

³ Saturated fatty acids

⁴ Monounsaturated fatty acids

⁵ Polyunsaturated fatty acids

^{a,b,c} Ungleiche Indices kennzeichnen signifikante Differenzen (P<0,05) zwischen den Mastendgewichtsstufen.

⁺ Bei den mit “+” markierten Mittelwerten bestehen innerhalb MGS signifikante Differenzen (P<0,05) zwischen Kastraten und Sauen.

Aus den vorliegenden Ergebnissen ist abzuleiten, dass es durch eine Verlängerung der Mast bis zu 160 kg Lebendgewicht bei der hier untersuchten genetischen Herkunft (Piétrain-NN*DL) zu keiner wesentlichen Verbesserung der Frischfleischqualität kommt. Andererseits muss auch keine Verschlechterung befürchtet werden. Dies ist nicht zuletzt für die Verwertung der Teilstücke von Bedeutung, die zur Herstellung traditioneller Rohwurst- und Rohschinkensorten nicht geeignet sind, aber auch bei Schweinen anfallen, die speziell für diesen Zweck länger gemästet werden. Die Qualität des Rückenspecks verbessert sich aus technologischer Sicht. In welchem Ausmaß das geschieht, hängt, bei gegebener Futterzusammensetzung, jedoch von der

Mastintensität und dem hieraus resultierenden Fettgewebezuwachs ab. Sollte eine Erzeugung schwererer Schweine nicht explizit auf die Lieferung von Rohmaterial für die Dauerwarenherstellung, sondern vorrangig von Ladenfleisch ausgerichtet sein, könnte die Mast auch bei mäßig hohen Lebendgewichten (etwa 130-140 kg) beendet werden. Dies würde bereits eine erheblich günstigere Futterverwertung und einen deutlich höheren Muskelfleischanteil im Vergleich zu 160 kg erbringen.

Literatur

- AVERY, N.C.; SIMS, T.J.; WARKUP, C.; BAILEY, A.J.:
Collagen cross-linking in porcine *M. longissimus lumborum*: Absence of a relationship with variation in texture at pork weight. *Meat Sci.* **42** (1996), 355-369
- BEJERHOLM, C.; BARTON-GADE, P.A.:
Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. 32nd Europ. Congr. of Meat Res. Workers, 24th-29th August 1986, Ghent, Belgium
- BEATTIE, V.E.; WEATHERUP, R.N.; MOSS, B.W.; WALKER, N.:
The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Sci.* **52** (1999), 205-211
- ČANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M.:
Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle: Biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Sci.* **48** (1998), 287-300
- CORREA, J.A.; FAUCITANO, L.; LAFOREST, J.P.; RIVEST, J.; MARCOUX, M.; GARIÉPY, C.:
Effects of slaughter weight on carcass composition and meat quality in pigs of two different growth rates. *Meat Sci.* **72** (2006), 91-99
- ELLIS, M.; WEBB, A.J.; AVERY, P.J.; BROWN, I.:
The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughterhouse on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on organoleptic properties of fresh pork. *Animal Sci.* **62** (1996), 521-530
- FISCHER, K.:
Sensorische Prüfung in der Qualitätsbewertung von Schweinefleisch. Mskr. zu Workshop "Schweinefleischbeschaffenheit nach der Halothansanierung", 17./18. Dezember 1990, Nordhausen.
- FISCHER, K.; FREUDENREICH, P.; HOPPENBROCK, K.-H.; SOMMER, W.:
Einfluss produktions technischer Bedingungen auf das Fettsäurenmuster im Rückenspeck von Mastschweinen. *Fleischwirtsch.* **72** (1992), 200-205
- FISCHER, K.; REICHEL, M.; LINDNER, J.P.; WICKE, M.; BRANSCHIED, W.:
Einfluss der Vatertier rasse auf die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **43** (2000), 477-485
- FISCHER, K.; DOBROWOLSKI, A.:
Zur topografischen Verteilung des Glykolytischen Potenzials in der Muskulatur von Schlachtschweinen. *Mitteilungsblatt BAFF, Kulmbach* **40** (2001), 283-294
- FISCHER, K.; LINDNER, J.P.; FREUDENREICH, P.; JUDAS, M.; HÖRETH, R.:
Schlachtkörperzusammensetzung und Gewebebeschaffenheit von schweren Schweinen. I. Mitteilung: Material und Methoden, Mastleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Teilstückanteile. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **49** (2006) 3, 269-278
- FRANCI, O.; PUGLIESE, C.; BOZZI, R.; PARISI, G.; ACCIAIOLI, A.; GERI, G.:
Comparison among progenies of Large White, Italian Landrace, Belgian Landrace, Duroc, Cinta Senese boars and Large White sows at 130 and 160 kg live weight. 2. Carcass composition and ham characteristics. *Zoot. Nutr. Anim.* **20** (1994), 177-186
- FRANCI, O.; PUGLIESE, C.; BOZZI, R.; ACCIAIOLI, A.; PARISI, G.:
The use of multivariate analysis for evaluating relationships among fat depots in heavy pigs of different genotypes. *Meat Sci.* **58** (2001), 259-266
- FREUDENREICH, P.; AUGUSTINI, C.:
Untersuchungen zur Vorhersage der Zartheit bei Rindfleisch. *Mitteilungsblatt BAFF, Kulmbach* **40** (2001), 127-133
- GALIAN, M.; FREUDENREICH, P.; FISCHER, K.:
NIRS und NIT als Schnellmethoden für die Fettsäuren-Bestimmung bei Schweinerückenspeck. *Mitteilungsblatt BAFF, Kulmbach* **44** (2005), 305-310
- GARCIA-MACIAS, J.A.; GISPERS, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A.; ALONSO, P.; MONOZ-LUNA, A.; SIGGENS, K.; CUTHBERT-HEAVENS, D.:

- Effect of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. *Animal Sci.* **63** (1996), 478-496
- GLODEK, P.; KRATZ, R.; SCHULZ, E.; FLACHOWSKI, G.:
Der Einfluss unterschiedlicher Vatterassen in praxisüblichen Schweinekreuzungen auf deren Ansatzleistung, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Fleisch- und Fettbeschaffenheit. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **47** (2004), 59-74
- HONIKEL, K.O.; KIM, C.J.:
Über die Ursachen der Entstehung von PSE-Schweinefleisch. *Fleischw.* **65** (1985), 1-7
- HONIKEL, K.O.:
Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49** (1998), 447-457
- HORNSEY, H.C.:
The colour of cooked cured pork. I – Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* **7** (1956), 534-540
- KIM, C.J.:
Veränderungen im Schweinemuskel nach dem Schlachten und deren Bedeutung für Wasserbindungsvermögen und Verarbeitungseigenschaften des Fleisches. (1984) Diss. Gießen
- KUHN, G.; ENDER, K.:
Einfluss der Ernährung und des Lebensalters auf die Fettgehaltsentwicklung verschiedener Schlachtkörperbestandteile beim Schwein. *Arch. Tierz., Berlin* **31** (1988), 479-487
- KUHN, M.; BEESTEN, L.; JATSCH, C.:
Zum Einfluss der Fütterungsintensität und des Mastendgewichtes auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen sowie das Fettsäuremuster der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*. – 1. Mitteilung: Parameter der Mast- und Schlachtleistung, der Fleischbeschaffenheit sowie der Trockensubstanz- und Aschegehalt der Depotfette. *Züchtungskunde* **69** (1997a), 294-306
- KUHN, M.; BEESTEN, L.; JATSCH, C.:
Zum Einfluss der Fütterungsintensität und des Mastendgewichtes auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen sowie das Fettsäuremuster der Gesamt- und Phospholipide des *M. long. dorsi*. – 2. Mitteilung: Fettsäuremuster der Depotfette Flomen, Rückenspeck und des intermuskulären Fettes. *Züchtungskunde* **69** (1997b), 385-395
- KUHN, G.; HARTUNG, M.; FALKENBERG, H.; NÜRNBERG, G.; LANGHAMMER, M.; SCHWERIN, M.; ENDER, K.:
Wachstum, Körperzusammensetzung und Fleischbeschaffenheit von im Fettansatz genetisch differenten Schweinen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **40** (1997c), 345-355
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; GRACIA, M.I.; NIETO, M.M.; MATEOS, G.G.:
Effect of sex and terminal sire genotype on performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs slaughtered at 117 kg body weight. *Meat Sci.* **65** (2003), 1369-1377
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G.; MEDEL, P.; MATEOS, G.G.:
The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *J. Anim. Sci.* **82** (2004), 526-533
- LAUBE, S.; HENNING, M.; BRANDT, H.; KALLWEIT, E.; GLODEK, P.:
Die Fleischbeschaffenheit von Schweinekreuzungen mit besonderen Qualitätseigenschaften im Vergleich zum heutigen Standard- und Markenschweinangebot. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **43** (2000), 463-476
- LEBRET, B.; LISTRAT, A.; CLOCHEFERT, N.:
Age-related changes in collagen characteristics of porcine loin and ham muscles. *Proc. 44th ICoMST* (1998), B.111, 718-719
- LEIBETSEDER, J.:
Beeinflussung der Zusammensetzung tierischer Fette durch die Fütterung. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **39** (1996), 333-345
- Lo FIEGO, D.P.; SANTORO, P.; MACCHIONI, P. De LEONIBUS, E.:
Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in the heavy pig. *Meat Sci.* **69** (2005), 107-114
- MAYORAL, A.I.; DORADO, M.; GUILLÉN, M.T.; ROBINA, A.; VIVO, J.M.; VÁZQUEZ, C.; RUIZ, J.:
Development of meat and carcass quality characteristics in Iberian pigs reared outdoors. *Meat Sci.* **52** (1999), 315-324
- MARTIN, A.H.; SATHER, A.P.; FREDEEN, H.T.; JOLLY R.W.:
Alternative market weights for swine. II. Carcass composition and meat quality. *J. Anim. Sci.*, **50** (1980), 699-705
- REICHARDT, W.; GERNAND, E.; MÜLLER, S.; HARTUNG, H.; ECKERT, B.; BRAUN, U.:
Erhebungen zur Fettsäurezusammensetzung von Rücken Fett bei Thüringer Schweinen sowie zum Fett von Thüringer Knackwürsten aus dem Einzelhandel. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **46** (2003), 257-267
- SCHWÄGELE, F.:

- Die elektrische Leitfähigkeit von Schweinefleisch im Schlachthof und Zerlegebetrieb als Qualitätskriterium. *Fleischw.* **72** (1992), 493-497
- SÖRENSEN, S.E.:
Relationships between collagen properties and meat tenderness in young bulls of different genotype, weight, feeding intensity. Diss. Royal Vet. and Agric. Univ. Kopenhagen (1981)
- STIEBING, A.; KÜHNE, D.; RÖDEL, W.:
Fettqualität – Einfluss auf die Lagerstabilität von schnittfester Rohwurst. *Fleischwirtsch.* **73** (1993), 1169-1172
- VIRGILI, R.; DEGNI, M.; SCHIVAZAPPA, C.; FAETI, V.; POLETTI, E.; MACHETTO, G.; PACCHIOLI, M.T.; MORDENTI, A.:
Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.* **81** (2003), 2448-2456
- VOLK, B.; BIEDERMANN, G.; KUHN, M.; JATSCH, CH.:
Einfluss der genetischen Herkunft auf die Mast- und Schlachtleistung, die Fleisch- und Fettqualität sowie das Fettsäuremuster der Phospholipide von Mastschweinen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **47** (2004), 455-462

Eingegangen: 12.01.2006

Akzeptiert: 10.04.2006

Anschriften der Verfasser

Dr. KLAUS FISCHER*, Dr. PETER FREUDENREICH, Dr. MICHAEL JUDAS,
REINHARD HÖRETH

Bundesanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach,
Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung
E.-C.-Baumann-Str. 20
95336 KULMBACH

*Autor für Korrespondenz: E-mail: klaus.fischer@bfel.de

Dr. JOHANN PETER LINDNER

Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Schweine, Schwarzenau
Stadtschwarzacher Straße 18
97359 SCHWARZACH