

Die Mast von schweren Schweinen im ökologischen Landbau zur Erzeugung langgereifter Rohwürste als mögliche Strategie zur Erhaltung alter, gefährdeter Rassen

ANJA SCHWALM¹, ANEKA BAUER², IRINA DEDERER², CHRISTINA WELL¹, R. BUSSEMAS¹ und F. WEISSMANN¹

Zusammenfassung¹⁾

Der Herstellung langgereifter Rohwürste dienen kastrierte schwere Schweine zur Sicherstellung der benötigten Fettquantität und -qualität. Dazu werden auch im ökologischen Landbau vor allem moderne Hybridtiere (Hy) verwendet, bei denen die Fettkriterien oftmals unzureichend ausfallen. Die Nutzung von alten, gefährdeten Rassen, z.B. von Sattelschweinen (Sa), mit einer hohen *de-novo* Fettsynthesekapazität könnte hier eine sinnvolle Alternative darstellen und gleichzeitig einen Beitrag zu deren Erhaltung leisten.

Es wurden die Auswirkungen von drei Genotypen (Sa, Piétrain * Sa (PiSa), Hy) und zwei Raufuttervarianten (Kleegrassilage, Stroh) auf Mastleistung (ML), Schlachtkörperqualität (SQ), Fleischqualität (FQ), Fettsäuremuster (FSM) und Produktqualität der langgereiften Rohwurst (PQ) überprüft (SCHWALM et al., 2013a und 2013b). ML, SQ, FQ und FSM wurden signifikant durch den Genotyp, jedoch nicht nennenswert durch die Raufuttervariante beeinflusst. Hy zeigte die beste ML und Sa die schlechteste. Bei der FQ bestanden keine nennenswerten genotypischen Unterschiede, während bei der SQ und dem FSM Sa am besten und Hy am wenigsten für die Rohwurstherstellung geeignet erschien. Bei der PQ schnitt tendenziell Sa besser ab als Hy. Die PiSa-Herkünfte nahmen bei sämtlichen Untersuchungskriterien eine mittlere Stellung ein.

Es wird geschlussfolgert, dass die Kreuzung eines modernen Endstufenebers mit reinrassigen Sattelschweinsauen am besten geeignet zu sein scheint, alte, bedrohte Rassen mit Hilfe der Wertschöpfung in einem Premiumsegment zu erhalten.

Schlüsselwörter: Sattelschwein, Mastleistung, Schlachtkörperqualität, Fleischqualität, Fettsäuremuster, langgereifte Rohwurst

¹ Der vorliegende Artikel behandelt Ergebnisse aus SCHWALM et al. (2013a und 2013b), ergänzt um die Darstellung der sensorischen Produktqualität sowie der Fettsäuren im Schinkenspeck und intramuskulären Fett.

¹ Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, D-23847 Westerau,
E-Mail: friedrich.weissmann@ti.bund.de

² Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, E.-C.-Baumann-Str. 20,
D-95326 Kulmbach, E-Mail: aneka.bauer@mri.bund.de, irina.dederer@mri.bund.de

Summary

Fattening of heavy pigs in organic production systems for dry fermented sausage manufacturing as a possible strategy to preserve old, endangered breeds

For dry fermented sausage production, castrated heavy pigs of > 160 kg live weight are used due to the required fat quantity and quality. Today, most organic production systems use modern hybrids (Hy) with often insufficient fat features. The use of endangered breeds with high body fat synthesis capacity, e.g. Saddleback (Sa), could be an alternative with the additional benefit of maintaining biodiversity.

In this study with a total of 132 castrates, the effects of 3 genotypes (Sa, Piétrain * Sa (PiSa), Hy) and 2 roughage sources (grass-clover silage, straw) on performance (PF), fatty acid pattern (FAP), carcass (CQ)-, meat (MQ)- and product-quality (PQ) of dry fermented sausage were analysed (SCHWALM et al., 2013a und 2013b). It is found that PF, CQ, MQ, and FAP are significantly influenced by the genotype but not by the roughage. Hy showed the best and Sa the poorest PF. Concerning MQ, there were no important differences between the genotypes, but Sa seemed to fit best for dry fermented sausage production in terms of CQ, FAP and PQ in contrast to Hy. PiSa always ranked in the middle.

It is concluded that crossbreeding of Sa with a modern sire line seems to be the best way to ensure the survival of an old, endangered pig breed via value creation by producing a premium pork speciality like dry fermented sausage.

Keywords: Saddleback, performance, carcass quality, meat quality, fatty acid pattern, dry fermented sausage

1 Einleitung

Bei der Erzeugung von regionalen Schweinefleischspezialitäten werden in vielen Regionen Europas schwere Schweine verwendet. Es werden meistens kastrierte männliche Tiere einer modernen Hybridlinie genutzt, die erst mit einem Lebendgewicht von ca. 160 kg geschlachtet werden, da in dieser hohen Gewichtsklasse die Fleisch- und Fettqualität am besten für die Verarbeitung zu z.B. langgereifter Rohwurst geeignet sind (BURGSTALLER et al., 1992; BELLOF und BURGSTALLER, 1992; HAASE, 2013; FISCHER et al., 2006a).

Insbesondere bei der Herstellung von Schweinefleischspezialitäten im Premiumsegment (z.B. langgereifte Rohwurst), bei denen der gesamte Schlachtkörper Verwendung findet, werden jedoch Fettmengen und -qualitäten benötigt, die von den modernen Hybridtieren oft nicht erreicht werden (FISCHER et al., 2006a). Neben der ausreichenden Fettmenge ist hier insbesondere ein kerniger Speck gefragt, der sich durch einen niedrigen Anteil mehrfach-ungesättigter Fettsäuren (< 12–15%) auszeichnet (WARNANTS et al., 1996; BEE, 2004; FISCHER et al., 2006b). Für alte Rassen (z.B. Sattelschwein) mit ihrem erhöhten Fettansatzvermögen und vorteilhafter Fettzusammensetzung durch eine intensive de-novo-Fettsynthese (NÜRNBERG et al., 1998) könnte sich hier eine Chance bieten. Darüber hinaus könnte die Wertschöpfung in einer solchen Nische einen Beitrag zu deren Erhaltung leisten.

Vor diesem Hintergrund wurden in einem EU-Projekt (LOWINPUTBREEDS FP7-CP-IP 222623, www.lowinputbreeds.org) drei in ihrem Proteinansatzvermögen unterschiedliche Genotypen bei der Mast als schwere Schweine unter ökologischen Haltungsbedingungen auf Aspekte der Mastleistung, Schlachtkörper-, Fleisch-, Fett- und Produktqualität (langgereifte Rohwurst) sowie Wirtschaftlichkeit überprüft. Zusätzlich zur geneti-

schon Herkunft wurde der Einfluss zweier unterschiedlicher Raufutter auf die oben genannten Merkmale untersucht, da die Raufuttervorlage in der ökologischen Monogastrierfütterung vorgeschrieben ist (EU-Öko-VO 889/2008) (SCHWALM et al., 2013a und 2013b).

2 Material und Methoden

2.1 Tiere & Haltung

Der Versuch wurde auf dem öko-zertifizierten Versuchsbetrieb des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau in Trenthorst/Wulmenau mit jeweils einem Durchgang in 2010/2011 (n = 69 Tiere) und 2011/2012 (n = 65 Tiere) durchgeführt.

Die 134 Tiere teilten sich auf 3 unterschiedliche Genotypen mit unterschiedlicher Klassifikation des Proteinansatzvermögens auf: Sattelschweine (Sa) – gering; Piétrain * Sa (PiSa) – mittel; Hybridschwein (Pi * Duroc)*(DL * DE) (Hy) – hoch. Sa rekrutierte sich aus 12 Würfen, PiSa aus 10 und Hy aus 10. Die Endstufeneber der Kreuzungstiere wurden über Künstliche Besamung (AI) eingesetzt, wobei Pi homozygot negativ im MHS-Locus war. Zwei Sattelschweine schieden aus nicht versuchsbedingten Gründen (Pneumonien) in der Vormast aus. Jedem der 3 Genotypen wurde Klee-Gras-Silage (KGS) und Stroh (Str) als Raufutter gereicht. Daraus ergaben sich 6 Behandlungen mit folgenden Tierzahlen: (i) Sa/KGS: n = 25, (ii) Sa/Str: n = 21, (iii) PiSa/KGS: n = 21, (iv) PiSa/Str: n = 21, (v) Hy/KGS: n = 22 und (vi) Hy/Str: n = 22. Diese teilten sich etwa hälftig auf die beiden Durchgänge auf. Sämtliche Tiere waren Einzeltier gekennzeichnet.

Gemäß der in Deutschland verbreiteten „guten fachlichen Praxis“ wurden ausschließlich Kastraten genutzt, da vom Zyklusgeschehen weiblicher Tiere negative Auswirkungen auf die Rohwurstqualität erwartet werden; wodurch es darüber hinaus auch zu Störungen im allgemeinen Produktionsablauf kommt, da u. a. der Schlachtzeitpunkt nicht frei wählbar ist (EUFEN, 2010). Dies steht allerdings im Gegensatz zu CALVO et al. (2010), die beim Vergleich Östrus- vs. Nicht-Östrus-Bedingungen zum Schlachtzeitpunkt keine signifikanten Unterschiede bei einer Reihe von Fleischqualitätskriterien fanden.

Die Aufstallung erfolgte in Übereinstimmung mit der entsprechenden EU-Öko-Verordnung (EU-Öko-VO 889/2008). Je Bucht wurden 10–11 Kastraten mit Einzeltierkennzeichnung aufgestellt bei einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1. Im Stallinneren standen 1,5 m² pro Tier und im Auslauf 1,2 m² pro Tier als planbefestigte Fläche zur Verfügung. Beide Kompartimente wurden mit Stroh eingestreut. Eine Bucht war jeweils mit einer Behandlung belegt.

Das pelletierte Konzentratfutter bestand aus Rationskomponenten 100% ökologischer Herkunft. Die Zusammensetzung und wesentlichen Inhaltsstoffe des Vor- und Endmastfutters zeigt Tabelle 1. Beide wurden hinsichtlich des Energiegehaltes und des Gehaltes an der erst-limitierenden Aminosäure Lysin optimiert. Eine Analyse der Fettsäuren fand nicht statt. Der Wechsel von Vor- auf Endmast erfolgte bei einer mittleren Lebendmasse von rund 70 kg. Das Futter wurde semi-ad libitum zugeteilt und folgte einer Lebendmasse abhängigen Futterkurve mit einem maximalen Futterrest von 1 kg pro Bucht und Mahlzeit. Für die Futterzuteilung kam ein mobiler Futterwagen mit integrierter elektronischer Waage (Fa. Vliebo, Niederlande) zum Einsatz.

Das Raufutter (Klee-Gras-Silage, Stroh) wurde in einer gesonderten Raufe pro Bucht gereicht. Die Klee-Gras-Silage ist wie folgt charakterisiert: Trockenmasse (TM): 31,7% (VK 11,7%), Rohprotein: 15,9% i. d. TM (VK 6,6%), Rohfaser: 22,8% i. d. TM (VK 13,9%). Sie wurde täglich mit einem Mittel von 0,9 kg Frischmasse je Tier vorgelegt. Ein höheres Angebot führte zu stärkeren Futterverlusten. Die Futteraufnahme wurde nicht

Tab. 1. Charakterisierung des Konzentratfutters (Mittelwert (Standardabweichung))
Characterization of the concentrate diets (mean value (standard deviation))

Proben	n	Vormastperiode	Endmastperiode
		6	6
Wintergerste	%	27,0	33,5
Triticale	%	25,5	22,0
Erbsen	%	15,0	25,0
Ackerbohnen	%	15,0	13,0
Sojakuchen	%	9,0	–
Sonnenblumenkuchen	%	6,0	4,5
Mineralfutter	%	2,5	2,0
Gesamt	%	100	100
Umsetzbare Energie, UE	MJ/kg	13,2 (0,24)	12,2 (0,20)
Rohprotein	g/kg	180,0 (18,05)	151,0 (15,25)
Lysin	g/kg	10,9 (0,96)	8,2 (0,80)
Lysin-UE-Quotient		0,83 (0,09)	0,67 (0,09)

bestimmt. Daher entsprechen die erfassten Werte nur den vorgelegten, nicht aber den verzehrten Mengen an Klee-Gras-Silage. Ein spezieller Strohverzehr aus den Raufen wurde nicht beobachtet. Das Stroh wurde offensichtlich verspielt und die Raufen nach vollständiger Entleerung wieder befüllt. Es erfolgte weder eine quantitative Erfassung noch eine qualitative Analytik.

2.2 Wursthherstellung

Am Tag nach der Schlachtung wurden von jedem zweiten Schwein pro Behandlung und Durchgang aus der gekühlten rechten Schlachthälfte die Unterschale inkl. Schwanzrolle ohne Tafelspitz mit einem Gesamtgewicht von ca. 2 kg und rund 500 g Rückenspeck für die Herstellung der langgereiften Rohwurst gewonnen und bei -20°C bis zum Ende des jeweiligen Durchgangs gelagert.

Die Würste wurden im MRI Kulmbach im Anschluss an das Durchgangsende hergestellt. Sie basierten ausschließlich auf Speck und Fleisch der Versuchstiere. Die Würste wurden 5 Wochen gereift, anschließend Vakuum verpackt und für zwei Monate bei 12°C gelagert; für weitere Details hinsichtlich Wurstrezeptur und Reifungsbedingungen vergleiche SCHWALM et al. (2013a).

2.3 Datenerfassung & Analytik

Die Mastperiode aller Tiere startete bei einer mittleren Lebendmasse (LM) von 26,2 kg (VK 24%) und endete im Mittel bei 164,1 kg LM (VK 3%). Sobald die Tiere eine LM von > 159 kg erreichten, wurden sie i.d.R. in der Folgewoche in einem 10 km entfernten Familienbetrieb nach einer Wartezeit von max. 45 min nach Zangen-Elektrobetäubung geschlachtet.

Die Datenerfassung zur Mastleistung umfasste Lebendmasseentwicklung, Futteraufnahme und Futterverwertung jeweils für die Vor-, End- und Gesamtmastphase. Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn, im weiteren Verlauf vierwöchentlich und gegen Mastende wöchentlich gewogen. Die Futteraufnahme in Form der täglich vorgelegten Menge an Konzentratfutter und Klee-Gras-Silage (ohne Rückwiegung der Futterreste) wurde als Mittelwert der jeweiligen Bucht für die Vor-, End- und Gesamtmastperiode kalkuliert.

Die Datenerhebung zur Schlachtkörperqualität folgte dem Prozedere der deutschen Leistungsprüfungsanstalten (ZDS, 2007). Die Ausschachtung wurde auf Basis des Warm-Schlachtgewichtes und der Lebendmasse zu Versuchsende vom Vortag berechnet. Am Tag nach der Schlachtung wurden die Fleisch- und Fettmaße an der gekühlten linken Schlachtkörperhälfte erfasst. Die Messung der Fettdicken erfolgte mit Hilfe einer händischen Schiebellehre mit einer Kommastelle. Die Fleisch- und Fettflächen wurden mittels standardisierter Photographie und PC gestützter Planimetrie durch SCAN-STAR K von Matthäus® dokumentiert. Die genauen Probenlokalisationen sind in Tabelle 2 beschrieben.

Die Datenerfassung zur Fleischqualität an der gekühlten linken Hälfte folgte ebenfalls den Richtlinien der deutschen Leistungsprüfungsanstalten (ZDS, 2007). Die physikalischen Fleischqualitätskriterien pH₂₄ (Portamess 911, Knick®) und elektrische Leitfähigkeit – LF₂₄ (LF-star, Matthäus®) wurden 24 h post mortem gemessen. Die Probenahme zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes im Rückenmuskel (13. Rippe) erfolgte 24 h post mortem durch eine mediale und laterale Entnahme mit einem runden Probenstecher (2,7 cm Hülsendurchmesser; 2,9 cm Hülsentiefe). Die Proben wurden in Tropfsaftkollektoren (Sarstedt®) überführt und für 24 h in einem Kühlschranks bei 8°C gelagert. Der Tropfsaftverlust wurde für die Zeitspanne 24 – 48 h post mortem als Mittelwert aus dem medialen und lateralen Probenstück dargestellt. Die genauen Probenlokalisationen sind in Tabelle 3 beschrieben.

Der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) im *M. long. dorsi* (13. Rippe) wurde vom MRI Kulmbach mittels Nah-Infrarot-Transmissionsspektroskopie (FoodScan, Foss®) geschätzt. Die zu Grunde liegende Kalibrierung reichte von 0,58% bis 8,74% IMF und deckte somit die Bandbreite der Versuchswerte ab. Zur Verifizierung der Schätzwerte wurden 15% der Proben zusätzlich nass-chemisch (ohne vorherigen HCl-Auflösung) gemäß einer modifizierten § 64-Methode des deutschen Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuches analysiert (LFGB, 2011a).

Die Fettsäuren wurden im Rücken- und Schinkenspeck sowie im intramuskulären Fett (genaue Lokalisation siehe Tab. 3) vom MRI Kulmbach bestimmt. Die Analyse erfolgte gaschromatographisch (Hewlett Packard 6890®) mit einer J&W Scientific DB-23 Kapillare (60 m × 0,25 mm, i.D. 0,25 µm, Agilent Technologies®, US) und einem Flammenionisationsdetektor. Die Probenvorbereitung folgte der Methodik von SCHULTE und WEBER (1989). Fettsäurenkonzentrationen < 0,5% wurden nicht berücksichtigt.

Die Analyse der Produktqualität der langgereiften Rohwurst erfolgte durch das MRI Kulmbach.

Der pH-Wert (pH-Meter 625 Climatic, Knick®) und die Wasseraktivität – a_w-Wert – (AWK-10 Hygrometer, Nagy®) wurden während der Reifezeit wöchentlich ab Herstellung (Tag 0) bis Ende der Reifezeit nach 5 Wochen gemessen. Sie werden als Mittelwert aus 3 Wiederholungsmessungen an jeweils einer Wurst pro Durchgang, pro Behandlung und pro Probenahmezeitpunkt dargestellt; in dieser Veröffentlichung für den Tag 0 und das Ende der Reifezeit.

Die Festigkeitsmessung (Instron 1140, Instron®) erfolgte am Ende der Reifezeit in 10 nicht direkt benachbarten Scheiben (10 mm Höhe, 12,3 mm Durchmesser, 76% Kompression, 20°C) und wird als deren Mittelwert aus jeweils einer Wurst pro Durchgang und pro Behandlung dargestellt.

Die Rohnährstoffe und der Bindegewebsanteil wurden am Ende der Reifezeit gemäß der § 64-Methode des deutschen Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuches in einer Wurst pro Durchgang und pro Behandlung analysiert (LFGB, 2011b).

Das Fettsäuremuster wurde nur im ersten Durchgang in einer Wurst pro Behandlung zum Ende der Reifezeit gemäß der oben beschriebenen Methode analysiert. Bei den Hybriden konnte nur die Strohvariante analysiert werden.

Die Fettstabilität wurde anhand der TBARS-Methode (2-Thiobarbitursäure reaktive Substanz; ausgedrückt als mg Malonaldehyd/kg Wurst) gemäß BOTSOGLOU et al. (1994) am Ende der fünf-wöchigen Reifezeit und der sich anschließenden zwei-monatigen Lagerung an einer Wurst pro Durchgang, pro Behandlung und pro Probenahmezeitpunkt bestimmt.

Die sensorische Bewertung der Wurstproben folgte dem Prüfschema der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG, 2010). Ein trainiertes Panel von drei Personen bewertete die Kriterien (i) Aussehen, (ii) Konsistenz, (iii) Aroma und (iv) Geschmack in Form eines 5-Punkte-Schemas (1 = am schlechtesten, 5 = am besten) zum Ende der Reifezeit (5 Wochen) und zum Ende der Lagerungszeit (2 Monate). Darüber hinaus wurde der Gesamteindruck als gewichtetes Mittel aus den vier o. g. Kriterien jeweils zu den beiden Terminen ermittelt. Bei den entsprechenden Punktbewertungen zu den oben aufgeführten fünf Kriterien handelt es sich um Konsenswerte der drei Prüfer und nicht um das jeweilige arithmetische Mittel aus den drei Einzelbewertungen der Prüfer. Die fünf Kriterien wurden an einer Wurst pro Durchgang, pro Behandlung und pro Probenahmezeitpunkt ermittelt.

2.4 Statistische Überprüfung

Die statistische Überprüfung der Daten zur Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität sowie zum Fettsäuremuster erfolgte durch ein varianzanalytisches Model (Proc GLM, SAS®, Version 9.2) mit den fixen Effekten Durchgang, Genotyp, Raufutter sowie Genotyp*-Raufutter-Interaktion.

Bei der Futteraufnahme und der Futtermittelverwertung in der Vor-, End- und Gesamtmastperiode diente die mittlere Lebendmasse pro Bucht zu dem jeweiligen Periodenbeginn als Covariable. Bei der auf Einzeltierbasis erhobenen Lebendmasseentwicklung kam die Lebendmasse (ausgedrückt als Differenz zum Mittel des jeweiligen Genotyps) zum jeweiligen Periodenbeginn von Vor-, End- und Gesamtmast als Covariable zum Einsatz. Für die Schlachtkörperqualitätsmerkmale mit Ausnahme der Ausschachtung sowie beim intramuskulären Fettgehalt und Fettsäuremuster diente das Schlachtgewicht (ausgedrückt als Differenz zum Mittel des jeweiligen Genotyps) als Covariable. Die restlichen Fleischqualitätskriterien wurden ohne Covariablen kalkuliert. Die statistische Überprüfung der entsprechenden LSQ-Mittelwerte erfolgte mit dem Tukey-Kramer-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$.

Die Qualitätskriterien der langgereiften Rohwurst werden nur deskriptiv als Mittelwert (einschließlich Standardabweichung) dargestellt, da die Datenstruktur (vergl. M&M, Analyse der Produktqualität) weder eine Varianzanalyse noch einen Mittelwertvergleich zulässt.

3 Ergebnisse

Nahezu sämtliche Kriterien der Mastleistung sowie Schlachtkörper-, Fleisch- und Fettqualität wurden vom Genotyp signifikant bis höchst-signifikant beeinflusst, während für

das Raufutter nur in vier Fällen ein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte. Deren Interaktion trat nur in zwei Fällen auf. Bis auf ein paar wenige Ausnahmen blieb auch der Durchgang ohne Effekt.

Bei der Mastleistung (Tab. 2) zeigen die Sattelschweine eine um 23% niedrigere tägliche Zunahme in der Vor- und Endmast, was zu einer rund 22% längeren Mastdauer führte. Die Futterverwertung (bei gleicher Futterzuteilung über alle Behandlungen; Daten nicht dargestellt) fällt dadurch bei den Sattelschweinen im Verlauf der Vor- und

Tab. 2. Mastleistung und Schlachtkörperqualität von schweren Schweinen in Abhängigkeit der genetischen Herkunft und der Raufutterquelle (LSQM)
Growth performance and carcass quality of heavy pigs by genotype and roughage source (LSQM)

	Genotyp ¹⁾			Raufutter	
	Hy	PiSa	Sa	KGS ²⁾	Stroh
Anzahl Tiere (Buchten) [n]	44 (4)	42 (4)	46 (5)	70 (7)	62 (6)
Mastleistung					
Mastdauer [d]	173,6 ^c	199,9 ^b	221,3 ^a	195,7	200,9
Futterverwertung ³⁾ [kg Konzentratfutter/kg Lebendmassezunahme] in der					
– Vormastperiode	2,91 ^b	3,02 ^b	3,58 ^a	3,14	3,20
– Endmastperiode	3,87	4,55	4,88	4,39	4,48
– Gesamtmastperiode	3,64 ^b	4,01 ^{ab}	4,42 ^a	4,00	4,04
Tägliche Zunahme [g/Tier] in der					
– Vormastperiode	804 ^a	752 ^a	551 ^b	724	681
– Endmastperiode	818 ^a	691 ^b	650 ^b	721	718
– Gesamtmastperiode	804 ^a	707 ^b	634 ^c	719	711
Schlachtkörperqualität					
Schlachtgewicht, warm [kg]	129,5	128,9	126,7	128,0	128,7
Ausschlachtung [%]	78,2 ^{ab}	78,9 ^a	77,5 ^b	78,1	78,4
Fettmaß B. (dünnste Stelle lateral des <i>M. long. dorsi</i> , 13. Rippe) [cm]	1,9 ^c	2,8 ^b	4,3 ^a	3,0	3,1
Fleischfläche (<i>M. long. dorsi</i> , 13. Rippe) [cm ²]	58,19 ^a	52,57 ^b	39,22 ^c	50,41	49,58
Fettfläche (<i>M. long. dorsi</i> , 13. Rippe) [cm ²]	28,21 ^c	39,01 ^b	52,25 ^a	38,70 ^y	40,95 ^x
Fleisch-Fett-Verhältnis [Fettfläche/Fleischfläche]	0,49 ^c	0,75 ^b	1,36 ^a	0,85	0,89

1) Hy = moderner Hybride, PiSa = Piétrain * Sattelschwein, Sa = Sattelschwein

2) KGS = Klee-Gras-Silage

3) kalkuliert auf Buchtenbasis

a, b, c unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Genotyp zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

x, y unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Raufutter zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

Gesamtmastperiode um rund 21% schlechter aus, während in der Endmast zwischen den Genotypen kein statistisch gesicherter Unterschied besteht. Die Ergebnisse der PiSa-Kreuzungen rangieren jeweils dazwischen.

Die ausgewählten Kriterien der Schlachtkörperqualität (Tab. 2) demonstrieren den höchsten Körperfettansatz bei den Sattelschweinen. Im Vergleich zu den Masthybriden fällt das Fettmaß B um den Faktor 2,3 stärker aus, die Muskelfläche ist um 33% vermindert und die Fettfläche fast verdoppelt, woraus ein um den Faktor 2,8 weiteres Fleisch-Fett-Verhältnis resultiert. Die PiSa-Kreuzungen nehmen jeweils eine Zwischenstellung ein.

Ausgewählte Merkmale der Fleischqualität zeigt Tabelle 3. Die LF_{24} -Werte belegen das Fehlen von PSE-Konditionen und die pH_{24} -Werte die Abwesenheit von DFD-Abweichungen, wobei die Unterschiede zwischen den Genotypen bzw. den Raufuttervarianten bedeutungslos sind. Dagegen weisen die Sattelschweine einen um 27% geringeren Tropfsaftverlust im Vergleich zum Mittelwert aus Hybriden und PiSa-Einfachkreuzungen auf. Der intramuskuläre Fettgehalt der reingezüchteten Sattelschweine fällt um 21% höher aus als bei den PiSa-Tieren, wogegen sich die Hybriden von den beiden anderen Genotypen nicht statistisch gesichert unterscheiden.

Die Fettqualität in Form des Fettsäuremusters ist in den Tabellen 3–5 dargestellt. Bei den Sattelschweinen sind sowohl im Rückenspeck (Tab. 4), als auch im intramuskulären Fett (Tab. 3) die Gehalte an mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (PUFA) signifikant am niedrigsten und die der gesättigten Fettsäuren (SFA) am höchsten. Bei den einfach-ungesättigten Fettsäuren (MUFA) im Rückenspeck (Tab. 4) konnte zwischen Sattelschweinen und den PiSa-Kreuzungen kein Unterschied festgestellt werden. Beide Gruppen hatten aber signifikant höhere Werte als die Hybriden. Die signifikanten Unterschiede im Rückenspeck zwischen den Raufuttervarianten beruhen bei den MUFA auf der Ölsäure (C18:1cis9) und bei den PUFA auf der Linolsäure (C18:2n6) sowie der Linolensäure (C18:3n3). Entgegen den Ergebnissen im Rückenspeck wiesen die Sattelschweine im Schinkenspeck (Tab. 5) zusammen mit den PiSa-Kreuzungen die signifikant am niedrigsten Anteile an SFA auf.

Die Tabellen 6 und 7 enthalten ausgewählte Ergebnisse zur Produktqualität der langgereiften Rohwürste.

Bei den physikalischen Kriterien pH-Wert und Wasserbindung (Tab. 6) scheinen keine Unterschiede zwischen den Genotypen und Raufuttervarianten zu bestehen. Im Verlauf der Reifung ist ein produkttypischer Abfall im pH-Wert und im freien Wasser (a_w) festzustellen. Die Rohwurst aus der Sattelschweinherkunft besitzt tendenziell eine etwas höhere Festigkeit (Tab. 6).

Die Nährstoffzusammensetzung der Rohwürste (Tab. 6) unterscheidet sich nicht nennenswert zwischen den Raufuttervarianten. Bei der Betrachtung der genetischen Herkunft besteht die Tendenz, dass die Sattelschweinherkunft für den höchsten Rohfettgehalt in der Rohwurst und korrespondierend dazu für den höchsten Trockensubstanz- und geringsten Rohproteinanteil sorgt. Beim Fettsäuremuster (Tab. 6) scheint bei den PUFA-Gehalt eine abnehmende Tendenz von der Hybridherkunft über die Einfachkreuzungen zur Sattelschweinherkunft zu bestehen. Ebenso scheint die Rohwurst aus den Klee-Gras-Silage-Gruppen einen etwas höheren PUFA-Gehalt zu besitzen. Die TBARS-Werte zum Fettverderb (Tab. 6) fallen bei den Hybridherkünften am höchsten und bei den Sattelschweinherkünften am geringsten aus. Bis auf die Rohwürste aus den PiSa-Herkünften steigen die Werte zum Ende der Lagerzeit an und weisen damit auf eine erhöhte Fettoxidation bzw. einen zunehmenden Fettverderb hin.

Die sensorischen Beurteilungen der langgereiften Rohwürste (Tab. 7) bewegen sich in sämtlichen Kriterien, unabhängig von der Unterteilung nach genetischer oder Raufutter-Herkunft, oberhalb des Mittelwertes und signalisieren damit eine geringfügig

Tab. 3. Fleischqualität und Fettsäuremuster im intramuskulären Fett von schweren Schweinen in Abhängigkeit der genetischen Herkunft und der Raufutterquelle (LSQM)
Meat quality characteristics and fatty acid pattern of intramuscular fat (M. long. dorsi, 13th rib) of heavy pigs by genotype and roughage source (LSQM)

	Genotyp ¹⁾			Raufutter	
	Hy	PISa	Sa	KGS ²⁾	Stroh
Anzahl Tiere [n]	44	42	46	70	62
Fleischqualität					
LF ₂₄ ³⁾ (M. long. dorsi, 13./14. Rippe) [mS/cm]	2,22	2,20	2,05	2,27	2,04
pH ₂₄ (M. long. dorsi, 13. Rippe)	5,53 ^a	5,47 ^b	5,54 ^a	5,53 ^x	5,49 ^y
Tropfsaftverlust (M. long. dorsi, 14. Rippe) [%]	6,24 ^a	6,30 ^a	4,56 ^b	5,46	5,93
Intramuskulärer Fettgehalt (M. long. dorsi, 13. Rippe) [%]	2,64 ^{ab}	2,57 ^b	3,11 ^a	2,68	2,87
Fettsäuremuster im intramuskulären Fett (M. long. dorsi, 13. Rippe)					
Gesättigte Fettsäuren (SFA)					
C14:0, Myristinsäure [%]	1,21	1,23	1,26	1,23	1,23
C16:0, Palmitinsäure [%]	23,13	23,12	23,50	23,26	23,23
C18:0, Stearinsäure [%]	11,45	11,31	11,66	11,48	11,47
Σ SFA ⁴⁾ [%]	36,42 ^{ab}	36,27 ^b	37,07 ^a	36,58	36,59
Einfach-ungesättigte Fettsäuren (MUFA)					
C16:1cis9, Palmitoleinsäure [%]	3,30 ^b	3,50 ^a	3,38 ^{ab}	3,42	3,37
C18:1trans9, Elaidinsäure [%]	0,69	0,67	0,66	0,66 ^y	0,69 ^x
C18:1cis9, Ölsäure [%]	42,70 ^a	41,89 ^b	42,89 ^a	42,23	42,74
C18:1cis11, Octadecensäure [%]	4,42	4,51	4,45	4,45	4,47
C20:1, Eicosensäure [%]	0,96	0,93	0,93	0,90 ^y	0,98 ^x
Σ MUFA ⁴⁾ [%]	53,87	53,60	54,20	53,73	54,05
Mehrfach-ungesättigte Fettsäuren (PUFA)					
C18:2n6, Linolsäure [%]	6,56 ^a	6,93 ^a	5,86 ^b	6,55	6,35
C18:3n3, Linolensäure [%]	0,38 ^a	0,35 ^c	0,33 ^b	0,38 ^x	0,32 ^y
C20:2, Eicosadiensäure [%]	0,26 ^a	0,25 ^{ab}	0,23 ^b	0,24 ^b	0,26 ^a
C20:4n6, Arachidonsäure [%]	1,41 ^{ab}	1,47 ^a	1,26 ^b	1,40	1,36
Σ PUFA ⁴⁾ [%]	9,28 ^a	9,64 ^a	8,23 ^b	9,24	8,86

¹⁾ Hy = moderner Hybride, PISa = Piétrain * Sattelschwein, Sa = Sattelschwein

²⁾ KGS = Klee-Gras-Silage

³⁾ Elektrische Leitfähigkeit 24 h post mortem

⁴⁾ Die Summe kann die Aufsummierung der in der Tabelle dargestellten, dazugehörigen Einzelfettsäuren übersteigen, da sie sämtliche relevanten Fettsäuren des entsprechenden Analysenganges enthält.
^{a, b, c} unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Genotyp zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

^{x, y} unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Raufutter zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

Tab. 4. Fettsäuremuster im Rückenspeck (äußere Schicht ohne Schwarte, 13. Rippe) von schweren Schweinen in Abhängigkeit der genetischen Herkunft und der Raufutterquelle (LSQM)
Fatty acid pattern of subcutaneous back fat (outer layer without ring, 13th rin) of heavy pigs by genotype and roughage source (LSQM)

	Genotyp ¹⁾			Raufutter	
	Hy	PiSa	Sa	KGS ²⁾	Stroh
Anzahl Tiere [n]	44	42	46	70	62
Gesättigte Fettsäuren (SFA)					
C14:0, Myristinsäure [%]	1,20 ^b	1,30 ^a	1,31 ^a	1,28	1,27
C16:0, Palmitinsäure [%]	21,66 ^c	22,46 ^b	22,96 ^a	22,42	22,30
C18:0, Stearinsäure [%]	12,00 ^b	12,04 ^b	12,55 ^a	12,32	12,07
Σ SFA ³⁾ [%]	35,84 ^c	36,72 ^b	37,79 ^a	36,95	36,62
Einfach-ungesättigte Fettsäuren (MUFA)					
C16:1cis9, Palmitoleinsäure [%]	1,93	1,98	1,99	1,95	1,98
C18:1cis9, Ölsäure [%]	42,13 ^b	43,24 ^a	43,46 ^a	42,63 ^y	43,25 ^x
C18:1cis11, Octadecensäure [%]	2,71 ^b	2,81 ^{ab}	2,85 ^a	2,76	2,83
C20:1, Eicosensäure [%]	1,13 ^b	1,23 ^a	1,19 ^{ab}	1,17	1,19
Σ MUFA ³⁾ [%]	48,63 ^b	49,87 ^a	50,18 ^a	49,18 ^y	49,94 ^x
Mehrfach-ungesättigte Fettsäuren (PUFA)					
C18:2n6, Linolsäure [%]	12,29 ^a	10,50 ^b	9,37 ^c	10,87 ^x	10,56 ^y
C18:3n3, Linolensäure [%]	1,30 ^a	1,11 ^b	1,02 ^c	1,21 ^x	1,08 ^y
C20:2, Eicosadiensäure [%]	0,69 ^a	0,63 ^b	0,55 ^c	0,63	0,62
Σ PUFA ³⁾ [%]	15,38 ^a	13,26 ^b	11,89 ^c	13,74 ^x	13,28 ^y

¹⁾ Hy = moderner Hybride, PiSa = Piétrain * Sattelschwein, Sa = Sattelschwein

²⁾ KGS = Klee-Gras-Silage

³⁾ Die Summe kann die Aufsummierung der in der Tabelle dargestellten, dazugehörigen Einzelfettsäuren übersteigen, da sie sämtliche relevanten Fettsäuren des entsprechenden Analysenganges enthält.

^{a, b, c} unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Genotyp zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

^{x, y} unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Raufutter zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

überdurchschnittliche Qualität. Während zwischen den Raufuttervarianten keine Unterschiede bestehen, erscheint bei der genotypischen Aufgliederung die reinrassige Sattelschweinerkunft tendenziell die sensorisch am besten beurteilten Rohwürste zu liefern. Die zwei-monatige Lagerzeit hat offensichtlich zu keiner nennenswerten Verschlechterung in der sensorischen Beurteilung geführt.

Tab. 5. Fettsäuremuster im Schinkenspeck (Fettauflage ohne Schwarte oberhalb *Musculus semimembranosus*) von schweren Schweinen in Abhängigkeit der genetischen Herkunft und der Raufutterquelle (LSQM)
Fatty acid pattern of ham fat (fat cover above Musculus semimembranosus without rind) of heavy pigs by genotype and roughage source (LSQM)

	Genotyp ¹⁾			Raufutter	
	Hy	PiSa	Sa	KGS ²⁾	Stroh
Anzahl Tiere [n]	44	42	46	70	62
Gesättigte Fettsäuren (SFA)					
C14:0, Myristinsäure [%]	1,41	1,45	1,42	1,43	1,42
C16:0, Palmitinsäure [%]	23,62	23,48	23,62	23,51	23,64
C18:0, Stearinsäure [%]	12,74 ^a	11,63 ^b	11,70 ^b	12,01	12,04
Σ SFA ³⁾ [%]	38,65 ^a	37,38 ^b	37,62 ^b	37,81	37,95
Einfach-ungesättigte Fettsäuren (MUFA)					
C16:1cis9, Palmitoleinsäure [%]	2,30 ^b	2,54 ^a	2,49 ^a	2,43	2,46
C18:1cis9, Ölsäure [%]	41,46 ^c	42,71 ^b	44,08 ^a	42,64	42,86
C18:1cis11, Octadecensäure [%]	2,95 ^b	3,24 ^a	3,33 ^a	3,15	3,20
C20:1, Eicosensäure [%]	1,01 ^c	1,07 ^b	1,14 ^a	1,07	1,08
Σ MUFA ³⁾ [%]	44,95 ^b	50,06 ^a	52,65 ^a	48,26	50,18
Mehrfach-ungesättigte Fettsäuren (PUFA)					
C18:2n6, Linolsäure [%]	10,31 ^a	9,83 ^b	8,25 ^c	9,61 ^x	9,31 ^y
C18:3n3, Linolensäure [%]	1,12 ^a	1,05 ^b	0,92 ^c	1,10 ^x	0,95 ^y
C20:2, Eicosadiensäure [%]	0,51 ^a	0,50 ^a	0,45 ^b	0,49	0,48
Σ PUFA ³⁾ [%]	11,96 ^a	12,31 ^a	10,78	11,70	11,67

¹⁾ Hy = moderner Hybride, PiSa = Piétrain * Sattelschwein, Sa = Sattelschwein

²⁾ KGS = Klee-Gras-Silage

³⁾ Die Summe kann die Aufsummierung der in der Tabelle dargestellten, dazugehörigen Einzel Fettsäuren übersteigen, da sie sämtliche relevanten Fettsäuren des entsprechenden Analysenganges enthält.

^{a, b, c} unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Genotyp zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

^{x, y} unterschiedliche Indizes innerhalb Zeile und Raufutter zeigen signifikante ($p < 0,05$) Differenzen (Tukey-Kramer-Test)

4 Diskussion

Die Raufuttervariante zeigte im Gegensatz zum Genotyp mit wenigen Ausnahmen keinen statistisch abzusichernden Einfluss auf die Mastleistung, die Schlachtkörperqualität und die Fleischqualitätsmerkmale. Aus der Literatur ist bekannt, dass die Aufnahme von

Tab. 6. Physikalisch-chemische Merkmale der Produktqualität langgereifter Rohwurst von schweren Schweinen in Abhängigkeit der genetischen Herkunft und der Raufutterquelle (Mittelwert (mv) und Standardabweichung (sd))
Physical and chemical product quality traits of dry fermented sausages from meat of heavy pigs by genotype and roughage source (mean value (mv) and standard deviation (sd))

	Genotyp ¹⁾						Raufutter			
	Hy		PiSa		Sa		KGS ²⁾		Stroh	
	mv	sd	mv	sd	mv	sd	mv	sd	mv	sd
Physikalische Kriterien										
– am Herstellungstag										
pH	5,53	0,03	5,52	0,03	5,60	0,08	5,54	0,06	5,56	0,07
Wasseraktivität, a _w	0,95	0,00	0,95	0,00	0,95	0,01	0,95	0,00	0,95	0,01
– am Ende der Reifepériode (5. Woche)										
pH	5,19	0,11	5,18	0,04	5,38	0,16	5,27	0,14	5,19	0,12
Wasseraktivität, a _w	0,89	0,03	0,88	0,02	0,88	0,03	0,88	0,03	0,88	0,02
Festigkeit [N]	31,0	9,3	27,6	6,6	42,2	6,9	33,2	11,3	32,8	7,0
Chemische Kriterien										
– am Ende der Reifepériode (5. Woche)										
Wasser [%]	32,3	2,1	30,4	1,9	28,7	2,5	30,5	2,8	30,4	2,0
Rohfett [%]	35,0	1,1	39,1	3,5	41,6	4,5	38,4	4,0	38,9	4,7
Rohprotein [%]	26,7	2,7	24,8	1,6	23,1	3,2	24,9	2,6	24,7	3,0
Bindegewebe [%]	1,6	0,2	1,2	0,1	1,4	0,1	1,4	0,3	1,3	0,1
Rohasche [%]	5,3	0,6	5,1	0,3	5,0	0,2	5,1	0,3	5,2	0,5
SFA ³⁾ [%]	37,57	–	39,21	0,16	39,41	1,07	38,44	0,79	39,75	0,59
MUFA ⁴⁾ [%]	47,61	–	49,19	0,11	49,63	0,59	48,92	1,23	49,24	0,04
PUFA ⁵⁾ [%]	14,67	–	11,43	0,28	10,28	0,00	12,19	2,25	10,76	0,67
TBARS [mg MDA/kg]	0,127	0,012	0,122	0,023	0,089	0,023	0,109	0,021	0,120	0,032
– am Ende der Lagerperiode (2 Monate, 12°C)										
TBARS [mg MDA/kg]	0,137	0,031	0,111	0,032	0,109	0,058	0,119	0,037	0,118	0,046

¹⁾ Hy: moderner Hybride, PiSa: Piétrain * Sattelschwein, Sa: Sattelschwein

²⁾ Klee-Gras-Silage

³⁾ Saturated Fatty Acids (gesättigte Fettsäuren): C14:0, C16:0, C18:0

⁴⁾ Mono-Unsaturated Fatty Acids (einfach-ungesättigte Fettsäuren): C16:1cis9, C18:1cis9, C18:1cis11, C20:1

⁵⁾ Poly-Unsaturated Fatty Acids (mehrfach-ungesättigte Fettsäuren): C18:2n6, C18:3n3, C20:2

Klee-Gras-Silage insgesamt relativ gering ist und nur zu einem geringen Maß zur Energie- und Nährstoffversorgung der Tiere beiträgt (BELLOF et al., 1998; KELLY et al., 2007; HAGMÜLLER et al., 2008). Insbesondere bei einer ad libitum Fütterung von Kraftfutter ist die Aufnahme von Klee-Gras-Silage minimal (BELLOF et al., 1998; KELLY et al., 2007). Da

Tab. 7. Sensorische Merkmale der Produktqualität langgereifter Rohwurst von schweren Schweinen in Abhängigkeit der genetischen Herkunft und der Raufutterquelle (Mittelwert (mv) und Standardabweichung (sd))
Sensory product quality traits of dry fermented sausages from meat of heavy pigs by genotype and roughage source (mean value (mv) and standard deviation (sd))

	Genotyp ¹⁾						Raufutter			
	Hy		PiSa		Sa		KGS ²⁾		Stroh	
	mv	sd	mv	sd	mv	sd	mv	sd	mv	sd
– am Ende der Reifeperiode (5. Woche)										
Aussehen ³⁾	3,5	0,5	4,0	0,0	4,0	0,0	3,8	0,7	3,8	0,4
Konsistenz ³⁾	3,0	0,0	3,5	0,4	4,3	0,4	3,6	1,0	3,4	1,0
Aroma ³⁾	4,0	0,0	4,2	0,2	4,8	0,1	4,3	0,4	4,2	0,2
Geschmack ³⁾	3,3	0,6	3,7	0,9	4,1	0,6	3,9	0,5	3,8	0,7
Gesamteindruck ³⁾	3,6	0,3	3,9	0,0	4,5	0,2	4,0	0,5	3,9	0,4
– am Ende der Lagerperiode (2 Monate, 12°C)										
Aussehen ³⁾	3,5	0,6	3,9	0,3	4,0	0,0	3,6	0,5	3,7	0,3
Konsistenz ³⁾	3,3	0,5	3,0	0,0	3,7	0,5	3,5	0,3	3,5	0,3
Aroma ³⁾	4,0	0,0	4,3	0,5	4,6	0,6	4,3	0,5	4,3	0,5
Geschmack ³⁾	3,0	0,0	3,2	0,5	4,0	0,0	3,6	0,8	3,7	0,4
Gesamteindruck ³⁾	3,5	0,3	3,7	0,4	4,3	0,6	3,8	0,5	3,8	0,4

¹⁾ Hy: moderner Hybride, PiSa: Piétrain * Sattelschwein, Sa: Sattelschwein

²⁾ Klee-Gras-Silage

³⁾ 5-Punkte-Skala: 1 = am schlechtesten, 5 = am besten

im vorliegenden Versuch nur die Bruttovorlagemenge an Klee-Gras-Silage buchtenweise erfasst wurde, kann keine Aussage über den tatsächlichen Verzehr und daher letztendlich auch nicht über deren intermediäre Mobilisierung gemacht werden. Auch gab es keinen Hinweis für eine erhöhte Aufnahme/Nutzung von Raufutter durch die Sattelschweine als alte Rasse (KELLY et al., 2007).

Die in diesem Versuch erreichten täglichen Zunahmen (Tab. 2) unter ökologischen Bedingungen liegen etwas unter dem in der Literatur beschriebenen Zunahmeniveau von schweren Schweinen (729–894 g) aus konventioneller Haltung (KUHN et al., 1994; BURGSTALLER und JATSCH, 1994; FISCHER et al., 2006a), wobei hier die verwendete Genetik beachtet werden muss (BELLOF und BURGSTALLER, 1992; FRANCI et al., 2003). LÖSER (2006) hält eine tägliche Zunahme von 650 g bei der Produktion von schweren Schweinen unter ökologischen Haltungsbedingungen für realistisch. Aufgrund der höheren Fettsynthese bei schweren Schweinen verschlechtert sich die Futtermittelverwertung je nach Genetik und Fütterung auf 3,1 bis 3,99 (FISCHER et al., 2006a; BURGSTALLER et al., 1992; KUHN et al., 1994). Somit liegen die Futtermittelverwertungen von Hy und PiSa im Bereich der Literaturangaben.

Sattelschweine haben schon bei der Mast auf übliche Mastendgewichte eine schlechtere Futtermittelverwertung als moderne Rassen (z.B. Piétrain) (STEINBERG et al., 1998). Dies ist auch bei der verlängerten Mast bis 160 kg offensichtlich. Wie erwartet war die tägliche

Zunahme der Sa niedriger als bei Hy und PiSa und die Futtermittelverwertung war schlechter (Tab. 2). Dabei liegen Futtermittelverwertung und tägl. Zunahmen der Sattelschweine im Rahmen oder sogar oberhalb des Niveaus anderer extensiver Rassen, die zur Herstellung schwerer Schweine in Europa genutzt werden, wie z.B. Limousin und Gascon in Frankreich (LEGAULT et al., 1996) oder Casertana und Romagnola in Italien (FORTINA et al., 2005).

Die Kreuzungstiere aus Piétrain und Sattelschweinen (PiSa) zeigten signifikant höhere Mastleistungen im Vergleich zu den reinen Sattelschweinen (Tab. 2). Dies bestätigt die Ergebnisse von LEGAULT et al. (1996), dass die Kreuzung von alten Rassen mit Duroc oder Piétrain zu einer signifikanten Verbesserung der tägl. Zunahme und der Futtermittelverwertung führt.

Bei FISCHER et al. (2006a) betrug bei Kastraten des Genotyps Pi * DL und ebenfalls 160 kg Mastendgewicht das „Speckmaß B“ ca. 2 cm, was in etwa dem vorliegenden Wert der Hybridtiere (Tab. 2) entspricht. Entsprechende Fettqualität vorausgesetzt, schätzen FISCHER et al. (2006a) eine solche Speckdicke bei der Verwendung für Dauerwaren als eher zu niedrig ein. Bei PiSa und Sa wurde diese Faustzahl deutlich überschritten.

Die starke Verfettung der Sattelschweine wird auch beim Fleisch-Fett-Verhältnis deutlich (Tab. 2). Bei schweren Schweinen können je nach Genotyp Fleisch-Fett-Verhältnisse zwischen 1:0,48 und 1:0,63 gefunden werden (BELLOF und BURGSTALLER, 1992; FISCHER et al., 2006a). Diese stimmen mit den Fleisch-Fett-Verhältnissen der Hy in diesen Untersuchungen überein. Die Hybridtiere haben trotz des hohen Mastendgewichtes noch ein relativ enges Fleisch-Fett-Verhältnis, was die erfolgreiche Zucht auf hohes Proteinansatzvermögen bei den modernen Genetiken unterstreicht. Die Sa hatten wie erwartet als Ausdruck der starken Verfettung deutlich höhere Fleisch-Fett-Verhältnisse als Hy. PiSa lag hierbei zwischen Sa und Hy. In der Literatur wird die Kreuzung von Piétrain mit dem Deutschen Sattelschwein ausdrücklich empfohlen, um den Muskelfleischanteil zu erhöhen ohne die Fleischqualität negativ zu beeinflussen (EHLICH, 2005). Dies wird auch durch die Ergebnisse zur Fleisch- (Tab. 3) und Schlachtkörperqualität (Tab. 2) bestätigt.

Bei der Verwendung der Schlachtkörper von schweren Schweinen für die Herstellung langgereifter Rohwürste ist die Fleisch- und Fettqualität nicht nur aus ernährungsphysiologischer und organoleptischer, sondern auch aus verarbeitungstechnischer Sicht von entscheidender Bedeutung (RUSSO, 1989; HADORN et al., 2008).

Der PSE- und DFD-Status des Fleisches ist eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale von Fleisch. Die Abweichungen im Wasserbindevermögen machen einen ordnungsgemäßen Trocknungs- und Reifungsprozess schwierig (GIL et al., 1999). Bei Schweinefleisch, das für die Herstellung von Salami genutzt wird, sollte der pH₂₄ zum Ausschluss von DFD-Fleisch nicht über 6,0 – 6,2 liegen (BRACHER und STOLL, 2002) und die Leitfähigkeit 24 h p. m. sollte zum Ausschluss von PSE-Konditionen unter 6,0 (Kotelett) bzw. unter 9,5 (Schinken) liegen (WEISSMANN und HONIKEL, 1998). In diesen Untersuchungen (Tab. 3) fielen die entsprechenden Werte deutlich niedriger aus, so dass DFD- und PSE-Qualitätsabweichungen ausgeschlossen werden konnten.

Die Sa hatten deutlich niedrigere Tropfsaftverluste im Vergleich zu den anderen beiden Genotypen (Tab. 3). Dies stimmt mit den Ergebnissen von STEINBERG et al. (1998) und BRANDT et al. (2011) überein, was jedoch im Gegensatz zu den Ergebnissen von NÜRNBERG et al. (1997) steht. Insgesamt sind die Tropfsaftverluste des *M. long. dorsi* in diesen Untersuchungen relativ hoch. In den Literaturangaben schwanken die Tropfsaftverluste von schweren Schweinen zwischen 7,19% – 8,29% (VIRGILI et al., 2003; LUKIĆ et al., 2010) und 1,2% – 2,3% (FISCHER et al., 2006b; PEINADO et al., 2012). Diese großen Unterschiede können nicht vollständig erklärt werden. Eine mögliche Erklärung könnte in der Methode und insbesondere in der Lokalisation der Probenahme liegen (FISCHER, 2007). In den vorliegenden Untersuchungen ist der Tropfsaftverlust ein Mittelwert aus

medialer und lateraler Probe des *M. long. dorsi* (13. Rippe), wobei die mediale Probe durchschnittlich 4,0% und die laterale im Mittel 7,4% aufwies (Ergebnisse nicht dargestellt).

Bezüglich der technologischen Weiterverarbeitung von Fleisch und Fett hat die Fettsäurezusammensetzung großen Einfluss auf die Festigkeit und oxidative Stabilität von Fleisch und Fett. Hohe PUFA-Werte führen aufgrund des niedrigeren Schmelzpunktes zu weichem Speck (WOOD et al., 2003; BEE, 2004). Die Oxidationsfähigkeit der ungesättigten Fettsäuren, insbesondere mit zwei oder mehr Doppelbindungen, spielt eine große Rolle beim Auftreten von Ranzigkeit und Farbveränderungen (WOOD et al., 2003). Höhere PUFA-Gehalte und niedrigere pH₂₄-Werte sind insbesondere bei langgereiften Fleischprodukten unerwünscht, da es hierdurch zu ranzigen und öligen Veränderungen und zu vermehrter Muskelfleischproteolyse kommen kann (VIRGILI und SCHIVAZAPPA, 2002).

Für eine optimale Prozessqualität bezüglich der Konsistenz und der oxidativen Stabilität wurden Anforderungen formuliert, die den PUFA-Gehalt im Rückenspeck auf ein Maximum von 12–15% limitieren (KUHN et al., 1995; WARNANTS et al., 1996; BEE, 2004; FISCHER et al., 2006b). Bei dieser Untersuchung lagen im Rückenspeck (Tab. 4) nur die Werte der Sa unter den geforderten 12% PUFA-Anteil. Die Hy zeigten die höchsten Werte (15,4%) und die PiSa nahmen eine mittlere Stellung ein. Die entsprechenden Gehalte im Schinkenspeck (Tab. 5) unterschreiten die Schwelle und sind somit unproblematisch, wobei dieser Fettfraktion nicht die Bedeutung des Rückenspecks bei der Wurstbereitung zukommt.

Auch im intramuskulären Fett (IMF) zeigten die Sa die niedrigsten PUFA-Konzentrationen (Tab. 3). Dies stimmt mit den Untersuchungen von GŁODEK et al. (2004) und VOLK et al. (2004) überein. Eine Erhöhung des körpereigenen Fettsatzes (aufgrund der Rasse oder des Alters) führt zu einer Verdünnung der mit dem Futter aufgenommenen mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (v.a. C18:2 und C18:3) durch die de-novo-Fettsäuresynthese (v.a. C18:1) (VIRGILI et al., 2003; LOFIEGO et al., 2005; FISCHER et al., 2006b).

Weide bzw. Grünfütterung enthält relativ hohe Mengen an PUFA (ANDRÉS et al., 2001). Dies kann zu technologisch unerwünschten Fetteigenschaften bei den Tieren führen. Aus diesem Grund wird die Fütterung von Grünfütterung und/oder Silage bei schweren Schweinen, die für die Produktion von langgereiften Würsten verwendet werden, kritisch bewertet (BURGSTALLER et al., 1992; JOHANSSON et al., 2002). Auch in diesen Untersuchungen konnte trotz der geringen Silagevorlage (< 1 kg/Tier/Tag) und der noch geringeren Silageaufnahme (siehe oben) ein leicht verringerter MUFA- und ein leicht erhöhter PUFA-Gehalt im Rückenspeck der silagegefütterten Gruppe (Tab. 4) beobachtet werden. Jedoch waren die Unterschiede wesentlich kleiner als zwischen den verschiedenen Genotypen.

Die Raufutterquelle blieb ohne statistisch gesicherten Einfluss auf das Summenmuster der Fettsäuren im Schinkenspeck (Tab. 5) und im IMF (Tab. 3). Auch MILLER et al. (1993) und WARNANTS et al. (1996) stellten bei Letzterem einen geringeren PUFA-Einbau als im Rückenspeck fest.

Der Auszahlungspreis für den Schlachtkörper von schweren Schweinen ist zurzeit in Deutschland einheitlich festgelegt, unabhängig von der Qualität bzw. technologischen Eignung für die Weiterverarbeitung. Durch die schlechtere Futtermittelverwertung und die damit verbundenen hohen Futterkosten schneidet das Sattelschwein somit deutlich schlechter ab. Schon bei dem sehr einfachen aber doch aussagekräftigen Überschuss des Erlöses über die Ferkel- und Futterkosten (Ergebnisse nicht dargestellt) zeigt sich, dass die Sattelschweine nur gut 56% des Überschusses der Hybriden erreichen; wobei wiederum die PiSa-Einfachkreuzungen die Mittelstellung einnehmen (SCHWALM et al., 2013b).

Die Kreuzungszucht von Deutschen bzw. Angler Sattelschweinen wird für spezielle Vermarktungsprogramme empfohlen, da hierbei bessere Mastleistungen (und Schlachtkörperqualitäten) zu erwarten sind, was sich wiederum in einer besseren Wirtschaftlich-

keit widerspiegelt (GOLZE et al., 2013; PFEIFFER, 2002; LEENHOUWER und MERKS, 2013). Auch in diesen Untersuchungen zeigte sich die wirtschaftliche Überlegenheit der PiSa-Kreuzungstiere gegenüber den Sa insbesondere durch die niedrigeren Futterkosten.

Die pH und a_w -Werte der langgereiften Rohwürste zu Beginn und am Ende der Reifeperiode (Tab. 6) sind im Normbereich und zeigen den erwarteten Abfall während der Reifung (HADORN et al., 2008).

Die tendenziell höhere Festigkeit der Sa-Würste (Tab. 6) kann vermutlich mit dem niedrigeren PUFA-Gehalt des verwendeten Rückenspecks erklärt werden, denn bei der Herstellung von Salami/Cervelatwurst führt eine erhöhte Anzahl an Doppelbindungen zu einer weichen und schmierigen Konsistenz des Endproduktes (HOUBEN und KROL, 1980; WARNANTS et al., 1996; HADORN et al., 2008).

Die Fettoxidation ist einer der wichtigsten qualitätsbeeinflussenden Prozesse in Fleischprodukten, die zu einer Reihe von Abbauprodukten führt, die Geschmacksabweichungen hervorrufen können (VALENCIA et al., 2008). Insbesondere die mehrfach-ungesättigten Fettsäuren sind oxidationsempfindlich (WOOD et al., 2003). Nach zwei-monatiger Lagerung bei 12°C scheinen die TBARS-Werte die beste Fettstabilität bei den Sa-Würsten zu belegen (Tab. 6). Dies kann durch die Fettsäurezusammensetzung bestätigt werden: Sa-Würste hatten den geringsten PUFA-Anteil (nur 70% der Werte von Hy) und die höchsten SFA-Konzentrationen. Der geringere PUFA-Anteil (und damit die bessere Fettstabilität) von Würsten aus alten Rassen wird auch von STAJIĆ et al. (2011) bestätigt.

Bei der sensorischen Beurteilung der Würste bestand über sämtliche Kriterien betrachtet eine gewisse Tendenz zur besten Einstufung der Sa-Würste (Tab. 7). Der sensorische Vorteil von Würsten aus alten Rassen wird von CAPRINO et al. (2007) beschrieben. Die etwas geringere sensorische Bewertung der Hy Würste kam durch Abweichungen beim Aussehen (Schnittbild unklar), bei der Konsistenz (zu weich und bröckelig) und beim Geruch und Geschmack (ranzig, beginnende Fettveränderungen) zustande, was dann auch zum schlechtesten Gesamteindruck führte. Diese Tendenzen können ebenfalls durch die Fettsäurezusammensetzung und die damit verbundene oxidative Fettstabilität erklärt werden. Die Festigkeit, die oxidative Stabilität und die Eignung zur längeren Reifung nehmen mit zunehmendem PUFA-Gehalt ab (STIEBING et al., 1993). Die Ergebnisse der sensorischen Prüfung wurden auch durch die TBARS-Werte gestützt. Wie bei den physikalischen, chemischen und sensorischen Produkteigenschaften gab es auch hier nur geringe Unterschiede zwischen den Genotypen, die mit großer Vorsicht bei der Interpretation für die Sattelschweine einen kleinen Vorteil andeuten.

Auch wenn die Datenstruktur zur Wurstqualität tatsächlich keine belastbaren Aussagen zulässt, zeichnen die Ergebnisse des Ausgangsmaterials und der langgereiften Rohwürste doch ein in sich stimmiges Bild. Daher kann abschließend festgestellt werden, dass die Ergebnisse zur Fleischqualität und Fettsäurezusammensetzung sich auch (zumindest tendenziell) in der Produktqualität der langgereiften Rohwürste widerspiegeln. Verglichen mit den modernen Hybriden und den PiSa-Kreuzungen (PiSa) zeigten die Sattelschweine Fleisch- und Fettqualitäten, die mehr oder weniger optimal für die Produktion von langgereiften Rohwürsten sind. Die Auswahl der Genetik spielt hierbei eine entscheidende Rolle, wobei die Raufutterquelle von untergeordneter Bedeutung ist. Dies gilt jedoch nur unter den Bedingungen unserer Untersuchung bei einem täglichen Angebot von Klee-Gras-Silage von max. 1 kg/Tier/Tag.

5 Schlussfolgerungen

Es konnte gezeigt werden, dass moderne Hybridtiere (unter den gewählten Fütterungsbedingungen) bei einem Mastendgewicht von ca. 160 kg insbesondere in der Fettqualität

und -quantität suboptimale Voraussetzungen für die Herstellung von langgereiften Rohwürsten aufweisen, wobei sich die Sattelschweine als geeignet erwiesen.

Bei der Mastleistung schnitten die Hybridschweine jedoch am besten ab. Vor allem aufgrund der schlechten Futtermittelverwertung sind Sattelschweine nicht wettbewerbsfähig. Auch wenn die Produktqualität der Sattelschweinwürste etwas besser zu sein scheint, ist es unrealistisch anzunehmen, dass Verkaufspreise und Verkaufsvolumina erreicht werden, welche die deutlich höheren Produktionskosten zu kompensieren vermögen.

Die Einfachkreuzung aus Piétrain-Endstufenebern mit Sattelschweinen scheint hier eine hoffnungsvolle Alternative darzustellen. Diese PiSa-Kreuzungstiere zeichneten sich in unserer Untersuchung durch angemessene Mastleistungen, angepasste Schlachtkörperqualitäten, gute Fleischqualitäten, ein adäquates Fettsäuremuster, eine passende Produktqualität sowie durch eine akzeptable Wirtschaftlichkeit aus. Somit bieten sie das Potenzial für eine nachhaltige Produktion und Vermarktung langgereifter Rohwürste. Zwar handelt es sich hier um einen absoluten Nischenmarkt, aber die Notwendigkeit einer alten Schweinerasse in Reinzucht (wie z.B. Sattelschweine) als Kreuzungspartner, verbunden mit einer Wertschöpfung im Fleischmarkt, könnte ein Mosaikstein zum Erhalt einer gefährdeten, alten Schweinerasse darstellen.

Abschließend sei angemerkt, dass für die Sattelschweine in diesem Produktionsverfahren noch viel Optimierungspotenzial besteht. Eine Optimierung sowohl der Fütterung, als auch des sicherlich deutlich unter 165 kg Mastendgewicht liegenden optimalen Schlachtzeitpunktes im Hinblick auf den gewünschten Verfettungsgrad, würde die Wirtschaftlichkeit verbessern. Dies war aber nicht Ziel des vorliegenden Genotyp- und Raufuttervergleiches.

Danksagung

Die Autoren danken Horst Brandt vom Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Universität Gießen für seine Ratschläge zur statistischen Auswertung. Renate Werner und Manfred Behrschmidt danken wir für die hervorragende Durchführung der Analysen bzw. technischen Arbeiten.

The authors gratefully acknowledge funding from the European Community financial participation under the Seventh Framework Programme for Research, Technological Development and Demonstration Activities, for the Integrated Project LOWINPUTBREEDS FP7-CP-IP 222623.

Disclaimer: The contents of this paper are the sole responsibility of the authors, and they do not represent necessarily the views of the European Commission or its services. Whilst all reasonable effort is made to ensure the accuracy of information contained in this paper, it is provided without warranty and we accept no responsibility for any use that may be made of the information.

Literatur

- ANDRÉS, A.I., R. CAVA, A.I. MAYORAL, J.F. TEJEDA, D. MORCUENDE und J. RUIZ, (2001): Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of fibre. *Meat Sci.* **59**, 39–47.
- BEE, G., (2004): Das fettzahl-konforme Schwein: die MUFA:PUFA norm. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Band **25** (Kreuzer M, Wenk C, Lanzini (eds), 37–51.

- BELLOF, G. und G. BURGSTALLER, (1992): Untersuchung zur Mast schwerer Schweine zur Dauerwurstherstellung. 1. Mitteilung: Zum Einfluss der genetischen Herkunft. *Landw. Jahrb.* **69**, 477–487.
- BELLOF, G., C. GAUL, K. FISCHER und H. LINDERMAYER, (1998): Der Einsatz von Grassilage in der Schweinemast. *Züchtungskunde* **70**, 327–388.
- BOTSOGLOU, N.A., D.S. FIETOURIS, G.E. PAPAGEORGIOU, V.N. VASSILOPOULUS, A.J. MANTIS und A.G. TRAKATELLIS, (1994): Rapid, sensitive and specific Thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and foodstuff samples. *J. Chem.* **42**, 1931–1937.
- BRACHER, A. und P. STOLL, (2002): Abgehende Muttersauen eignen sich gut für die Salamiproduktion. *Agrarforsch.* **9**, 54–59.
- BRANDT, H., D. WERNER, S. GRUBER, U. BAULAIN, M. HENNING, W. BRADE, F. WEISSMANN und K. FISCHER, (2011): Evaluation of tissue growth performance, carcass quality, meat quality and breeding suitability of different pig genotypes for organic pork production. BÖL-Projekt 03 OE 323 <http://forschung.oekolandbau.de> [zitiert 10.07.2013].
- BURGSTALLER, G., G. BELLOF und C. JATSCH, (1992): Untersuchungen zur Mast schwerer Schweine zur Dauerwurstherstellung. 2. Mitteilung: Zum Einfluss der Fütterungsintensität und zum Fettsäurenmuster in Abhängigkeit von der genetischen Herkunft. *Landw. Jahrb.* **69**, 709–719.
- BURGSTALLER, G. und C. JATSCH, (1994): Untersuchungen zum Polyensäuregehalt im Schlachtfett schwerer Schweine in Abhängigkeit vom Verabreichungszeitpunkt gleicher Rapsölmengen. *Fat Sci. Technol.* **95**, 533–537.
- CALVO, S., G. RIPOLL, J.A. RODRIGUEZ-SANCHEZ und M.A. LATORRE, (2010): Short communication. The effect of oestrus at slaughter on carcass and meat quality of gilts intended for dry-cured ham production. *Spanish J. Agri. Res.* **8**, 981–985.
- CAPRINO, F., A. DÁMICO, C. DIAFERIA, G. MADONIA, E. MANGANELLI, S. MARGIOTTA, V.M. MORETTI und V. PRUITI, (2007): Nero Siciliano pigs proposed as a traditional quality product: Comparison between salami made from black pigs meat and white pigs meat. In Audiot A, Casabianca F, Monin G (eds.) 5. International Symposium on the Mediterranean Pig. Zaragoza:CIHEAM 2007, 251–257.
- DLG, (2010): Prüferleitlinien und Prüfschemata. DLG-Zertifizierungsstelle, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) e.V., Frankfurt am Main.
- EHLICH, M., (2005): Das Deutsche Sattelschwein-Rasse des Jahres 2006. *Arche Nova* **4**, 4–6.
- EUEN, S., (2010): Persönliche Mitteilung. Tegut, kff Kurhessische Fleischwaren Fulda, Deutschland.
- EU-Öko-VO, (889/2008): Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control [online], founded in <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:EN:PDF>> [zitiert am 09.08.2013].
- FISCHER, K., J.P. LINDNER, M. JUDAS und R. HÖRETH, (2006a): Schlachtkörperzusammensetzung und Gewebebeschaffenheit von schweren Schweinen. 1. Mitteilung: Material & Methoden, Mastleistung, Schlachtkörperzusammensetzung und Teilstückanteile. *Arch. Tierz.* **49**, 269–278.
- FISCHER, K., J.P. LINDNER, M. JUDAS und R. HÖRETH, (2006b): Schlachtkörperzusammensetzung und Gewebebeschaffenheit von schweren Schweinen. II. Mitteilung: Merkmale der Fleisch- und Fettqualität. *Arch. Tierz.* **49**, 279–292.
- FISCHER, K., (2007): Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality. *J. Anim. Breed. Genet.* **124** (Suppl. 1), 12–18.

- FORTINA, R., S. BARBERA, C. LUSSIANA, A. MIMOSI, S. TASSONE, A. ROSSI und E. ZANARDI, (2005): Performance and meat quality of two Italian pig breeds fed diets for commercial hybrids. *Meat Sci.* **71**, 713–718.
- FRANCI, O., G. CAMPODONI, R. BOZZI, C. PUGLIESE, A. ACCIAIOLI und G. GANDINI, (2003): Productivity of Cinta Senese and Large White × Cinta Senese pigs reared outdoors in woodlands and indoors. 2. Slaughter and carcass traits. *Ital. J. Anim. Sci.* **2**, 59–65.
- GIL, M., L. GUERRO und C. SÁRRAGA, (1999): The effect of meat quality, salt and aging time on biochemical parameters of dry-cured *Longissimus dorsi* muscle. *Meat Sci.* **51**, 329–337.
- GLODEK, P., R. KRATZ, E. SCHULZ und G. FLACHOWSKI, (2004): Einfluss unterschiedlicher Vatterassen in praxisüblichen Schweinekreuzungen auf deren Ansatzleistung, Schlachtkörperzusammensetzung sowie Fleisch- und Fettbeschaffenheit. *Arch. Tierz.* **47**, 59–74.
- GOLZE, M., R. KLEMM, F. GSCHWENDER und U. BERGFELD, (2013): Das deutsche Sattelschwein. *Schweinezucht aktuell* **42**, 56–57.
- HAASE, H., (2013): Nordhessische Ahle Wurst-Portrait. *Slow food Deutschland e.V Arche des Geschmacks* [online], founded in <issuu.com/wurstsack/docs/ahle_wurst_portrait> [zitiert am 10.07.2013].
- HADORN, R., P. EBERHARD, D. GUGGISBERG, P. PICCINALI und H. SCHLICHTERLE-CERNY, (2008): Effect of fat score on the quality of various meat products. *Meat Sci.* **80**, 765–770.
- HAGMÜLLER, W.P., P. NAGEL, K.J. DOMIG, S. PFALZ, S. KRONSTEINER, B. ORTNER, A. SUNDRUM und W. ZOLLITSCH, (2008): Fütterungsstrategien in der biologischen Schweinefleischproduktion zur Gewährleistung der Nahrungsmittelsicherheit. Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr.100120, BMLFUW, Wien.
- HOUBEN, J.H. und B. KROL, (1980): Acceptability and storage stability of pork products with increased levels of polyunsaturated fatty acids. *Meat Sci.* **5**, 57–70.
- JOHANSSON, L., K. LUNDSTRÖM und A. JONSÄLL, (2002): Effects of RN genotype and silage feed on fat content and fatty acid composition of fresh and cooked pork loin. *Meat Sci.* **60**, 17–24.
- KELLY, H.R.C., H.M. BROWNING, J.E.L. DAY, W. MARTINS, G.P. PEARCE, C. STOPES und S.A. EDWARDS, (2007): Effect of breed type, housing and feeding system on performance of growing pigs managed under organic conditions. *J. Sci. Food Agric.* **87**, 2794–2800.
- KUHN, M., C. JATSCH und L. BEESTEN, (1994): Zum Einfluß der Fütterungsintensität auf den Polyenfettsäuregehalt im Schlachtfett schwerer Mastschweine (>160 kg LM). *Fat Sci. Technol.* **96**, 434–440.
- KUHN, M., A. PFALZGRAF und H. STEINHART, (1995): Zur Wirkung verschiedener Futterrestriktionen auf den Gehalt an intramuskulärem Fett sowie das Fettsäurenmuster der Gesamt- und Phospholipide im Muskelgewebe schwerer Mastschweine (>160 kg LM). *Fat Sci. Technol.* **97**, 118–122.
- LEENHOUWER, J.I. und J.W.M. MERKS, (2013): Suitability of traditional and conventional pig breeds in organic and low-input production systems in Europe: Survey results and a review of literature. *Animal Genetic Resources*, First View Article, 1-6 (Abstract only).
- LEGAULT, C., A. AUDIOT, D. DARIDAN, J. GRUAND, H. LAGANT, M. LUQUET, M. MOLÉNAT, D. ROUZADE und M.N. SIMON, (1996): Recherche de référence sur les possibilités de valoriser les porcs Gascon et Limousin par de produits de qualité. 1. Engraissement, carcasses, coûts de production. *Journées Rech. Porcine en France* **28**, 115–122.
- LFGB, (2011a): Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 Absatz 1 LFGB, Band I Lebensmittel, Teil 8, 06.00-6, Hrsg. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- LFGB, (2011b): Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch) Band 1 (L) Lebensmittel, Teil 9, 08.00

- Wurstwaren, Lose Sammlung, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich. Stand der Sammlung 2011.
- LOFIEGO, D.P., P. SANTORO, P. MACCHIONI und E. DELEONIBUS, (2005): Influence of genetic type, live weight at slaughter and carcass fatness on fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue of raw ham in heavy pig. *Meat Sci.* **69**, 107–114.
- LÖSER, R., (2006): Umbauen und wachsen oder in die Nische? *Lebendige Erde* **6**/2006.
- LUKIĆ, B., G. KUŠEC, I. DURKIN, D. KEKEZ, Z. MALTAR und Ž. RADIŠIĆ, (2010): Variations in carcass and meat quality traits of heavy pigs. *Meso Journal* **XII**, 53-57 www.meso.hr [zitiert 10.07.2013].
- MILLER, M.F., P.O. AHMED, S.D. SHACKELFORD, K.D. HAYDORN und J.O. REAGAN, (1993): Effects of feeding diets containing different fat supplements to swine on the visual properties and storage stability of low-fat sausages. *Meat Sci.* **33**, 231–244.
- NÜRNBERG, K., J. WEGNE und K. ENDER, (1998): Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest. Prod. Sci.* **56**, 145–156.
- NÜRNBERG, K., G. KUHN, K. ENDER, G. NÜRNBERG und M. HARTUNG, (1997): Characteristics of carcass composition, fat metabolism and meat quality of genetically different pigs. *Fett/Lipid* **99**, 443–446.
- PEINADO, J., M.P. SERRANO, M. NIETO, J. SÁNCHEZ, P. MEDEL und G.G. MATEOS, (2012): The effect of gender and castration of females on performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined to the dry-cured industry. *Meat Sci.* **90**, 715–720.
- PFEIFFER, H., (2002): Das deutsche Sattelschwein. *Arche nova* **4**, 8–9.
- RUSO, V., (1989): Utilization and evaluation of the Italian heavy pig carcass. In: Aumaître A., (ed.). *The production of pig meat in Mediterranean Countries*. Paris: CIHEAM, 1989. p. 187–193. <<http://om.ciheam.org/om/pdf/s20/CI010929.pdf>> [zitiert 10.07.2013].
- SCHULTE, E. und K. WEBER, (1989): Rapid preparation of fatty-acid methyl-esters from fats with trimethylsulfoniumhydroxide or sodium methylate. *Fat Sci. Technol.* **91**, 181–183.
- SCHWALM, A., A. BAUER, I. DEDERER, C. WELL, R. BUSSEMAS und F. WEISSMANN, (2013a): Effects of three genotypes and two roughages in organic heavy pig production for dry fermented sausage manufacture. 2. Meat quality, fatty acid pattern, and product quality. *Landbauforsch – Appl. Agric. Forestry Res.* **63** (4), 273–284.
- SCHWALM, A., C. WELL, R. BUSSEMAS und F. WEISSMANN, (2013b): Effects of three genotypes and two roughages in organic heavy pig production for dry fermented sausage manufacture. 1. Performance, carcass quality, and economic aspects. *Landbauforsch – Appl. Agric. Forestry Res.* **63** (4), 263–272.
- STAJIĆ, S., D. ŽIVKOVIĆ, M. PERUNOVIĆ, S. ŠOBAJIĆ und D. VRANIĆ, (2011): Cholesterol content and atherogenicity of fermented sausages made of pork meat from various breeds. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11). *Procedia Food Sci.* **1**, 568–575.
- STEINBERG, M., K. HÖRÜGEL und L. SCHÖBERLEIN, (1998): Bewertung objektiver und subjektiver Parameter der Beschaffenheit von Schweinefleisch. *Schriftenreihe der LfL, (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Berichte aus der Tierproduktion)* **3**, 67–82.
- STIEBING, A., D. KÜHNE und W. RÖDEL, (1993): Fettqualität: Einfluss auf die Lagerstabilität schnittfester Rohwurst. *Fleischwirtschaft* **73**, 1169–1172.
- VALENCIA, I., M.N. O'GRADY, D. ANSORENA, I. ASTIASARÁN und J.P. KERRY, (2008): Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. *Meat Sci.* **80**, 1046–1054.
- VIRGILI, R., M. DEGNI, C. SCHIVAZAPPA, V. FAETI, E. POLETTI, G. MARCHETTO, M.T. PACCIOLO und A. MORDENTI, (2003): Effect of age at slaughter on carcass traits and meat quality of Italian heavy pigs. *J. Anim. Sci.* **81**, 2448–2456.
- VIRGILI, R. und C. SCHIVAZAPPA, (2002): Muscle traits for long matured dried meats. *Meat Sci.* **62**, 331–343.

- VOLK, B., G. BIEDERMANN, M. KUHN und C.H. JATSCH, (2004): Einfluss der genetischen Herkunft auf die Mast- und Schlachtleistung, die Fleisch- und Fettqualität sowie das Fettsäuremuster der Phospholipide von Mastschweinen. *Arch. Tierz.* **47**, 455–462.
- WARNANTS, N., M.J. VAN OECKEL und C.V. BOUCQUÉ, (1996): Incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork tissues and its implications for the quality of the end products. *Meat Sci.* **44**, 125–144.
- WEISSMANN, F. und K.O. HONIKEL, (1998): Zur Frage einer Referenzmethode zum Ausschluss von PSE-Fleisch in der Wareneingangskontrolle. *Mitteilungsblatt BAFF* **37**, 300–303.
- WOOD, J.D., R.I. RICHARDSON, G.R. NUTE, A.V. FISHER, M. CAMPO und E. KASAPIDOU, (2003): Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* **66**, 21–32.
- ZDS, (2007): Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein, Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion, Bonn [online] founded in <<http://www.zds-bonn.de/services/files/richtlinien/rl-NKP-07.pdf>> [zitiert am 10.07.2013].