

Aus den Fachgebieten Tierzucht<sup>1</sup> und Tierernährung<sup>2</sup> der Universität Gh Kassel, Witzenhausen, der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht, Grub<sup>3</sup>, und der Staatlichen Lehr-, Versuchs- und Prüfungsanstalt für Tierhaltung, Schwarzenau<sup>4</sup>

GÜNTER BIEDERMANN<sup>1</sup>, CHRISTIANE JATSCH<sup>2</sup>, WALTER PESCHKE<sup>3</sup>,  
JOHANN-PETER LINDNER<sup>4</sup> und WERNER WITTMANN<sup>3</sup>

## **Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettqualität von Piétrain-Schweinen unterschiedlichen MHS-Genotypen und Geschlechts**

### **1. Mitteilung: Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität**

#### **Summary**

Title of the Paper: **Fattening and carcass performance and meat- and fat quality of Piétrain pigs of different MHS-genotype and sex. I. Fattening and carcass performance and meat quality**

For the purpose of the comparison of the fattening and carcass performance and meat quality of different MHS-genotypes and sexes of the Piétrain race 60 fattening pigs with equal numbers of the three MHS-genotypes (NN, Np, pp) and both sexes (castrates, gilts) had been gone in the fattening and carcass performance testing of a litter testing station. The animals had been fattened from 30 to 105 kg.

With decreasing presence of the stress allele p (pp>Np>NN) as well in the castrates compared with the gilts there could be shown increasing growth rates combined with decreasing feed conversion, decreasing carcass quality that is higher degree of fatness and lower lean meat content of the carcass, more advantageous meat quality and a higher intramuscular fat content.

According to the results a general selection for stress-resistance of the Piétrain race is recommended.

**Key Words:** Piétrain, MHS-genotype, sex, fattening and carcass performance, meat quality, intramuscular fat

#### **Zusammenfassung**

Zum Vergleich der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität unterschiedlicher MHS-Genotypen und Geschlechter der Piétrain-Rasse wurden 60 Mastschweine mit gleichen Anteilen an Tieren der drei MHS-Genotypen (NN, Np, pp) bzw. der beiden Geschlechter (Kastraten, Sauen) der Mast- und Schlachtleistungsprüfung an einer Leistungsprüfungsanstalt unterzogen. Die Mastperiode erstreckte sich auf den Lebendgewichtsabschnitt 30 - 105 kg.

Mit abnehmender Präsenz des Streßallels p (pp>Np>NN) sowie bei Kastraten gegenüber Sauen verbinden sich zunehmende Wachstumsraten bei allerdings sich verschlechternder Futterverwertung, eine Minderung der Schlachtkörperqualität in Form vermehrten Fett- und verringerten Fleischansatzes, eine günstigere Beschaffenheit des Fleisches sowie ein erhöhter intramuskulärer Fettgehalt.

Die Ergebnisse geben hinreichend Veranlassung, die konsequente Fortführung einer Streßsanierung der Piétrain-Rasse zu betreiben.

**Schlüsselwörter:** Piétrain, MHS-Genotyp, Geschlecht, Mast- und Schlachtleistung, Fleischbeschaffenheit, intramuskuläres Fett

#### **1. Einführung**

Die konsequente Selektion auf große Fleischfülle der Schlachtkörper innerhalb dominierender Schweinerassen während der zurückliegenden Jahrzehnte brachte nachteilige Begleiterscheinungen mit sich. Diese offenbarten sich in Form abnehmender Streßre-

sistenz der Schweine, verbunden mit mangelhafter Fleischbeschaffenheit sowie Verringerung der Fettbildung in allen Fettdepots des Tierkörpers, abgesehen davon, daß diese von Verbraucherseite überwiegend als Vorteil empfunden wird. Da hiervon auch das intramuskuläre Fett betroffen ist (KIRCHHEIM et al., 1997), ging damit gleichzeitig ein Verlust an Verzehrqualität (Geschmack, Zartheit, Saftigkeit) des Schweinefleisches einher (ELLIS et al., 1996). Dabei sind alle genannten unerwünschten Folgen der Züchtung fleischreicher Schweine mehr oder weniger untereinander vernetzt.

Der Halothantest eröffnete neben dem CK-Test erstmalig eine wirksame Möglichkeit, potentielle Zuchttiere hinsichtlich ihrer Streßanfälligkeit zu prüfen und Schweinepopulationen einer „Streßsanierung“ zu unterziehen. Einen entscheidenden Fortschritt erlebte dieses Bestreben mit der Aufklärung des für die Streßlabilität bzw. das maligne Hyperthermiesyndrom (MHS) verantwortlichen Schadgens (FUJII et al., 1991) sowie dem hiervon abgeleiteten MHS-Gentest, welcher, seit 1992 im praktischen Einsatz, im Gegensatz zum Halothanverfahren im Eigenleistungstest nicht nur streßlabile (pp) von streßstabilen Tieren, sondern zusätzlich homozygot (NN) und heterozygot (Np) streßresistente Schweine unterscheiden läßt. Damit wurde die Merzung der unerwünschten Genvariante erheblich erleichtert und beschleunigt. Die Sanierung der Deutschen Landrasse gibt ein eindrucksvolles Beispiel für den Erfolg dieser Bemühungen.

Als extrem fleischreiche Vatterrasse sind Piétrain-Schweine von den genannten Nachteilen der auf starke Bemuskelung ausgerichteten Selektion in besonderem Maße betroffen. Wegen des innerhalb der Population sehr hohen Anteils des für Streßlabilität verantwortlichen Allels, galten Sanierungsmaßnahmen als weitgehend aussichtslos (GLODEK, 1992). Ungeachtet dessen setzte in Bayern bereits Mitte der 80er Jahre, ausgehend von einer sehr kleinen „Keimzelle“, die Züchtung streßstabiler Piétrain-Schweine ein. Inzwischen haben diese bereits eine beachtliche Verbreitung erfahren.

BIEDERMANN et al. (1997) und WITTMANN et al. (1998) haben den Einfluß des MHS-Status auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischbeschaffenheit innerhalb der Piétrain-Rasse untersucht und teilweise abweichende, teilweise, insbesondere hinsichtlich der beiden letztgenannten Leistungskomplexe, vergleichbare Effekte der drei MHS-Genotypen nachweisen können, wie sie für andere genetische Herkünfte bereits bekannt waren.

In zahlreichen Untersuchungen wurden der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) wegen der ihm unterstellten Rolle für die sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch in Abhängigkeit von genetischer Herkunft, Alter bzw. Gewicht und Geschlecht der Tiere, Futter und Fütterungsintensität, Schlachtkörperzusammensetzung sowie der anatomischen Lokalisation nachgewiesen. Soweit Piétrain-Schweine diesbezüglich erfaßt wurden, zeigt sich, daß deren IMF-Werte im Vergleich zu den meisten anderen Rassen im unteren Bereich rangieren.

In nachfolgend beschriebenen Untersuchungen sollte geklärt werden, ob und inwieweit sich der MHS-Status von Piétrain-Schweinen neben der Mast- und Schlachtleistung auch auf die durch den intramuskulären Fettanteil bedingte Qualität des Fleisches auswirkt.

## 2. Material und Methoden

Dem Vergleich der drei MHS-Genotypen NN, Np und pp dienten insgesamt 60 Pi-

étrain-Schweine, die sich aus 30 Kastraten und 30 weiblichen Schweinen zusammensetzten. Innerhalb jeder Geschlechtsgruppe waren jeweils 10 Vertreter der drei Genotypen enthalten.

Sämtliche Schweine wurden an der Leistungsprüfungsanstalt (LPA) Schwarzenau (Unterfranken) der Mast- und Schlachtleistungsprüfung gemäß der ZDS-Richtlinie unterzogen. Demgemäß erstreckte sich die Mastperiode auf den Lebendgewichtsabschnitt 30-105 kg.

Die streßstabilen Schweine (NN, Np) entstammten der Zucht der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Almesbach (Weiden/Oberpfalz). Streßanfällige Tiere weiblichen Geschlechts wurden nach dem Zufallsprinzip den sonstigen an der LPA vorhandenen Prüfungsschweinen der Rasse Piétrain entnommen; streßanfällige Kastraten wurden als Ferkel zugekauft und ebenfalls der stationären Prüfung zugeführt. Die Schlachtung der Tiere erstreckte sich auf die Zeitspanne September 1997 bis Dezember 1998.

Nach Schlachtung wurde allen Schweinen eine Kotelettprobe (13./14. Brustwirbel) zum Zwecke der Ermittlung des intramuskulären Fettgehaltes im Labor des Fachgebietes Tierernährung an der Universität Gh Kassel/Witzenhausen entnommen.

Die Datenauswertung der Mastleistungskriterien erfolgte mittels folgenden Modells:

$$Y_{ijkl} = \mu + MHS_i + SEX_j + JM_k + (MHS \times SEX)_{ij} + b_1 \cdot (SEG_{ijkl} - \overline{SEG}) + e_{ijkl}$$

Für die Kriterien der Schlachtleistung und Fleischbeschaffenheit wurde das Stallendgewicht durch das Schlachtgewicht (warm) ersetzt:

$$Y_{ijkl} = \mu + MHS_i + SEX_j + JM_k + (MHS \times SEX)_{ij} + b_2 \cdot (SG_{ijkl} - \overline{SG}) + e_{ijkl}$$

Im einzelnen bedeuten:

$Y_{ijkl}$  = Beobachtungswert

$\mu$  = Mittelwert

$MHS_i$  = fixer Effekt des MHS-Genotyps i (NN, Np, pp)

$SEX_j$  = fixer Effekt des Geschlechts (Börge, Sau)

$JM_k$  = fixer Effekt der Jahr-Monats-Klasse k des Schlachtermins (97/09, 97/10, 98/01, 98/02, 98/03, 98/04, 98/05, 98/07, 98/08, 98/11, 98/12)

$(MHS \times SEX)_{ij}$  = Interaktion MHS-Genotyp  $\times$  Geschlecht

$b_1, b_2$  = partielle lineare Regression auf das Stallendgewicht bzw. Schlachtgewicht (warm)

$SEG_{ijkl}$  = Stallendgewicht des Tieres l

$\overline{SEG}$  = durchschnittliches Stallendgewicht

$SG_{ijkl}$  = Schlachtgewicht (warm) des Tieres l

$\overline{SG}$  = durchschnittliches Schlachtgewicht (warm)

$e_{ijkl}$  = zufälliger Restfehler

Bereits an dieser Stelle sei die Bemerkung vorweggenommen, daß bei keinem Kriterium eine signifikante Wechselwirkung MHS-Genotyp  $\times$  Geschlecht nachweisbar ist.

Auf eine Berücksichtigung der Väter wurde verzichtet, da ein hoher Anteil der Eber lediglich mit einem Nachkommen vertreten ist. Für die die postmortalen Fleischreifungsprozesse betreffenden Merkmale der Fleischbeschaffenheit wäre anstelle der

Schlachtmonate die Verwendung der Schlachttag sinnvoll gewesen. Da sehr viele Schlachttag nur mit einem Schwein besetzt sind, wurde auch davon abgesehen. Die statistische Analyse wurde mit dem Programmpaket SAS (1989) durchgeführt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1. Mastleistung

Die Rohmittelwerte der Mastleistungsmerkmale (Tab. 1) entsprechen weitgehend den Durchschnitten aller im Jahr 1997 in Deutschland der stationären Nachkommen-/Geschwisterleistungsprüfung unterzogenen Piétrain-Schweine.

Tabelle 1

Arithmetische Mittelwerte  $\bar{x}$  und Standardabweichungen  $s$  sowie LSQ-Werte der Mastleistungskriterien in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (Arithmetic means  $\bar{x}$ , standard deviations  $s$  and LSQ-means of fattening performance traits in relation to the MHS-genotype and sex)

Merkmal	$\bar{x}$	$s$	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
Stallendgewicht, kg	103,42	1,66							
tägliche Zunahme, g	758,87	104,36	792,66	741,66	741,67	-	806,50	710,83	**
Futteraufwand, kg	2,54	0,17	2,51 <sup>ab</sup>	2,62 <sup>a</sup>	2,47 <sup>b</sup>	*	2,56	2,50	-

\*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*:  $p \leq 0,001$ ; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ )

Wenn auch statistisch nicht gesichert, zeigen die NN-Schweine die höchste Wachstumsleistung im Vergleich zu den Np- und pp-Tieren, die hierin übereinstimmen. Ähnliche Feststellungen haben auch WITTMANN et al. (1992, 1998), SCHOLZ und HARDGE (1994) sowie GÖDEKE et al. (1998) getroffen. Unterstellt man, daß die Entwicklung reinerbig streßresistenter Schweine durch Belastungen physischer und psychischer Art weniger beeinträchtigt wird als die streßlabiler Tiere, entspricht dieser Befund der Erwartung, wengleich in anderen Untersuchungen für diverse genetische Herkünfte (WITTMANN et al., 1993; REMPEL et al. 1995), aber auch für Piétrains (WITTMANN et al., 1998) bei heterozygoten Schweinen die höchsten Zuwachsraten festgestellt wurden. Die Untersuchung von BIEDERMANN et al. (1997) weisen sogar die streßanfällige Tiere als die mit den höchsten Zunahmen aus. Die Wirkung der MHS-Genotypen scheint somit von den genetischen Herkünften sowie von den jeweiligen Stichproben innerhalb dieser bzw. von deren Behandlung abhängig zu sein. Anders verhält es sich hinsichtlich des Futteraufwandes je kg Zuwachs; streßanfällige pp-Schweine vermögen das aufgenommene Futter infolge fettärmerer Körperzusammensetzung (Tab. 2) am besten in Zuwachs umzusetzen. Hierin zeichnet sich weitgehende Übereinstimmung mit den Resultaten aller vorgenannten Autoren ab.

Geschlechtsunterschiede machen sich, ähnlich wie bei den von WITTMANN et al. (1998) untersuchten Pi $\times$ DL-Schweinen, in Form deutlicher Überlegenheit der Kastraten hinsichtlich der täglichen Zunahme bemerkbar. Dies erklärt, weshalb sie trotz erheblich stärkeren Fettansatzes (Tab. 2), bezogen auf den Futteraufwand je kg Zuwachs, den Sauen ebenbürtig sind.

#### 3.2. Schlachtleistung

Wenn man von den geringfügig höheren Fettmaßen bzw. dem etwas geringeren Fleischanteil absieht, stimmen auch die Rohmittelwerte der Schlachtleistungsmerk-

male (Tab. 2) recht gut mit den Durchschnitten aller 1997 in Deutschland stationsgeprüften Piétrain-Schweine überein.

Tabelle 2

Arithmetische Mittelwerte  $\bar{x}$  und Standardabweichungen  $s$  sowie LSQ-Werte der Schlachtleistungsmerkmale in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (Arithmetic means  $\bar{x}$ , standard deviations  $s$  and LSQ-means of carcass traits in relation to the MHS-genotype and sex)

Merkmal	$\bar{x}$	$s$	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
Schlachtgew. kg	85,49	27,52							
Schlachtkörperl., cm	93,27	2,80	93,08 <sup>ab</sup>	93,87 <sup>a</sup>	91,58 <sup>b</sup>	*	92,08	93,60	-
Rückenspeckd., cm	2,05	0,44	2,28 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>	1,83 <sup>c</sup>	***	2,38	1,79	***
Rü.muskelfl., cm <sup>2</sup>	61,51	6,53	62,29	62,96	65,44	-	60,13	66,99	*
Fettfläche, cm <sup>2</sup>	15,42	4,05	17,47 <sup>a</sup>	15,97 <sup>ab</sup>	14,30 <sup>b</sup>	*	18,56	13,27	***
Fleisch-Fett-Verh., 1:	0,26	0,08	0,28 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	0,22 <sup>b</sup>	*	0,32	0,19	***
Speckd. ü.d. RM, cm	0,93	0,31	1,02 <sup>a</sup>	0,98 <sup>a</sup>	0,84 <sup>b</sup>	*	1,17	0,72	***
Seitenspeckd., cm	1,82	0,73	2,14 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	1,41 <sup>b</sup>	***	2,33	1,24	***
Fleischant. Bauch, %	60,98	5,23	58,25 <sup>a</sup>	60,88 <sup>a</sup>	63,68 <sup>b</sup>	***	57,18	64,69	***
Schinkengew., kg	14,61	0,83	14,46	14,54	14,73	-	14,25	14,91	*
Schinkenanteil, %	34,88	1,45	34,52	34,65	35,14	-	33,97	35,57	*
MFA (LPA), %	63,65	3,02	63,05 <sup>a</sup>	63,89 <sup>a</sup>	65,47 <sup>b</sup>	*	61,96	66,31	***

\*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*:  $p \leq 0,001$ ; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ )

Die LSQ-Werte der Schlachtleistungsmerkmale in Abhängigkeit von den MHS-Genotypen bieten ein weitgehend einheitliches Bild, indem die NN-Schweine in sämtlichen Kriterien die ungünstigsten, die pp-Tiere die günstigsten Werte aufweisen. Die Np-Schweine nehmen in allen Merkmalen eine Mittelstellung ein. Eine geringe Ausnahme stellt sich lediglich hinsichtlich der Schlachtkörperlänge ein, die sich bei den heterozygoten Typen am größten herausstellt. Hierin werden die bisher durch andere Autoren für unterschiedliche Schweineherkünfte (OLIVER et al., 1993; SCHMITTEN, 1993; WITTMANN et al., 1993; GISPERS et al., 1994; HANSET et al. 1995; REMPEL et al., 1995; LARZUL et al., 1997; GÖDEKE et al., 1998) sowie für die Piétrain-Rasse (BIEDERMANN et al., 1997; WITTMANN et al., 1998) bekannt gewordenen Relationen zwischen MHS-Genotypen weitgehend bestätigt. Einige Autoren berichten allerdings auch von Fällen, in denen vor allem bei den Fettmaßen eine Überlegenheit der NN-Schweine gegenüber den Np-Tieren beobachtet wurde (SCHOLZ und HARDGE, 1992; WITTMANN et al., 1992).

WITTMANN et al. (1992) berichten aufgrund ihrer Untersuchung, daß sich weibliche Schweine anders verhalten als Kastraten; eine entsprechende Interaktion zwischen MHS-Genotypen und Geschlechtern konnte allerdings, wie bereits erwähnt, an der vorliegenden Stichprobe nicht nachgewiesen werden.

Beim Vergleich der durchschnittlichen Schlachtleistungswerte der beiden Geschlechter wird, mit Ausnahme der Schlachtkörperlänge, die allgemein bekannte, in der Untersuchung von WITTMANN et al. (1998) erneut gezeigte, zum Teil sehr deutliche, signifikante Überlegenheit der Sauen gegenüber den Börgen sichtbar.

### 3.3. Fleischbeschaffenheit

Im Gesamtdurchschnitt fallen die postmortalen Fleischbeschaffenheitskriterien (Tab. 3) ausschließlich in den Bereich normaler bis sehr guter Fleischqualität.

Hinsichtlich der LSQ-Werte von pH<sub>1</sub>-Rückenmuskel, LF<sub>24</sub>-Rückenmuskel und Fleischhelligkeit verhalten sich dabei die MHS-Genotypen entgegengesetzt zur Rang-

folge aufgrund der Schlachtkörperqualität. Damit stimmen bisher bekannte Untersuchungsbefunde sowohl bei Piétrain-Schweinen (BIEDERMANN et al., 1997; WITTMANN et al., 1998) als auch bei anderen genetischen Schweineherkünften (OLIVER et al., 1993; GUEBLEZ et al., 1995; MATTHES und SCHWERIN, 1995; REMPEL et al., 1995; DE SMET et al. 1996; LAHUCKY et al., 1997; LARZUL et al., 1997; GÖDEKE et al., 1998) weitgehend überein. Davon abgesehen, daß aus den Untersuchungen von ELLIS et al. (1996) und GARCÍA-MACÍAS et al. (1996) keinerlei Unterschiede hervorgehen, zeigt sich hierin deutlich die Wirkung des Fehlens des Defektallels, erwartungsgemäß bei den NN-Schweinen mehr als bei den heterozygoten Tieren. Aber selbst bei den streßanfälligen Schweinen erfüllen die Durchschnittswerte die Anforderungen an eine günstige Fleischbeschaffenheit, sieht man davon ab, daß deren pH<sub>1</sub> am Rückenmuskel nahe an der Grenze des PSE-Verdachts liegt.

Tabelle 3

Arithmetische Mittelwerte  $\bar{x}$  und Standardabweichungen  $s$  sowie LSQ-Werte der Kriterien der Fleischbeschaffenheit in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp und Geschlecht (Arithmetic means  $\bar{x}$ , standard deviations  $s$  and LSQ-means of the traits of meat quality in relation to the MHS-genotype and sex)

Merkmal	$\bar{x}$	$s$	NN	Np	pp	F-Test	Börge	Sauen	F-Test
pH <sub>1</sub> Rückenmuskel	6,12	0,35	6,39 <sup>a</sup>	6,32 <sup>a</sup>	5,81 <sup>b</sup>	***	6,24	6,11	-
pH <sub>24</sub> Rückenmuskel	5,47	0,11	5,50	5,50	5,48	-	5,47	5,51	-
pH <sub>24</sub> Schinken	5,62	0,19	5,64	5,64	5,61	-	5,61	5,65	-
LF <sub>24</sub> Rückenmuskel	5,51	2,95	3,08 <sup>a</sup>	3,98 <sup>a</sup>	8,83 <sup>b</sup>	***	5,19	5,41	-
Fleischh.keit., Punkte	69,85	5,40	71,09	70,12	66,82	-	68,66	70,02	-
TS-Gehalt RM, %	25,63	0,85	25,77	25,28	25,46	-	25,83	25,18	-
Rohaschegeh. RM, %	1,14	0,04	1,16 <sup>a</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,15 <sup>a</sup>	**	1,13	1,16	-
IMF Rückenm., %	1,41	0,55	1,71 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>	1,03 <sup>c</sup>	***	1,70	1,03	***

\*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001; ungleiche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (p<0,05)

Tabelle 4

Anteile verschiedener Konditionen der Fleischbeschaffenheit in Abhängigkeit von MHS-Genotyp und Meßmethode (%) (Portions of different conditions of meat quality in relation to MHS-genotype and method of measurement (%))

	pH <sub>1</sub> -/pH <sub>24</sub> -Wertmessung			LF <sub>24</sub> -Messung			Fleischhelligkeits-Messung (P)					
	N	Np	pp	N	Np	pp	N	Np	pp			
Rückenmuskel												
PSE	pH <sub>1</sub> <5,6	0	5	35	LF <sub>24</sub> >10,0	0	5	25	P<55	0	0	0
PSE-Verdacht	5,6≤pH <sub>1</sub> ≤5,8	5	5	25	9,1≤LF <sub>24</sub> ≤10,0	5	5	25	55≤P≤60	5	0	10
normal	pH <sub>1</sub> >5,8; pH <sub>24</sub> <5,8	90	90	40	LF <sub>24</sub> <9,0	95	90	50	61≤P≤85	95	100	85
DFD-Verdacht	5,8≤pH <sub>24</sub> ≤6,0	5	0	0	-	-	-	-	80≤P≤85	0	0	5
DFD	pH <sub>24</sub> >6,0	0	0	0	-	-	-	-	P>85	0	0	0
Schinken												
normal	pH <sub>24</sub> <6,0	95	90	95								
DFD-Verdacht	6,0≤pH <sub>24</sub> ≤6,2	5	5	5								
DFD	pH <sub>24</sub> >6,2	0	5	0								

Bei Anwendung der von LITTMANN und PESCHKE (1994) angegebenen Grenzwerte für verschiedene Konditionen der Fleischbeschaffenheit (Tab. 4) läßt sich der Effekt unterschiedlicher Stresstabilität zusätzlich verdeutlichen. Sieht man davon ab,

daß bekanntermaßen die verschiedenen Meßmethoden bei Einzeltieren nicht immer zu übereinstimmenden Befunden führen, so kann nicht übersehen werden, daß sich auch innerhalb der Gruppen der streßresistenten Schweine (NN, Np) Tiere finden lassen, die außerhalb der Grenzbereiche eindeutig normaler Fleischbeschaffenheit liegen. In früheren Untersuchungen (z.B. BIEDERMANN et al. 1997; WITTMANN et al., 1998) wurden bei ihnen teilweise wesentlich höhere Anteile mit unerwünschten Werten beobachtet.

Dies gibt Veranlassung, darauf hinzuweisen, daß das Fehlen bzw. die Präsenz des Defektgens *p* nicht alleine für die Fleischbeschaffenheit verantwortlich gemacht werden kann. Es gilt auch die Muskelfülle in Betracht zu ziehen, die mit Hypertrophie, d.h. Vergrößerung der Muskelfasern und zunehmendem Anteil „weißer Fasern“ verbunden ist, wodurch die anaerobe Glykolyse im Muskel und damit die Verschiebung in Richtung PSE/DFD begünstigt wird. Davon ist das Piétrain-Schwein angesichts seiner extrem hohen Muskelfülle (Tab. 2) generell betroffen, wobei streßstabile Schweine trotz geringeren Fleischanteils am Schlachtkörper als bei pp-Tieren hiervon nicht ausgenommen sind. Dies erklärt, weshalb auch streßresistente Schweine Mängel der Fleischbeschaffenheit aufweisen können und trotz erfolgreicher MHS-Sanierung die Problematik noch keineswegs vollständig gelöst ist (CLAUS, 1996).

Wesentliche Faktoren der Qualität des Schweinefleisches sind in dessen sensorischen Eigenschaften (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack/Aroma) zu sehen. Allgemein ist man sich darin einig, daß neben den postmortalen Reifungsvorgängen hierfür der Gehalt an intramuskulärem Fett eine wesentliche Rolle spielt. In zahlreichen Untersuchungen wurde dementsprechend ein positiver Zusammenhang zwischen dem IMF und den Kriterien der Verzehrsqualität gefunden (BRENNER und SURMANN, 1991; CAMERON et al., 1990; SCHWÖRER und REBSAMEN, 1990; MEYER et al., 1990; STUMPE et al., 1990; EIKELNBOOM et al., 1996b; LÜTJENS und KALM, 1995; KIRCHHEIM et al., 1997), wobei sich dieser Einfluß offenbar vornehmlich auf die Zartheit des Fleisches zu beziehen scheint. Dies veranlaßte sowohl die Praxis der Fleischerzeugung als auch die einschlägige Wissenschaft, sich vermehrt diesem Aspekt zuzuwenden, wengleich GLODEK et al. (1993) eine derartige Beziehung in Frage stellen, HOVENIER et al. (1993) keinen Zusammenhang zwischen IMF und der Verzehrsqualität fanden und GÖRANSSON et al. (1992) sowie EIKELNBOOM et al. (1996a) weniger dem IMF-Gehalt als vielmehr dem End-pH-Wert die entscheidende Bedeutung für die Eßqualität bzw. Zartheit beimessen.

Die Literatur bezieht sich vielfach auf die aus entsprechenden Untersuchungen von BEJERHOLM und BARTON-GADE (1986) abgeleiteten Grenzwerte für den Rückenmuskel (13./14. Brustwirbel), wonach der für die Verzehrsqualität von Schweinefleisch optimale IMF-Gehalt 2,0 bis 2,5 % beträgt; bei noch höheren Werten kann ein weiterer Effekt auf den Genußwert des Fleisches offenbar nicht mehr erwartet werden. Andere Autoren (SCHWÖRER und REBSAMEN, 1990; MEYER et al., 1990; MAAK et al., 1993; KALLWEIT und BAULAIN, 1995; LÜTJENS und KALM, 1995) geben teilweise ähnliche, teilweise hiervon sowohl nach unten als auch nach oben abweichende Optimalbereiche bzw. Schwellenwerte an.

Sieht man sich in der Rassenlandschaft der Schweine um, so stellt man fest, daß nur wenige Rassen existieren, die im Rückenmuskel (13./14. Brustwirbel) einen IMF-Ge-

halt von 2,0 % oder mehr aufweisen. Überwiegend handelt es sich um ältere, gering verbreitete Schweinerassen, die nicht oder wenig hinsichtlich Fleischfülle selektiert wurden (SCHWÖRER und REBSAMEN, 1990). Für die vorherrschenden Schweinerassen wurden hingegen durchschnittliche IMF-Werte festgestellt, die in der Regel unter 2,0 %, zum Teil sogar unter 1,0 % liegen (SCHWÖRER und REBSAMEN, 1990; DE VRIES et al., 1994; KALLWEIT und BAULAIN, 1995). Eine Ausnahme bildet die Duroc-Rasse, die in fast allen Untersuchungen die 2 %-Schwelle mehr oder weniger deutlich übertrifft.

Von den Folgen hoher Muskelfleischanteile und geringen Fettansatzes sind die Piétrain-Schweine besonders betroffen. Die Einbußen hinsichtlich der Verzehrsqualität ihres Fleisches werden in allen sie berücksichtigenden Untersuchungen offenbar, indem sie im Vergleich zu anderen genetischen Herkünften mit ihren IMF-Gehalten im unteren Bereich (0,6 - 1,7 %) rangieren (GREGOR und SCHOLZ, 1993; LAZO et al., 1994; KALLWEIT und BAULAIN, 1995; BRANDT, 1997; POLTEN et al., 1997; SCHÖNE et al., 1997; STEINBERG et al., 1997).

Der mittlere IMF-Gehalt aller in die vorliegende Untersuchung einbezogenen Piétrain-Schweine beträgt 1,41 % (Tab. 3). Allerdings heben sich die streßstabilen Tiere infolge höheren Körperfettansatzes bzw. geringeren Muskelfleischanteils durch den merklich höheren durchschnittlichen IMF-Gehalt von den streßempfindlichen Tieren ab. Diese Überlegenheit zeigt sich besonders bei den NN-Genotypen, wengleich der im Interesse sensorischer Eigenschaften des Fleisches gewünschte Mindestgehalt an intramuskulärem Fett noch nicht erreicht wird. IMF-Werte von mehr als 2 % (2,17 - 2,85 %) liegen bei insgesamt sechs Kastraten (3 NN, 3 Np) vor. Von Niveauunterschieden abgesehen, kamen Autoren früherer Untersuchungen an Piétrains zu vergleichbaren Resultaten (SCHMITTEN, 1993; SCHOLZ und HARDGE, 1994; MATTHES und SCHWERIN, 1995; SCHOLZ, 1997; VON LENGERKEN et al., 1997).

Infolge vermehrten Fettansatzes besitzen die Böрге im Vergleich zu den Sauen einen bedeutend höheren intramuskulären Fettgehalt im Rückenmuskel, wie dies auch aus den Ausführungen von KALLWEIT und BAULAIN (1995) zum Ausdruck gelangt. Dagegen stellte FISCHER (1997) bei BHZP-Schweinen zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede fest.

Die IMF-Angaben beziehen sich in der Regel auf den *M. long. dorsi*. Dabei gilt es zu berücksichtigen, daß die IMF-Gehalte topographisch bedingten Unterschieden unterliegen. FISCHER (1997) konnte an einigen Muskeln sogar Gehalte von über 7 % feststellen (*M. semispinalis cap.*). Selbst innerhalb des Rückenmuskels wurden an verschiedenen Positionen Werte ermittelt, die bis zu mehr als 2 % über jenen am 13./14. Brustwirbel liegen (WÄHNER und LIPPMANN, 1993; FISCHER, 1997; WICKE et al., 1997).

Mit Ausnahme des intramuskulären Fettgehaltes im Rückenmuskel sind die Fleischbeschaffenheitsmerkmale beider Geschlechter in Übereinstimmung mit Ergebnissen von GÖDEKE et al. (1998) nicht signifikant voneinander verschieden. Hingegen stellten WITTMANN et al. (1998) bei Kastraten signifikant höhere pH<sub>1</sub>-Meßwerte an Kotelett und Schinken fest. Die deutliche Überlegenheit der Böрге im IMF-Gehalt, wie er ähnlich auch aus den Angaben von KALLWEIT und BAULAIN

(1995) hervorgeht, steht im Zusammenhang mit ihrem wesentlich höheren Fettansatz im Vergleich zu den weiblichen Schweinen. Allerdings sind aus der Literatur auch Ergebnisse bekannt (FISCHER, 1997), die bei anderen genetischen Herkünften derartige Unterschiede zwischen den Geschlechtern vermissen lassen.

### 3.5. Beziehungen des intramuskulären Fettgehaltes zu Kriterien der Mast- und Schlachtleistung

Aus der großen Fülle möglicher Merkmalsbeziehungen sollen für die folgende Betrachtung nur einige ausgewählt werden, soweit sie den zur Zeit besonders interessierenden intramuskulären Fettgehalt betreffen (Tab. 5).

Tabelle 5

Phänotypische Korrelationen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt des Rückenmuskels und ausgewählten Kriterien der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischqualität (Phenotypic correlations between the intramuscular fat content of the eye muscle and selected traits of fattening and carcass performance and meat quality)

Mastleistung		Schlachtleistung		Fleischbeschaffenheit	
tägliche Zunahmen	0,42***	Rückenspeckdicke	0,66***	pH <sub>1</sub> Rückenmuskel	0,39**
Futterverbr./kg Zun.	0,08	Rückenmuskelfläche	-0,44***	LF <sub>24</sub> Rückenmuskel	-0,42**
		Fleisch-Fett-Verh.	0,69***	Fleischhelligkeit	-0,11
		Fleischant. Bauch	-0,73***		
		Schinkengewicht	-0,44***		
		Fleischanteil	-0,64***		

\*:  $p \leq 0,05$ ; \*\*:  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*:  $p \leq 0,001$

Während der intramuskuläre Fettgehalt keine Beziehung zur Futterverwertung zeigt, lassen Schweine mit hoher Wachstumsleistung höhere IMF-Gehalte erwarten. Mit Eigenschaften der Schlachtkörperqualität bestehen nennenswert enge Zusammenhänge hochsignifikanter Ausmaßes, wobei erwartungsgemäß die Abhängigkeit von den Fleischmaßen negativ, von den Fettmaßen positiv gerichtet ist. Entgegen der von HOFER und SCHWÖRER (1996) bei Edelschweinen getroffenen Feststellung würde somit die Selektion auf intramuskulären Fettgehalt mit erheblichen Einbußen im Fleischanteil verbunden sein. Mit dem pH<sub>1</sub> sowie dem LF<sub>24</sub> am Rückenmuskel korreliert der intramuskuläre Fettgehalt dementsprechend in züchterisch erwünschter Weise, so wie auch KUHN et al. (1993) umgekehrt die Feststellung treffen, daß Schweine mit niedrigem Rohfettgehalt im Kotelettmuskel die größeren Muskelfaserdurchmesser und einen hohen Anteil an weißen Muskelfasern besitzen. Allerdings erweist sich die, wenn auch lose und nicht gesicherte Korrelation zur Fleischhelligkeit, unerklärlicherweise als negativ. Sieht man von dieser ab, so lassen sich zumindest in der Richtung vergleichbare Korrelationen den Untersuchungen von CAMERON (1990), GREGOR und SCHOLZ (1993) und DE VRIES et al. (1994) an verschiedenen Rassen und Kreuzungen sowie von DE VRIES et al. (1994), KALLWEIT und BAULAIN (1995), POLTEN et al. (1997) und STEINBERG et al. (1996) bei Piétrain-Schweinen entnehmen.

### 4. Schlußbetrachtung

Die ursprünglich verbreitete Auffassung, wonach die Streßsanierung der Piétrain-Rasse infolge des in ihr mit besonders hoher Frequenz vertretenen, für die Streß-

empfindlichkeit verantwortlichen Allels  $p$ , weitgehend aussichtslos sei, dürfte hinlänglich widerlegt sein. Die bereits seit Mitte der 80er Jahre angestrebten einschlägigen Bemühungen, die bis heute noch keineswegs zu einer durchgreifenden Veränderung der Population geführt haben, zeugen davon, daß sich damit zwangsläufig ein langwieriger Prozeß verbindet. Abgesehen von regionalen Ausnahmen vermißt man allerdings in den einschlägigen Aktivitäten noch immer deren konsequente Durchsetzung, zumal diese eine erhebliche Behinderung durch die in der Praxis weit verbreitete Skepsis gegenüber streßstabilen Piétrain-Ebern, insbesondere des reinerbigen Typs, erfahren. Dahinter verbirgt sich vorrangig die Befürchtung, daß man mit ihnen zu hohe Einbußen im Muskelfleischanteil hinzunehmen hätte. In der Tat sind streßanfällige Schweine den reinerbig streßstabilen Tieren mit 2,4 % mehr Fleischanteil am Schlachtkörper überlegen. Vergleicht man jedoch den Fleischanteil letzterer mit jenem anderer Schweinerassen, so geht mit ihnen der Charakter einer fleischreichen Vater rasse keineswegs verloren. Angesichts eines Fleischanteils von über 60 % sollte man ohnehin zur Einsicht gelangen, daß damit das biologisch vernünftige Maß überschritten sein könnte.

Auch wenn beim derzeitigen Handelsklassensystem bei reinerbig streßresistenten Piétrains und ihren Kreuzungsnachkommen Einbußen in den Verkaufserlösen hingenommen werden müssen, läßt sich ihre Ablehnung dadurch entkräften, daß ihre Zunahmen, wenn auch nicht signifikant, die der streßlabilen Schweine übertreffen und sie zudem mit bedeutend günstigeren Eigenschaften der Fleischbeschaffenheit einschließlich des intramuskulären Fettes aufwarten. Die derzeitigen Ansätze der Schlachtindustrie deuten zudem darauf hin, daß in Zukunft der Auszahlungspreis für „hochprozentige“ Schlachtkörper niedriger ausfallen wird, als dies derzeit noch üblich ist. Erwähnt sei auch, daß bei streßstabilen Piétrains zusätzlich mit verringerten Tierverlusten gerechnet werden kann.

Grundsätzlich sollte die Streßsanierung der Piétrain-Rasse konsequent auf ausschließlich homozygot streßresistente Schweine ausgerichtet werden, wenn die Vorteile bezüglich Fleischbeschaffenheit uneingeschränkt genutzt und die Entstehung streßanfälliger Mastschweine sicher ausgeschlossen werden soll. Die Konkurrenz anderer schweineerzeugender Länder, die teilweise ausschließlich reinerbig streßresistente Mastschweine erzeugen, bzw. fast ausschließlich MHS-genfreie Vaterrassen einsetzen (von LENGERKEN et al., 1997), sollte weitere Veranlassung sein, sich auch hierzulande auf die Züchtung von Schweinen dieses Genotyps zu besinnen. Mögliche tierschützerisch begründete Einschränkungen der Haltung streßlabiler Schweine könnten allen Schweinehaltern, die ihre Bedenken gegenüber streßresistenten Piétrain-Schweinen nicht zurückstellen, eines Tages das Nachsehen bereiten. Heute schon stößt die Zucht streßanfälliger Piétrains auf zunehmende ethische Bedenken, mitunter werden sie sogar in den Begriff „Qualzucht“ einbezogen. Sollte die Fleischqualität, in welcher Art und Weise auch immer, in das Bezahlungssystem von Schlachtkörpern einbezogen werden, wäre ohnehin mit einem drastischen Rückgang der Nachfrage nach Piétrain-Ebern des herkömmlichen Genotyps zu rechnen.

Insgesamt wird sich die Schweineerzeugung der Zukunft vermehrt darauf einzustellen haben, bei der züchterischen Verbesserung der Schlachtkörperqualität nicht länger maximale Magerfleischanteile in den Vordergrund zu stellen und der Fleischqualität

zunehmendes Gewicht zuzubilligen, um die sich wandelnden Verbraucheransprüche gebührend zu befriedigen.

### Danksagung

Der Erzeugergemeinschaft und Züchtervereinigung für Zuchtschweine in Bayern w.V. wird für die finanzielle Unterstützung der Untersuchungen freundlichst gedankt.

### Literatur

- BEJERHOLM, C.; BARTON-GADE, P.A.:  
Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. Proc. 32nd European Meeting of Meat Research Workers (1986), 389-391
- BIEDERMANN, G.; PESCHKE, W.; WITTMANN, W.; BRANDT, C.:  
Stand der Zucht-, Mast- und Schlachtleistung von Piétrain-Schweinen unterschiedlichen MHS-Genotyps aus zwei Zuchtherden. Arch. Tierz., Dummerstorf 40 (1997), 535-547
- BRANDT, H.:  
Möglichkeiten der Zucht auf höheren intramuskulären Fettgehalt unter deutschen Marktverhältnissen. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 98-104
- BRENNER, K.-V.; SURMANN, H.:  
Eßqualität von Schweinefleisch derzeitiger Mastendprodukte. Schweinezucht und Schweinemast 39 (1991), 142-144
- CAMERON, N.D.:  
Genetic and phenotypic parameters for carcass traits, meat and eating quality traits in pigs. Livest. Prod. Sci. 26 (1990), 119-135
- CAMERON, N.D.; WARRIS, P.D.; PORTER, S.J.; ENSER, M.B.:  
Comparison of Duroc and British Landrace pigs for meat and eating quality. Meat Sci. 27 (1990), 227-247
- CLAUS, R.:  
Physiologische Grenzen der Beeinflussbarkeit von Leistungen beim Schwein. Züchtungskunde, Stuttgart 68 (1996), 493-505
- DE SMET, S.M.; PAUWELS, H.; DE BIE, S.; DEMEYER, D.L.; CALLEWIER, J.; ECKHOUT, W.:  
Effect of halothane genotype, breed, feed withdrawal, and lairage on pork quality of Belgian slaughter pigs. J. Anim. Sci. 74 (1996), 1854-1863
- DE VRIES, A.G.; VAN DER WAL, P.G.; LONG, T.; EIKELENBOOM, G.; MERKS, J.W.M.:  
Genetic parameters for pork quality and production traits in Yorkshire populations. Livest. Prod. Sci. 40 (1994), 277-289
- EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; VAN DER WAL, P.G.:  
Die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. 1. Einfluß des End-pH-Wertes. Fleischwirtsch. 76 (1996a), 405-406
- EIKELENBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H.; VAN DER WAL, P.G.:  
Die Verzehrsqualität von Schweinefleisch. 2. Einfluß des intramuskulären Fettes. Fleischwirtsch. 76 (1996b), 559-560
- ELLIS, M.; WEBB, A.J.; AVERY, P.J.; BROWN, I.:  
The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. Anim. Sci. 62 (1996), 521-530
- FISCHER, K.:  
Sensorische Prüfung in der Qualitätsbewertung von Schweinefleisch. Workshop Schweinefleischbeschaffenheit, Nordhausen (1990), 5-14
- FISCHER, K.:  
Untersuchungen zur Variation des IMF-Gehaltes beim Schwein. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 61-65
- FISCHER, K.; FREUDENREICH, P.; HOPPENBROCK, K.H.; SOMMER, W.:  
Einfluß produktionstechnischer Bedingungen auf das Fettsäuremuster im Rückenspeck von Mastschweinen. Fleischwirtsch. 72 (1992), 200-205

- FISCHER, K.; FREUDENSTEIN, P.; RÖHRMOSER, G.:  
Zum Einfluß bestimmter Futterfette auf die Fleisch- und Fettqualität beim Schwein. *Fat Sci. Technol.* 92 (1990), 559-563
- FREUDENREICH, P.:  
Kritische Sichtung der Methoden zur Bestimmung des IMF-Gehaltes bei Schweinefleisch. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 19-25
- FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; DELEON, S.; KHANNA, V.K.; WEILER, J.E.; O'BRIEN, P.J.; MACLENNAN, D.H.:  
Identification of a mutation in porcine Ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253 (1991), 448-451
- GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A.; DIESTRE, A.; ALONSO, P.; MUÑOZ-LUNA, A.; SIGGENS, K.; CUTHBERT-HEAVENS, D.:  
The effect of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. *Anim. Sci.* 63 (1996), 487-496
- GISPERT, M.; DIESTRE, A.; TIBAU, J.; SOLER, J.; NOGUERA, J.L.; OLIVER, M.A.:  
Effect of breed and halothane susceptibility on carcass quality in pigs. *Med. Vet.* 11 (1994), 41-48
- GLODEK, P.:  
Schweinezucht, 9. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart (1992)
- GLODEK, P.; MEYER, E.; HENNING, M.; KALLWEIT, E.:  
Instrumentelle und sensorische Fleischbeschaffenheitskriterien praxisüblicher Schweinegebrauchskreuzungen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 36 (1993), 371-381
- GÖDEKE, K.; GLODEK, P.; MEYER, J.N.; BRANDT, H.:  
Der Einfluß des MHS-Streßgens auf die Fleischleistung und Fleischbeschaffenheit der Nachkommen von Piétrain- und Piétrain×Hampshire-Kreuzungsebern. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 41 (1998), 433-446
- GÖRANSSON, A.; SETH, G. VON; TORNBORG, E.:  
Influence of intramuscular fat on the eating quality of pork. *Proc. 38th International Congress of Meat Science and Technology, Clermont-Ferrand* (1992), 245-248
- GREGOR, G.; SCHOLZ, A.:  
Videobildanalyse zur Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes und Zuchtziel Diskussion beim Schwein. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 36 (1993), 383-395
- GUEBLEZ, R.; PABOEUF, F.; SELLIER, P.; BOUFFAUD, M.; BOULARD, J.; BRAULT, D., LE TIRAN, M.H.:  
Effet du genotype halothane sur la viande du porc charcutier. *J. Rech. Porcine France* 27 (1995), 155-163
- HANSET, R.; DASNOIS, C.; SCALAIS, S. MICHAUX, C.; GROBET, L.:  
Genotypes au locus de sensibilité à l'halothane de croissance et de carcasses dans une F2 Piétrain×Large White. *Genet. Sel. Evol.* 27 (1995), 63-76
- HOFER, A.; SCHWÖRER, D.:  
Wie wird der intramuskuläre Fettgehalt honoriert und züchterisch verbessert? *DGFZ-Schriftenreihe* (1996) H.4, 207-216
- HOVENIER, R.; KANIS, E.; VERHOEVEN, J.A.M.:  
Repeatability of taste panel tenderness scores and their relationships to objective pig meat quality traits. *J. Anim. Sci.* 71 (1993), 2018-2025
- KALLWEIT, E.; BAULAIN, U.:  
Intramuskulärer Fettgehalt im Schweinefleisch: *Schweinezucht und Schweinemast* 43 (1995) 1, 40-42
- KALLWEIT, E.; HENNING, M.; KÖHLER, P.; BAULAIN, U.:  
Intramuskulärer Fettgehalt bei verschiedenen Schweinerassen. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 105-112
- KIRCHHEIM, U.; SCHÖNE, F.; REICHARDT, W.:  
Einfluß des intramuskulären Fettes auf Parameter der Fleischbeschaffenheit. *Fleischwirtsch.* 77 (1997), 410-411
- KUHN, G.; FIEDLER, I.; KÜCHENMEISTER, U.; ENDER, K.:  
Untersuchungen zum Nährwert und zur Fleischbeschaffenheit verschiedener Schweineherkünfte. *Fleischwirtsch.* 73 (1993), 1180-1182
- LAHUCKY, R.; CHRISTIAN, L.L.; KOVAC, L.; STALDER, K.J.; BANEROVA, M.:  
Meat quality assessed ante and post mortem by different ryanodine receptor gene status of pigs. *Meat Sci.* 47 (1997), 277-285
- LARZUL, C.; LE ROY, P.; GUÉBLEZ, R.; TALMANT, A.; GOGUE, J.; SELLIER, J.; MONIN, G.:  
Effect of halothane genotype (NN, Nn, nn) on growth, carcass and meat quality traits of pigs slaughtered at 95 kg or 125 kg live weight. *J. Anim. Breed. Genetics* 114 (1997), 309-320

- LAZO, A.; GAUDEMER, G.; VIAN, M.; RAMPON, V.; GRUAND, J.; LE JOSSEC, P.; CHEVILLON, P.; LE JOSSEC, P.:  
Evolution de la composition lipidique du muscle long dorsal au cours du développement post-sevrage chez trois genotypes porcins. J. Rech. Porcine France 26 (1994), 175-182
- LENGERKEN, G. v.; WICKE, M.; MAAK, S.:  
Streibempfindlichkeit und Fleischqualität - Stand und Perspektiven in Praxis und Forschung. Arch. Tierz., Dummerstorf 40 (1997) Sonderheft, 163-171
- LITTMANN, E.; PESCHKE, W.:  
Welches Messverfahren ist das beste? DGS 46 (1994) H.49, 19-21
- LÜTJENS, A.; KALM, E.:  
Zusammenhang zwischen analytischen und sensorischen Fleischbeschaffenheitsparametern. Fleischwirtsch. 75 (1995), 484-491
- MAAK, S.; WICKE, M.; KRETZSCHMAR, MÜLLER, S., LENGERKEN, G. v.:  
Intramuskulärer Fettgehalt ostdeutscher Schweinerassen. 1. Symposium d. Inst. f. Tierzucht u. Tierhaltung, Halle (1993), 17-21
- MATTHES, W.; SCHWERIN, M.:  
MHS-Genest zur Bestimmung der Streßanfälligkeit. Streßstabilität erhöht die Leistung. Neue Landwirtschaft. H.5 (1995), 56-58
- MEYER, E.; HENNING, M.; KALLWEIT, E.; GLODEK, P.:  
Organoleptik und Fleischbeschaffenheit bei verschiedenen Kreuzungsherkünften. Workshop Schweinefleischbeschaffenheit, Nordhausen (1990), 15-19
- OLIVER, M.A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A.:  
The effects of breed and halothane sensitivity on pig meat quality. Meat Sci. 35 (1993), 105-118
- POLTEN, S.; HASSEL, S.; MEYER, P.:  
Einbeziehung des intramuskulären Fettgehaltes in die Leistungsprüfung beim Schwein. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 117-122
- REMPEL, W.E.; LU, M.Y.; MICKELSON, J.R.; LOUIS, C.F.:  
The effect of skeletal muscle ryanodine receptor genotype on pig performance and carcass quality traits. Anim. Sci. 60 (1995), 249-257
- SAS INSTITUTE INC.:  
SAS/Stat. User's Guide, Version 6, 4th Edition (1989)
- SCHMITTEN, F.:  
Schweinefleisch in der Zuchtpraxis. Züchtungskunde, Stuttgart 65 (1993), 455-467
- SCHOLZ, A.:  
Vergleich von Untersuchungsmethoden zur Ermittlung des intramuskulären Fettgehaltes beim Schwein unter besonderer Berücksichtigung der Videobildanalyse. IMF-Kolloquium, Jena (1996), 18-25
- SCHOLZ, A.; HARDGE, T.:  
Zum Einfluß von MHS-Genotyp und Genkonstruktion auf komplexe quantitative Merkmale der Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität beim Schwein. Arch. Tierz., Dummerstorf 37 (1994), 245-256
- SCHÖNE, F.; KIRCHHEIM, U.; REICHARDT, W.:  
Fleischqualität Thüringer Masthybriden unter besonderer Berücksichtigung des IMF-Gehaltes. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 75-78
- SCHWÖRER, D.; REBSAMEN, A.:  
Zucht auf gute Fleischbeschaffenheit durch Berücksichtigung des Gehaltes an intramuskulärem Fett. Schweinezucht und Schweinemast 38 (1990), 173-176
- STEINBERG, M.; BERGFELD, U.; SCHÖBERLEIN, L.:  
Untersuchungen zum Einfluß des IMF-gehaltes auf die physikalisch-technologischen Parameter der Fleischbeschaffenheit und die sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 70-74
- STUMPE, A.; SCHMITTEN, F.; SCHEPERS, K.H.:  
Zusammenhänge zwischen sensorischen und technologischen Qualitätseigenschaften des Schweinefleisches. Fleischwirtsch. 70 (1990), 195-199
- WÄHNER, M.; LIPPMANN, J.:  
Zum intramuskulären Fettgehalt im großen Rückenmuskel und Schinken beim Schwein - wo soll er gemessen werden? Fleisch 47 (1993), 455-457
- WICKE, M.; HEYLEN, K.; LENGERKEN, G. v.:  
Ergebnisse topographischer Untersuchungen zum intramuskulären Fettgehalt des *M. longissimus* des Schweines. IMF-Kolloquium, Jena (1997), 66-69

- WITTMANN, W.; HOJNY, J.; CWIK, S.; SCHMID, D.-O.; KRAUS, H.; HAUSER, M.; BLENDL, M.-H.:  
Selektion homozygot streßresistenter Linien bei DL-Schweinen mittels Markergenen. Arch. Tierz.,  
Dummerstorf 35 (1992), 119-127
- WITTMANN, W.; PESCHKE, W.; LITTMANN, E.; BEHRINGER, J.; BIRKENMAIER, S.; DOVC, P.;  
FÖRSTER, M.:  
Mast- und Schlachtleistungen von DL-Kastraten in Abhängigkeit vom MHS-Genotyp. Züchtungskunde,  
Stuttgart 65 (1993), 197-205
- WITTMANN, W.; GÖTZ, K.-U.; PESCHKE, W.; LINDNER, J.-P.; HAUSER, M.:  
Einfluß des MHS-Genotyps auf die Mast- und Schlachtleistung von Piétrainschweinen und Pi×DL-  
Mastendprodukten in der Stationsprüfung. Arch. Tierz., Dummerstorf 42 (1998), 139-147

Eingegangen: 08.09.1999

Akzeptiert: 11.01.2000

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. GÜNTER BIEDERMANN  
Fachgebiet Tierzucht, Universität Gh Kassel  
Nordbahnhofstraße 1a  
D-37213 Witzenhausen

CHRISTIANE JATSCH  
Fachgebiet Tierernährung, Universität Gh Kassel  
Nordbahnhofstraße 1a  
D-37213 Witzenhausen

LLD WALTER PESCHKE, Dr. WERNER WITTMANN  
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub  
Prof.-Dürrwächter-Platz 1  
D-85586 Poing

Dr. JOHANN-PETER LINDNER  
Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Schwarzenau  
D-97359 Schwarzach