

Aus dem Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Dummerstorf¹, dem Physiologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover² und dem Institut für Tier-Histologie der Landwirtschaftlich-Technischen Universität Bydgoszcz (Polen)³

ILSE FIEDLER¹, GERDA KUHN¹, MARGITTA HARTUNG¹,
ULRICH KÜCHENMEISTER¹, KARIN NÜRNBERG¹, CHARLOTTE REHFELDT¹,
KORINNA HUBER² und DANUTA KLOSOWSKA³

Auswirkungen des Malignen Hyperthermie-Syndroms (MHS) auf Fleischqualität, Muskelfasereigenschaften und Stoffwechselkriterien des *M. longissimus* von Piétrain- Schweinen

Herrn Professor Dr. Erhard Kallweit zum 65. Geburtstag gewidmet

Summary

Title of the paper: **Effects of the malignant hyperthermia syndrome (MHS) on meat quality, muscle fibre characteristics and metabolic traits of the *Longissimus* muscle in Piétrain pigs**

In Piétrain pigs with the genetic defect MHS (MHS group; n=11) and without this defect (MHR group; n=17) the *Longissimus* muscle was examined from the time of slaughter to 24 h *post mortem* to characterize endogenous changes in structural and functional parameters of the fibres and meat quality. At the time of slaughter the muscle in the MHS group was characterized by enlarged fibre diameters, a reduced number of capillaries and an increased occurrence of angular fibres and giant fibres. The fibre type composition in the MHS group tended to an increased proportion of glycolytic fibres and decreased proportion of oxidative fibres. The activities of four enzymes indicating the energy metabolism were not significantly different between the groups immediately after slaughter. However, at the time 45 min *post mortem* the activities of all enzymes were less in the MHS group as compared with the MHR group. The IMP/ATP quotient was the same in both groups directly after slaughter and was increased by 19.6 % in the MHS group 45 min *post mortem* indicating a deficit in supply of ATP for the metabolic processes of development from muscle to normal meat quality. Reduced values were measured in the sarcoplasmic Ca²⁺ATPase activity of the MHS group as compared with the MHR group. The changes in microstructure and metabolism of the muscle were related to an impairment of meat quality, which was characterized by a low pH value, lighter-coloured meat and a high drip-loss. The results underline the demand to eliminate those pigs with the MHS genetic defect from breeding stocks and to involve further traits of muscle into the selection.

Key Words: pig, muscle, malignant hyperthermia, meat quality, muscle fibre, capillarity, enzyme activity

Zusammenfassung

Bei Schweinen der Rasse Piétrain mit dem Gendefekt MHS (MHS-Gruppe; n=11) und ohne diesen Defekt (MHR-Gruppe; n=17) wurde der *M. longissimus* vom Schlachtzeitpunkt bis zu 24 h *post mortem* (p.m.) untersucht, um endogen bedingte Veränderungen in strukturellen und funktionellen Merkmalen der Muskelfasern und Beziehungen zur Fleischqualität zu charakterisieren. Bei der MHS-Gruppe war der Muskel zum Schlachtzeitpunkt durch vergrößerte Faserdurchmesser, eine verminderte Kapillaranzahl und durch ein vermehrtes Auftreten von angulären Fasern und Riesenfaser gekennzeichnet. Die Fasertypenzusammensetzung war nur tendenziell in Richtung eines erhöhten Anteils glykolytischer Muskelfasern verändert. In den Aktivitäten von vier Enzymen des Energiestoffwechsels wurden unmittelbar nach der Schlachtung keine Differenzen zwischen den Gruppen festgestellt, zum Zeitpunkt 45 min p.m. waren die Werte bei der MHS-Gruppe geringer als bei der MHR-Gruppe. Der IMP/ATP-Quotient war unmittelbar nach der Schlachtung bei beiden Gruppen auf gleichem Niveau und 45 min p.m. bei der MHS-Gruppe um 19,6 % erhöht. Er zeigte damit Defizite in der Bereitstellung von ATP für die postmortalen Stoffwechselprozesse auf. In der Aktivität der sarkoplasmatischen Ca²⁺ATPase wurden bei der MHS-Gruppe 45 min p.m. geringere Werte als bei der MHR-Gruppe gemessen. Die

Veränderungen der Mikrostruktur und der Stoffwechselfparameter des Muskels standen bei der MHS-Gruppe mit einer Beeinträchtigung der Fleischqualität im Zusammenhang, die durch einen niedrigen pH-Wert, helles Fleisch und einen hohen Dripverlust charakterisiert war. Die Befunde an Piétrain-Schweinen unterstreichen die Notwendigkeit, Tiere mit dem Gendefekt zu eliminieren und weitere muskelbiologische Merkmale in die Selektion einzubeziehen.

Schlüsselwörter: Muskel, Schwein, maligne Hyperthermie, Fleischqualität, Muskelfaser, Kapillaren, Enzymaktivität

I. Einleitung

Auf Grund einer hohen Relevanz für die Schweineproduktion wurden die Zusammenhänge zwischen dem MHS-Gendefekt und Mängeln in der Belastbarkeit und Fleischqualität umfassend untersucht. Die negativen Effekte auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität sind von MITCHELL und HEFFRON (1982), FALKENBERG u.a. (1993) sowie von BIEDERMANN u.a. (2000) beschrieben worden. Durch die Anwendung des MHS-Gentests (FUJII u.a., 1991) war es möglich, die positiven Probanden zu eliminieren und damit die Fleischqualität zu verbessern. Die Tatsache, dass jedoch auch bei negativen Probanden Fleischqualitätsmängel auftreten, weist auf das Vorhandensein weiterer Faktoren hin, die für die veränderten postmortalen Vorgänge bei der Ausbildung der Fleischeigenschaften verantwortlich sind. Deshalb sind neben den bisherigen Indikatoren neue, die Qualitätseigenschaften verbessernde Selektionsparameter zu entwickeln, wie es von GLODEK (1990), FEWSON u.a. (1993), CLAUS (1996) und von KLONT u.a. (1999) gefordert wird.

Als Kriterien für die Charakterisierung einer Disposition für Belastungsempfindlichkeit und Fleischqualitätsmängel kommen Merkmale der Muskelstruktur und Muskelfunktion in Betracht. Trotz zum Teil unterschiedlicher Aussagen über die Bedeutung dieser Merkmale wird eine große Faserquerschnittsfläche für die Belastungsstabilität und Fleischqualität einheitlich als negativ und eine hohe Fasergesamtanzahl als positiv eingeschätzt (ESSEN-GUSTAVSSON und LINDHOLM, 1984; v. LENGERKEN u.a., 1997; REHFELDT u.a., 2000). In Untersuchungen an verschiedenen Rassen (FIEDLER u.a., 1997; KUHN u.a., 1998) zeigten Tiere mit hohen Muskelfleischanteilen im Muskel große Faserquerschnittsflächen, verbunden mit einer geringen Fasergesamtanzahl und Mängeln in der Fleischqualität. Die Dominanz des glykolytischen Fasertyps in Kombination mit großen Faserquerschnitten wird von MARTENS (1998) als prädisponierend für PSE-Fleisch angesehen. Die phänotypischen und genetischen Korrelationskoeffizienten zwischen der Fasertypenzusammensetzung und der Fleischqualität werden allgemein als gering bis mittelgradig angegeben (SOSNICKI, 1987; LARZUL u.a., 1997a; OZAWA u.a., 2000), welches auch für die Zusammenhänge zwischen Muskelfasermerkmalen, Fleischqualität und Enzymaktivitäten des Energiestoffwechsels zutrifft (HENCKEL u.a., 1997).

Die bisherigen Ergebnisse weisen darauf hin, dass für eine umfassende Charakterisierung der Zusammenhänge weitere mikrostrukturelle und zellphysiologische Merkmale einzubeziehen sind. Für die Untersuchung der Ursachen für eine Prädisposition bezüglich Belastbarkeit und Fleischqualitätsmängel sind MHS-homozygot positive und MHS-homozygot negative Schweine gut geeignet, da bei diesem Tiermodell die

Differenzen in der Fleischqualität einen eindeutig genetischen Charakter tragen. In der vorliegenden Studie werden in Abhängigkeit vom MHS-Status mikrostrukturelle und funktionelle Kriterien des Muskelgewebes von Piètrain-Schweinen nach der Schlachtung charakterisiert und die postmortalen Veränderungen im Zusammenhang mit der Fleischqualität untersucht.

2. Material und Methoden

2.1 Tiermaterial

Es wurden insgesamt 28 Tiere der Rasse Piètrain untersucht. Nach dem Ergebnis des MHS-Gentests nach FUJII u.a.(1991) wurden sie in die Gruppen MHR (Malignant Hyperthermia Resistent; homozygot positiv; $n = 11$) und MHS (Malignant Hyperthermia Sensitive; homozygot negativ; $n = 17$) eingeteilt. Die Tiere wurden mit einem Gewicht von 108 ± 5 kg aus einem Zuchtbetrieb für Piètrain bezogen und 7 Tage vor der Schlachtung in einem Versuchsstall unter Einzelhaltung und Einzelfütterung gehalten. Die in dieser Zeit verabreichte Futtermischung war mit der des Zuchtbetriebes identisch. Einen Tag vor der Schlachtung wurden jeweils zwei Tiere zum Versuchsschlachthaus (ca. 500 m) transportiert.

2.2 Methoden

Schlachtung und Probenentnahme

Nach einer Nüchternungszeit von 24 h erfolgte die Tötung der Tiere (Stechen) nach vorangegangener Elektroschockbetäubung. Danach wurden 20 min *post mortem* (p.m.) der Muskelfleischanteil mit dem FAT-o-MEAT'er (SFK-Technology, Söburg, Dänemark) und 24 h p.m. die Fläche des *M. longissimus* durch Pausung der Schnittfläche in Höhe der 13./14. Rippe bestimmt. An vier Zeitpunkten p.m. (unmittelbar nach der Schlachtung, 45 min, 4 h und 24 h p.m.) wurden in dieser Region die Proben für die Analyse der Mikrostruktur und der Fleischqualität entnommen. Für die Analyse des Fasertypenprofils und für die biochemischen Analysen erfolgte die Probenentnahme an den Zeitpunkten 0 min p.m. und 45 min p.m..

Fleischqualitätsmerkmale

Als Kriterien der Fleischqualität wurden der pH_1 -Wert, die Fleischhelligkeit und der Dripverlust bestimmt. Die Messung des pH_1 -Wertes erfolgte 45 min p.m. an der hängenden Hälfte mit dem pH-Star der Firma Mattäus, Pöttmes, durch Einstich der ummantelten Elektrode in den Muskel. Die **Fleischhelligkeit** (L^*) wurde 24 h p.m. mit dem Chromometer CR 200 der Firma Minolta, Ahrensburg, am Muskelanschnitt bestimmt. Als **Dripverlust** galt die Gewichts Differenz einer 24 h p.m. entnommenen, in Folie eingeschweißten 50g-Muskelprobe nach 24stündiger Lagerung bei 4°C .

Merkmale der Muskelstruktur

Die Analyse der Muskelstrukturmerkmale erfolgte an $12\ \mu\text{m}$ dünnen Kryostatschnitten quer zur Faserrichtung mit dem Bildanalyseystem AMBA (IBSB, Berlin).

Der **Extrazellularraum** wurde an Hämalaun-Eosin-Schnitten als Anteil der Faserzwischenräume an der Gesamtfläche des Muskelpräparates auf einem Blickfeld von 10×10

mm ermittelt. Für die Berechnung der **Fasertypenzusammensetzung** wurden die Gewebeschnitte den enzymhistochemischen Nachweisen der NADH-Tetrazoliumreduktase und der säurestabilen ATPase (pH=4,2) unterzogen. Danach erfolgte die Klassifizierung von insgesamt 400 Fasern in die folgenden Typen: Slow twitch oxidative (STO), Fast twitch oxidative (FTO), Fast twitch glycolytic (FTG), anguläre Fasern (ANG) und Riesenfaser (RF). Die **Faserdurchmesser** wurden von den drei Hauptfasertypen STO, FTO und FTG bestimmt. Durch Multiplikation der Faseranzahl pro cm^2 mit der planimetrierten Muskelquerschnittsfläche (cm^2) wurde die **Muskelfasergesamtanzahl** berechnet. Zur Darstellung der **Blutkapillaren** diente der enzymhistochemische Nachweis der alkalischen Phosphatase. Es wurden die Anzahl Kapillaren pro mm^2 Muskelgewebe ermittelt. Die Details der Methoden wurden den Standardwerken von SPANNHOF (1967) und ROMEIS (1989) entnommen und darüber hinaus die bei FIEDLER und BRANSCHIED (1998) beschriebenen Modifikationen angewendet.

Biochemische Merkmale

Die Bestimmung des **IMP/ATP-Quotienten** erfolgte nach der bei LENGERKEN u.a. (1991) beschriebenen Methode. Eine Muskelprobe von ca. 3 g wurde im Homogenisator zerkleinert und nach Zugabe von 7 ml 1M Perchlorsäure 30 sec bei 3000 U/min zentrifugiert. Vom Überstand wurden 0,1 ml in eine Quarzküvette mit 1,9 ml 0,1 M Phosphatpuffer pipettiert. Das Verhältnis der spektralphotometrischen Messung der Absorption bei 250 nm und 260 nm ergab den IMP/ATP-Quotienten. Die Aktivität der Ca^{2+} ATPase im sarkoplasmatischen Retikulum (SR) wurde spektrophotometrisch mit einem kombinierten Enzym-Assay bestimmt. Die Details sind bei KÜCHENMEISTER u.a. (1999) beschrieben.

Isozitatdehydrogenase (ICDH) und Laktatdehydrogenase (LDH). Proben von je 100 mg wurden in 2 ml 0,1 M Triethanolamin (TEA)-Puffer, pH 7,5, mit einem Glasschliffhomogenisator (Kontes, Vineland, NJ, USA) auf Eis homogenisiert. Nach Zentrifugation des Homogenats für 10 min bei 10600 g (10000 U/min) und 4°C wurde der Überstand entnommen und Verdünnungen von 1:40 (ICDH) bzw. 1:1000 (LDH) hergestellt. Die Messung der Enzymaktivitäten erfolgte auf der Basis kinetischer Messungen mit den Kits Nr. 340-D für ICDH und Nr. 153UV für LDH (Sigma, Deisenhofen), die bezüglich der Verwendung von Mikrotiterplatten modifiziert wurden. Der Proteingehalt der Muskelhomogenate wurde mit Biquinolinsäure (BCA, Sigma, Deisenhofen) nach Modifikation der Methode von SMITH u.a. (1985) gegen Rinderserumalbumin (Serva, Heidelberg) als Standard bestimmt. Alle Messungen der optischen Dichten erfolgten mit dem Mikrotiterplatten-Photometer „spectramax 250“ (Molecular Devices Corp. Sunnyvale, CA, USA).

Glyzerin-3-P-dehydrogenase (GPDH) und Glyzerinaldehyd-3-P-dehydrogenase (GAPDH). Die Muskelproben wurden in flüssigem Stickstoff gemörsert und unter Zusatz eines Homogenisationspuffers (5 ml Puffer pro g Gewebe) bei pH 7,4 mit einem Potter (400 U/min) auf Eis homogenisiert. Nach Zentrifugation des Homogenats mit 40000 g für 25 min bei 4°C wurde der Überstand aliquotiert und bei -80°C gelagert. Die Aktivitätsbestimmungen der GPDH und der GAPDH erfolgten photomet-

risch durch Bestimmung der Absorptionsabnahme bei Umsetzung von NADH zu NAD⁺ bei 334 nm und 37°C nach BERGMEYER (1974). Der Proteingehalt wurde mit dem BioRad-Assay (BioRad, München) bestimmt, wobei χ -Globulin als Standard diente.

2.3 Statistische Auswertung

Die varianzanalytische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS (Statistical Analysis System, 1990) nach der Least-Squares-Methode. Für den Nachweis signifikanter Mittelwertunterschiede zwischen der MHR- und der MHS-Gruppe, die in den Tabellen und Grafiken mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $P \leq 0,05$ zugrundegelegt.

3. Ergebnisse

3.1 Schlachtkörperqualität

In Tabelle 1 sind die Lebendengewichte der Gruppen MHR und MHS und Merkmale der Schlachtkörperqualität aufgeführt. Im mittleren Lebendengewicht unterschieden sich die Gruppen erwartungsgemäß nicht voneinander, da gewichtsabhängig geschlachtet wurde. Bezüglich der Schlachtkörperzusammensetzung wiesen die Tiere der belastungsempfindlichen MHS-Gruppe einen um 3,2 % höheren Muskelfleischanteil auf. Die Fläche des *M. longissimus* war um 7,8 cm² größer als bei der belastungsstabilen MHR-Gruppe. Die Fleischqualität der MHR-Gruppe lag für die drei untersuchten Merkmale im Normbereich. Bei der MHS-Gruppe wurde eine insgesamt mangelhafte Fleischqualität festgestellt, die sich gegenüber der MHR-Gruppe in einem niedrigeren pH-Wert und in signifikant höheren Werten für die Fleischhelligkeit und den Dripverlust ausdrückten. Diese Fleischeigenschaften waren eindeutig als PSE-Fleisch anzusprechen.

Tabelle 1
Lebendengewicht, Schlachtkörpermerkmale und Fleischqualität (Live weight, carcass traits and meat quality)

		MHR		MHS	
		LSM	SE	LSM	SE
Lebendengewicht	kg	107	2,04	108	1,40
Muskelfleischanteil	%	58,3	2,62	61,5*	2,09
Muskelfläche	cm ²	54,9	4,60	62,7*	8,10
pH-Wert	45 min p. m.	6,29	0,05	5,55*	0,06
Fleischhelligkeit	L*	47,1	0,60	51,0*	0,80
Dripverlust	%	2,82	0,30	5,83*	0,39

* $P \leq 0,05$

MHR = Malignant Hyperthermia Resistent

MHS = Malignant Hyperthermia Sensitive

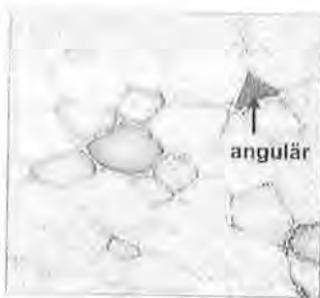
3.2 Mikrostrukturmerkmale

Fasertypenprofil. Der *M. longissimus* des Schweines ist ein Muskel, der aus Fasern mit unterschiedlichen Stoffwechsel- und Kontraktionseigenschaften zusammengesetzt ist. Diese sog. Fasertypen können durch histochemische Nachweisreaktionen am Querschnittspräparat einer Muskelprobe sichtbar gemacht und quantitativ-mikroskopisch ausgewertet werden. Abbildung 1 zeigt Querschnitte der Fasertypen, die für den Vergleich der Versuchsgruppen MHR und MHS ausgewertet wurden.

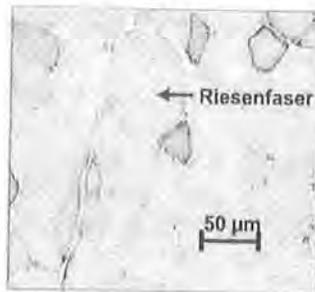
Faserquerschnitte



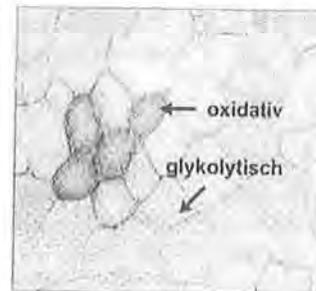
a



b



c



d

Abb. 1: Faserquerschnitte nach enzymhistochemischer Differenzierung (Fibre cross sections after enzyme histochemical differentiation)

a: kombinierte NADH-Dehydrogenase- und säurestabile ATPase-Nachweisreaktion (combined NADH-dehydrogenase/acid stabile ATPase reaction)

b-d: NADH-Dehydrogenase-Nachweis (NADH-dehydrogenase reaction)

Die Fasergesamtanzahl und Typenzusammensetzung sind in Tabelle 2 dargestellt. In der Fasergesamtanzahl gab es keine Unterschiede zwischen den MHR- und den MHS-Tieren. Bezüglich der Fasertypenzusammensetzung waren bei der MHR-Gruppe die oxidativen Fasertypen STO und FTO mit insgesamt 27,5 % am Aufbau des Muskels beteiligt, der Hauptanteil der Fasern (72,2 %) gehörte dem glykolytischen Fasertyp FTG an. Im Muskel der MHS-Gruppe war die Fasertypenzusammensetzung aus diesen drei Haupttypen nicht signifikant verändert. Die MHS-Gruppe wies in der Tendenz verringerte Anteile an oxidativen Fasern (STO: 2,7 Prozentpunkte, FTO: 1,3 Prozentpunkte) und einen um 3,4 Prozentpunkte erhöhten Anteil an glykolytischen FTG-Fasern auf. In den Anteilen angulärer Fasern und Riesenfaseren wurden deutlichere Unterschiede festgestellt. Im Muskel der MHS-Gruppe wurde ein um 150 % erhöhter Anteil an angulären Fasern und ein um 300 % signifikant erhöhter Anteil an Riesenfaseren nachgewiesen.

Faserdurchmesser. Die Durchmesser der drei Haupt-Fasertypen STO, FTO und FTG wurden im postmortalen Verlauf bis zu einem Zeitpunkt von 24 Stunden p.m. verfolgt (Abb. 2). Unmittelbar nach der Schlachtung wurden in der MHS-Gruppe bei den Fa-

Tabelle 2

Fasergesamtanzahl und Fasertypenanteile (Total fibre number and frequencies of fibre types)

		MHR		MHS	
		LSM	SE	LSM	SE
Fasergesamtanzahl	$\times 10^3$	1108	50	1105	46
Anteil STO-Fasern	%	12,8	1,38	10,1	1,31
Anteil FTO-Fasern	%	14,7	0,87	13,4	1,16
Anteil FTG-Fasern	%	72,2	1,43	75,6	1,61
Anguläre Fasern	%	0,20	0,11	0,50	0,29
Riesenfasern	%	0,10	0,02	0,40*	0,19

* $P \leq 0,05$ STO = Slow twitch oxidative; FTO = Fast twitch oxidative FTG = Fast twitch glycolytic

sertypen STO und FTO größere Durchmesser als bei der MHR-Gruppe gemessen. Der Unterschied im Durchmesser des Fasertyps FTO war nur in der Tendenz vorhanden. Demzufolge resultierte die bei der MHS-Gruppe vergrößerte Muskelfläche aus einer Vergrößerung der Faserdurchmesser und nicht aus einer vermehrten Fasergesamtanzahl. Im postmortalen Verlauf verringerten sich die Faserdurchmesser. Die Abnahme bis 45 min p.m. war bei der MHR-Gruppe nur geringfügig, dagegen bei der

Faserdurchmesser

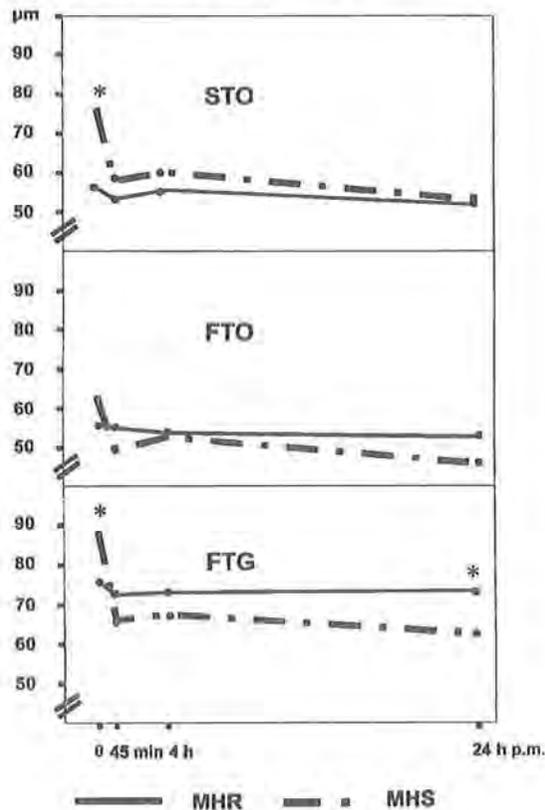


Abb. 2: Faserdurchmesser der Typen STO, FTO und FTG im postmortalen Verlauf (Fibre diameter of the STO, FTO, and FTG types at time *post mortem*)

MHS-Gruppe deutlicher. Das hatte zur Folge, dass sich die Werte beider Tiergruppen angleichen und keine signifikanten Differenzen im Durchmesser festzustellen waren. Bemerkenswert war die Entwicklung beim glykolytischen Fasertyp FTG. Hier wurden bei der MHS-Gruppe zum Zeitpunkt 24 h p.m. sogar signifikant niedrigere Werte als bei der MHR-Gruppe gemessen.

Die drastische Abnahme der Faserdurchmesser bei der MHS-Gruppe in der frühen postmortalen Phase bis 45 min p.m. wird auch aus Abbildung 3 ersichtlich. Während bei der MHR-Gruppe keine Veränderung im Merkmal Extrazellularräum messbar war, gab es bei der MHS-Gruppe eine Zunahme des Extrazellularräum von 7,0 Prozentpunkten. Auffällig war bei der MHS-Gruppe der hohe Standardfehler des Mittelwertes von 6,4 %.

Extrazellularräume (%)

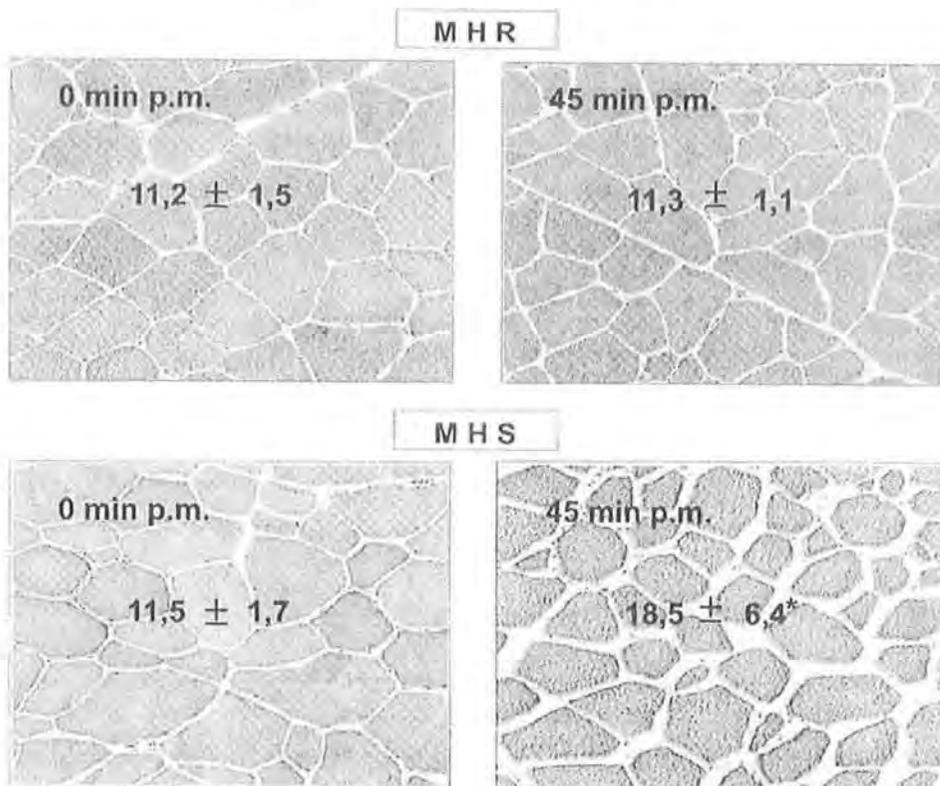


Abb. 3: Extrazellularräume nach Hämalaun-Eosin-Färbung (Extracellular spaces after staining with haemalum and eosine)

3.3 Kriterien des Muskelstoffwechsels

Im Zusammenhang mit den gefundenen Differenzen zwischen der MHR- und der MHS-Gruppe in der Mikrostruktur und der Fleischqualität wurden unmittelbar nach

der Schlachtung und 45 min p.m. Kriterien des Muskelstoffwechsels untersucht (Tab. 3). Die Zählung der Kapillaren zeigte zu beiden Zeitpunkten eine bei der MHS-Gruppe signifikant verringerte Anzahl Kapillaren pro mm² Muskelgewebe.

Tabelle 3
Kriterien des Muskelstoffwechsels (Criteria of muscle metabolism)

	0 min p.m.				45 min p.m.			
	MHR		MHS		MHR		MHS	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Anzahl Kapillaren pro mm ²	89	5	73*	6	88	6	74*	8
IMP:ATP	0,87	0,02	0,92	0,02	0,90	0,06	1,12*	0,07
SR Ca ²⁺ ATPase nM/mg x min	155	13,6	197*	18,7	144	13,5	137* ¹	18,5
ICDH IU/g Protein	11,0	0,87	10,8	1,06	10,0	0,82	8,8* ²	1,0
Glyzerin 3-P-deh. IU/g Protein	6,67	0,12	6,98	0,38	6,48	0,16	6,25	0,35
LDH IU/g Protein	5,54	0,34	4,85* ²	0,37	4,69	0,28	3,84*	0,37
Glyzerinald. 3-P-deh. IU/g Protein	8,86	0,43	7,61	0,42	8,96	0,49	6,80*	0,45

* MHR : MHS (P ≤ 0,05)

¹ 0 min : 45 min p. m. (P ≤ 0,05)

² MHR : MHS (P ≤ 0,10)

Als Kriterium für die Verfügbarkeit und den Verbrauch energiereicher Phosphate in der Muskelzelle wurde der IMP/ATP-Quotient bestimmt. Während er unmittelbar nach der Schlachtung in beiden Gruppen gleich hoch war, erhöhte sich der Quotient zum Zeitpunkt 45 min p.m. bei der MHS-Gruppe auf 1,12. Das Ergebnis ist ein Hinweis darauf, dass in diesem Zeitraum bei der MHS-Gruppe weniger ATP nachgebildet und/oder mehr ATP verbraucht wurde als bei der MHR-Gruppe.

Die Aktivität der Ca²⁺ ATPase des sarkoplasmatischen Retikulums (SR) war unmittelbar nach der Schlachtung in der MHS-Gruppe höher als bei der MHR-Gruppe. Sie blieb bei der MHR-Gruppe bis zum Zeitpunkt 45 min p.m. konstant, während bei der MHS-Gruppe die Enzymaktivität auf 70 % des 0 min - Wertes abfiel.

Als Kriterien des oxidativen Energiestoffwechsels wurden die Aktivitäten der Isozitratdehydrogenase und der Glyzerin-3-Phosphat-dehydrogenase bestimmt sowie für die Charakterisierung des glykolytischen Energiestoffwechsels die Aktivitäten der Laktatdehydrogenase und der Glyzerinaldehyd-3-Phosphat-dehydrogenase. Unmittelbar nach der Schlachtung wurden, mit Ausnahme der Laktatdehydrogenase, die bei der MHS-Gruppe eine im Trend verringerte Aktivität aufwies (p<0,10), keine Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden. Zum Zeitpunkt 45 min p.m. waren die Aktivitäten der Enzyme bei der MHS-Gruppe signifikant bzw. im Trend niedriger als bei der MHR-Gruppe.

4. Diskussion

In dem seit dem Jahre 1987 geltenden Handelsklassensystem für Schweinehälften steht der Muskelfleischanteil an erster Stelle der Bewertungskriterien. Es wird jedoch zunehmend postuliert, dass der Handelswert eines Schlachtkörpers nicht nur von dessen Muskelfleischanteil bestimmt wird (KALLWEIT, 1987). Dieses führte zur Entwicklung weiterer Bewertungskriterien, von denen die Fleischqualität einen hohen Stellenwert einnimmt.

Beim Einsatz der Rasse Piètrain in die Zucht war eine Erhöhung des Muskelfleischanteils von 1 % zwangsläufig mit einem um 10 % erhöhten Produktionsrisiko für Fleischqualitätsmängel verbunden (KALM, 1999). Dieser Merkmalsantagonismus zwischen Muskelfleischanteil und Fleischqualität ließ sich insbesondere beim Vergleich von Piètrain-Schweinen mit und ohne den MHS-Gendefekt nachweisen, wie die Untersuchungen von KÜCHENMEISTER u.a. (1999) und BIEDERMANN u.a. (2000) zeigen. In der vorliegenden Untersuchung wurden in den Fleischqualitätsmerkmalen pH-Wert, Fleischhelligkeit und Dripverlust Unterschiede zwischen der belastungsstabilen MHR- und der belastungsempfindlichen MHS-Gruppe gefunden. Außer diesen Kriterien wurden auch andere Fleischqualitätsmerkmale bestimmt, die eine ungünstige Fleischqualität bei Tieren mit dem MHS-Gendefekt belegen (KUHN u.a., 1997; LARZUL u.a., 1997b; KOHN u.a., 1998; BIEDERMANN u.a., 2000). Als Zeichen eines erhöhten Dripverlustes bei der MHS-Gruppe wurden in den mikroskopischen Querschnittspräparaten größere Interzellularräume gemessen. Dieser Effekt konnte ebenfalls von LAHUCKY u.a. (1997) nachgewiesen werden. Der postmortal erhöhte Extrazellularraum ging intrazellulär mit einer Verringerung des Raumes zwischen den Myosinfilamenten einher. Auch OFFER u.a. (1989) sehen in den Veränderungen der zellulären Strukturkomponenten Faktoren, die auf das Wasserbindungsvermögen einen entscheidenden Einfluss haben.

Untersuchungen an der Muskulatur von Schweinen verschiedener Genotypen belegen, dass die Faserdicke, die Fasergesamtanzahl, die Fasertypenzusammensetzung, intramuskuläre Fettzellmerkmale und das Bindegewebe wichtige Faktoren für die Ausprägung der Fleischeigenschaften sind. Zur Erfassung und Auswertung dieser Merkmale an hohen Tierzahlen wurden verschiedene Präparations- und Auswertungsverfahren mit hoher Effektivität entwickelt (WEGNER und SCHÖBERLEIN, 1984; v. LENSGERKEN u.a., 1994; ENDER u.a., 1997; HENCKEL u.a., 1997). Zusammenhänge zwischen diesen mikrostrukturellen Merkmalen, der Fleischqualität und der Belastbarkeit konnten auch bei Landrasse-Schweinen und bei Piètrain-Kreuzungen nachgewiesen werden (FIEDLER u.a., 1993, 1999). Bei den positiven Reagenten traten größere Faserdurchmesser, eine verringerte Kapillarisation, erhöhte Anteile an glykolytischen Fasern und vermehrt Faserabnormitäten auf. Hinweise auf diese Zusammenhänge sind in den Untersuchungen von SALOMON u.a. (1986) an Schweinen, KLOSOWSKA u.a. (1998) an Schafen und von WEGNER u.a. (2000) an Rindern zu finden. Die Unterschiede in der Fasertypenzusammensetzung ließen sich in der vorliegenden Untersuchung nicht statistisch sichern. Die Messungen zur postmortalen Entwicklung der Faserdurchmesser zeigen, dass die Fasertypen in unterschiedlichem Maße am Flüssigkeitsverlust des Gewebes beteiligt sind. Der Hauptanteil des Dripverlustes wird durch die glykolytischen FTG-Fasern verursacht. Eine Ursache dafür könnte die in den

weißen Muskelfasern geringere Elektrolytkonzentration sein (OFFER u.a., 1989). Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass dem Zeitpunkt der Probenentnahme eine entscheidende Rolle bei der Muskelfaseranalyse im Zusammenhang mit dem Dripverlust zukommt. Die Beziehung zwischen dem Faserdurchmesser und dem Dripverlust ist am deutlichsten, wenn die Muskelproben bis zu 45 min p.m. entnommen werden, da dann die tatsächliche Fasergröße am besten erfasst wird. Danach kommt es sogar zu einer Umkehrung des Ergebnisses bezüglich der gemessenen Fasergrößen bei den MHR- und den MHS-Tieren, so dass die realen Unterschiede nicht mehr erfassbar sind. Unterschiedliche Zeitpunkte der Probenentnahme und rassenspezifische Besonderheiten sind deshalb als Ursachen dafür anzusehen, dass unterschiedlich hohe Korrelationskoeffizienten zwischen Muskelstruktur- und Fleischqualitätsmerkmalen angegeben werden (FEDDERN u.a., 1995; LARZUL u.a., 1997a).

In der Fasertypenzusammensetzung haben sich beim Hausschwein im Vergleich zu seiner Urform, dem Wildschwein, gravierende Unterschiede herausgebildet. Die hohe Muskelwachstumsrate beim Hausschwein wird sowohl durch eine stärkere Faserhypertrophie als auch durch eine erhöhte Fasergesamtanzahl realisiert und der Anteil glykolytischer Muskelfasern ist erhöht (WEILER u.a., 1995; FIEDLER u.a., 1998). Bei der Rasse Piétrain wird die Muskelmasse sowohl durch große Faserquerschnitte als auch durch eine im Vergleich mit anderen Rassen höhere Fasergesamtanzahl erreicht. Es treten jedoch vermehrt Faserabnormitäten in Form von angulären und Riesenfasern auf (FIEDLER und HARTUNG, unveröff.) Die Fasertypenzusammensetzung ist in Richtung des glykolytischen FTG-Fasertyps verschoben, wie Vergleiche von Rassen mit unterschiedlichem Muskelfleischanteil zeigen (WICKE u.a., 1992; RUUSUNEN und PUOLANNE, 1997).

Die Ergebnisse an Schweinen sind auch aus Sicht der Humanmedizin von Bedeutung. Das Maligne Hyperthermie-Syndrom gilt beim Menschen als eine häufige Anästhesie-induzierte Todesursache und das Schwein kann hier als Modelltier für die Untersuchungen gelten. Studien von DUSCHA u.a. (1999) an Patienten mit Herzfehlern zeigen, dass Abnormitäten im Aufbau des Muskels, die Enzymaustattung der Fasern und die Kapillardichte in einem engen Zusammenhang stehen. Die Kapillardichte der Fasern war negativ mit der Sauerstoffaufnahmekapazität korreliert. Die bei den Piétrain-Schweinen gefundene geringe Kapillardichte und der höhere IMP/ATP-Quotient im Muskel der belastungsempfindlichen MHS-Gruppe sind Hinweise auf eine ungenügende Versorgung der hypertrophierten Fasern mit Sauerstoff. ESSEN-GUSTAVSSON u.a. (1992) fanden bei stressempfindlichen Schweinen der Schwedischen Landrasse ebenfalls vergrößerte Faserdurchmesser und eine verringerte Kapillaranzahl.

Für die Charakterisierung der Energiegewinnung im *M. longissimus* wurden die Aktivitäten von vier Enzymen zum Zeitpunkt der Schlachtung und 45 min p.m. bestimmt. Unmittelbar nach der Schlachtung ließen sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisen, 45 min p.m. Dagegen wies die MHS-Gruppe verringerte Aktivitäten auf. Die verringerte Aktivität der glykolytischen Enzyme bei den Tieren der MHS-Gruppe steht mit der Fasertypenzusammensetzung in keinem direkten Zusammenhang, da hier nur tendenziell erhöhte Anteile an glykolytischen Fasern gefunden wurden. Nach ESSEN-GUSTAVSSON und HENRIKSSON-LARSEN

(1984) nimmt im Muskelhomogenat die Aktivität der LDH mit steigendem Anteil des glykolytischen Fasertyps II zu (Typ II entspricht dem Typ FTG). Im vorliegenden Vergleich ist die Differenz im Anteil an FTG-Fasern offensichtlich zu gering, um sich in einer deutlichen Änderung der biochemisch bestimmten Enzymaktivitäten auszudrücken. Die gleichgerichteten Veränderungen in den Aktivitäten sowohl der oxidativen als auch der glykolytischen Enzyme sind offenbar auf den bei der MHS-Gruppe vorherrschenden sauren pH-Wert in der Zelle zurückzuführen, der zu einer partiellen Inaktivierung der Enzyme geführt hat. Sie können auch die Folge einer Substrathemmung durch das *in vivo* vermehrt gebildete Laktat sein. Bezüglich der NADH-dehydrogenase wurden bei MHS-positiven Schweinen verringerte Enzymaktivitäten festgestellt, die sich ultrastrukturell in einer verringerten Mitochondriendichte zeigten (FIEDLER u.a., 1999).

Die Bestimmung des IMP/ATP-Quotienten ergab unmittelbar nach der Schlachtung in beiden Gruppen gleiche Werte. Der in der MHS-Gruppe 45 min p.m. festgestellte erhöhte IMP/ATP-Quotient im Vergleich zur MHR-Gruppe weist auf ein ATP-Defizit zu diesem Zeitpunkt hin. Der IMP/ATP-Quotient, auch R-Wert genannt (HONIKEL und FISCHER, 1977), gibt das Verhältnis von IMP, einem Abbauprodukt des ATPs, zum ATP selbst an. Mit dem pH-Wert zusammen kann der Quotient auch an der Biopsieprobe bestimmt werden und gilt hier als Indikator einer Disposition für Abweichungen in der Fleischqualität (LENGERKEN u.a., 1991).

Durch Untersuchung des sarkoplasmatischen Retikulums (SR) konnte gezeigt werden, dass im postmortalen Verlauf bei den MHS-Tieren die Fähigkeit zur Kalziumaufnahme bis 24 h p.m. mit einer höheren Rate abnahm als bei den MHR-Tieren. Der Kalziumkanal ließ sich *in vitro* unabhängig vom MH-Status öffnen und schließen, er blieb im postmortalen Verlauf ständig funktionsfähig (KÜCHENMEISTER u.a., 1999). Der Nachweis von Aktivitätsänderungen der Ca^{2+} -ATPase zeigte, dass die verminderte Aufnahme von Ca^{2+} -Ionen durch das SR im postmortalen Verlauf bei den MHS-Tieren die Folge einer Inaktivierung der Ca^{2+} -ATPase ist und nicht durch Veränderungen am Kalziumkanal selbst hervorgerufen wird.

5. Schlussfolgerungen

- Der MHS-Gendefekt hat beim Schwein Auswirkungen auf mikrostrukturelle und zellphysiologische Merkmale der Muskulatur, die als kausale Faktoren für die auftretenden Mängel in der Fleischqualität mitverantwortlich sind. Eine Faserhypertrophie steht bei diesen Probanden mit einer verringerten Kapillarausstattung des Gewebes und mit einem vermehrten Auftreten von Faserabnormitäten im Zusammenhang.
- Verringerte Aktivitäten von Enzymen des Energiestoffwechsels und Membranveränderungen führen zu erhöhten Dripverlusten und zu geringen pH-Werten. Die postmortale Inaktivierung der Enzyme durch den intrazellulären sauren pH-Wert geht mit einem Mangel an ATP einher.
- Für den Nachweis einer Prädisposition für Mängel in der Fleischqualität mit Hilfe von Muskelfasermerkmalen sind frühe postmortale Zeitpunkte bis 45 min p.m. zu wählen.

- Die Ergebnisse an der Rasse Piètrain unterstreichen die Notwendigkeit, in weiterführenden Untersuchungen Merkmale der Muskelstruktur und -funktion an Schweinen aus Zuchtpopulationen zu prüfen, mit dem Ziel ihres möglichen Einsatzes für die züchterische Verbesserung der Fleischqualität.

Literatur

- BERGMEYER, H.U.:
Methoden der enzymatischen Analyse. Verlag Chemie, Weinheim (1974)
- BIEDERMANN, G.; JARSCH, C.; PESCHKE, W.; LINDNER, J.-P.; WITTMANN, W.:
Mast- und Schlachtleistung sowie Fleisch- und Fettqualität von Piètrain- Schweinen unterschiedlichen MHS-Genotyps und Geschlechts. 1. Mitt.: Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität. Arch. Tierz., Dummerstorf 43 (2000) 2, 151-160
- CLAUS, R.:
Physiologische Grenzen der Beeinflussbarkeit von Leistungen beim Schwein. Züchtungskunde, Stuttgart 68 (1996) 6, 493-505
- DUSCHA, B.D.; KRAUS, W.E.; KETEYIAN, S.J.; SULLIVAN, M.J.; PIPPEN, A.M.; ANNEX, B.H.:
Capillary density of skeletal muscle: a contributing mechanism for exercise intolerance in class II-III chronic heart failure. J. Amer. Coll. Cardiol. 33 (1999) 7, 1956-1963
- ENDER, K.; ALBRECHT, E.; WEGNER, J.:
Die Video-Bildanalyse zur Messung qualitätsrelevanter Merkmale des Rindfleisches. Arch. Tierz., Dummerstorf 40 (1997) Sonderheft, 148-154
- ESSEN-GUSTAVSSON, B.; HENRIKSSON, J.:
Enzyme levels in pools of microdissected human muscle fibres of identified type. Acta Physiol. Scand. 120 (1984), 505-515
- ESSEN-GUSTAVSSON, B.; KARLSTRÖM, K.; LUNDSTRÖM, K.:
Muscle fibre characteristics and metabolic response at slaughter in pigs of different halothane genotypes and their relation to meat quality. Meat Science 31 (1992), 1-11
- FALKENBERG, H.; MATTHES, W.; SCHWERIN, M.:
MHS- und CK-Test bei Schweinen, deren Beziehungen zueinander sowie zu weiteren Leistungsmerkmalen. Arch. Tierz., Dummerstorf 36 (1993) 2, 175-188
- FEDDERN, E.; WEGNER, J.; ENDER, K.; KALM, E.:
Untersuchung von Muskelstrukturmerkmalen bei Hampshire-Reinzuchtieren und verschiedenen Kreuzungskombinationen. Arch. Tierz., Dummerstorf 38 (1995) 1, 43-56
- FEWSON, D.; RATHFELDER, A.; MÜLLER, E.:
Untersuchungen über die Beziehungen von Fleischanteil, Fleischbeschaffenheit und Stressresistenz bei verschiedenen Schweineherkünften. 1. Mitt.: Bedeutung der Morphologie des M. longissimus dorsi. Züchtungskunde, Stuttgart 65 (1993) 4, 284-296
- FIEDLER, I.; ENDER, K.; WICKE, M.; LENGERKEN, G. v.:
Zusammenhänge zwischen der Mikrostruktur des Muskelgewebes bei Schweinen der Landrasse und ihrer Stressempfindlichkeit (Halothanreaktion). Arch. Tierz., Dummerstorf 36 (1993) 5, 525-538
- FIEDLER, I.; REHFELDT, C.; DIETL, G.; ENDER, K.:
Phenotypic and genetic parameters of muscle fiber number and size. J. Anim. Sci. 75 (1997) Suppl. 1, 165-166
- FIEDLER, I.; BRANSCHIED, W.:
Histologische und histochemische Untersuchung des Skelettmuskelgewebes. In: BRANSCHIED, W.; HONIKEL, K.O.; LENGERKEN, G. v.; TROEGER, K.: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. 1. Aufl., Deutscher Fachbuchverlag Frankfurt (1998), 729-739
- FIEDLER, I.; REHFELDT, C.; ALBRECHT, E.; HENNING, M.:
Histophysiological features of skeletal muscle and adrenal glands in wild-type and domestic pigs during growth (short communication). Arch. Tierz., Dummerstorf 41 (1998), 489-495
- FIEDLER, I.; ENDER, K.; WICKE, M.; MAAK, S.; LENGERKEN, G. v.; MEYER, W.:
Structural and functional characteristics of muscle fibres in pigs with different malignant hyperthermia susceptibility and different meat quality. Meat Sci. 53 (1999) 9-15
- ESSEN-GUSTAVSSON, B.; LINDHOLM, A.:
Fiber types and metabolic characteristics in muscle of wild boars, normal and halothane sensitive Swedish Landrace pigs. Comp. Biochem. Physiol. 78 A (1984) 67-71

- FUJII, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; DE-LEON, S.; KHANNA, V.K.; WEILER, J.E.; O BRIEN, P.J.; McLENNAN, D.H.:
Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science* 253 (1991), 448-451
- GLODEK, P.:
Was kommt nach der Züchtung auf Stressresistenz? *Schweine-Zucht und Schweine-Mast* 38 (1990) 10, 300-303
- HENCKEL, P.; OKSBJERG, N.; ERLANDSEN, E.; BARTON-GADE, P.; BEJERHOLM, C.:
Histo- and biochemical characteristics of the Longissimus dorsi muscle in pigs and their relationships to performance and meat quality. *Meat Sci.* 47 (1997) 3/4, 311-322
- HONIKEL, K.O.; FISCHER, C.:
Eine Schnellmethode zur Bestimmung von PSE- und DFD- Fleisch beim Schwein. *Fleischwirtschaft* 57 (1977), 1015-1017
- KALLWEIT, E.:
Zuchtmaßnahmen zur Verbesserung der Stressresistenz und Fleischbeschaffenheit. *Züchtungskunde, Stuttgart* 59 (1987) 6, 407-415
- KALM, E.:
Qualitätsorientierung auf der Erzeugerstufe; Kriterien der Zucht- und Produktionsstufe - Teil 1: Schweine. *Fleischwirtschaft* 79 (1999) 3, 23-26
- KLONT, R.E.; BROCKS, L.; EIKELEENBOOM, G.:
Muscle fibre type and meat quality. *Meat Sci.* 49 (1998), Suppl. 1, S219-S229
- KLOSOWSKA, D.; DANKOWSKI, A.; KLOSOWSKI, B.; STEPKA, D.:
Microstructure of Longissimus lumborum muscle and selected characteristics of lamb carcass and meat quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 48 (1998) 3, 493-502
- KOHN, G.; BAULEIN, U.; HENNING, M.; LAHUCKY, R.; LEIBFRITZ, D.; KALLWEIT, E.:
In vivo und post mortem Untersuchungen des Muskelstoffwechsels von Schweinen mit unterschiedlichem MHS-Genotyp mit Hilfe der ³¹P-NMR-Spektroskopie. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 41 (1998) 3, 299-310
- KUHN, G.; HARTUNG, M.; FALKENBERG, H.; NÜRNBERG, G.; LANGHAMMER, M.; SCHWERIN, M.; ENDER, K.:
Wachstum, Körperzusammensetzung und Fleischbeschaffenheit von im Fettansatz genetisch unterschiedlichen Schweinen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 40 (1997), 345 - 355
- KUHN, G.; HARTUNG, M.; NÜRNBERG, K.; FIEDLER, I.; FALKENBERG, H.; NÜRNBERG, G.; ENDER, K.:
Körperzusammensetzung und Muskelfaserstruktur von genetisch unterschiedlichen Schweinen in Abhängigkeit vom MHS-Status. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 41 (1998) 6, 589-596
- KÜCHENMEISTER, U.; NÜRNBERG, K.; FIEDLER, I.; KUHN, G.; NÜRNBERG, G.; ENDER, K.:
Cell injury and meat quality of pig in the time period post mortem from two genotypes susceptible or resistant to malignant hyperthermia. *Zt. Lebensm. Unters. Forsch.* 209 (1999), 97-103
- LAHUCKY, R.; MARINOWA, P.; ASTRUC, T.; VIGNON, X.; MONIN, G.:
Effect of malignant hyperthermia and slaughter on myofilament spacing and extracellular space in pig muscle. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 40 (1997) 4, 357-363
- LARZUL, C.; LEFAUCHEUR, L.; ECOLAN, P.; GOGUE, J.; TALMANT, A.; SELLIER, P.; Le ROY, P.; MONIN, G.:
Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristics in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. *J. Anim. Sci.* 75 (1997a), 3126-3137
- LARZUL, C.; LE ROY, P.; GUEBLEZ, R.; TALMANT, A.; 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. Genet.* 114 (1997b), 309-320
- LENGERKEN, G. v.; WICKE, M.; MAAK, S.; PAULKE, T.:
Relationship between muscle metabolism in the Musculus longissimus and halothane susceptibility. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 34 (1991) 6, 553 - 560
- LENGERKEN, G. v.; MAAK, S.; WICKE, M.; FIEDLER, I.; ENDER, K.:
Suitability of structural and functional traits of skeletal muscle for the genetic improvement of meat quality in pigs. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 37 (1994) 2, 133-143
- LENGERKEN, G. v.; WICKE, M.; MAAK, S.:
Stressempfindlichkeit und Fleischqualität - Stand und Perspektiven in Praxis und Forschung. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 40 (1997) Sonderheft, 163-171

- MARTENS, H.:
Physiologie der Muskulatur und das MHS-Gen des Schweines: Zur Diskussion um eine Eliminierung des mutierten Ryanodin-Rezeptors aus der deutschen Schweinezucht. Arch. Tierz., Dummerstorf 41 (1998) 1/2, 179-192
- MITCHELL, G.; HEFFRON, J.A.:
Porcine stress syndromes. Adv. Food Res. 28 (1982), 167-230
- OFFER, G.:
The structural basis of water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. Food Microstr. 8 (1989) 151-170
- OZAWA, S.; MITSUHASHI, T.; MITSOMOTO, M.; ITOH, N.; DOGHO, T.:
The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influence on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. Meat Sci. 54 (2000) 65-70
- REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G.; ENDER, K.:
Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. Livest. Prod. Sci. 65 (2000), 127-139
- ROMEIS, B.:
Mikroskopische Technik. Verlag Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1989
- RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E.:
Comparison of histochemical properties of different pig breeds. Meat Sci. 45 (1997) 1, 119-125
- SALOMON, F.-V.; FIEDLER, I.; ZIEGAN, J.; HEINZ, M.:
Maligne Hyperthermie und morphologische Parameter der Skelettmuskulatur des Schweines. Mh. Vet.-Med. 41 (1986), 156-158
- SAS Institute Inc.:
SAS User's Guide, Vol.2, GLM-VARCOMP, Vers. 6, 4. Edit., (1990)
- SMITH, P.K.; KROHN, G.T.; HERMANSON, A.; MALLIA, F.; GARTNER, M.D.; PROVENZANO, D.; GOEKE, N.M.; OLSON, J.; KLENK, D.C.:
Measurement of protein using bicinchonnic acid. Anal. Biochem. 150 (1985), 76-85
- WEGNER, J.; SCHÖBERLEIN, L.:
Eignung des Schußbioplates für morphometrische und histochemische Untersuchungen des Muskelgewebes. Mh. Vet.-med. 39 (1984), 665-667
- WEGNER, J.; ALBRECHT, E.; FIEDLER, I.; TEUSCHER, F.; PAPSTEIN, H.-J.; ENDER, K.:
Growth and breed related changes of muscle fiber characteristics in cattle. J. Anim. Sci. (2000), accepted
- WEILER, U.; APPELL, H.-J.; KREMSER, M.; HOFÄCKER, S.; CLAUS, R.:
Consequences of selection on muscle composition. A comparative study on gracilis muscle in wild and domestic pigs. Anat. Histol. Embryol. 24 (1995), 77-80
- WICKE, M.; MAAK, S.; LENGERKEN, G. v.; FIEDLER, I.:
Vergleichende Untersuchungen zur Stressempfindlichkeit sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität von Mastschweinen in Ostdeutschland unter besonderer Beachtung der Anpaarung von Pietrain-Ebern. Schweine-Zucht u. Schweine-Mast 40 (1992) 5, 144-146

Eingegangen: 27.09.2000

Akzeptiert: 04.01.2001

Anschriften der Verfasser

Dr. ILSE FIEDLER, Dr. GERDA KUHN, Dr. MARGITTA HARTUNG, Dr. ULRICH KÜCHENMEISTER, Dr. KARIN NÜRNBERG, Dr. CHARLOTTE REHFELDT
Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)

Wilhelm-Stahl-Allee 2
D - 18196 Dummerstorf

Dr. KORINNA HUBER
Physiologisches Institut der Tierärztlichen Hochschule
Bischofsholer Damm 15/102
D - 30173 Hannover

Prof. Dr. DANUTA KLOSOWSKA
Institut für die Histologie der Tiere, Fakultät für Zootechnik der Landwirtschaftlich-
Technischen Universität,
ul. Mazowiecka 28
P - 85084 Bydgoszcz (Polen)

Tagungsankündigungen

36. Kulmbacher Woche 8. bis 9. Mai 2001 mit anschließem BSE - Infotag für fleischverarbeitende Betriebe am 10. Mai 2001, 9.00 bis 13.00 Uhr

Veranstalter: Bundesanstalt für Fleischforschung

In der Zeit vom 8. bis 9. Mai (Beginn 8.30 Uhr, Stadthalle Kulmbach) findet die 36. Kulmbacher Woche statt. Mit nur zwei Tagen Dauer wurde die Tagung neu konzipiert und bei Erhalt der gewohnten Informationsfülle zeitlich konzentriert. Die 16 auch zur Diskussion vorgestellten Vorträge greifen im ersten Tagungsabschnitt Themen der Lebensmittelsicherheit und der allgemeinen Produktqualität von Fleisch- und Fleischwaren auf. Eingeleitet wird die Tagung mit einem Beitrag zum Stand der Errichtung der europäischen Lebensmittelbehörde als Komponente der vorsorgenden Verbraucherpolitik. Genannt seien weitere Themen wie u.a. umweltbedingte Rückstände in Fleisch, Toxaphen - bestehen tierartenspezifische Unterschiede im Carry-over-Verhalten, Ochratoxin A-Vorkommen in Gewürzen, Aktuelles zur Listerienproblematik, Vorkommen von Salmonellen und VTEC in Pferdefaeces und Pferdefleisch, Abbau und technologische Wirkung von Di- und Triphosphat in Brühwurstbrät, Untersuchungen zur Vorhersage der Zartheit bei Rindfleisch, zu technologischen Eigenschaften von Putenbrustfleisch oder der Auswirkungen bei Umstellung der Broilermast von tierischem auf pflanzliches Eiweiß sowie Videobildauswertungen an Schweineschlachtkörpern. Der letzte Themenblock beschäftigt sich u.a. mit methodischen und analytischen Fragen der Qualitätsprüfung oder der Bestimmung von Qualitätsparametern. Ein Lebensmittelrechtliches Kolloquium schließt die Tagung ab.

An die Kulmbacher Woche schließt sich zum zweiten Male ein Info - Tag zum Thema **BSE** an, wobei folgende Thematik vorgetragen und diskutiert wird: Der aktuelle Kenntnisstand bezüglich der Infektionswege, die Infektiosität verschiedener Gewebe, die BSE- Diagnostik, auch am lebenden Tier sowie die Risikobewertung; ferner aktuelle Änderungen des Fleischhygienerechts sowie der Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse, im besonderen was die Verarbeitung von Innereien betrifft; Möglichkeiten der Vermeidung einer Kontamination des Fleisches mit Risikomaterial beim Schlachten und Zerlegen sowie Fragen zum Nachweis von Rindfleisch bzw. zentralem Nervengewebe in Wurst oder die Frage „Was kann sich hinter einem Testergebnis „Rindfleisch positiv“ alles verbergen?

Anmeldungen für die Kulmbacher Woche erfolgen bis zum 18. April 2001 an:

Bundesanstalt für Fleischforschung, E.-C.-Baumannstr. 20, D-95326 Kulmbach

Tel.: 09221/803-269

Fax.: 09221/803-244

e-mail: baff@compuserve.com

Tag des Deutschen Schweinemuseums in Ruhlsdorf am 10. 6. 2001

mit Eröffnung der Gedenkausstellung zum
100. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. FRITZ HOFMANN

Deutsches Schweinemuseum Ruhlsdorf
Dorfstr. 1, D-14513 Teltow, Ortsteil Ruhlsdorf, Land Brandenburg