

Aus dem Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock – Bereich Züchtungsforschung –
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

EWALD OTTO und JOCHEN WEGNER

Quantitativ-mikroskopische Untersuchungen der Muskelfaser und ihre Beziehung zum Fleischansatz beim Schwein

Eingegangen: 19. 3. 1976

Bei der Schweineproduktion ist die Verbesserung des Schlachtwertes, insbesondere die Erhöhung des Anteiles an magerem Fleisch bei gleichbleibend guter Fleischbeschaffenheit von besonderer Bedeutung. Die ständige Weiterentwicklung der biologischen Grundlagen der Schlachtkörperbewertung, das Suchen nach Merkmalen, die eine hohe Beziehung zum Schlachtkörperwert haben und eine genauere, schnellere Bewertung zulassen, ist deshalb eine wichtige Aufgabe für die Forschung.

Das vom Tier erzeugte magere Fleisch besteht im wesentlichen aus Muskelfasern. Es war damit naheliegend, einen Zusammenhang zwischen Fleisch und Muskelfaser anzunehmen. Zahlreiche Untersuchungen sind seit der Jahrhundertwende durchgeführt worden, die insbesondere den Einfluß von Rasse, Geschlecht, Fütterung und Haltung auf die Muskelfaserstärke untersuchten. OTTO (1961a, b) fand, daß die Muskelfasern bei Schweinen der Rasse DE stärker als die bei DL sind. Die Untersuchungen von STAUN (1963, 1968) ergaben, daß die Muskelfaserstärke bei einer hohen Intensität der Fütterung gering bleibt, während eine Erhöhung des Proteinniveaus die Muskelfasern anwachsen läßt.

STAUN (1970c) untersuchte auch die Anzahl der Fasern je mm^2 und berechnete die Gesamtanzahl im Muskelfaserquerschnitt. Der Muskelfaserdurchmesser war positiv mit der Fleischmenge korreliert ($r = +0,2$).

Nach seinen Schätzungen bei 1400 Schweinen der Dänischen Landrasse beträgt der Heritabilitätskoeffizient $h^2 = 0,47$ für die Anzahl Muskelfasern pro mm^2 und 0,54 für die Gesamtanzahl Muskelfasern im *M. longissimus dorsi*.

JOUBERTS umfangreiche Veröffentlichungen (1954, 1955, 1956a, b, c, d, 1958, 1971) weisen auf einen Zusammenhang zwischen Muskelfaserdurchmesser und Muskelmasse hin. Er berechnete bei Schafen für Muskelfaserdurchmesser und Alter eine phänotypische Korrelation von $r = +0,75$, für Muskelfaser und Körpermasse $r = +0,83$. Die Berechnung der Beziehungen zwischen Muskelausbildung und Muskelfaserstärke bei Schweinen gleicher Masse (OTTO, 1964) ergaben zwar positive, aber nur schwache Korrelationen. LIVINGSTON u. a. (1966) untersuchten die Beziehungen von Muskelfaserdurchmesser und Magerfleischmenge im Schlachtkörper von Schweinen gleichen Alters und meinte, daß die Messung der Muskelfaser zur Bewertung des Schlachtkörpers wesentliche Vorzüge hinsichtlich Bequemlichkeit und Genauigkeit gegenüber anderen Methoden hätte.

STAUN (1963, 1964, 1968, 1969, 1970), STAUN u. CHRISTENSEN (1968), STAUN u. JENSEN (1970), STAUN u. a., (1970) schlußfolgerten aus ihren Untersuchungen, daß die Muskel-

fasermessung, speziell die Gesamtanzahl Muskelfasern, ein wichtiges Kriterium für den Schlachtkörperwert der Schweine darstelle.

Auch BYRNE u. a. (1973), die Selektionsversuche mit Mäusen durchführten, empfehlen, sowohl den Muskelfaserdurchmesser als auch die Gesamtanzahl Muskelfasern als Selektionskriterium einzuführen.

Die Ergebnisse der einzelnen Autoren sind unterschiedlich. Fest steht, daß die Größe oder Masse eines Muskels von der Dicke und Anzahl der ihn aufbauenden Muskelfasern abhängig ist. Aufgabe unserer Untersuchungen war es zu prüfen, ob phänotypische Korrelationen zwischen Muskelfaserdicke, gemessen als Muskelfaserquerschnittfläche, und Anzahl Muskelfasern/mm², der Gesamtanzahl Muskelfasern und ausgewählten Kriterien des Muskelansatzes beim Schwein bestehen.

1. Material und Methode

Das Tiermaterial bestand aus 115 Schweinen der Mastprüfungsanlage Pankelow. 90 Tiere gehörten der Landrasse an, und 25 waren verschiedene Fleischschweinkreuzungen. Fütterung, Haltung und Schlachalter waren weitgehend konstant. Die Tiere wurden im Schlachthaus des Forschungszentrums für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock geschlachtet und voll zerlegt. Dadurch war es möglich, neben den Merkmalen Warmmasse des Schlachtkörpers, Masse der wertvollen Fleischteilstücke, Fläche des *M. longissimus dorsi* auch die Masse des mageren Fleisches sowie die Eiweißmenge der wichtigsten Teilstücke zu bestimmen.

Für die Untersuchungen der Muskelfaser wurden drei Muskeln aus den wertvollen Teilstücken Keule, Rücken und Bug ausgewählt: *M. semimembranaceus*, *M. longissimus dorsi* und *M. triceps brachii caput longum*. Aus der Mitte der Muskeln, beim *M. long. dorsi* zwischen 13. und 14. Rippe, wurden an drei Stellen (dorsal, medial, lateral) 24 Stunden nach der Schlachtung Proben von etwa 1 cm³ entnommen und in 10%igem Formalin fixiert. Nach Stückfärbung in Eosin und Einbettung in Gelatine wurden Querschnittspräparate hergestellt, die zu quantitativen Untersuchungen mit einem Zeichenspiegel am Mikroskop auf Papier projiziert wurden. Diese Methode ist ohne komplizierten Geräte- und Chemikalienaufwand einfach durchzuführen. Obwohl Formalin eine Schrumpfung der Muskelfasern bewirkt, ist es das am meisten angewendete Fixierungsmittel für Muskelgewebe. Die Stückfärbung in Eosin erfolgte mit dem von uns entwickelten Probenführer (WEGNER, u. MÖLLER, 1976) und ist sehr gut für die Erkennung der Muskelfaserumrisse geeignet.

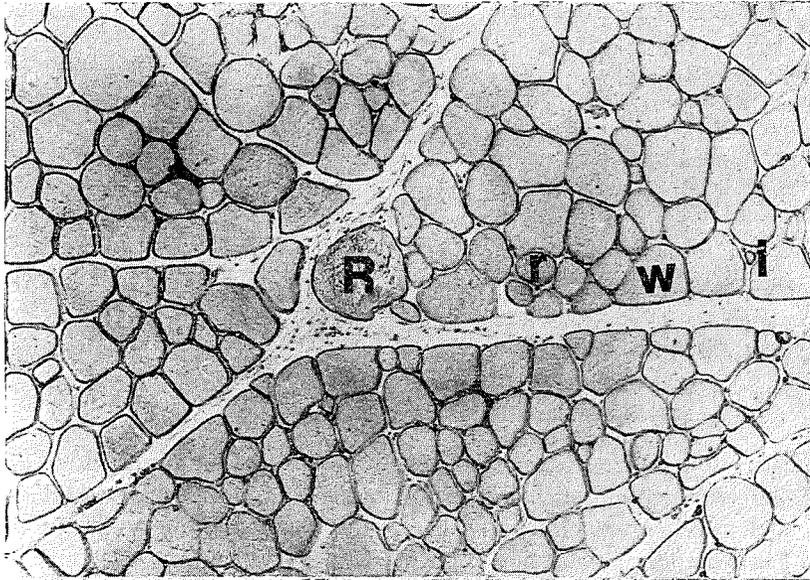
Bei einem Vergleich von Paraffin-, nativen Gefrier- und Gelatineschnitten ergab die Einbettung in Gelatine für Schweinemuskulatur die besten Ergebnisse. Die in Gelatine eingebetteten Proben müssen vor dem Schneiden 24 h gehärtet werden. Noch bessere Ergebnisse erhielten wir durch zusätzliches Tiefgefrieren bei -25 °C unmittelbar vor dem Schneiden.

In der Literatur werden verschiedene Geräte und Methoden zur Projektion des Präparates angegeben. Der von uns verwendete Zeichenspiegel ist für Muskelfasermessungen ausreichend, wenn man beachtet, daß nicht die gering verzerrten Muskelfasern am Rand des Bildfeldes gemessen werden. Die eigentliche Messung der Muskelfaser erfolgte nach zwei Methoden:

1. Bestimmung der Fläche der Muskelfaserquerschnitte mit dem Planimeter,
2. Auszählen der Muskelfasern auf 1 mm².

Beide Ergebnisse sind ein Ausdruck für die Dicke der Muskelfasern. Die Anzahl ist jedoch umgekehrt proportional der Dicke. Das Planimetrieren ist die genaueste Messung der einzelnen Faser. Da kein automatisches Gerät zur Verfügung stand, wurde als zweite Methode der Messung das Auszählen pro Flächeneinheit vorgenommen. Dabei werden etwa 300—500 Muskelfasern pro Probe erfaßt. Die Notwendigkeit, eine so hohe Anzahl Muskelfasern zu messen, ergibt sich aus der Inhomogenität des Muskelgewebes.

In der Literatur werden verschiedene Fasertypen, rote und weiße Muskelfasern (COOPER u. CASSENS, 1970), Riesenfasern (CASSENS u. COOPER, 1969) sowie intrafaszikulär endende Muskelfasern (SWATLAND u. CASSENS, 1972), beschrieben. Die Abbildung zeigt die Inhomogenität innerhalb der Muskelbündel und die auch von uns beobachteten Fasertypen.



Inhomogenität des Muskelgewebes (R = Riesenfasern, w = weiße Fasern, r = rote Fasern, i = intrafaszikulär endende Muskelfasern)

Auf Grund dieser Tatsache wurde die zweite Methode, das Auszählen der Muskelfasern, zusätzlich als Maßzahl für die Muskelfaserdicke benutzt. Außerdem wurde aus der Anzahl Muskelfasern pro mm^2 durch Multiplikation mit der Fläche des *M. longissimus dorsi* die Gesamtanzahl Muskelfasern im Querschnitt berechnet (nach STAUN, 1968).

Die Auswertung der Untersuchung erfolgte durch die Berechnung linearer phänotypischer Korrelationen zwischen den histologischen Parametern Querschnittsfläche der Muskelfaser, Anzahl Muskelfasern pro 1 mm^2 , Gesamtanzahl Muskelfasern und den Schlachtkörpermerkmalen. Die Berechnungen erfolgten getrennt für die Geschlechter und „gepoolt“ aus Landrasse und Kreuzungen.

2. Ergebnisse

Von jedem Muskel wurden an drei Stellen Proben entnommen. Es galt zu prüfen, ob zwischen den Muskelfasern der Probeentnahmestellen Unterschiede bestehen und ob

hierfür Signifikanz vorliegt. Tabelle 1 enthält die Ergebnisse. Diese Ergebnisse weisen auf die unterschiedliche Innenstruktur des Muskels hin, wie sie auch von HEINZE (1972) beschrieben wurde. Für die Probeentnahme muß deshalb geschlußfolgert werden, daß ein exaktes Festlegen der Probeentnahmestellen unbedingt notwendig ist und eingehalten werden muß.

Tabelle 1

Signifikanz der Mittelwertdifferenzen von Muskelfasern (MF) zwischen den Probeentnahme-Stellen im Muskel

Muskel	MF-Querschnittsfläche		MF-Anzahl/mm ²	
	♂ n = 50	♀ n = 50	♂ n = 50	♀ n = 50
0	1	2	3	4
M. semimembraneus				
S1/S2	+	—	—	—
S1/S3	—	—	—	—
S2/S3	—	—	—	—
M. longissimus dorsi				
L1/L2	—	—	—	—
L1/L3	—	—	—	—
L2/L3	—	—	—	—
M. triceps brachii				
C1/C2	+++	++	+++	+++
C1/C3	+	—	+	+
C2/C3	+	—	+++	+++

S1-Stelle 1 im M. semimembraneus

S2-Stelle 2 im M. semimembraneus usw.

Die Frage nach dem Wachstumsrhythmus der einzelnen Muskeln wurde durch Korrelationsberechnung untersucht (Tab. 2). Die Berechnungen ergaben, daß die Muskelfaserdicke der drei untersuchten Muskeln zwar meist signifikant positiv, aber doch nur mit 25% voneinander abhängt.

Tabelle 2

Korrelationen zwischen den Werten von Muskelfasern (MF) der Muskeln

Muskel	MF-Querschnittsfläche		MF-Anzahl/mm ²	
	♂ n = 50	♀ n = 50	♂ n = 50	♀ n = 50
0	1	2	3	4
M. semimembraneus:				
M. longissimus dorsi	0,48 ⁺⁺	0,45 ⁺⁺	0,61 ⁺⁺	0,48 ⁺⁺
M. semimembraneus:				
M. triceps brachii c. l.	0,39 ⁺⁺	0,19	0,45 ⁺⁺	0,41 ⁺⁺
M. longissimus dorsi:				
M. triceps brachii c. l.	0,35 ⁺	0,23	0,49 ⁺⁺	0,43 ⁺⁺

Die Tabellen 3 und 4 enthalten die Mittelwerte für die Muskelfaserdicke, gemessen als Muskelfaserquerschnittsfläche und Anzahl Muskelfasern/mm², getrennt nach Muskel, Genotyp und Geschlecht.

Tabelle 3
Muskelfaserquerschnittfläche μm^2

Muskel	L ♂	KR ♂	L ♀	KR ♀
	n = 40	n = 14	n = 43	n 9 14
0	1	2	3	4
M. semimembranaceus \bar{x}	2724	2834	2759	3277
s_x	75	124	59	172
s	484	466	390	644
M. longissimus dorsi \bar{x}	2427	2256	2543	2558
s_x	64	89	54	144
s	410	335	360	539
M. triceps brachii \bar{x}	1737	1651	1825	2137
s_x	59	62	47	129
s	367	231	313	481
Mittelwert aus den 3 Muskeln \bar{x}	2291	2247	2369	2657
s_x	54	73	38	111
s	333	273	252	416

L - Landrasse

KR - verschiedene Fleischschweinkreuzungen

Tabelle 4
Muskelfaseranzahl/mm²

Muskel	L ♂	KR ♂	L ♀	KR ♀
	n = 40	n = 14	n = 43	n = 14
0	1	2	3	4
M. semimembranaceus \bar{x}	264,8	248,8	263,7	228,8
s_x	6,3	17,7	4,7	10,0
s	41,2	66,3	30,7	37,3
M. longissimus dorsi \bar{x}	291,2	301,6	208,4	263,6
s_x	7,9	11,7	5,5	8,7
s	50,8	44,0	36,3	32,6
M. triceps brachii \bar{x}	411,7	410,9	401,3	340,6
s_x	11,7	14,7	8,6	15,2
s	73,0	54,9	57,3	56,7
Mittelwert aus den 3 Muskeln \bar{x}	323,8	325,1	315,1	277,8
s_x	7,4	10,2	4,9	9,8
s	45,7	38,2	32,4	36,8

In den Untersuchungen wird bestätigt, daß ein signifikanter Unterschied in der Muskelfaserdicke zwischen den Muskeln besteht. Der M. semimembranaceus hat die dicksten Muskelfasern, der M. longissimus dorsi dünnere und der M. triceps brachii mit Abstand die dünnsten. Die Werte der Tabelle sind Mittelwerte der drei Probeentnahmestellen. Die Unterschiede zwischen den Genotypen und Geschlechtern sind nur schwach signifikant. Dennoch kann gesagt werden, daß die Kreuzungstiere etwas dickere Muskelfasern haben als die Landrasse. Die männlichen Kastraten haben dünnere Muskelfasern als die weiblichen Tiere. Die gleiche Tendenz wurde von anderen Autoren

ermittelt: (MÜLLER, 1954; OTTO, 1961b; STAUN, 1963 u. a.). Tabelle 5 enthält die Angaben über die Gesamtanzahl Muskelfasern im Querschnitt des *M. longissimus dorsi*. Die Unterschiede zwischen den Genotypen und Geschlechtern sind nicht signifikant.

Tabelle 5

Gesamtanzahl Muskelfasern im *M. longissimus dorsi* (in Tausend)

Muskel	L ♂	KR ♂	L ♀	KR ♀	
	<i>n</i> = 40	<i>n</i> = 14	<i>n</i> = 43	<i>n</i> = 14	
0	1	2	3	4	
<i>M. longissimus dorsi</i>	\bar{x}	966	1063	1025	1004
	s_x	27	55	21	45
	<i>s</i>	176	207	139	169

Hauptanliegen der Arbeit war die Untersuchung der Beziehungen zwischen Muskel-fasernermerkmalen und dem Fleischansatz der Schweine. In den folgenden drei Tabellen werden die phänotypischen Korrelationskoeffizienten gezeigt. Sie wurden zwischen zehn ausgewählten Parametern des Fleischansatzes und den Werten für die Muskel-faserdicke und -gesamtanzahl der drei Muskeln nach Geschlecht getrennt und gepoolt aus den Genotypen berechnet.

Tabelle 6

Korrelationen zwischen Muskelfaser-Querschnittfläche und Fleischansatz (in kg) (Sauen *n* = 50)

Schlachtkörpermerkmale	MF-Querschnittfläche			
	S	L	T	\bar{x}
0	1	2	3	4
Warmmasse des Schlachtkörpers	0,11	0,14	0,14	0,07
wertvolle Fleischteilstücke	0,28 ⁺	0,36 ⁺⁺	0,18	0,25
Eiweiß in der Hälfte	0,20	0,24	0,08	0,18
Muskelfläche	0,43 ⁺⁺	0,43 ⁺⁺	0,02	0,40 ⁺⁺
mageres Fleisch in der Keule	0,39 ⁺⁺	0,36 ⁺⁺	0,14	0,32 ⁺
Eiweiß in der Keule	0,25	0,25	0,12	0,19
mageres Fleisch in Kamm, Kotelett, Filet	0,19	0,22	0,18	0,13
Eiweiß in Kamm, Kotelett, Filet	0,01	0,23	0,06	0,08
mageres Fleisch im Bug	0,34 ⁺	0,34 ⁺	0,21	0,26
Eiweiß im Bug	0,12	0,25	0,03	0,18

S - *M. semimembraneus*L - *M. longissimus dorsi*T - *M. triceps brachii caput longum* \bar{x} - Mittelwert aus den drei Muskeln

Die Ergebnisse bei den männlichen Kastraten sind niedrig und kaum signifikant. In Tabelle 6 sind die Korrelationskoeffizienten der Muskelfaserquerschnittfläche der weiblichen Tiere dargestellt. Die Muskelfaserquerschnittfläche korreliert signifikant positiv mit der Masse der wertvollen Fleischteilstücke, der Muskelfläche des *M. longissimus dorsi*, der Masse des mageren Fleisches der Keule und dem mageren Fleisch im Bug. Bei der Muskelfaseranzahl/mm² (Tab. 7) sind die Koeffizienten höher und beim *M. semimembraneus* und *M. longissimus dorsi* fast alle signifikant. Sie sind negativ

Tabelle 7
Korrelationen zwischen Muskelfaser-Anzahl/mm² und Fleischansatz (in kg)
(Sauen $n = 50$)

Schlachtkörpermerkmale	MF-Anzahl/mm ²			
	S	L	T	\bar{x}
0	1	2	3	4
Warmmasse des Schlachtkörpers	-0,43 ⁺⁺	-0,27 ⁺	-0,16	-0,34 ⁺⁺
wertvolle Fleischteilstücke	-0,52 ⁺⁺	-0,38 ⁺⁺	-0,14	-0,40 ⁺⁺
Eiweiß in der Hälfte	-0,43 ⁺⁺	-0,23	-0,28 ⁺	-0,38 ⁺⁺
Muskelfläche	-0,51 ⁺⁺	-0,37 ⁺⁺	-0,15	-0,38 ⁺⁺
mageres Fleisch in der Keule	-0,54 ⁺⁺	-0,33 ⁺	-0,10	-0,38 ⁺⁺
Eiweiß in der Keule	-0,40 ⁺⁺	-0,24	-0,07	-0,26
mageres Fleisch in Kamm, Kotelett, Filet	-0,33 ⁺	-0,17	-0,02	-0,18
Eiweiß in Kamm, Kotelett, Filet	-0,21	-0,17	-0,14	-0,19
mageres Fleisch im Bug	-0,44 ⁺⁺	-0,34 ⁺	-0,07	-0,33 ⁺
Eiweiß im Bug	-0,34 ⁺	-0,26	-0,37 ⁺⁺	-0,44 ⁺⁺

auf Grund der negativen Korrelation zwischen Muskelfaseranzahl/mm² und Muskelfaserdicke und damit als positive Beziehungen zwischen Muskelfaserdicke und Fleischansatz zu werten. Die unterschiedliche Höhe der Korrelationskoeffizienten bei den drei untersuchten Muskeln, die niedrigen Werte beim *M. ticeps brachii*, sind zum Teil auf die Schwierigkeiten bei der Messung zurückzuführen. Dieser Muskel ist für die Untersuchung der Beziehungen zwischen Muskelfaserdicke und Fleischansatz ungeeignet. Selbst das Teilstück Bug, für das dieser Muskel repräsentativ sein sollte, wird durch den *M. semimembranaceus* besser charakterisiert. Der aus den Einzelwerten für die drei Muskeln gebildete Mittelwert bringt keine höhere Aussage. Die Korrelationskoeffizienten in der Größenordnung von $r = -0,4$ bis $r = -0,5$ zeigen deutlich, daß bei gleichaltrigen Schweinen die Tiere mit dickeren Muskelfasern (einer geringen Anzahl/mm²) im *M. semimembranaceus* eine höhere Fleischmasse, einen höheren Fleisch- bzw. Eiweißansatz aufweisen, und zwar nicht nur in der Keule, sondern bei allen untersuchten Merkmalen des Fleischansatzes. Tabelle 8 enthält die Korrelationskoeffizi-

Tabelle 8
Korrelationen zwischen Muskelfaser-Gesamtanzahl und Fleischansatz
(in kg)

Schlachtkörpermerkmale	MF-Gesamtanzahl	
	$\delta n = 50$	$\text{♀} n = 50$
0	1	2
Warmmasse des Schlachtkörpers	0,14	0,00
wertvolle Fleischteilstücke	0,22	0,22
Eiweiß in der Hälfte	0,26	0,21
Muskelfläche	0,33 ⁺⁺	0,52 ⁺⁺
mageres Fleisch in der Keule	0,18	0,30 ⁺
Eiweiß in der Keule	0,30 ⁺	0,23
mageres Fleisch in Kamm, Kotelett, Filet	0,12	0,33 ⁺
Eiweiß in Kamm, Kotelett, Filet	0,19	0,18
mageres Fleisch im Bug	0,15	0,22
Eiweiß im Bug	0,27 ⁺	0,06

enten zwischen Muskelfasergesamtanzahl und Fleischansatz. Die Korrelationen sind positiv und bei der Muskelfläche, dem mageren Fleisch der Keule und einigen anderen Merkmalen auch signifikant. Damit wird angedeutet, daß die Schweine mit einer höheren Gesamtanzahl an Muskelfasern auch einen höheren Fleischansatz aufweisen.

3. Schlußfolgerungen

Aus der Literatur und den vorliegenden Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß die quantitativ-mikroskopische Untersuchung des Muskels, als dem Ort der Realisierung der tierischen Leistung Fleisch, unbedingt erforderlich ist. Die Ergebnisse können sowohl der züchtungsbiologischen Grundlagenforschung als auch der Fleischforschung als mehr angewandter Forschung dienen.

Die Hypothese, daß sowohl dickere Muskelfasern als auch eine höhere Gesamtanzahl im Muskel mit einem größerem Fleischansatz verbunden ist, kann mit den vorliegenden Ergebnissen bestätigt werden. Die relativ geringen Beziehungen gestatten es allerdings noch nicht, die Muskelfaser als Selektionskriterium zu betrachten.

In der Literatur wird allgemein festgestellt, daß dicke Muskelfasern mit einer schlechten Fleischqualität korrelieren (SCHILLING, 1966; STAUN, 1968; SANDOR, 1971, u. a.). Weiterhin wird behauptet, daß Fleisch mit PSE-Charakter besonders dicke Muskelfasern aufweist (CASSENS u. COOPER, 1969; DILDEY u. ABERLE, 1970; LINKE, 1972; MARPLE u. CASSENS, 1973, u. a.) und daß PSE-Fleisch besonders bei sehr fleischreichen Schlachtkörpern auftritt. Diese Hypothesen werden durch die gefundenen positiven Korrelationen zwischen Muskelfaserdicke und Fleischansatz unterstützt.

Wenn dicke Muskelfasern eine schlechte Fleischqualität hervorrufen, darf es nicht Ziel der Züchtung sein, einen höheren Fleischansatz durch eine Vergrößerung der Muskelfasern zu erreichen, sondern die Gesamtanzahl Muskelfasern muß erhöht werden; der höhere Fleischansatz muß durch eine Vielzahl dünnerer Muskelfasern erreicht werden. Die positiven Korrelationen zwischen Gesamtanzahl Muskelfasern und dem Fleischansatz zeigen diese Möglichkeit.

Der Nachweis eines engen Zusammenhangs zwischen Muskelfaserdicke und Fleischqualität muß noch erbracht werden.

Die gegenwärtigen Untersuchungen sind als Grundlage und Anregung für die weitere Erforschung des Muskelgewebes zu betrachten. Es erscheint dabei notwendig, einige grundsätzliche Fragen der Entwicklung des Muskelgewebes, der Rolle der unterschiedlichen Fasertypen, der morphologischen Innenstruktur der Muskeln sowie Fragen der postmortalen Veränderungen der Muskelfasern zu klären, um möglichst viele maskierende Faktoren auszuschalten. Nur mit Hilfe einer modernen quantitativ-mikroskopischen Auswertungsmethode kann die Vielzahl von Messungen, die für eine züchterische Anwendung erforderlich ist, bewältigt werden. Die Untersuchung des Muskelgewebes darf nicht nur auf Muskelfasermorphologie beschränkt werden. Histochemie und Elektronenmikroskopie sowie biochemische und biophysikalische Arbeitsrichtungen müssen eng zusammenwirken, um sowohl für das Muskelwachstum und damit für den Fleischansatz als auch für die Fleischbeschaffenheit Beobachtungsmerkmale und neue, schnellere und genauere Selektionskriterien zu finden.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird eine rationelle Methode zur histometrischen Untersuchung der Muskelfaser beschrieben und der Zusammenhang zwischen quantitativ-

mikroskopischen Merkmalen der Muskelstruktur und den Parametern für den Fleischansatz beim Schwein untersucht. Die gefundenen positiven Beziehungen zwischen den Merkmalen der Muskelfaserstärke und dem Fleischansatz sowie die positiven Korrelationen zwischen Gesamtanzahl Muskelfasern im *M. longissimus dorsi* und den Merkmalen des Fleischansatzes können für die Tierzüchtung bedeutungsvoll werden.

Резюме

Название работы: Количественно-микроскопические исследования мышечных волокон и связи волокон с отложением мяса у свиньи

В предлагаемой работе описан рациональный метод гистометрического исследования мышечных волокон и изучены связи между микроскопически выявляемыми количественными признаками структуры мышц и параметрами отложения мяса у свиньи. Найденные положительные связи между толщиной мышечных волокон и отложения мяса, а также положительные корреляции между общим числом мышечных волокон длиннейшей мышцы спины и отложением мяса могут приобретать значение для селекции животных.

Summary

Title of the paper: Quantitative microscopic studies of the muscle fibre and its relationship with meat deposition in swine

The present paper describes an efficient method for the histometric examination of the muscle fibre. The relationship between quantitative microscopic properties of the muscle structure and the parameters for meat deposition in swine are studied. The positive relationships found between the characters of muscle fibre thickness and meat deposition as well as the positive correlations between total number of muscle fibres in *M. long. dorsi* and the traits of meat deposition could be of importance for animal breeding.

Literatur

- BYRNE, I.; HOOPER, C. J.; MCCARTHY, J. C.: Effects of selection for body size on the weight and cellular structure of seven mouse muscles. *Animal Prod.*, London 17 (1973), S. 187—196
- CASSENS, R. G.; COOPER, C. C.: The occurrence and histochemical characterization of giant fibers in the muscle of growing and adult animals. *Acta neuropath.*, Berlin 12 (1969), S. 300—304
- COOPER, C. C.; CASSENS, R. G.: Histochemical characterization of muscle differentiation. *Devel. Biol.*, New York 23 (1970) 2, S. 169—184
- DILDEY, D. D.; ABERLE, E. D.: Porcine muscularity and properties associated with pale, soft, exudative muscle. *J. Animal. Sci.* 31 (1970), S. 681
- HEINZE, W.: Strukturanalytische Untersuchungen an den Muskeln der Vorder- und Hintergliedmaßen des Schweines sowie Erörterung einiger allgemeinmyologischer Probleme. 1. Mitt.: Problemstellung, Literaturübersicht, Material und Methode, die Muskeln der Vordergliedmaßen. *Anat. Anz.* 130 (1972), S. 99—114
- JOUBERT, D. M.: On the postnatal growth and development of muscle in relation to quality in meat. *Proc. Brit. Soc. Anim. Prod.* (1954), S. 49—58
- JOUBERT, D. M.: Growth of muscle fibre in the foetal sheep. *Nature*, London 175 (1955), S. 936—940
- JOUBERT, D. M.: An analysis of factors influencing postnatal growth and development of the muscle fibre. *J. Agric. Sci.* 47 (1956 a), S. 59—102

- JOUBERT, D. M.: A study of prenatal growth and development in the sheep. *J. Agric. Sci.* 47 (1956b), S. 382—428
- JOUBERT, D. M.: Relation between size and muscle fibre diameter in the newborn lamb. *J. Agric. Sci.* 47 (1956c), S. 449—455
- JOUBERT, D. M.: Wachstum der Muskelfaser vor und nach der Geburt. I. Besprechung der Literatur. *Z. Tierzücht. u. Züchtungsbiol.* 67 (1956d) 4, S. 359—368
- JOUBERT, D. M.: Wachstum der Muskelfaser vor und nach der Geburt. II. Experimentelle Untersuchungen. *Z. Tierz. u. Züchtungsbiol.* 71 (1958) 3, S. 217—227
- JOUBERT, D. M.: Pre- und postnatal growth and development of skeletal muscle in relation to lean meat quantity and quality. *S. Afr. J. Animal. Sci., Pretoria* (1971), S. 183—188
- LINKE, H.: Histologische Untersuchungen bei wäbri gem, blassem Schweinefleisch. *Fleischwirtschaft, Frankfurt/Main* 52 (1972) 4, S. 493—496
- LIVINGSTON, D. M.; BLAIR, S. R.; ENGLISH, P. R.: The usefulness of muscle fibre diameter in studies of the lean meat content of pigs. *Animal. Prod., London* 8 (1966), S. 267—274
- MARPLE, D. N.; CASSENS, R. G.: A mechanism for stress-susceptibility in swine. *J. Anim. Sci.* 37 (1973) 2, S. 546—549
- MÜLLER, CH.: Über den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Stärke der Muskelfasern. Greifswald, Univ., Diss. 1954
- OTTO, E.: Der Schlachtwert von Schweinen im Gewicht von 110 kg. Rostock, Univ., Diss. 1961a
- OTTO, E.: Zur Feststellung der Farbe und Muskelfaserstärke des Fleisches und deren Beeinflussung durch Rasse, Geschlecht, Väter und Mütter. In: Kongreßber. VIII. Intern. Tierzuchtkongreß in Hamburg, Schlußber. (1961b), S. 211—213
- OTTO, E.: Muskelfaserstärke und Muskelausbildung bei Schweinen. Vortrag X. Kongreß Europ. Fleischforscher, Roskilde (1964)
- SANDOR, I.: A javított magyar fehér hussertésfajta izomrostvastagság analizisének eredményei a kecskeméti hizékonyságvizsgálo állomáson (Ergebnisse der Analyse der Muskelfaserdicke von der verbesserten ungarischen Yorkshire-Rasse auf der Fleischleistungs-Prüfungsstation zu Késcskemét). *Állattenyésztés, Budapest* 20 (1971), S. 259—269
- SCHILLING, E.: Muskelstruktur und Fleischqualität. *Z. Tierzücht. u. Züchtungsbiol.* 82 (1966) 3, S. 219—243
- STAUN, H.: Various factors affecting number and size of muscle fibers in the pig. *Acta Agric. Scandinavica* 13 (1963) 3, S. 293—322
- STAUN, H.: Muskelfibrenes udvikling gennem vækstperioden (Muskelfaserentwicklung in den Wachstumsperioden). *Aaarb. kgl. Vet.-og Landbohjskole, Kopenhagen Delegeretmøde*, 1964
- STAUN, H.: Muskelfibrenes diameter og antal samt deres betydning for kodfylde og kodkvalitet hos svin af Dansk Landrace (Durchmesser und Anzahl der Muskelfasern und ihre Bedeutung für die Fleischmenge und Fleischqualität bei Schweinen der dänischen Landrasse). 366. beretning fra forsogslaboratoriet, Kopenhagen, 1968
- STAUN, H.; CHRISTENSEN, K.: Undersogelse over biopsiers anvendelighed til bestemmelse af kodmaengde og kodkvalitet hos svin (Untersuchungen über die Anwendung der Biopsie zur Bestimmung von Fleischmenge und Fleischqualität bei Hausschweinen). *Landokonomisk Forsogslaboratoriums Aaarb., Kopenhagen* (1968), S. 152—160
- STAUN, H.: Muskelfibrenes diameter og antal samt deres betydning for kodfylde og kodkvalitet hos svin af Dansk Landrace (Muskelfaserdurchmesser und -anzahl und deren Bedeutung für Fleischfülle und Fleischqualität bei Schweinen der dänischen Landrasse). *Ugeskrift for agronomer, Kopenhagen* 114 (1969) 9 u. 10, S. 155—165, 186—190
- STAUN, H.; JENSEN, P.: Arvens betydning for kodindhold og kodkvalitet hos svin (Die Bedeutung von Fleischmenge und Fleischqualität beim Hausschwein.) *Landokonomisk Forsogslaboratoriums Aaarb., Kopenhagen* (1970), S. 121—125
- STAUN, H.; GULLIKSEN, K.; BRUHN, K.; ROTHENBERG, S.: Forsatte undersogelser over biopsiers anvendelighed til bestemmelse af kodmaengde og kodkvalitet hos svin (Fortgesetzte Untersuchungen über die Anwendung der Biopsie zur Bestimmung der Fleischmenge und Fleischqualität beim Hausschwein). *Landokonomisk Forsogslaboratoriums Aaarb., Kopenhagen* (1970), S. 125—132

- STAUN, H.: The nutritional and genetic influence on number and size of muscle fibres and their response to carcass quality in pigs. EAAP-Meeting, 1970c, Hungary
- SWATLAND, H. J.; CASSENS, R. G.: Muscle growth: The problem of muscle fibers with an intrafascicular termination. J. Animal. Sci. 35 (1972) 2, S. 336—344
- WEGNER, J.; MÖLLER, U.: Ein Beitrag zur Rationalisierung quantitativ-mikroskopischer Untersuchungen. Z. Med. Labortechnik (im Druck)

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. habil. EWALD OTTO, Dr. JOCHEN WEGNER
Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock
— Bereich Züchtungsforschung — der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
2551 Dummerstorf, Kreis Rostock