

KARL-MARX-UNIVERSITÄT LEIPZIG
SEKTION
TIERPRODUKTION UND VETERINÄRMEDIZIN



**PROBLEME DER FLEISCHQUALITÄT BEIM
SCHWEIN UNTER DEM EINFLUSS
ENDOGENER UND EXOGENER FAKTOREN**

WISSENSCHAFTLICHE TAGUNG 1975

(Vorträge)

Leipzig, am 5. Juni 1975

Wegner

QUANTITATIV - MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN DER MUSKELFASERN
BEIM SCHWEIN

von J. Wegner
Forschungszentrum für Tierproduktion
2551 Dummerstorf-Rostock

Die Erarbeitung und ständige Weiterentwicklung der biologischen Grundlagen der Schlachtkörperbewertung, das Suchen nach Merkmalen, die eine hohe Beziehung zum Fleischansatz bzw. zur Fleischqualität haben und eine genauere, schnellere Bewertung zulassen, sind wichtige Aufgaben für die Züchtungsforschung.

Das vom Tier erzeugte magerere Fleisch, dessen Menge und Qualität uns besonders interessiert, ist Skelettmuskulatur. Die mikroskopische Struktur des Muskelgewebes hat einen entscheidenden Einfluß auf die Funktion und Beschaffenheit der Muskulatur bzw. des Fleisches - in der Tierproduktion genauso wie in der Medizin. Schon seit der Jahrhundertwende wird deshalb der mikroskopischen Untersuchung des Fleisches auch von den Tierzüchtern in zunehmendem Maße Beachtung geschenkt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind oft widersprüchlich und wenig aussagekräftig, obwohl es an Hypothesen z. B. über den Zusammenhang zwischen Muskelfaser und Fleischqualität nicht mangelt. Ein Grund dafür sind die zahlreichen biologischen, präparationstechnischen und meßtechnischen Faktoren, die die Ergebnisse möglicherweise maskieren.

Fleisch ist Muskulatur. Die Bausteine des Muskels sind die Muskelfasern. Die Muskelfaser ist keine eigentliche Zelle, sondern ein Plasmodium, d. h. eine aus der Zelle hervorgegangene vielkernige Zytoplasmamasse, deren Kerne sich zwar teilen, aber nicht das Zellplasma.

Die Muskelfasern sind in Bündeln zusammengefaßt, die von Bindegewebe umgeben sind und zusammen mit Fettzellagerungen die wichtigsten Bestandteile des Muskelgewebes darstellen. Die Länge der Muskelfasern ist sehr unterschiedlich: wenige Millimeter bis mehrere Zentimeter. Sie wurde bisher kaum zur Charakterisierung der Fleischstruktur benutzt.

Der Durchmesser schwankt in sehr weiten Grenzen von ca. 10 bis 200 μm . Der Mittelwert beträgt im W. longissimus dorsi beim Schwein ca. 45 μm . Diese großen Unterschiede, selbst innerhalb

eines Primärbündels, zeigen die Inhomogenität des Muskelgewebes und die sich daraus ergebenden Schwierigkeiten bei der Messung. Histochemisch lassen sich die Muskelfasern auf Grund ihrer Enzymaktivität oder auf Grund ihres Gehaltes an Lipidtröpfchen in mehrere Fasertypen aufteilen. Selbst ohne spezielle Anfärbung kann man die unterschiedliche Größe der im Inneren des Primärbündels und der an der Peripherie gelegenen Fasergruppen erkennen. Schon seit langem ist bekannt, obwohl kaum bei Fleischuntersuchungen berücksichtigt, daß es zwei Typen von Muskelfasern gibt - dunkle und helle. Die dunklen Muskelfasern werden auch als rote, Typ I oder β - Fasern bezeichnet. Sie sind dünn, meist in der Mitte der Primärbündel, besitzen Lipidtröpfchen und haben eine hohe oxidative Enzymaktivität. Die hellen werden analog als weiße, Typ II oder α - Fasern bezeichnet, haben eine hohe Phosphorylaseaktivität, keine Lipidtröpfchen, liegen am Rande der Primärbündel und sind dicker. Außerdem werden intermediäre Muskelfasern beschrieben, die eine Zwischenstellung einnehmen. TODOROV und PENTHOV (1969) /15/ zeigten degenerierte Muskelfasern, die auch wir bei unseren untersuchten Schweinen fanden. Von amerikanischen Autoren werden sie als Riesenfasern bezeichnet.

Unabhängig von den bisher genannten Muskelfasertypen ist die von SWAHLAND (1972) /14/ vorgenommene Unterscheidung in intrafaszikulär endende und sekundär ansetzende Muskelfasern. Er schlußfolgert aus seinen Untersuchungen, daß das Wachstum des Muskels an den intrafaszikulären Enden der Muskelfasern erfolgt.

Gegenwärtig existieren sehr unterschiedliche Auffassungen vom Wachstum der Muskelfaser nach der Geburt.

1. Die Muskelfaseranzahl ist bei der Geburt festgelegt. Die postnatale Vergrößerung der Muskelmasse erfolgt durch Hypertrophie der vorhandenen Muskelfasern bzw. durch Umwandlung der roten, α -R-Fasern in weiße α -W-Fasern (ASHMORE 1972 /1/).

2. Die Muskelfaseranzahl vergrößert sich nach der Geburt durch Teilung vorhandener Muskelfasern, und einzelne große Muskelfasern am Rande der Primärbündel degenerieren (BOGOLJUBSKI 1971 u. a. /2/).

Die sowjetischen Autoren sind der Meinung, daß sowohl Hypertrophie als auch Hyperplasie natürliche Prozesse des Muskelwachstums sind und daß es für die Fleischproduktion von großer Bedeutung ist, wie diese Prozesse ablaufen und welche Faktoren sie stimulieren. Andere Autoren bezeichnen das Problem des Muskelfaserwachstums als akademische Streitfrage. Es dürfte jedoch spätestens dann von großem Interesse sein, wenn wir Muskelfasermerkmale zur Voraussage von Fleischqualität bzw. Fleischansatzvermögen möglichst schon am 40 kg schweren Schwein erfassen wollen.

Nun einige Angaben zur Anwendung der Muskelfasermessung in der Tierproduktion. Am bekanntesten ist die These, daß Tiere mit dünneren Muskelfasern zarteres Fleisch und eine bessere Fleischqualität hervorrufen. Im Hinblick auf die Zartheit überzeugen die meisten Untersuchungen kaum, da sie an Tiermaterial bzw. Muskeln sehr extremer Herkunft durchgeführt wurden.

Daß dünnere Muskelfasern eine gute Fleischqualität hervorbringen, wird jedoch mehrfach angeführt. SCHILLING (1966) ~~182~~ berechnete an 62 Tieren, gleicher Rasse, Fütterung und Haltung einen Korrelationskoeffizienten von $r = +0,47$ zwischen Muskel-faserdurchmesser und Kochverlust im Dosenachinken.

SANDOR (1971) ~~141~~ schlußfolgert aus seinen Untersuchungen, daß die Messung der Muskelfaser als objektives Kriterium der Fleischqualität in Ungarn eingeführt werden soll.

DILDEY (1970) ~~154~~ untersuchte das Verhältnis von weißen zu roten Muskelfasern bei PSE- und normalen Tieren. Die PSE-Tiere hatten einen signifikant höheren Anteil weißer Muskelfasern, und der Muskelfaserdurchmesser war insgesamt größer. Nach seinen Untersuchungen ist die Größe und Anzahl der weißen Muskelfasern ein Kriterium für PSE-Fleischbeschaffenheit.

KLOSOWSKA (1973) ~~184~~ stellte fest, daß Muskulatur mit einem hohen Gehalt an roten Muskelfasern eine bessere Fleischqualität zeigt. CASSENS u. a. (1969) ~~184~~ untersuchten Schweine gleicher genetischer Herkunft, die unter gleichen Umweltbedingungen gehalten wurden. 8 Tiere starben auf dem Transport und wurden als streßempfindlich charakterisiert.

Die Untersuchungen ihrer Muskelstruktur ergab eine große Zahl von Riesenfasern. Bei den anderen Tieren wurden kaum Riesenfasern gefunden. Beziehungen zwischen Fasergröße bzw. Fasertypverteilung und PSE-Fleischbeschaffenheit, sowie Streßempfind-

lichkeit wurden auch von COOPER (1969) ~~74/~~, MERKEL (1971),
ASHMORE (1972) ~~71/~~, MARPLE (1973) ~~70/~~ u. a. in ähnlicher Weise
bestätigt.

JOUBERT's umfangreiche Wachstumsuntersuchungen (1954, 1956,
(1958) ~~77/~~ wiesen erstmals auf den möglichen Zusammenhang zwi-
schen Muskelfaserstärke und Muskelmasse hin. Später versuchten
TUMA (1962) ~~76/~~, LIVINGSTON (1966) ~~79/~~ und STAUN (1968) ~~73/~~
den Magerfleischgehalt des Schlachtkörpers auf Grund von
Messungen der Muskelfaser vorauszusagen. Die Korrelationsko-
effizienten waren bei gleichem Alter der Tiere zwischen Muskel-
faserstärke und Muskelmasse $r = 0,0$ bis $r = + 0,3$.
Engere Beziehungen konnten von STAUN ~~73/~~ zwischen der Gesamt-
anzahl Muskelfasern, berechnet aus der Anzahl Muskelfasern
pro mm^2 und der planimetrierten Fläche des M. longissimus dorsi,
und dem Fleischansatz berechnet werden ($r = + 0,3$ bis $r = + 0,5$).

STAUN folgert aus der positiven Beziehung der Gesamtanzahl Mus-
kelfasern zur Fleischmenge und aus der Annahme, daß eine große
Anzahl dünner Muskelfasern zur Verbesserung der Fleischqualität
beiträgt, daß die Muskelfaser ein wichtiges Kriterium für den
Schlachtkörperwert der Schweine darstellt. Ausgehend von der
Annahme, daß sich die Gesamtanzahl Muskelfasern nach der Geburt
nicht mehr verändert, spricht er von der Möglichkeit der Be-
stimmung der Gesamtanzahl Muskelfasern am lebenden Tier durch
Biopsie und Ultraschallmessung der Longissimusfläche.
In STAUN's Untersuchungen bleibt der Aufbau des Muskels aus ver-
schiedenen Muskelfasertypen unberücksichtigt.

Im Rahmen eines Forschungsberichtes und einer Dissertation, die
beide im vergangenen Jahr verteidigt wurden, begannen wir im
Forschungszentrum Dummerstorf, Abt. Fleischforschung, mit
quantitativ-mikroskopischen Untersuchungen der Muskelfaser beim
Schwein. Zunächst wurde eine Methode für die Messung der Muskel-
fasermerkmale ausgearbeitet, die ausgehend von der Vielzahl der
möglichen Präparations- und Meßtechniken eine weitgehend scho-
nende Präparation beinhaltet, eine der Variabilität der Muskel-
faser entsprechende große Anzahl Fasern erfaßt und trotzdem
leicht und schnell durchzuführen ist. Diese Methode wurde mit
zwei weiteren häufig angewendeten Verfahren auf Grund ihrer Er-
gebnisse am gleichen Probenmaterial verglichen.

Weiterhin wurden die Zusammenhänge zwischen der Muskelfaserstärke, der Gesamtanzahl Muskelfasern sowie der Anzahl Riesenfaser und ausgewählten Schlachtkörperkriterien, die den Fleischansatz und die Fleischqualität charakterisieren, beim Schwein untersucht. Das vorgegebene Tiermaterial bestand aus 115 Schweinen der Nachkommenprüfstation Pankelow. 90 Tiere gehörten der Landrasse an und 25 waren verschiedene Kreuzungen. Fütterung, Haltung und Schlachalter waren weitestgehend konstant.

Die Tiere wurden im Schlachthaus des Forschungszentrums geschlachtet. Der Schlachtkörper wurde voll zerlegt und die in der Abt. Fleischforschung üblichen Untersuchungen zur Ermittlung des Schlachtkörperwertes vorgenommen.

Für die mikroskopische Untersuchung wurden drei Muskeln aus den wertvollen Teilstücken Keule, Rücken, Bug ausgewählt: *M. semimembranaceus*, *M. longissimus dorsi* und *M. triceps brachii caput longum* und Proben von ca. 1 cm³ an drei Stellen im Muskelquerschnitt aus der Mitte des Muskels etwa 24 h post mortem entnommen.

Von jeder Probe wurden folgende Muskelfasermerkmale bestimmt: An 100 mazerierten und isolierten Muskelfasern wurde der Durchmesser mit dem Okularmikrometer gemessen. Am Querschnittspräparat erfolgte nach Stückfärbung mit Eosin und Einbettung in Gelatine die Bestimmung der Muskelfaserquerschnittsflächen am projizierten und gezeichneten Bild mit dem Planimeter. Am gleichen Präparat zählten wir die Muskelfaseranzahl pro mm². Alle drei Merkmale kennzeichnen die Muskelfaserdicke. Außerdem wurde aus der Anzahl MF/mm² und der planimetrierten Fläche des *M. longissimus dorsi* durch Multiplikation die Gesamtanzahl Muskelfasern im Querschnitt bestimmt und die Anzahl sogenannter Riesenfaser pro cm² ausgezählt.

Im folgenden sollen zunächst die methodischen Ergebnisse dargestellt werden: Nach Prüfung verschiedener Präparationstechniken ergab sich als für die Messung am Querschnittspräparat günstigstes Verfahren folgende Behandlung der Muskelproben: Fixierung mindestens 3 Wochen in 10 %igem Formalin, Stückfärbung in 1 %igem wasserlöslichen Eosin, Einbetten in 24 % Gelatine, Härten der Gelatine bis zur Schneidfähigkeit durch Fixierung in Formalin und anschließendes Tiefgefrieren bei

- 25 °C im Tiefkühlschrank, da kein Gefriermikrotom zur Verfügung stand:

Ein Vergleich der Fixierungsmittel Formalin und Bouin'sche Lösung ergab einen schonenderen Einfluß bei Formalin. Die bouinfixierten Proben waren hart und rissig, das Fixierungsgemisch drang zu langsam in die relativ großen Proben ein. Die Paraffineinbettung führte wegen der hohen Temperatur und dem Wasserentzug durch die Alkoholreihe zu zahlreichen Artefakten.

Versuche mit der Gefriertechnik ergaben an nativem Gewebe bei Temperaturen von - 20 °C und bei - 60 °C (Trockeneis - Azeton - Gemisch) kein befriedigendes Ergebnis. Die Muskelfasern waren wegen der Eiskristallbildung geplatzt bzw. die Schnitte fielen schnell auseinander.

Die Stückfärbung mit Eosin, obwohl wenig gebräuchlich, ist gegenüber der Schnittfärbung wesentlich schneller durchführbar und für die Erkennung der Muskelfaserumrisse ausreichend. Für die vorgeschlagene Präparationstechnik wurde ein Probenführer entwickelt, mit dessen Hilfe der Arbeitsaufwand wesentlich gesenkt wird.

Von den zahlreichen in der Literatur erwähnten Projektionsverfahren bzw. Meßgeräten wurden einige getestet:

Fotografie, Kernmeßgerät nach Smollich, Lanameter, Zeicheneinrichtung und Projektionszeichenspiegel.

Im Ergebnis kann gesagt werden, daß sich der Zeichenspiegel, obwohl sehr einfach und kaum verwendet, für die Muskelfaseruntersuchung gut eignet.

Die Muskelfaserdicke in einer Muskelprobe kann durch drei Merkmale (MF-Durchmesser, MF-Querschnittsfläche und Anzahl MF/mm²) charakterisiert werden. Alle drei Methoden wurden von uns angewendet. Die besten Ergebnisse erhielten wir durch das Auszählen der MF/mm². An Hand des MF-Durchmessers konnten außer den Unterschieden zwischen den Muskeln keine signifikanten Unterschiede und Zusammenhänge ermittelt werden. In der Literatur wird der Durchmesserbestimmung auch kaum noch Wert beigemessen.

Ohne Zweifel ist die Messung der Muskelfaserquerschnittsfläche mit dem Planimeter die genaueste Methode. Allerdings benötigt man zum Planimetrieren von 100 MF ca. 40 min. Eine wesentliche Erleichterung würde der Teilchengrößenanalysator TGZ 3 darstellen, der in 15 min. ca. 1000 Muskelfaserquerschnittsflächen messen kann.

Wenn dieses Gerät, das in vielen Ländern zur Muskelfasermessung eingesetzt ist, nicht zur Verfügung steht, stellt die Auszählung der Muskelfasern/mm² einen guten Kompromiß dar. Man kann sehr schnell z. B. mit dem Zählgerät "Eltinor 4" und einem von uns entwickelten Punktzähler 4 mm² pro Präparat auszählen, das entspricht einer erfaßten Muskelfaseranzahl von ca. 1000. Auf Grund der Inhomogenität des Muskelgewebes wurden Vorversuche zum Stichprobenumfang bei Muskelfasermessungen durchgeführt. Wir sind nicht der Meinung zahlreicher Autoren, die das Muskelgewebe der Schweine als homogen bezeichnen und nur 50 - 100 MF pro Querschnittspräparat als repräsentativ annehmen. Nach unseren Untersuchungen sind etwa 1000 MF für einen Mittelwert pro Präparat zu messen. Der Vergleich der Ergebnisse, die mit den drei Methoden der Muskelfasermessung erreicht wurden, zeigt deutlich die höhere Genauigkeit beim Auszählen der MF/mm². Im Folgenden sollen deshalb auch nur die Ergebnisse dieser Methode gezeigt werden. Beachten Sie bitte, daß eine hohe Anzahl MF/mm² gleichbedeutend mit dünnen Muskelfasern ist.

Tabelle 1: Muskelfaseranzahl/mm² (Methode III)

M u s k e l	DL σ^2 n = 40	KR σ^2 n = 14	DL σ n = 43	KR σ n = 14 ⁺
0	1	2	3	4
	\bar{x} 264,8	248,8	263,7	228,8
M. semimembra-	$S_{\bar{x}}$ 6,3	17,7	4,7	10,0
naceus	S 41,2	66,3	30,7	37,3
	\bar{x} 291,2	301,6	280,4	263,6
M. longissimus	$S_{\bar{x}}$ 7,9	11,7	5,5	8,7
dorsi	S 50,8	44,0	36,3	32,6
	\bar{x} 411,7	410,9	401,3	340,6
M. triceps	$S_{\bar{x}}$ 11,7	14,7	8,6	15,2
brachii	S 73,0	54,9	57,3	56,7
	\bar{x} 323,8	325,1	315,1	277,8
Mittelwert	$S_{\bar{x}}$ 7,4	10,2	4,9	9,8
aus den 3	S 45,7	38,2	32,4	36,8
Muskeln				

Tabelle 2: Korrelationen zwischen MF-Anzahl/mm² und Fleischmenge (Sauen n = 50)

Schlachtkörpermerkmale	MF-Anzahl/mm ²			
	S ¹	L ²	T ³	\bar{x} ⁴
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 ⁺⁺	-0,38 ⁺⁺	-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 ⁺⁺

- 1 S = M. semimembranaceus
 2 L = M. longissimus dorsi
 3 T = M. triceps brachii
 4 \bar{x} = Mittelwert aus den drei Muskeln

+ p < 0,05
 ++ p < 0,01

Tabelle 3: Korrelationen zwischen Muskelfasermerkmalen und Fleischbeschaffenheit (Sauen n = 25)

Fleischbeschaffenheitsmerkmale	MF-Anzahl/mm ²			RF-Anzahl/cm ²		
	S	L	T	S	L	T
0	1	2	3	4	5	6
M. semimembraneus						
Helligkeit	-0,26			-0,18		
Preßwasser	-0,03			-0,10		

M. longissimus dorsi						
Helligkeit		-0,01			-0,24	
Preßwasser		-0,06			-0,34 ⁺	

M. triceps brachii						
Helligkeit			-0,37			-0,37
Preßwasser			-0,23			-0,22

In der Tabelle 1 wird der Unterschied zwischen Muskel, Geschlecht und Genotyp gezeigt. Die Unterschiede zwischen den Muskeln sind signifikant, während bei Geschlecht und Genotyp keine einheitliche Signifikanz der Unterschiede vorliegt. Man kann sagen, daß der M. semimembraneus die dicksten, der M. longissimus dorsi etwas dünnere und der M. triceps brachii caput longum die dünnsten Muskelfasern hat. Die weiblichen Kreuzungstiere haben dickere Muskelfasern als die übrigen Gruppen. Hauptanliegen der zurückliegenden Arbeiten war die Untersuchung der Beziehungen zwischen Muskelfaserdicke und Fleischansatz.

In Tabelle 2 werden die berechneten Korrelationskoeffizienten gezeigt. Sie wurden zwischen 10 ausgewählten Merkmalen der Fleischmenge und den Werten Anzahl MF/mm² der drei Muskeln nach Geschlechtern getrennt und gepoolt aus den Genotypen berechnet. Bei den männlichen Kastraten waren die Korrelationen niedriger als bei den hier gezeigten weiblichen Tieren.

Den negativen Korrelationen zwischen Anzahl MF/mm^2 und Fleischmenge entsprechen positive Korrelationen zwischen MF -Dicke und Fleischmenge. Die unterschiedliche Höhe der Korrelationskoeffizienten bei den drei untersuchten Muskeln ist zum Teil auf die Schwierigkeiten bei der Messung, besonders beim *M. triceps brachii caput longum* zurückzuführen.

Bei diesem Muskel bestehen Unterschiede zwischen den Meßstellen innerhalb des Muskels. Selbst das Teilstück Bug, für das dieser Muskel repräsentativ sein sollte, wird durch den *M. semimembraneus* besser charakterisiert.

Die Korrelationskoeffizienten in der Größenordnung von $r = 0,3$ bis $r = 0,5$ zeigen, daß bei gleichaltrigen Schweinen die Tiere mit dickeren Muskelfasern im *M. semimembraneus* einen höheren Fleischansatz aufweisen, und zwar nicht nur in der Keule, sondern in allen untersuchten Merkmalen.

Tabelle 2 zeigt die Korrelationen zwischen der Anzahl MF/mm^2 und den Fleischbeschafftheitsmerkmalen Helligkeit und Prewasser. Die Korrelationskoeffizienten sind niedrig und nicht signifikant. Leider konnten mit unseren bisherigen Untersuchungen keine Beziehungen zwischen Fleischbeschafftheit und Muskelfaser festgestellt werden, wobei einige Ursachen auch im methodischen Herangehen zu suchen sind.

So müßten z. B. die Untersuchungen zu Helligkeit, Prewasser und Muskelfaser an der gleichen Probe in Längsrichtung der Muskelfaser durchgeführt werden. Vor allem aber sind wir der Meinung, daß die Muskelfasermorphometrie allein kaum Aussagen zur Fleischbeschafftheit liefern kann.

Eine Kopplung zwischen histochemischer Charakterisierung der einzelnen Fasertypen und ihrer quantitativen Erfassung würde eher der Problematik Fleischbeschafftheit entsprechen.

Die Gesamtanzahl MF im *M. longissimus dorsii*, ein von dänischen Wissenschaftlern vorgeschlagenes Selektionskriterium, wird aus der Anzahl MF/mm^2 und der Fläche des *M. longissimus dorsii* errechnet. Man geht von der Annahme aus, daß sich die Gesamtanzahl Muskelfasern nach der Geburt nicht mehr verändert und demzufolge eine frühzeitige Aussage möglich ist.

In der Tabelle 4 sind die Korrelationskoeffizienten zwischen MF-Gesamtanzahl und Schlachtkörpermerkmalen dargestellt. Es besteht eine signifikante positive Beziehung zwischen der Gesamtanzahl und der Masse des mageren Fleisches der Keule $r = + 0,3$ und des Rückens $r = + 0,33$ sowie eine negative Beziehung zur Fettmenge $r = - 0,28$. Die Korrelationen zum Fleischbeschaffenheitsmerkmal Preßwasser ist ebenfalls negativ ($r = -0,41$).

Tabelle 4: Korrelationen zwischen MF-Gesamtanzahl und Schlachtkörpermerkmalen

Schlachtkörpermerkmale	MF-Gesamtanzahl	
	♂ n = 50	♀ 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
Fettauflage in kg	-0,04	-0,28 ⁺
Fettauflage in %	-0,19	-0,37 ⁺⁺
Muskelfläche	0,35 ⁺⁺	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
Helligkeit im M. long. dorsi	0,25	-0,20
Preßwasser im M. long. dorsi	0,12	-0,41 ⁺

Die Berechnungen bei den männlichen Kastraten ergeben niedrigere Korrelationskoeffizienten.

Die Hypothese, daß eine höhere Gesamtanzahl Muskelfasern im Muskel mit einem höheren Fleischansatz, einer geringeren Fettmenge und verbesserten Fleischbeschaffenheitsmerkmalen verbun-

den ist, kann mit den vorgelegten Ergebnissen bestätigt werden, wobei allerdings besonders zur Fleischbeschaffenheit noch Ergebnisse abgewartet werden müssen, da diesbezügliche Untersuchungen nicht im Vordergrund unserer Arbeiten lagen. Zur Zeit werden ca. 200-Schweine untersucht und Ende dieses Jahres ausgewertet.

Die bisherigen Untersuchungen sind als Grundlage und Anregung für die weitere Erforschung des Muskelgewebes zu betrachten. Es erscheint uns dabei notwendig, eine grundsätzliche Frage der Entwicklung des Muskelgewebes, der Rolle der Fasertypen, der morphologischen Innenstruktur der Muskeln sowie Fragen der postmortalen Veränderungen der Muskelfasern zu klären, um bei der Probenahme und den Messverfahren genauer arbeiten zu können.

Bei der Präparationstechnik muß angestrebt werden, eine möglichst unveränderte Struktur zu erhalten. Moderne Verfahren, wie z. B. Gefrierschnitttechnik mit Kryostaten oder Gefrier-trocknung zeigen dazu einen Weg. Für eine rationelle Auswertung der zur Charakterisierung der Muskulatur eines Tieres benötigten Stichproben und bei hohen Tierzahlen pro Fragestellung ist die Benutzung moderner automatischer Geräte unbedingt notwendig, z. B. des Teilchengrößenanalysators TGZ 3 o.ä.

Aus der Literatur und den vorliegenden Ergebnissen muß abgeleitet werden, daß die quantitativ mikroskopische Untersuchung des Muskels, als dem Ort der Realisierung der tierischen Leistung Fleisch, unbedingt erforderlich ist, sowohl für die züchtungsbiologische Grundlagenforschung, als auch für die Fleischforschung als mehr angewandter Forschung.

Dabei darf die Untersuchung des Muskels nicht auf Muskelfasermorphologie beschränkt sein.

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 Beobachtungsergebnisse und neue, schnellere und genauere Selektionskriterien zu finden.

Literatur:

1. Ashmore, C.R.; Tomkins, G.; Doerr, L.: Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals, *J. Anim. Sci.* 34, (1972) 1, S. 37 - 41.
2. Bogoljubskij, S.N.: Razvitie mjasnosti ovec i morfoložičeskij metody eđ izučenija, Alma-Ata: Nauka (1971)
3. 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
4. Cooper, C. C.; Cassens, R. G.; Briskey, E. J.: Capillary distribution and fibre characteristics in skeletal muscle of stresssusceptible animals, *J. Food Sci.*, Chicago 34, (1969) 4, S. 299 - 302
5. Dildey, D. D.; Aberle, E. D.: Porcine muscularity and properties associated with pale, soft, exsudative muscle, *J. Anim. Sci.* 31 (1970) S. 681
6. 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
7. Joubert, D. M.: Wachstum der Muskelfaser vor und nach der Geburt-III. Experimentelle Untersuchungen, *Z. Tierz. u. Züchtungsbiol.* 71, (1958) 3, S. 217 - 227
8. Klosowska, D.: Czewwone i biale wlokna w miesniach rozných ras swin, *Zesz. probl. Postep. Nauk roln.* 139 (1973) S. 199-205
9. Livingston, D. M.; Blair, S. R. und English, P. R.: The usefulness of muscle fibre diameter in studies of the lean meat content of pigs, *Anim. Prod.*, London 8, (1966) S. 267-274
10. Marple, D. N. und Cassens, R.G.: A mechanism for stress-susceptibility in swine, *J. Anim. Sci.* 37 (1973) 2, S. 546-549
11. Sandor, I.: A javitott magyar fehér hússertésfajta izomrostvastagság analizisének eredményei a kecskeméti hizékony-ságvizsgálat állomáson. (Ergebnisse der Analyse der Muskelfaserdicke von der verbesserten ungarischen Yorkshire-Rasse auf der Fleischleistungs-Prüfungsstation zu Kecsckemet) *Allattenyesztes, Budapest* 20. (1971) S. 259 - 269
12. Schilling, E.: Muskelstruktur und Fleischqualität, *Tierz. u. Züchtungsbiol.* 82 (1966) 3, S. 219 - 243
13. Staun, H.: Muskelfibrenes diameter og antal samt deres betydning for Kdfylde og kdkvalitet 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 forsęslaboratoriet, Kopenhagen (1968)

14. Swatland, H. J. und Cassens, R. G.: Muscle growth: the problem of muscle fibers with an intrafascicular termination
J. Anim. Sci. 35, (1972) 2, S. 336 - 344
15. Todorov, A. und Petrov, J.: Entwicklung und Veränderung der Skelettmuskelfaser, Anat. Anz., Jena 125, (1969) S. 88 - 108
16. Tuma, H. J.; Venable, J. H. und Wuthier, P. R.: The relationship of fiber diameter to tenderness and meatness as influenced by bovine age, J. Anim. Sci. 21, (1962) S. 33