

Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

JOCHEN WEGNER UND BENEDIKT ZSCHORLICH

Charakterisierung des Muskelwachstums am lebenden Schwein mit Hilfe der Schußbiopsie

Das Muskelwachstum steht in engem Zusammenhang mit einem hohen täglichen Ansatz von wertvollen Fleischteilstücken. Somit ist es bestimmend für eine bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigem Schweinefleisch, und es beeinflusst zunehmend den ökonomischen Nutzen der Schlachtschweineproduktion. Muskelwachstum realisiert sich nach der Geburt hauptsächlich durch Hypertrophie der in der Myogenese gebildeten Muskelfasern. Die zelluläre Ebene, d. h. die mit dem Mikroskop morphometrisch erfaßbaren Strukturen der Muskulatur von Rindern, Schweinen und Labormäusen steht daher seit Jahren im Mittelpunkt von histologisch-histochemischen Untersuchungen in der Abteilung Fleischforschung (WEGNER, 1974; FIEDLER u. OTTO, 1982; REHFELDT u. a., 1987). Von besonderem Interesse für die praktische Tierzucht ist die frühzeitige, am lebenden Tier mögliche Beurteilung des Muskelwachstums und die Erkennung der Prädisposition zur unterschiedlichen Ausprägung der späteren Fleischbeschaffenheit.

In unseren gegenwärtigen Untersuchungen wird durch die Verbindung von Muskelbiopsie am wachsenden Tier, histochemischer Präparation und morphometrischer Auswertung eine Beantwortung dieser Frage angestrebt.

Von großem Nutzen war uns das von SCHÖBERLEIN (1976) vorgestellte Schußbiopsiegerät. Die mit dem Schußbiopsiegerät gewonnenen Biopate eignen sich nicht nur für biophysikalische, biochemische und elektronenmikroskopische Untersuchungen (HENNEBACH, 1977; JOHANNSON u. a., 1982; LAHUCKY u. a., 1982), sondern auch für histochemisch-morphometrische Auswertungen (WEGNER u. SCHÖBERLEIN, 1984). Gegenüber der chirurgischen Biopsie und der Biopsie mit anderen Geräten (Zangen, Nadeln u. a.) hat die Schußbiopsie folgende entscheidende Vorteile:

- Sie gewährleistet eine völlig streßfreie Probenentnahme. Es ist kein Einfangen und Festhalten der Tiere notwendig, keine Narkose oder Lokalanästhesie. Es erfolgt keine Beeinflussung des Gewebestoffwechsels vor der Biopsie.
- Die äußerst schnelle Probenentnahme ermöglicht eine sehr hohe Arbeitsproduktivität. In Abhängigkeit von der Weiterverarbeitung der Proben (z. B. Einfrieren in flüssigen Stickstoff u. a.) können pro Stunde 10 bis 30 Tiere biopsiert werden.

- Die Schußbiopsie stellt eine minimale Beeinträchtigung der Tiergesundheit dar, und die Wundheilung ist sehr gut. Bei den mehr als 1 000 bisher durchgeführten Biopsien an Schweinen vom 70. bis 220. Lebensstag traten keine Komplikationen auf.

Biopsietechnik

Für die Biopsie am Jungtier war es notwendig, Veränderungen am Schußbiopsiegerät und besonders an der Kanüle vorzunehmen. In Zusammenarbeit mit der Abteilung Forschungstechnologie des Forschungszentrums für Tierproduktion wurde versucht, aus Gründen des Arbeitsschutzes und zur Optimierung der Energie den Antrieb mittels Kartusche durch andere Lösungen zu ersetzen. Es erfolgten Tests mit Versuchsmustern unter Nutzung von Federn bzw. pneumatischer Energie. Dabei zeigte sich, daß die Geschwindigkeit beim Eindringen der Kanüle in die Haut nicht ausreicht, um eine streißfreie Probenentnahme zu gewährleisten, so daß wieder auf die Kartusche als Antrieb zurückgegriffen werden mußte. Am Schußgerät wurden nach einigen Untersuchungen zur Wirkungsweise Veränderungen vorgenommen. Um den hohen Verschleiß der Rückholfeder und des Puffers zu verringern — das Gerät wird bei der Muskelbiopsie praktisch unter Freischußbedingungen betrieben — ist der vorhandene Gummipuffer durch einen Puffer mit höherer Verschleißfestigkeit und Stoßelastizität zu ersetzen. Die Brennraumverhältnisse wurden optimiert. Zur Veränderung des Gerätes erhielten wir wertvolle Ratschläge von den Mitarbeitern des VEB Jagdaffenwerk Suhl und des VEB Pyrotechnik Silberhütte.

Ein weiterer Schwerpunkt für die Anwendung der Schußbiopsie beim Jungtier war die Optimierung der Biopsiekanülen. Auf der Grundlage eines Neuerervorschlages konnten Kanülen gebaut werden, die sich bei mehr als 1 000 Muskelbiopsien an Schweinen vom 70. bis 220. Lebensstag gut bewährten. Vorteile dieser Kanüle sind:

- Geringe Außenabmessung bei ausreichend großem Innendurchmesser (Wandstärke 2 mm),
- abschraubbare Kanülenspitze zum probenlosen Wechsel verschlissener Abtrennelemente sowie zur evtl. Säuberung der Lager der Abtrennelemente,
- Anwendung der Kanüle sowohl beim Jungtier als auch bei älteren Tieren (Schweine und Rinder).

Für eine weitere Kanülenform, die die Gewebeprobe nicht abklemt, sondern abschneidet und über einen geringeren vorderen Totraum verfügt, erfolgte eine Patentanmeldung.

Anwendungsbeispiele für die Schußbiopsie an Schweinen unterschiedlichen Alters mit modifiziertem Gerät und neuer Kanüle sind der Abbildung 1 und der Tabelle 1 zu entnehmen.

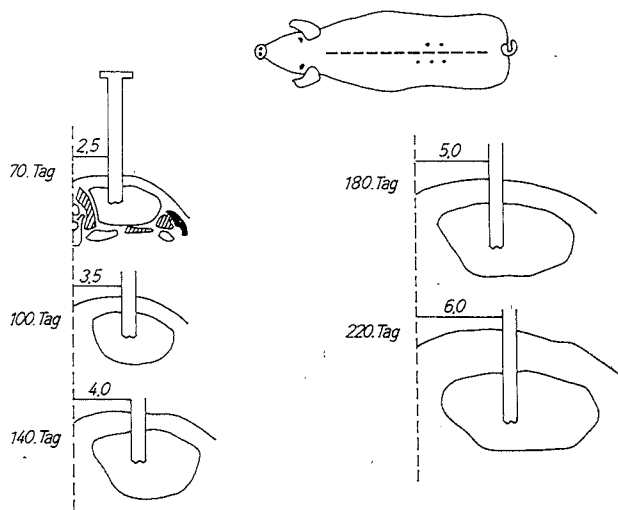


Abb. 1: Schußbiopsie am wachsenden Schwein
 – Anatomische Lage im M. long. dorsi –

Tabelle 1

Schußbiopsie am wachsenden Schwein – Einstellung des Gerätes und Ausbeute –

Alters- stufe	Lebend- masse	Durch- messer d. M. ld.	Einstellung	Ausbeute Fett	Muskel	Muskel
[Tage]	[kg]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[g]
70	20	2,5	2,0	0,5	1,5	0,3
100	40	3,8	3,0	1,0	2,0	0,4
140	80	4,8	4,0	1,5	2,5	0,5
180	110	5,1	5,0	2,0	3,0	0,6
220	140	5,3	6,0...7,0 ¹	2,5...3,5	3,5	0,7

¹ entsprechend der Speckdicke bzw. Lebendmasse

Muskelfaserwachstum

Für die Untersuchungen zu den wachstumsbedingten Veränderungen der Muskelstruktur beim Schwein stellte die Abteilung Schweinezüchtung des Forschungszentrums für Tierproduktion 200 Eber der Landrasse zur Biopsie zur Verfügung. Die Tiere wurden einzeln gehalten und ad libitum gefüttert. Die Biopsie erfolgte am 70., 140., 180. und 220. Lebenstag \pm 4 Tage im M. long. dorsi. Eine Woche nach der letzten Biopsie wurden die Eber im Schlachthaus des Forschungszentrums geschlachtet und zerlegt. Im Labor erfolgte die Untersuchung der Fleischbeschaffenheit.

Die Muskelbiopsieproben wurden nach den bekannten Methoden histochemisch differenziert und mit dem halbautomatischen Muskelfaseranalysator ausgewertet (FIEDLER u. WEBER, 1981; BEYERSDORFER u. a., 1985). Die wachstumsbedingten Veränderungen der Muskelstruktur von Landrasseebern sind in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt. Im wesentlichen werden die Ergebnisse der Stufenschlachtungen bei Schweinen, Rindern und Labormäusen bestätigt (FIEDLER, 1983; WEGNER, 1983; REHFELDT u. FIEDLER, 1984). Die gemessenen Durchmesser der Muskelfasern sind jedoch in der Biopsieprobe aus methodischen Gründen wesentlich größer. Die weißen, roten und intermediären Muskelfasern zeigen bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes am 220. Lebenstag ein annähernd kontinuierliches Wachstum, wobei die weißen Muskelfasern vom 70. bis 180. Lebenstag intensiver wachsen als die roten und intermediären.

Ab dem 180. Lebenstag tritt eine starke Differenzierung zwischen den Einzeltieren auf. Während bei einem Teil der Tiere die Muskelfasern kontinuierlich weiterwachsen, gibt es bei anderen eine Stagnation.

Die Muskelfasertypenverteilung verändert sich im untersuchten Wachstumsabschnitt nur relativ wenig. Der Anteil der weißen Muskelfasern steigt leicht an und der Anteil roter und intermediärer Fasern sinkt dementsprechend.

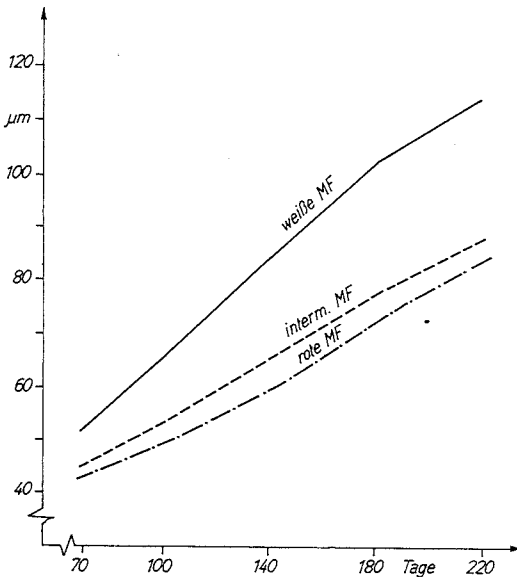


Abb. 2: Muskelfasergrößenwachstum (μm)
Biopsie Eber Landrasse $n = 92$

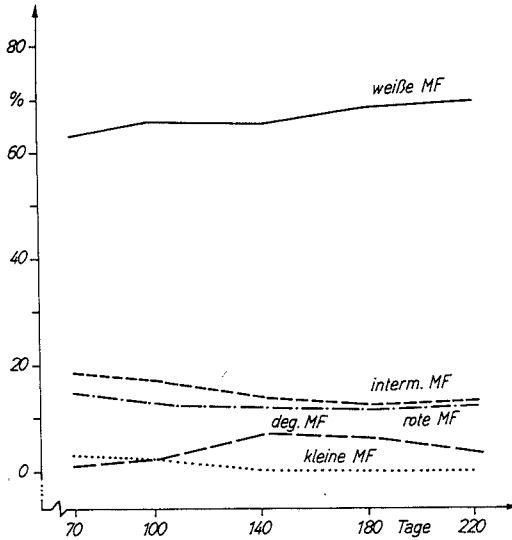


Abb. 3: Muskelfasertypenverteilung (%)
Biopsie Eber Landrasse n = 92

Am 70. und 100. Lebenstag werden noch einige kleine Muskelfasern ($< 20 \mu\text{m}$) gefunden, und am 140. und 180. Lebenstag in der Phase des intensivsten Wachstums treten degenerative Muskelfasern auf. Aufgrund ihrer Lage und Beobachtungen am Einzeltier muß geschlußfolgert werden, daß es sich um denervierte weiße Muskelfasern handelt. Dieser mögliche Muskelfaserverlust kann beim Einzeltier mehr als 20 % der Gesamtfaseranzahl betragen.

Der besondere Vorteil der Wachstumsuntersuchungen mit Hilfe einer mehrmaligen Schußbiopsie und quantitativen Mikroskopie liegt in der dadurch erst möglich gewordenen Betrachtung des Wachstumsverlaufs am selben Tier. Neben allgemeinen Gesetzmäßigkeiten können hiermit die Unterschiede zwischen Tiergruppen, z. B. Ebernachkommengruppen und Einzeltieren, beschrieben werden.

Abschließend soll in Abbildung 4 der unterschiedliche Wachstumsverlauf der weißen Muskelfasern ausgewählter Ebernachkommengruppen gezeigt werden.

Vergleicht man den Wachstumsverlauf des Durchmessers der weißen Muskelfasern der Ebernachkommengruppe „Stankli“ mit dem der Gruppe „Gisloni“, so sieht man deutlich ein unterschiedliches Niveau des Wachstumsverlaufes. Die Tiere der Gruppe „Stankli“ haben in allen untersuchten Altersstufen einen signifikant größeren Durchmesser der weißen Muskelfasern. Ihr Wachstum ist kontinuierlich bis zum 220. Lebenstag, während die weißen Muskelfasern der Nachkommengruppe „Gisloni“ schon am 180. Tag ihr Wachstum einstellen. Ein ähnliches Bild zeigen die roten Muskelfasern, bei denen die Unterschiede jedoch nicht signifikant sind.

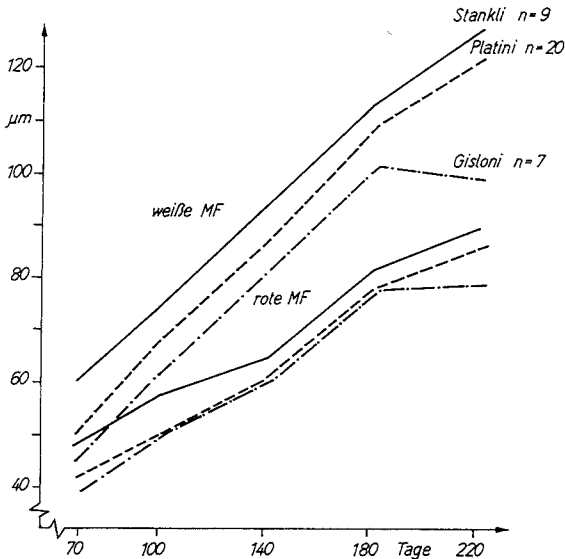


Abb. 4: Vergleich der Ebernachkommengruppen
Durchmesser der weißen und roten Muskelfasern (μm)

Die Ebernachkommengruppe „Stankli“ hat auch in fast allen Altersstufen einen signifikant höheren Anteil weißer Muskelfasern (Abb. 5). Die Tiere der Gruppe „Platini“ zeigen ein kontinuierliches Wachstum der weißen Muskelfasern auf mittlerem Niveau. Der Anteil weißer Fasern ist niedriger im Vergleich zu „Stankli“.

Was diese unterschiedliche Muskelstruktur für Fleischansatz und -beschaffenheit bedeutet, wird in Tabelle 2 deutlich. Die Ebernachkommengruppen „Stankli“ und „Platini“ haben einen signifikant höheren täglichen Fleischansatz als die Tiere der Gruppe „Gislioni“. Die dickeren weißen Muskelfasern und besonders der hohe Anteil bei „Stankli“ führen zu einer unerwünschten, als PSE zu bezeichnenden Fleischbeschaffenheit.

Die aufgezeigten Unterschiede zwischen den Ebernachkommengruppen deuten darauf hin, daß eine züchterische Verwendung der Muskelstrukturmerkmale möglich ist. Sie bieten den Vorteil, daß sie ab dem 70. Lebenstag verfügbar und damit zur Leistungsfrüherkennung nutzbar sind.

Darüber hinaus könnten die mehrmaligen Biopsien am selben Tier Hinweise für den Verlauf des Muskelwachstums bei unterschiedlicher Fütterung oder anderer Behandlungen schon am lebenden Tier erbringen.

Weitere Untersuchungen, auch unter Einbeziehung der Fettzellen, werden durchgeführt.

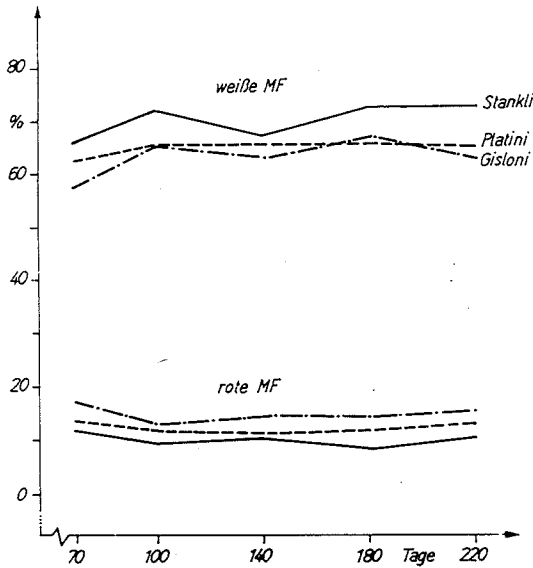


Abb. 5: Vergleich der Ebernachkommengruppen
Anzahl weißer und roter Muskelfasern (%)

Tabelle 2

Vergleich der Ebernachkommengruppen
Schlachtleistung und Fleischbeschaffenheit

		“Stankli“ n = 9	“Platini“ n = 20	“Gislioni“ n = 7	\bar{x} n = 98
Rückenspeck	[cm]	3,4	2,7	2,5	2,9
Muskelfläche	[cm ²]	42	47	38	43
tägl. Fleischansatz	[g]	223	224	194	216
tägl. Fettansatz	[g]	94	74	73	81
Dripverlust	[%]	5,7	5,0	3,6	4,6
Helligkeit	[%]	29,7	24,8	23,5	24,5
pH ₄₅		5,6	6,3	6,2	6,2

Zusammenfassung

Mit dem Ziel einer frühzeitig am lebenden Tier möglichen Beurteilung des Muskelwachstums und der Erkennung der Prädisposition für Fleischbeschaffenheitsmängel werden histologisch-histochemische Untersuchungen an Muskelbioptaten vorgestellt.

Die Schußbiopsie als Methode zur streßfreien Entnahme von Muskelproben hat gegenüber anderen Verfahren entscheidende Vorteile. Die quantitativ-mikroskopische Auswertung der Muskelproben von 200 Ebern, die am 70., 140., 180. und 220. Lebenstag bioptiert wurden, ergab einen charakteristischen Verlauf des Faserwachstums im *M. long. dorsi*. Die weißen, intermediären und roten Muskelfasern zeigen bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes ein annähernd kontinuierliches Wachstum, wobei die weißen Muskelfasern intensiver wachsen als die roten und intermediären. Am Beispiel der weißen Fasern werden Unterschiede zwischen ausgewählten Ebernachkommengruppen aufgezeigt. Die dickeren weißen Fasern und ihr hoher Anteil bei den Nachkommen des Ebers „Stankli“ sind mit einer unerwünschten Fleischbeschaffenheit korreliert.

Резюме

Название работы: Прижизненная оценка роста мышц у свиней при помощи биопсии гарпунированием

С целью возможно ранней прижизненной оценки роста мышц и познания предрасположения к порокам качества мяса описываются гистологически-гистохимические исследования мышечных биоптатов. Гарпунирование как метод бесстрессового взятия проб мышечной ткани по сравнению с другими методами биопсии имеет значительные преимущества. Количественная микроскопическая оценка мышечных проб от 200 хряков, у которых были взяты биоптаты в 70-, 140-, 180- и 220-дневном возрасте, показала характерный ход роста мышечных волокон в *M. long. dorsi*. До конца опытного периода белые, интермедиальные и красные мышечные волокна показали почти непрерывный рост, причем белые волокна растут интенсивнее красных и интермедиальных волокон. На примере белых волокон показаны различия между выбранными группами потомков хряков. Более толстые белые волокна и их высокий удельный вес при потомках хряка «Станкли» коррелируют с нежеланным качеством мяса.

Summary

Title of the paper: Characterization of muscle growth in live pigs using shot biopsy

The paper presents histological and histochemical studies in muscle biopsy samples, which were aimed at early prediction of muscle growth in live animals and detection of a predisposition to meat quality deficiencies. Shot biopsy, which is a stress-free technique of muscle sampling, has essential advantages over other techniques. Quantitative microscopic assessment of muscle samples taken from 200 boars (biopsies on 70th, 140th, 180th and 220th days of life) supplied evidence

of characteristic fibre growth in *M. long. dorsi*. Until the end of the studies the white, intermediate and red fibres were almost continuously growing, the white muscles showing a more vigorous growth than the red and intermediate ones. Differences between selected boar progeny groups were demonstrated by the example of white fibres. In the progeny of Stankli boar, the thicker white fibres and their high percentage were found to correlate with unwanted meat quality parameters.

Literatur

- BEYERSDORFER, G. ; OHLERICH, M.; WEGNER, J.: Ein halbautomatisches Meßgerät zur Morphometrie von Muskelfasern im mikroskopischen Querschnittspräparat. *Z. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig* 99 (1985) 4, S. 671—675
- FIEDLER, I.; WEBER, CH.: Methodische Untersuchungen zur Auswahl einer histochemischen Routinemethode für die Differenzierung von Muskelfasertypen. *Z. mikrosk.-anat. Forsch., Leipzig* 95 (1981) 6, S. 1 027—1 034
- FIEDLER, I.; OTTO, E.: Anzahl und Größe der Muskelfasertypen im *M. longissimus dorsi* von Schweinen in ihrer Beziehung zu Merkmalen des Schlachtkörperwertes. *Fleisch, Leipzig* 36 (1982) 11, S. 213—214
- FIEDLER, I.: Postnatales Wachstum der Muskelfasern beim Schwein. *Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin* (1983) 209, S. 87—94
- HENNEBACH, H.: Untersuchungen zur Voraussage der Fleischbeschaffenheit mit Hilfe der Muskelbiopsie am lebenden Schwein. *Leipzig, Univ., Diss. A, 1977*
- JOHANNSEN, U.; MENGER, S.; V. LENGERKEN, G.: Vergleichende Untersuchungen zur Ultrastruktur der Skelettmuskulatur (*M. longissimus dorsi*) unterschiedlich belastungsempfindlicher Schweinerassen. *Arch. exper. Vet.-Med., Leipzig* 36 (1982), S. 357—363
- LAHUCKY, R.; FISCHER, K.; AUGUSTINI CH.: Zur Vorhersage der Fleischbeschaffenheit am lebenden Schwein mit Hilfe der Schußbiopsie. *Fleischwirtschaft, Frankfurt/M.* 62 (1982), S. 1—4
- REHFELDT, CH.; FIEDLER, I.: Postnatale Entwicklung der Muskelfasern im wachsenden Skelettmuskel der Labornaus. *Arch. exper. Vet.-Med., Leipzig* 38 (1984), S. 178—192
- REHFELDT, CH.; FIEDLER, I.; WEGNER, J.; ENDER, K.: Genetische Probleme in der Tierzucht Heft 12: Untersuchungen zur Muskelstruktur. *Forsch.-Zentrum Tierprod. Dummerstorf-Rostock, 1987, 100 S.*
- SCHÜBERLEIN, L.: Die Schußbiopsie — eine neue Methode zur Entnahme von Muskelproben. *Monatsh. Vet.-Med., Jena* 31 (1976), S. 457—459

- WEGNER, J.: Histologische Untersuchungen der Muskelfasern und ihre Beziehung zum Schlachtkörperwert beim Schwein. Rostock, Univ., Diss. A, 1974
- WEGNER, J.: Postnatales Wachstum der Muskelfasern beim Rind. Tag.-Ber., Akad. Landwirtschaft.-Wiss. DDR, Berlin (1983) 209, S. 135–142
- WEGNER, J.; SCHÜBERLEIN, L.: Eignung des Schußbiopotates für morphometrische und histochemische Untersuchungen des Muskelgewebes. Monatsh. Vet.-Med., Jena 39 (1984), S. 665–667

Anschrift der Verfasser

Dr. JOCHEN WEGNER, Dr. BENEDIKT ZSCHORLICH
Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Dummerstorf, DDR – 2551