

KARIN NÜRNBERG und JOCHEN WEGNER

### **Fettsäurezusammensetzung und Fettzellgröße des Rückenspecks von Ebern im Verlaufe des Wachstums**

Das Fett stellt eines der wesentlichsten wertbestimmenden Bestandteile des Schlachtkörpers dar. Die in den vergangenen Jahren erfolgte züchterische Erhöhung des Fleischanteils zu Lasten von Fett ging mit einer verstärkten Neigung zur Ausbildung von Fleischqualitätsmängeln, aber auch mit Veränderungen der Fettqualität einher. Aus der Sicht des Futteraufwandes und der gesunden Ernährung ist die Verminderung des Fettansatzes zu unterstützen. Aufgrund der positiven Beziehungen des analytischen Fettgehaltes zu sensorischen Qualitätseigenschaften des Fleisches wie z. B. Geschmack, Saftigkeit und Zartheit sind jedoch Optimalwerte der Fette in den verschiedenen Schlachtkörperteilen anzustreben.

Die Reduzierung des Fettanteils im Schlachtkörper führte zu einer Verminderung des chemischen Fettgehaltes des Rückenspecks und des intramuskulären Fettes sowie zur Senkung der mechanischen Festigkeit des Rückenspecks.

An der Ausbildung einer spezifischen Fettqualität sind überwiegend die Grundbausteine der Fette, die Fettsäuren, beteiligt. Die Kenntnis über die Entwicklung der Fettqualität während des Wachstums der Fettgewebe ist aus tierzüchterischer, verarbeitungstechnologischer und ernährungsphysiologischer Sicht von Interesse.

Die im Verlaufe der ontogenetischen Entwicklung sich vollziehenden qualitativen und quantitativen Änderungen der Körperzusammensetzung waren in der Vergangenheit nur über Stufenschlachtungen der Schweine erfaßbar. Mit der Entwicklung der Schußbiopsietechnik (SCHÖBERLEIN, 1976; WEGNER u. a., 1988) ist es möglich, Untersuchungen am selben Tier im Verlaufe des Wachstum vorzunehmen. Dadurch wird die Aussagefähigkeit und die Genauigkeit der Ergebnisse erhöht.

Zur Charakterisierung des Wachstums des Rückenspeckgewebes wurden Untersuchungen zur Entwicklung der Fettzellgröße und der Fettsäurezusammensetzung des subcutanen Fettes am lebenden Schwein anhand von Biopsieproben durchgeführt.

#### **Material und Methoden**

Insgesamt wurden 17 Eber der Landrasse in die Untersuchungen zur Fettsäurezusammensetzung und 86 Eber für die Analyse der Fettzellgröße einbezogen. Die Tiere wurden ab 70. Lebenstag in Einzelbuchten gehalten und mit Ferkelaufzuchtfutter ad libitum gefüttert. Das Tiermaterial stellte die Abteilung Schweinezüchtung des Forschungszentrums zur Verfügung. Aus dem Rücken der Eber wurden mit Hilfe der Schußbiopsie Fett- und Muskelproben zur Analyse entnommen. Die Biopsien erfolgten wechselseitig links und rechts der Wirbelsäule in Höhe des 13./14. Brustwirbels am 70. Lebenstag (LT), 100., 140., 180. und 220. LT. Bei einem Innendurchmesser der Biopsiekanüle von 7 mm hatten die Fettproben einen Durchmesser von ebenfalls 7 mm und eine Länge von 5 bis etwa 35 mm in Abhängigkeit vom Alter. Somit konnten sowohl histometrische Fettzelluntersuchungen als auch gaschromatographische Fettsäurebestimmungen an einer Biopsieprobe vorgenommen werden. Die Fettproben wurden unmittelbar nach der Gewinnung nach Auftragen auf Korkscheiben in flüssigem Stickstoff bei  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis zur Aufarbeitung gelagert. Mit dem Gefriermikrotom wurden von den beiden Schichten 16  $\mu\text{m}$  dicke Schnitte angefertigt. Nach dem Aufziehen der Schnitte auf Objektträger erfolgte die Messung der Fettzellgröße ohne eine spezielle Anfärbung oder Behandlung der Schnitte.

Der mittlere Fettzelldurchmesser wurde aus 250 Einzelmessungen je Schicht bestimmt. Nach der Herstellung der Schnitte für die Fettzellgrößenbestimmung erfolgte die Analyse der Fettsäurezusammensetzung an der restlichen Fettprobe, die im Durchschnitt am 70. LT ca. 60 mg und am 220. LT 300 mg wog.

Die Extraktion der Lipide und die Veresterung der Fettsäuren für die Gaschromatographie erfolgte nach einer Modifizierung der Methode von ALEXANDER u. a. (1985). Die gaschromatographischen Bedingungen für die Fettsäureanalyse sind bei NÜRNBERG u. a. (1988) beschrieben.

### Ergebnisse und Diskussion

#### — Fettsäurezusammensetzung —

Im Unterschied zum adulten Schwein weist das Fettgewebe von Ferkeln wesentlich weniger Rohfett und einen höheren Anteil an Wasser auf (WOOD, 1984; NÜRNBERG u. a., 1986). Im Alter von 70 Tagen enthält der Rückenspeck den höchsten relativen Anteil an der essentiellen Linolsäure (C 18:2) (Abb. 1).

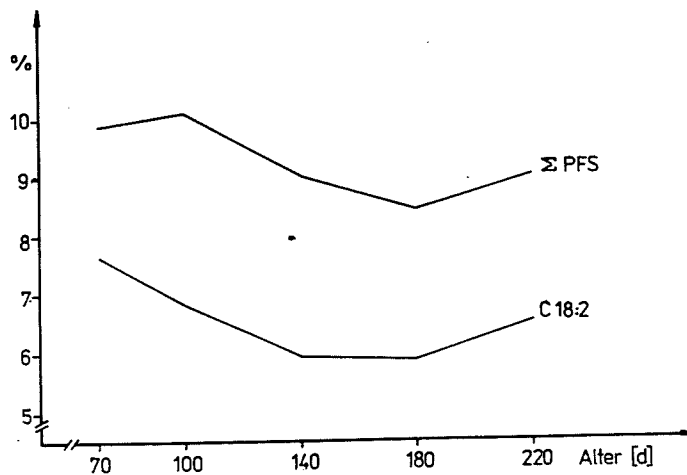


Abb. 1  
Entwicklung des relativen Linolsäureanteils und der Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Rückenspeck von Ebern im Verlaufe des Wachstums  
(Changes in relative linoleic acid share and in sum of polyunsaturated fatty acids in backfat of growing boars)

Dieser C 18:2-Gehalt und die Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren ( $\Sigma$  PFS) nehmen bis zum Altersabschnitt 140. bzw. 180. Lebenstag (LT) kontinuierlich ab. Danach steigen sie deutlich wieder an (Abb. 1). Anhand von Stufenschlachtungen war ab der 23. Lebenswoche (160. LT) ein Anstieg der C 18:2 im Rückenspeck von Kastraten zu beobachten (NÜRNBERG u. a., 1986).

CHIKUNI u. a. (1985) stellten bei ihren Untersuchungen an Sauen und Börgen verschiedener Rassen im Massebereich von 30–90 kg ebenfalls ein Absinken des C 18:2-Anteils des subcutanen Fettgewebes fest. Parallel zum Absinken der Linolsäure erhöht sich der relative Anteil der gesättigten Stearinsäure (C 18:0) signifikant vom 70. LT bis zum 180. LT (Tab. 1). Die Summe der gesättigten Fettsäuren steigt signifikant von 37,6 % am 70. LT auf 42,1 % am 180. LT (Abb. 2) an. Die Tiere wiegen im Durchschnitt in diesem Altersabschnitt 110 kg. CHIKUNI u. a. (1985) beobachteten bei Börgen in beiden Rückenspeckschichten auch eine Zunahme der gesättigten Fettsäuren, während bei den Sauen der Anteil der gesättigten Fettsäuren nur bis zur Lebendmasse von 70 kg ansteigt. Bei den über Stufenschlachtungen

Tabelle 1

Entwicklung ausgewählter Fettsäureparameter des Rückenspecks von Ebern im Verlaufe des Wachstums  
(Changes in selected fatty acid parameters in backfat of growing boars)

Alter	n	Lebendmasse (kg)		C 16:0 (%)		C 18:0 (%)		C 18:1 (%)	
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
70	10	21,4	3,4	26,3a	1,3	9,4a	1,1	43,0a	1,0
100	17	41,9	4,5	25,0b	0,7	11,5b	1,5	43,0a	1,6
140	8	76,6	6,1	25,5ab	1,2	13,9c	1,4	43,1a	1,9
180	12	110,8	7,8	25,0ab	1,6	15,9dc	2,6	42,8a	3,0
220	11	138,2	12,9	24,3b	1,5	14,3ec	3,0	44,0a	2,4

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Biopsiezeitpunkten ( $\alpha = 0,05$ )

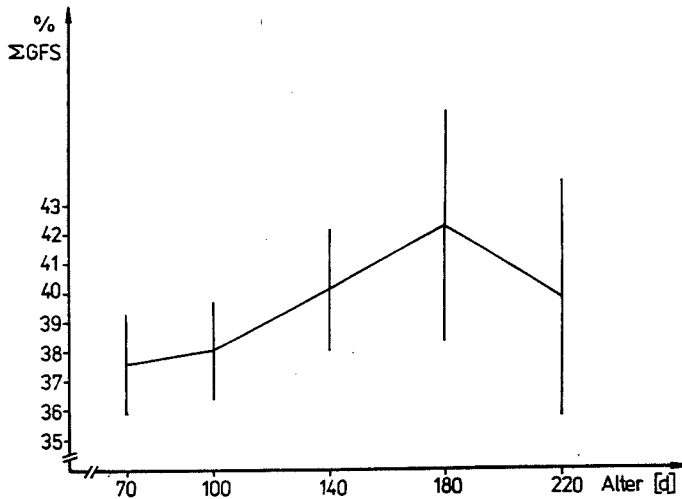


Abb. 2

Entwicklung der Summe der gesättigten Fettsäuren im Rückenspeck von Ebern im Verlaufe des Wachstums  
(Changes in the sum of saturated fatty acids in backfat of growing boars)

ermittelten Daten an Börgen war eine Erhöhung der Stearinsäure bis zum 160. LT meßbar. Die einfach ungesättigte Ölsäure (C 18:1) verändert sich in Abhängigkeit vom Wachstum nur unwesentlich (Tab. 1). Erst im Alter von 220 LT bzw. einer Lebendmasse von durchschnittlich 138 kg ist eine Steigerung in der Tendenz feststellbar. CHIKUNI u. a. (1985) berichteten von einem kontinuierlichen Anwachsen der einfach ungesättigten Fettsäuren in der äußeren Schicht des Rückenspecks im Bereich 30–90 kg, während sich in der inneren Schicht dieser Anstieg nur geringfügig vollzieht. Die Palmitoleinsäurekonzentration (C 16:1) ist am 70. LT am größten (Tab. 2). Dieser Anteil nimmt im Verlaufe des Wachstums bis zum 180. LT signifikant ab.

Entsprechend der Abnahme der Summe der ungesättigten Fettsäuren bis zum 180. LT und der Zunahme der gesättigten Fettsäuren steigt der Quotient Q bis zu diesem Entwicklungsstadium an (Abb. 3). Die analoge Entwicklung in entgegengesetzter Richtung ist beim Quotienten PSQ zu beobachten, der vom 70. LT bis zum 180. LT signifikant absinkt und dann wieder ansteigt (Tab. 2).

Das Fettsäuremuster des Rückenspecks bei Ebern verändert sich im Verlaufe des Wachstums und hat am Ende aus ernährungsphysiologischer Sicht die günstigste Zusammensetzung.

Tabelle 2

Entwicklung ausgewählter Fettsäureparameter des Rückenspecks von Ebern im Verlaufe des Wachstums  
(Changes in selected fatty acid parameters in backfat of growing boars)

Alter	n	C 14:0 (%)		C 16:1 (%)		Σ UFS		PSQ	
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
70	10	1,9a	0,2	6,7a	0,9	62,4a	1,6	0,26a	0,02
100	17	1,5b	0,2	4,6b	0,6	61,9a	1,8	0,27a	0,04
140	8	1,3c	0,1	2,9c	0,7	59,3b	2,3	0,22b	0,04
180	12	1,2d	0,1	2,7dc	0,7	57,9cb	4,0	0,20cb	0,03
220	11	1,2ed	0,1	3,0ec	0,7	60,2ab	4,0	0,23db	0,04

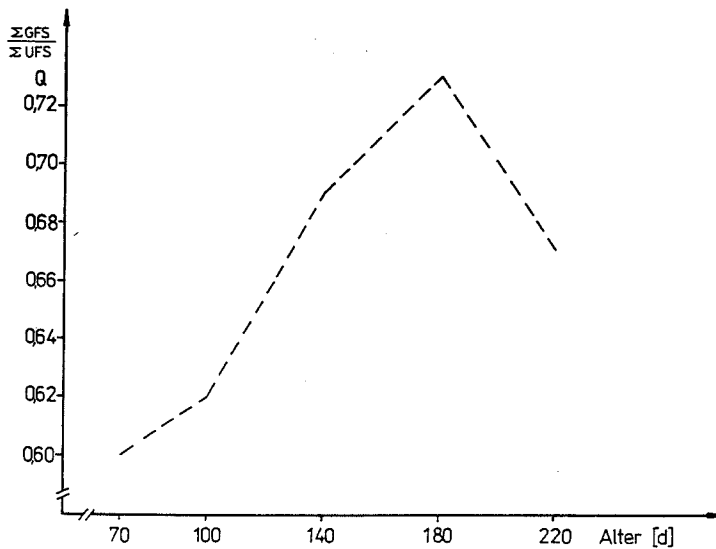


Abb. 3

Entwicklung des Quotienten aus der Summe der gesättigten Fettsäuren und der Summe der ungesättigten Fettsäuren im Rückenspeck von Ebern im Verlaufe des Wachstums  
(Changes in ratio of sum of saturated fatty acids to sum of unsaturated fatty acids in backfat of growing boars)

#### — Fettzellgröße —

Im Altersabschnitt vom 70. bis 220. Lebenstag (LT) erfolgt eine ständige Vergrößerung des Fettzelldurchmessers in beiden Schichten des Rückenspecks (Tab. 3). Dabei ist die Wachstumsgeschwindigkeit vom 70. bis 100. LT und im Abschnitt 180. bis 220. LT geringer als in der intensiven Wachstumsphase des Tieres vom 100. bis 180. LT.

Die Fettzellen der inneren Schicht sind am 70. und 100. LT kleiner als die der äußeren Schicht. Vom 100. bis 180. LT zeigen sie eine höhere Wachstumsgeschwindigkeit und sind am 180. und 220. LT demzufolge größer als die der äußeren Fettschicht. (Abb. 4).

Diese höhere Wachstumsgeschwindigkeit der Fettzellen der inneren Schicht wurde ebenfalls von CHIKUNI u. a. (1986) sowie von REHFELDT (persönliche Mitteilung) beobachtet. In den Untersuchungen von ROTHFUSS (1981) waren die Fettzellen der inneren Schicht kleiner, obwohl die innere Schicht lipogen aktivere und lipolytisch inaktivere war. Von THIEL (1985) wurden in der inneren Schicht sowohl zu Beginn als auch am Ende der Mast wesentlich größere Fettzellen festgestellt (Abb. 4).

Tabelle 3

Entwicklung der Fettzellgröße ( $\mu\text{m}$ ) der beiden Schichten des Rückenspecks von Ebern im Verlaufe des Wachstums  
(Changes in fat cell size [ $\mu\text{m}$ ] in both backfat layers of growing boars)

Alter (d)	äußere Schicht			innere Schicht		
	n	$\bar{x}$	S	n	$\bar{x}$	S
70	68	53,1	5,5	46	48,6	4,5
100	86	57,1	5,8	63	55,2	6,1
140	84	68,7	7,0	80	70,1	7,9
180	64	81,8	7,5	57	84,8	8,9
220	72	84,3	5,8	74	88,5	9,6

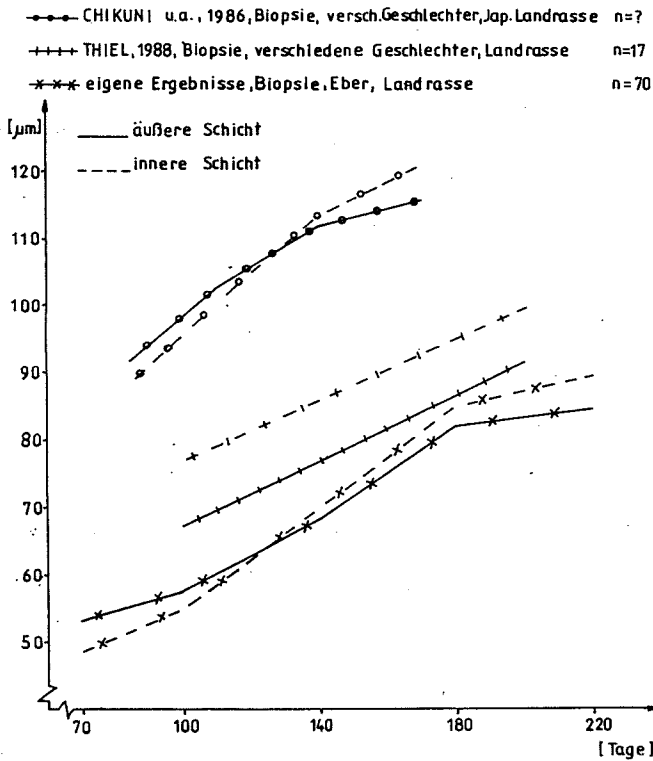


Abb. 4

Vergleich der Ergebnisse zur Veränderung der Fettzellgröße während des Wachstums mit Literaturangaben  
(Changes in fat cell size in growing boars compared with literature findings)

Bei Literaturvergleichen bezüglich der gemessenen Größenordnungen der Fettzellen muß sowohl die angewandte Methode der Probenentnahme, die Aufarbeitung der Proben und die Meßtechnik zur Ermittlung der Fettzellgrößen neben solchen Faktoren wie Rasse, Fütterung und Geschlecht beachtet werden. Die an einem recht umfangreichen Tiermaterial durchgeführten eigenen Untersuchungen an insgesamt 86 Tieren berechtigen zu der Annahme, daß der in der Abbildung 4 gezeigte Verlauf des Fettzellwachstums für Eber der Landrasse charakteristisch ist.

### Zusammenfassung

Die Fettsäurezusammensetzung des Rückenspecks von Ebern verändert sich im Verlaufe des Wachstums vom 70. LT bis 220. LT. Die Summe der gesättigten Fettsäuren nimmt bis zum 180. LT zu, die Summe der ungesättigten Fettsäuren nimmt ab. Entsprechend steigt der Quotient bis zu diesem Altersabschnitt und nimmt danach wieder ab. Die essentielle Linolsäure fällt bis zum 140. LT signifikant ab. Während des Wachstums vergrößern sich die Fettzellen in den beiden Schichten des Rückenspecks. Dabei zeigt die innere Schicht eine höhere Wachstumsgeschwindigkeit. Nach dem 180. Lebenstag ist die Größenzunahme der Fettzellen vermindert.

### Summary

Title of the paper: Fatty acid composition and fat cell size in the backfat of growing boars

Fatty acid composition in the backfat of boars changes during growth from day 70 until day 220 of age. The sum of saturated fatty acids rises until day 180 of age, while the sum of unsaturated fatty acids declines. Hence, the ratio increases until that age and declines again subsequently. The percentage of essential linoleic acid declines significantly until day 140 of life. In growing boars the fat cells get larger in both backfat layers, but in the inner layer they grow faster. After day 180 of age fat cell growth is reduced.

### Literatur

- ALEXANDER, L. R.; JUSTICE, J. B.; MADDEN, J.: Fatty acid composition of human erythrocyte membranes by capillary gaschromatography — mass spectrometry. *J. Chromatogr.*, Amsterdam **342** (1985), 1—12
- CHIKUNI, K.; JIMBU, M.; OZAWA, Sh.; KOISHIKAWA, T.; YOSHITAKE, M.; YANO, N.: Changes in differences of composition of fatty acids in fat of pigs by their breeds and sexes during their growth. *Jap. J. Swine Sci.* **22** (1985) 4, 200—205
- CHIKUNI, K.; JIMBU, M.; OZAWA, Sh.; KOISHIKAWA, T.; YOSHITAKE, M.: Effects of breeds and sexes on fat cell sizes and fat layer thickness during growth of swine. *Jap. J. Swine Sci.* **23** (1986) 1, 9—13
- NÜRNBERG, K.; KUHN, G.; FIEDLER, I.; ENDER, K.: Wachstum, Zusammensetzung und qualitative Eigenschaften des Fettgewebes beim Schwein. F/E-Bericht, FZT Dummerstorf, 1986
- NÜRNBERG, K.; LIEBERENZ, M.: Methoden zur Bestimmung der Fettqualität. Tagungsber. d. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften d. DDR, **268** (1988) 2, 273—279
- SCHÖBERLEIN, L.: Die Schußbiopsie — eine neue Methode zur Entnahme von Muskelproben. *Mh. Vet.-Med., Jena* **31** (1976) 12, 457—460
- THIEL, J.: Nährstoffgehalt, Fettzellengröße und Fettsäuremuster des Fettgewebes von Schweinen in Abhängigkeit verschiedener endogener Faktoren. Diss., KMU Leipzig, 1985
- REHFELDT, Ch.: Persönliche Mitteilung, 1989
- ROTHFUSS, U.: Lipogene und lipolytische Parameter im Fettgewebe von Large White- und Pietrain-Schweinen in Abhängigkeit vom Mastgewicht. Diss., Hohenheim, 1981
- WEGNER, J.; KOCH, U.; KURTH, J.: Empfehlung zur Anwendung der Schußbiopsie beim Schwein ab 70. Lebenstag. *Mh. Vet.-Med., Jena* **43** (1988), 607—609
- WOOD, J. D.: Fat deposition and the quality of fat tissue in meat animals. In: WISEMAN, J.: *Fats in Animal Nutrition*, Butterworth, 1984, 407—435

Eingegangen: 18. 9. 1989

### Anschrift der Verfasser

Dr. KARIN NÜRNBERG, Dr. JOCHEN WEGNER  
 Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock  
 — Bereich Züchtungsforschung —  
 der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin  
 Wilhelm-Stahl-Allee 2  
 O-2551 Dummerstorf, Kreis Rostock