

(Aus dem Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. A. Haiger, Abteilung Tierernährung, Leiter: o. Univ.-Prof. Dr. F. Lettner)

Einfluß der Fütterung auf die Fettbeschaffenheit beim Mastschwein

Von H. FACHBERGER, W. WETSCHEREK und F. LETTNER

Zusammenfassung

In einem Schweinemastversuch wurden die Auswirkungen verschiedener energetisch gleichwertiger Schweinemasteinheitenfutter, die in ihrer Zusammensetzung österreichischen Praxisrationen nachempfunden wurden, auf die Schlachtkörper und insbesondere auf die Fettbeschaffenheit geprüft. An der Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt Ritzlhof wurden fünf Gruppen zu je zwölf Tieren von 37 kg auf 110 kg Lebendgewicht gemästet.

Die eingesetzten Rationen unterschieden sich in erster Linie in ihrem Gehalt an Mais- bzw. Gersten- und Weizenschrot. In vier Gruppen lag der Maisanteil in der Ration zwischen 65 und 45 %, in Gruppe 5 wurde der gesamte Mais durch Weizen ersetzt.

Bei den täglichen Zunahmen und der Rohverwertung schnitt die Gruppe ohne Mais um 9 % schlechter als die übrigen Gruppen ab. Auf Schlachtleistungsparameter wurde durch die unterschiedlichen Futtermischungen kein erkennbarer Einfluß ausgeübt.

Die Gruppe ohne Mais hatte den deutlich höchsten Gehalt an gesättigten Fettsäuren im Rückenspeck sowie im Bauchhöhlenfett und wies den geringsten Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Relation zu den gesättigten Fettsäuren (PU/S-Quotient) auf, was auch in den höheren Fettschmelzpunkten und der besseren subjektiv bewerteten Konsistenz zum Ausdruck kam.

Der Einsatz hoher Mengen Maisschrot beeinträchtigte die Fettkonsistenz, sodaß es bei der subjektiven Beurteilung des Rückenspeckes zu einem gehäuftem Auftreten von Qualitätsmängeln kam. Die Qualität des Bauchhöhlenfettes war in allen Gruppen gut.

Schlüsselworte: Schweinemast, Fettqualität, Fettsäuren, Schmelzpunkte, Mais, Fleischqualität.

Influence of feeding on the fat quality of fattened pigs

Summary

A pig fattening trial was conducted for testing the effect of various rations of the same energetic value used by Austrian farmers for pig fattening on carcasses, especially on fat quality. Five groups in each case with twelve pigs were fattened from 37 kg to 110 kg live weight at Ritzlhof experimental station.

Applied rations differed primarily in concentration of maize, barley and wheat, respectively. Four groups had a percentage of maize between 65 and 45. In group 5 the whole maize was replaced by wheat.

The group without maize had 9 % lower daily weight gain and feed efficiency than the other groups. The differences between the groups in carcass yield were not significant.

The content of saturated fatty acids in subcutaneous and abdominal fat was obviously higher in the group without maize and the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids was smaller than in the other groups. So, in this group also the melting points of fat were higher and the subjectively determined consistency was better.

The use of high amounts of maize injured the fat consistence. This caused an abounded appearance of quality defects by subjective view of backfat. Quality of abdominal fat in all groups was good.

Key-words: pig fattening, fat quality, fatty acids, melting points, maize, meat quality.

1. Einleitung und Fragestellung

Die Beschaffenheit des Schlachtkörperfettes kann, wie in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen, beim monogastrischen Tier durch die Fütterung sehr stark beeinflusst werden. Art und Menge des aufgenommenen Futterfettes üben den größten Einfluß aus. Weiters spielen auch die anatomische Lokalisation des Fettgewebes (Bauchhöhlenfett oder Rückenspeck), Alter bzw. Gewicht, Geschlecht und Rasse eine gewisse Rolle.

Die in der Schweinemast eingesetzten Futtermittel weisen sehr unterschiedliche Fettgehalte mit ganz spezifischen Fettsäuremustern auf, wobei pflanzliche Fette üblicherweise durch hohe Anteile an ungesättigten Fettsäuren gekennzeichnet sind.

Mais in verschiedenen Formen (Maisschrot, Maiskornsilage, Corn-Cob-Mix usw.) hat in den letzten Jahren in der österreichischen Schweinemast als ideales energiereiches Futtermittel eine herausragende Stellung eingenommen, steht jedoch im Ruf, durch den relativ hohen Rohfettgehalt und die große Menge an ungesättigten Fettsäuren die Fettqualität der Schlachtkörper stärker negativ zu beeinflussen als andere wichtige Energieträger wie Gerste oder Weizen.

In der vorliegenden Arbeit sollte der Einfluß in Österreich praxisüblicher Mastrationen auf Basis Alleinfütterung mit unterschiedlich hohen Mais- bzw. Gerste- und Weizenanteilen in Verbindung mit alternativen Eiweiß- (Rapsexpeller) bzw. Energie-Eiweißfuttermitteln (Körnererbse) auf die Mast- und Schlachtleistung, die Zusammensetzung und Sensorik von Fleisch und Fett und insbesondere auf die Fettbeschaffenheit überprüft und mit gegenwärtigen Empfehlungen bezüglich Fettkonsistenz von Mast Schweinen in Beziehung gesetzt werden.

Nach PRABUCKI und HÄUSER (1990) kann man zur Beurteilung der Fettqualität von Schlachtschweinen unter anderem folgende Kriterien mit den in Tabelle 1 festgehaltenen Grenzwerten heranziehen:

- Doppelbindungsindex der Gesamtfettsäuren (Anzahl der Doppelbindungen je 100 Fettsäuren)
- Anteil an ungesättigten Fettsäuren (Mol-%) im Fettsäuregemisch
- Gesamtpolyenfettsäuren (max. 13 Mol-% tolerabel)
- Diensäuren (Mol-%)
- Triensäuren (Mol-%)

Das Fettsäuremuster des Körperfettes erlaubt Aussagen über die Herkunft der am Aufbau des Fettes beteiligten Fettsäuren und gibt damit Hinweise auf die Futterzusammensetzung.

Während also nach den Schweizer Qualitätsanforderungen mehr als 13 Mol-% Polyenfettsäuren im Rückenfett für die Verarbeitung als nicht mehr geeignet betrachtet werden, sehen FISCHER et al. (1990) 15 % Polyensäuren als obere Grenze für die Herstellung von ungegartem Fleischprodukten an.

Tabelle 1
Qualitätsbeurteilung von Rückenspeck

Merkmale		gut	tolerierbar	unbefriedigend
Doppelbindungsindex		<80	80	>80
ungesättigte Fettsäuren	Mol-%	<59	59-61	>61
Polyensäuren	Mol-%	12	12-13	13
Diensäuren	Mol-%	<10	10	>10
Triensäuren	Mol-%	< 1	1	> 1

2. Versuchsanstellung und Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde von 17. September 1992 bis 12. Jänner 1993 im Einzelprüfungsstall der Schweinemast- und Schlachtleistungsprüfanstalt der oberösterreichischen Landwirtschaftskammer in Ritzlhof bei Linz durchgeführt.

Als Versuchstiere wurden 60 ÖHYB-Kreuzungsferkel (50 % weibliche Tiere und 50 % Kastraten) mit einem durchschnittlichen Anfangsgewicht von 37,4 kg angekauft. Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn auf fünf Gruppen zu je zwölf Tieren in einem ausgewogenen Gewichts- und Geschlechtsverhältnis aufgeteilt. Die Haltung erfolgte im 1. Mastabschnitt (bis zu einem durchschnittlichen Gewicht von 66,4 kg) in Zweierboxen, im 2. Mastabschnitt in Einzelboxen jeweils einstreulos in einem vollklimatisierten Stall. Die Futtermischungen wurden die gesamte Mastdauer hindurch als Alleinfutter in mehligem Form verabreicht. Trinkwasser stand den Tieren über Nippeltränken *ad libitum* zur Verfügung.

2.1 Fütterung und Futterzusammensetzung

In Tabelle 2 sind der Versuchsplan und die Zusammensetzung der Versuchsmischungen dargestellt. Der Anteil von Maisschrot wurde stufenweise von

Tabelle 2
Zusammensetzung der Futtermischungen

Zusammensetzung		Versuchsmischung				
		Wiederholungen (n)				
		1	2	3	4	5
		12	12	12	12	12
Maisschrot	%	65	55	50	45	0
Gerstenschrot	%	0	11	16	16	10
Weizenschrot	%	0	0	0	5	56
Sojaextraktionsschrot HP	%	20	16	16	16	14
Körnererbsen	%	7	10	10	10	12
Rapexpeller (DANUBIA)	%	0	5	5	5	5
Weizenkleie	%	5	0	0	0	0
Kohlensaurer Kalk	%	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Monocalciumphosphat	%	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Viehsalz	%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Vitamin- und Spurenelementprämix	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

65 % auf 0 % gesenkt und der Anteil von Gersten- und Weizenschrot von 0 % auf 66 % angehoben. Zum Rohfaser- und Energieausgleich wurde in Gruppe 1 Weizenkleie anstelle Rapsexpeller beigemischt.

Der analysierte Gehalt an Rohnährstoffen und relevanten Mineralstoffen sowie der errechnete Energiegehalt sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Futtermittelanalyseergebnisse der Versuchsmischungen

Nährstoffe		Versuchsmischung				
		1	2	3	4	5
Trockenmasse	%	89,4	89,3	89,4	89,3	89,5
Rohprotein	%	17,0	16,6	17,0	16,7	18,1
Rohfett	%	4,0	4,3	3,9	3,7	4,2
Rohfaser	%	3,4	3,2	3,6	2,9	4,0
Rohasche	%	5,1	5,1	5,0	4,8	5,2
Stärke	%	46,0	47,5	48,6	48,6	42,1
Zucker	%	3,7	3,7	3,7	3,6	4,3
Umsetzbare Energie	MJ/kg	13,97	14,19	14,23	14,21	13,84
Calcium	g/kg	7,3	8,2	7,5	6,6	7,5
Phosphor	g/kg	6,0	5,9	6,1	5,4	6,0
Magnesium	g/kg	1,8	1,9	1,9	2,1	1,9
Natrium	g/kg	1,7	2,0	1,5	1,7	1,8

Tabelle 4

Fettsäuren in den Versuchsmischungen

Fettsäure in % des gesamten Feststoffsäuregehaltes	Versuchsmischung				
	1	2	3	4	5
Myristinsäure	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,3
Palmitinsäure	12,3	12,7	13,4	13,1	15,8
Palmitoleinsäure	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Stearinsäure	1,7	2,2	2,2	2,2	2,5
Ölsäure	31,2	33,2	33,6	33,1	31,9
Linolsäure	49,2	46,2	45,7	45,9	42,1
Linolensäure	4,0	3,2	3,2	3,7	6,6
andere	1,2	2,1	1,5	1,6	0,6
SFA ¹	14,5	15,6	16,2	15,9	18,9
MUFA ²	31,8	34,0	34,3	34,0	32,2
PUFA ³	53,4	50,0	49,1	50,7	48,7
UFA ⁴	85,2	84,0	83,4	84,7	80,9
Fettsäure in % der Futtermischungen					
Myristinsäure	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Palmitinsäure	0,49	0,55	0,52	0,48	0,66
Palmitoleinsäure	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Stearinsäure	0,07	0,09	0,09	0,08	0,11
Ölsäure	1,25	1,43	1,31	1,22	1,34
Linolsäure	1,97	1,99	1,78	1,70	1,77
Linolensäure	0,16	0,14	0,12	0,14	0,28
andere	0,05	0,09	0,06	0,06	0,03
SFA ¹	0,58	0,67	0,63	0,59	0,79
MUFA ²	1,27	1,46	1,34	1,26	1,35
PUFA ³	2,14	2,15	1,91	1,88	2,05
UFA ⁴	3,41	3,61	3,25	3,12	3,35

¹ Σ der gesättigten Fettsäuren, ² Σ der Monoensäuren, ³ Σ der Polyensäuren, ⁴ Σ der ungesättigten Fettsäuren

Tabelle 4 weist die gaschromatographisch (Perkin Elmer 2 m, 1/8", 15 % DEGS auf Chromosorb w, aw, 80–100 mesh) bestimmten Fettsäuregehalte der Versuchsmischungen aus. Die Mischungen unterschieden sich deutlich in ihren Fettsäuremustern und den absoluten Gehalten an gesättigten Fettsäuren, Mono- und Polyensäuren. Die maisfreie Mischung wies mit 1:2,6 das engste Verhältnis von gesättigten Fettsäuren zu Polyenfettsäuren auf. Bei den Maismischungen mit Rapsexpeller betrug der Gehalt an Polyenfettsäuren das 3,0- bis 3,2fache des Gehaltes an gesättigten Fettsäuren, beim Mischfutter ohne Rapsexpeller (Versuchsmischung 1) das 3,7fache.

2.2 Erhobene Merkmale

Die Mastschweine wurden von 37 kg auf 110 kg Lebendgewicht gemästet.

Für die **Mastleistungsprüfung** wurden folgende Merkmale erhoben:

- Anfangsgewicht (kg)¹
- Zwischengewicht nach 48 Tagen Mastdauer [1. Mastabschnitt] (kg)¹
- Mastendgewicht (kg)¹
- Mastdauer
- Tageszunahmen für die gesamte Mastperiode (g)
- Futterverbrauch für die Gesamtperiode (kg)
- Rohverwertung für die Gesamtperiode (kg)
- Rohproteinverwertung (g/kg): Als Rohproteinverwertung gilt die für 1 kg Lebendgewichtszunahme benötigte Menge Rohprotein
- Energieverwertung (MJ ME/kg): Die Energieverwertung gibt den Bedarf an metabolisierbarer Energie je kg Lebendgewichtszunahme an.

Die Daten für die **Schlachtleistungsprüfung** wurden nach der Methode der Prüfanstalt Ritzlhof wie folgt erhoben:

- Schlachtgewicht (kg): Gewicht des warmen Schlachtkörpers unmittelbar nach der Schlachtung
- Häftengewicht (kg): Gewicht der linken Schlachthälfte ohne Innereien und Filz nach ca. 24 Stunden Kühllagerung
- Rückenspeckdicke (cm): Sie ergibt sich aus dem Durchschnitt der größten Speckauflage am Widerrist, der dünnsten Speckauflage an der Rückenmitte und der Speckauflage an der Lende zwischen 3. und 4. Kreuzbeinwirbel.
- LSQ-Wert: Lendenstärke-Speck-Quotient nach Pfeifer-Falkenberg (BERGER et al. 1987):

$$\text{LSQ} = \frac{a_1 + a_2}{2b}$$

a₁ = Speckdicke über der dünnsten Stelle des *M. glutaesus medius* (cm)

a₂ = Speckdicke über dem cranialen Ende des *M. glutaesus medius* (cm)

b = Lendenstärke von der dorsalen Kante des Wirbelkanals zum cranialen Ende des *Musculus glutaesus medius* (cm)

- Fleischgewicht (kg): Summe der abgespeckten wertvollen Teilstücke (Schinken, Stelze, kurzes und langes Karree)
- Fettgewicht (kg): Summe von Rückenspeck, Schinkenspeck und Filz (Bauch- und Beckenhöhlenfett)
- Drip-Verlust: Der relative Gewichtsverlust von 50 g fett- und knochenfreien Muskelgewebe (*M. long. dorsi*) in einer luftdichten Kunststoffumhüllung innerhalb 24 Stunden durch Wasseraustritt.

¹ Die Tiere wurden jeweils einzeln gewogen.

Die **Fleischbeschaffenheit** des *Musculus longissimus dorsi* wurde sowohl objektiv (Trockensubstanz, Rohprotein, Rohfett und Rohasche) als auch subjektiv (organoleptisch) von vier geschulten Personen mittels Grillprobe unabhängig voneinander beurteilt. Die Bewertung erfolgte anhand des Beurteilungsschemas in Tabelle 5. Außerdem rangierten die Prüfpersonen die Fleischproben eines jeden Durchganges entsprechend ihrer Kaufpräferenz, wobei auch eine *ex aequo*-Reihung zulässig war.

Tabelle 5

Punktebewertung der organoleptischen Kotelettuntersuchung

Punkte	Schmackhaftigkeit	Saftigkeit	Zartheit
1	sehr gut	sehr saftig	sehr zart
2	gut	saftig	zart
3	leicht Fremdgeschmack	weniger saftig	weniger zart
4	Fremdgeschack	trocken	zäh

Fettanalysen wurden sowohl am Rückenspeck als auch am Bauchhöhlenfett durchgeführt. Das Fettsäuremuster wurde wie bei den Versuchsfuttermitteln gaschromatographisch bestimmt. Weiters wurden aus jeder Fettgewebeprobe etwa 20 dag Schmalz ausgeschmolzen und einer Schmelzpunktanalyse sowie einer organoleptischen Untersuchung auf olfaktorische und visuelle Eigenschaften nach dem in Tabelle 6 dargestellten Vierpunkteschema unterzogen (WACHS 1961).

Tabelle 6

Punktebeurteilung der organoleptischen Fettuntersuchung

Punkte	Geruch	Farbe	Konsistenz
1	sehr gut	reinweiß	sehr fest
2	gut	weiß	fest
3	leichter Fremdgeruch	beige	weich
4	Fremdgeruch	gelblich	flüssig

Bei der Schmelzpunktanalyse wurden die Steig-, Fließ- und Klarschmelzpunkte des Rückenspeckes und des Bauchhöhlenfettes von je zehn zufällig ausgewählten Tieren jeder Gruppe unter Zuhilfenahme eines elektronischen Thermometers mit einer Anzeigegenauigkeit von 0,1 °C erhoben (VDLUFÄ 1988).

2.3 Versuchsauswertung

Die parametrischen Merkmale wurden mittels Varianzanalyse und einem multiplen t-Test nach Bonferroni-Holm auf Unterschiede geprüft. Die nichtparametrischen Merkmale wurden mit einem H-Test nach Kruskal-Wallis auf Differenzen geprüft. Zusätzlich wurden die Gruppen paarweise mittels U-Test, korrigiert nach Bonferroni-Holm, verglichen. Die Auswertung wurde mit dem Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program, Model 1 von HARVEY (1987) durchgeführt.

Nachstehend sind die unterstellten Merkmalsmodelle festgehalten:

Mast- und Schlachtleistung: $Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + b_1 \cdot (X_{ij} - \bar{x}) + b_2 \cdot (X_{ij} - \bar{x})^2 + \varepsilon_{ijk}$
 Fleisch- und Fettuntersuchung: $Y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + \varepsilon_{ijk}$

Y_{ijk} = abhängiges Merkmal

μ = gemeinsame Konstante der Y-Werte

G_i = fixer Effekt der Futtermischung i, i = 1, 2, 3, 4, 5

S_j = fixer Effekt des Geschlechtes j, j = 1, 2

X_{ij} = beobachteter Merkmalswert j der Regressionsvariablen „Anfangsgewicht“ (Mastleistung) bzw. „Schlachtgewicht“ (Schlachtleistung) bei Faktorstufe i

b_1 und b_2 sind partielle Regressionskoeffizienten für die lineare bzw. quadratische Abweichung des beobachteten Anfangsgewichtes vom durchschnittlichen Anfangsgewicht von 37,4 kg bzw. des beobachteten Schlachtgewichtes vom durchschnittlichen Schlachtgewicht von 92,7 kg

\bar{x} = Stichprobenmittelwert der X-Werte

ε_{ijk} = Residue

Um ein Maß für die Enge des stochastischen Zusammenhanges zwischen den Fettsäuremustern von Rückenspeck und Bauchhöhlenfett sowie den Schmelzpunkten zu erhalten, wurde mit SAS (SCHEUMER et al. 1990) eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient r nach Bravis und Pearson errechnet sich aus folgender Beziehung:

$$r = \frac{SP(XY)}{\sqrt{SQ(X) \cdot SQ(Y)}}$$

SP (XY) = Summe der Abweichungsprodukte von X und Y

SQ (X) = Summe der Abweichungsquadrate von X

SQ (Y) = Summe der Abweichungsquadrate von Y

X und Y müssen den Charakter von Zufallsvariablen aufweisen (ESSL 1987).

3. Versuchsergebnisse

In der 6. Woche des Versuchszeitraumes verendete ein Kastrat aus Gruppe 2 an Herz-Kreislauf-Problemen, fünf Wochen später ein weiterer aus Gruppe 3. Die bis dahin erhobenen Daten dieser Tiere wurden in die Auswertungen nicht einbezogen. Abgesehen von diesen beiden Fällen traten keine Gesundheitsprobleme auf.

3.1 Mastleistungsergebnisse

In Tabelle 7 sind die Gruppenmittelwerte aus der Mastleistungsprüfung zusammengefaßt. Angestrebt war ein Mastendgewicht von 110 kg, woraus sich aufgrund der unterschiedlichen täglichen Zunahmen drei Schlachttermine und daraus folgend eine Mastdauer von 103, 109 bzw. 117 Tagen ergab. Im 1. Mastabschnitt traten zwischen den Gruppen in den Tageszunahmen und in der Rohverwertung nur zufällige Unterschiede auf. Im 2. Mastabschnitt waren diese Werte bei der Gruppe 5 im Vergleich zu den übrigen Gruppen signifikant schlechter. Die verminderte Gewichtsentwicklung und die ungünstigere Rohproteinverwertung von Gruppe 5 waren auch über den gesamten Versuchszeitraum statistisch absicherbar. Die Unterschiede in Rohverwertung und Energieverwertung über die Gesamtdauer des Experimentes kamen ebenfalls nicht zufällig zustande, der Bonferroni-Holm-Test weist aber lediglich signifikante Unterschiede zwischen Gruppe 1 und Gruppe 5 aus. Unterschiede der Mastleistungsergebnisse zwischen den Geschlechtern konnten statistisch nicht abgesichert werden.

Tabelle 7

Ergebnisse der Mastleistungsprüfung

Merkmale	Gruppenmittelwerte					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Tieranzahl	12	11	11	12	12		
Anfangsgewicht kg	37,3	37,8	37,3	37,4	37,4	2,64	0,993
Zwischengewicht kg	67,6	67,2	67,2	67,5	66,0	3,37	0,759
Endgewicht kg	112,8	111,8	111,5	112,7	110,5	2,50	0,173
Tageszunahmen g	773 ^a	751 ^a	746 ^a	758 ^a	691 ^b	49	0,002
Rohverwertung kg	2,87 ^a	2,95 ^{ab}	2,99 ^a	2,93 ^{ab}	3,20 ^b	0,23	0,010
Rohproteinverwertg. g/kg	484 ^a	491 ^a	520 ^a	494 ^a	595 ^b	40	<0,001
Energieverwertung MJ ME/kg	40,02 ^a	41,77 ^{ab}	42,60 ^{ab}	41,60 ^{ab}	44,30 ^b	3,24	0,037

3.2 Schlachtleistungsergebnisse

Die Ergebnisse der Schlachtleistungsprüfung sind aus Tabelle 8 ersichtlich. Die Versuchsfuttermischungen übten auf die Schlachtleistungsmerkmale keinen erkennbaren Einfluß aus, die Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten kamen nur zufällig zustande. Bei den Parametern LSQ, Fleischgewicht, Schinkenanteil ergab sich in diesem Versuch ein signifikanter, beim Drip-Verlust ein hochsignifikanter Geschlechtsunterschied. Der LSQ betrug bei den Kastraten 0,29 (im Durchschnitt Handelsklasse E), bei den weiblichen Tieren lediglich 0,25 (im Durchschnitt EE). Die weiblichen Tiere wiesen mit 23,0 kg das höhere Fleischgewicht (Kastraten 22,6 kg) und mit 26,9 % den größeren Schinkenanteil (Kastraten 26,3 %), ebenso aber auch mit 6,2 % den deutlich höheren Drip-Verlust (Kastraten 4,8 %) auf.

Tabelle 8

Ergebnisse der Schlachtleistungsprüfung

Merkmale	Gruppenmittelwerte					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Schlachthälfte kg	46,1	46,1	46,3	46,1	46,3	0,47	0,705
Rückenspeck cm	2,3	2,3	2,2	2,3	2,5	0,34	0,434
LSQ-Wert	0,27	0,27	0,24	0,28	0,30	0,06	0,264
Fleischgewicht kg	22,7	22,8	23,0	22,8	22,8	0,82	0,909
Fettgewicht kg	4,9	4,6	4,7	5,0	5,1	0,67	0,459
Drip-Verlust %	4,2	5,3	5,7	5,8	6,4	1,97	0,142

3.3 Fleischuntersuchungsergebnisse

Tabelle 9

Ergebnisse der Fleischuntersuchung

Merkmale	Gruppenmittelwerte					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Trockensubstanz %	26,0	26,0	26,2	26,1	26,0	0,69	0,960
Rohprotein %	23,6	23,4	23,7	23,6	23,7	0,58	0,734
Rohfett %	1,2	1,4	1,3	1,3	1,2	0,43	0,649
Rohasche %	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,42	0,787
Schmackhaftigkeit	2,0	2,2	2,2	2,2	2,2	0,95	0,881
Saftigkeit	2,0	2,0	2,2	1,9	1,9	0,67	0,481
Zartheit	2,7 ^a	2,3 ^{abc}	2,4 ^{ab}	2,1 ^{bc}	1,8 ^c	0,88	<0,001
Rang	3,2	3,2	3,1	2,8	2,7	1,36	0,340

Die bei der objektiven Kotelettfleischanalyse erhobenen Parameter zeigen keine Gruppenunterschiede. Die aus der Verkostung der Fleischproben hervorgegangenen Daten zu den Parametern Schmackhaftigkeit, Saftigkeit und Rang zeigen nur zufällige Unterschiede zwischen den Gruppen. Lediglich in puncto Zartheit weist das Ergebnis der biometrischen Auswertung einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen aus. Demnach war das Fleisch der Gruppe 5 am zartesten (Tab. 9).

3.4 Fettuntersuchungsergebnisse

3.4.1 Fettsäurenanalyse des Rückenspeckes

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse der Fettsäuremusterbestimmungen des Rückenspeckes zusammengefasst. Gruppe 5 hatte den höchsten Gehalt an gesättigten Fettsäuren und den geringsten an Polyenfettsäuren und somit auch in Summe an ungesättigten Fettsäuren aufzuweisen.

Tabelle 10
Fettsäurezusammensetzung des Rückenspeckes

Fettsäuren, %	Versuchsgruppe					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Myristinsäure	1,39	1,40	1,33	1,51	1,40	0,24	0,511
Palmitinsäure	24,09	23,64	24,22	24,93	25,77	1,98	0,110
Palmitoleinsäure	2,73 ^{ab}	2,88 ^a	2,26 ^{bc}	2,33 ^{bc}	2,14 ^c	0,46	0,001
Margarinsäure	0,25	0,24	0,35	0,27	0,29	0,11	0,188
Stearinsäure	12,03 ^{ab}	11,11 ^a	13,14 ^{abc}	13,25 ^{bc}	15,08 ^c	1,72	<0,001
Ölsäure	46,63	45,96	44,26	44,15	44,48	2,70	0,106
Linolsäure	10,51 ^b	12,47 ^a	11,91 ^{ab}	11,19 ^{ab}	8,72 ^c	1,41	<0,001
Linolensäure	0,69	0,82	0,98	0,97	0,63	0,32	0,033
Arachinsäure	0,83	0,57	0,65	0,82	0,85	0,41	0,391
SFA ¹	38,59 ^{ab}	36,96 ^a	39,68 ^{ab}	40,78 ^{bc}	43,39 ^c	3,10	<0,001
MUFA ²	49,37	48,85	46,52	46,48	46,62	2,75	0,025
PUFA ³	11,20 ^b	13,29 ^a	12,89 ^{ab}	12,16 ^{ab}	9,35 ^c	1,52	<0,001
UFA ⁴	60,57 ^a	62,13 ^a	59,41 ^{ab}	58,63 ^{ab}	55,97 ^b	3,04	<0,001

¹ Σ der gesättigten Fettsäuren, ² Σ der Monoensäuren, ³ Σ der Polyensäuren, ⁴ Σ der ungesättigten Fettsäuren

Trotz des relativ geringen Umfanges des Datenmaterials läßt sich deutlich der positive stochastische Zusammenhang zwischen den einfach ungesättigten Fettsäuren erkennen ($r=0,43^{***}$). Zu Tage treten auch negative Korrelationen zwischen Stearinsäure und den nachgewiesenen Monoensäuren Palmitoleinsäure ($r=-0,8^{***}$) und Ölsäure ($r=-0,37^{**}$) bzw. der Linolsäure ($r=-0,43^{***}$). Aber auch zwischen Ölsäure und Linolensäure ($r=-0,37^{**}$) sind negative Zusammenhänge absicherbar. Der Korrelationskoeffizient für Ölsäure und Linolensäure ist ebenfalls negativ ($r=-0,42^{**}$).

3.4.2 Fettsäurenanalyse des Bauchhöhlenfettes

Im Bauchhöhlenfett konnten die gleichen Fettsäuren nachgewiesen werden wie im Rückenspeck, allerdings war die Konzentration der gesättigten Fettsäuren im Filz höher und damit zwangsläufig jene an ungesättigten Fettsäuren geringer. Gruppe 5 hatte – ebenso wie im Rückenspeck – auch hier die höchsten Gehalte an gesättigten Fettsäuren (Tab. 11).

** P<0,01, *** P<0,001

Tabelle 11

Fettsäurenzusammensetzung des Bauchhöhlenfettes

Fettsäuren, %	Versuchsgruppe					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Myristinsäure	1,64	1,56	1,62	1,60	1,55	0,17	0,689
Palmitinsäure	29,39 ^{ab}	28,32 ^a	28,11 ^a	29,11 ^{ab}	30,03 ^b	1,38	0,011
Palmitoleinsäure	2,03	1,88	1,92	1,83	1,68	0,32	0,113
Margarinsäure	0,26	0,35	0,32	0,23	0,28	0,11	0,077
Stearinsäure	18,92 ^a	18,33 ^a	18,50 ^a	19,67 ^{ab}	21,38 ^b	1,58	<0,001
Ölsäure	37,24	35,79	36,69	35,73	35,33	2,09	0,176
Linolsäure	8,69 ^{bc}	11,82 ^a	10,91 ^a	9,92 ^{ab}	7,60 ^c	1,91	<0,001
Linolensäure	0,68 ^a	0,96 ^{ab}	0,81 ^{ab}	0,93 ^{ab}	1,07 ^b	0,30	0,029
Arachinsäure	0,51 ^{ab}	0,34 ^a	0,40 ^{ab}	0,47 ^{ab}	0,58 ^b	0,16	0,008
SFA ¹	50,72 ^a	48,90 ^a	48,94 ^a	51,07 ^a	53,82 ^b	2,05	<0,001
MUFA ²	39,25	37,67	38,61	37,57	37,02	2,22	0,123
PUFA ³	9,36 ^{bc}	12,78 ^a	11,72 ^{ab}	10,84 ^{abc}	8,67 ^c	2,04	<0,001
UFA ⁴	48,64 ^a	50,45 ^a	50,33 ^a	48,41 ^a	45,68 ^b	1,97	<0,001

¹ Σ der gesättigten Fettsäuren, ² Σ der Monoensäuren, ³ Σ der Polyensäuren, ⁴ Σ der ungesättigten Fettsäuren

Auffällig war, daß sich die Unterschiede zwischen den Gehalten an ungesättigten Fettsäuren mit steigender C-Zahl und Zunahme der Doppelbindungen verringerten. Die Konzentration an C-16:1 im Bauchhöhlenfett betrug im Durchschnitt aller Tiere 75 % jener im Rückenspeck, die an C-18:1 80 %, an C-18:2 90 %, und der Gehalt an C-18:3 war gleich.

In der Korrelationsanalyse trat zu Tage, daß – anders als beim Rückenspeck – durch die Zunahme von C-16:0 im Fettsäuremuster auch die C-18:0 anstieg ($r=0,47^{***}$), und mit dem Anstieg dieser beiden Fettsäuren erwartungsgemäß auch hier alle ungesättigten Fettsäuren abnahmen ($r=-0,86^{***}$ bzw. $-0,82^{***}$). Ein stochastischer Zusammenhang zwischen dem Ölsäure- und dem Polyenfettsäuregehalt ($r=-0,06$) im Fettsäuremuster des Bauchhöhlenfettes ließ sich anhand des vorliegenden Datenmaterials nicht absichern.

3.4.3 Schmelzpunktanalysen

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse der Schmelzpunktanalysen. Gruppe 5 hatte objektiv das härteste Fett aufzuweisen, wohingegen jene Tiergruppen, welche die Maisrationen erhielten, nicht immer eindeutig zu unterscheiden sind.

Tabelle 12

Schmelzpunkte von Rückenspeck und Bauchhöhlenfett

Schmelzpunkte des Rückenspeckes, °C	Gruppenmittelwerte					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Steig-Schmelzpunkt	30,1 ^a	30,0 ^a	30,7 ^{ab}	33,9 ^{bc}	35,5 ^c	2,78	<0,001
Fließ-Schmelzpunkt	36,0 ^a	35,3 ^a	35,7 ^a	38,1 ^a	41,5 ^b	2,59	<0,001
Klar-Schmelzpunkt	41,8 ^a	41,2 ^a	41,2 ^a	42,7 ^a	44,8 ^b	1,39	<0,001
Schmelzpunkte des Bauchhöhlenfettes, °C							
Steig-Schmelzpunkt	40,5 ^{abc}	36,4 ^a	38,7 ^{ab}	41,5 ^{bc}	44,4 ^c	3,22	<0,001
Fließ-Schmelzpunkt	44,5 ^a	43,5 ^a	45,1 ^{ab}	45,3 ^{ab}	47,4 ^b	1,91	0,001
Klar-Schmelzpunkt	47,6 ^a	47,1 ^a	47,7 ^a	48,0 ^a	49,9 ^b	1,15	<0,001

3.4.4 Subjektive Fettuntersuchungen

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der organoleptischen Fettuntersuchungen angegeben. Die subjektive Schweineschmalzbeurteilung erbrachte im Parameter Konsistenz statistisch absicherbare Unterschiede, welche beim aus Rückenspeck gewonnenen Schmalz deutlicher ausfielen als bei jenem aus dem Filz. Das Bauchhöhlenfett der Tiere war deutlich härter als deren Auflagefett.

Tabelle 13

Ergebnisse der organoleptischen Auflage- und Bauchhöhlenfettuntersuchung

Merkmale	Gruppenmittelwerte					s	P-Wert
	1	2	3	4	5		
Farbe	1,3	1,2	1,2	1,6	1,3	0,65	0,914
Konsistenz des Auflagenfettes	2,5 ^{ab}	3,0 ^a	3,3 ^a	2,1 ^b	1,9 ^b	0,79	<0,001
Konsistenz des Bauchhöhlenf.	1,1	1,3	1,4	1,0	1,0	0,37	0,047

4. Diskussion

Auf Grund des Austausches von Mais gegen Gerste und Weizen war eine deutliche Differenzierung des Fettsäuremusters der einzelnen Futtermischungen zu erwarten. Durch den nicht gleichbleibenden Einsatz verschiedener anderer Futtermittel kam es aber zu einer Unschärfe der Abstufungen zwischen den Gruppen durch Überlagerung der Fettsäuremuster. Insgesamt fielen also die Unterschiede der Fettsäuremuster wesentlich geringer aus als dies auf den ersten Blick zu erwarten war.

Trotz des Versuches, die Futtermischungen isoenergetisch zu gestalten, kann die maisfreie Gruppe nicht als gleichwertig betrachtet werden. Die signifikant schlechteren täglichen Zunahmen der Gruppe 5 waren durch die zu geringe Energiedichte der Futtermischung, den hohen Proteingehalt und die dadurch bedingte schlechtere Rohverwertung im 2. Mastabschnitt bedingt. Die Eiweißmenge im Versuchsfutter 5 konnte, wie von KIRCHGESSNER (1992) beschrieben, in dieser Höhe von den Tieren im 2. Mastabschnitt nicht mehr voll ausgenutzt werden, was sich auch in der signifikant schlechteren Rohproteinverwertung manifestiert.

Die subjektiv festgestellte höhere Zartheit des Kotelettfleisches der Gruppe 5 könnte durch das langsamere Muskelwachstum erklärbar sein, aufgrund der kleinen Gruppe an Testpersonen, des relativ geringen Datenumfanges und der für entsprechende Ergebnisse fehlenden Literaturhinweise erscheint dieses Ergebnis für eine gültige Aussage jedoch zu wenig fundiert.

Da die essentielle Linolsäure vom Monogastrier gar nicht aufgebaut werden kann, müssen die im Körper festgestellten Werte zur Gänze direkt aus dem Futter stammen (HARTFIEL 1984). Linolsäure bildete den größten Bestandteil im Fettsäuremuster aller fünf Versuchsmischungen. Die Linolsäuregehalte in den untersuchten Fettgeweben bewegten sich wie im Versuch von PETERSEN und MADSEN (1993) etwa parallel zu den über das Futter aufgenommenen Linolsäuremengen, wenngleich keine strenge Analogie festgestellt werden konnte. Zurückzuführen ist das auf die hohen Gehalte an Linolsäure in den Futtermischungen und die wider Erwarten sehr geringen Differenzen zwischen den verwendeten Diäten. Wahrscheinlich erscheint aber auch ein tierspezifisch unterschiedlicher Linolsäureverbrauch zur Synthese höherer ungesättigter Fettsäuren. Übereinstimmend mit den Untersuchungen von PRABUCKI (1971) lag der Linolsäuregehalt im Rückenspeck leicht über jenem im Bauchhöhlenfett.

Bei Linolensäure, die im Fettsäuremuster der Schlachtkörper zwar nur eine untergeordnete Rolle spielt und daher nicht so sehr wegen ihres Einflusses auf die Fettkonsistenz, sondern vielmehr wegen ihrer großen Oxidationsneigung im Hinblick auf die Haltbarkeit von fettreichen Fleischprodukten eine gewisse Beachtung verlangt, scheinen ähnliche Verhältnisse wie bei Linolsäure vorzuliegen (PRABUCKI 1980). Auch hier konnte jedoch kein strenger Einklang zwischen Futter und Körperfett festgestellt werden, zumal der Linolensäuregehalt bei Gruppe 5 im Rückenspeck den niedrigsten und im Bauchhöhlenfett den höchsten Wert aller Gruppen aufwies.

Die Gehalte an Palmitin- und Stearinsäure in den Fettsäuremustern der Schlachtkörper sind auf die vorherrschende Eigensynthese dieser Fettsäuren aus Kohlenhydraten zurückzuführen.

Nach den Schweizer Empfehlungen für die Qualitätsbeurteilung von Rückenspeck (PRABUCKI und HÄUSER 1990) entsprachen lediglich die Tiere der Gruppe 5 (ohne Mais) den Anforderungen für Verarbeitungsfleisch, wenngleich auch die Fettqualität der anderen Gruppen tolerierbar war. Nach den von FISCHER et al. (1990) angegebenen Grenzwerten wies keine Gruppe Qualitätsmängel auf.

Somit ist davon auszugehen, daß man, wie vielfach dargelegt, durch den Einsatz hoher Maismengen eine Verschlechterung der Fettqualität in Kauf nehmen muß. Bei vorsichtiger Wahl der übrigen Futterkomponenten (geringer Rohfettgehalt bzw. hoher Anteil an gesättigten Fettsäuren im Fettsäuremuster) sollte es aber zu keinen eklatanten Konsistenzproblemen kommen.

Literatur

- BERGER, J., E. DEISL, G. GEBAUER, J. ALTENSCHLÄGER und H. STOLL, 1987: Das Fleischbuch. Bohmann Verlag.
- DLG-Futterwerttabelle für Schweine, DLG-Verlagsgesellschaft, Frankfurt 1984.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Österreichischer Agrarverlag.
- FISCHER, R., P. FREUDENREICH, K. H. HOPPENBRÖCK und W. SOMMER, 1990: Einflüsse von Fütterung, Mastendgewicht und Geschlecht auf die Fettqualität beim Schwein. Mitteilungsblatt der BASF 108, 130-139.
- HARTFIEL, W., 1984: Einsatz von Futterfetten in der Schweineproduktion (I). Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 22, 694-697.
- HARVEY, W. R., 1987: Users Guide for LSMLMW. Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program, Ohio State University.
- KIRCHGESSNER, M., 1992: Tierernährung. 8., neubearbeitete Aufl., DLG-Verlagsgesellschaft.
- PETERSEN, J. S. and A. MADSEN, 1993: Fatty acid profile of subcutaneous and intramuscular fat interaction between sex and dietary fat. 44. Jahrestagung der EVT, P 2.8, 336.
- PRABUCKI, A. L., 1971: Über Veränderungen des Fettsäuremusters im Fett von monogastriischen Tieren bei unterschiedlichem Polyensäuregehalt des Futterfettes. Schweizer Landwirtschaftliches Monatsheft 49, 116.
- PRABUCKI, A. L., 1980: Der Einfluß des Futterfettes auf die Eigenschaften des Körperfettes und des Fleisches. NRA/FAL-Symposium, 82-95.
- PRABUCKI, A. L. und A. HÄUSER, 1990: Die Fettqualität bei Mastschweinen (1988/1989). Landwirtschaft Schweiz 3, 199-200.
- SCHEUMER, R., G. STRÖHLEIN und J. GOGOŁOK, 1990: SAS, Datenverarbeitung und statistische Auswertung mit SAS Version 6. Band 1 u. 2.
- VDLUFA-Methodenbuch III, VDLUFA-Verlag, Darmstadt 1988.
- WACHS, W., 1961: Öle und Fette. 1. Teil: Analyse der Nahrungsfette. Band 8, Verlag A. W. Hayns-Erben.

(Manuskript eingelangt am 28. September 1994, angenommen am 16. Juni 1995)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Hubert FACHBERGER, Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang WETSCHEREK und o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Franz LETTNER, Institut für Nutztierwissenschaft, Abteilung Tierernährung, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien