

# Untersuchung über den Einsatz von Rapssaat und deren Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die Fleischqualität in der Schweinemast

J. J. Frickh, W. Wetscherek und W. A. Pichler

## Effects of rape seed meal on fattening performance, slaughtering performance and meat quality in pigs

### 1. Einleitung

Von größerer Bedeutung für die Fütterung waren bisher lediglich Rapsverarbeitungsprodukte wie Rapsöl, Rapsextraktionsschrot, Rapsexpeller und Rapskuchen (BELLOF und SIEGHART, 1996; LETTNER, 1990; LETTNER und WETSCHEREK, 1992; NÜRNBERG et al., 1994; SALEWSKI, 1994; SPANN, 1988; WETSCHEREK et al., 1992). Mit der Züchtung von neuen leistungsfähigen 00-Sorten, die erucasäure- und glucosinolatarm sind (CRAMER, 1990) sowie der Neuregelung der EU-Marktordnung für Ölsaaten wird Körneraps als Futtermittel interessant, da sich die Verkaufserlöse für Raps auf einem Niveau bewegen, die eine Eigenverfütterung wirtschaftlich erscheinen lassen (SOMMER und ADAM, 1992a; BELLOF et al., 1993). Körneraps übertrifft

mit mehr als 20 % Rohprotein die Gehalte von Getreide und mit 17,46 MJ ME/kg die Energiewerte von Sojaextraktionsschrot und Fischmehl (DLG, 1991). Besondere Anforderungen sind an die Verarbeitungstechnik zu stellen, da die geringe Teilchengröße in Verbindung mit dem hohen Fettgehalt zu Problemen bei der Schrotung führen kann. Spezielle Mühlen sind jedoch in der Lage, Rapssaat ohne Ölaustritt zu schroten, wodurch eine Weiterverarbeitung in Mischfutterwerken ohne Probleme möglich ist. Beschränkend für den Einsatz von glucosinolatarmem 00-Raps in der Schweinefütterung ist der hohe Fettgehalt (40 %) und der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren, der die Verarbeitungsqualität von Schweinefleisch und -fett beeinträchtigen kann (GRÜNEWALD et al., 1996). In der Literatur gibt es verschiedene Angaben über die Höhe des Ein-

### Summary

Data of 210 pigs recorded at the Federal Research Farm Königshof (Austria) were analysed to investigate the effects of substituting sorghum, triticale and barley for rape-seed in diets for growing pigs on fattening performance, slaughtering performance and meat quality. The test started at 30 kg live mass and was finished at 100 kg. These feeding components were substituted for rape-seed at levels of 0, 3, 6 and 9 % of the diets. For two groups rape-seed was reduced in the second fattening part from 9 % to 4,5 % and 0 %, respectively. Average daily feed intake, average daily gain and feed conversion were not affected by dietary rape-seed levels. Pigs fed diets containing 6 % rape-seed had higher lean content and slaughtering percentage but lower fat content than those fed with 0, 3, 4,5 and 9 % rape-seed. pH-value, sensory and colourimetric features were not affected by content of rape-seed. Share force was higher on diets containing 9 % rape-seed. As a result of feeding rape-seed, in external fat polyunsaturated fatty acids (PUFA) increased from 12,4 % (0 % rape), 14,7 % (3 % rape), 16,9 % (6 % rape) to 18,7 (9 % rape). The reduction of rape in the diet of the second fattening section on 4,5 % and 0 %, respectively, decreased PUFA on 16,7 % and 12,8 % respectively. The reactions in intramuscular fat were analogous. From the data presented here, feeding of 9 % rape-seed in the first fattening section can be recommended maintaining fattening and slaughtering performance and meat quality. In the second fattening section rape should be reduced to 2-3 % because of the soft consistence of fat. PUFA fed in the second fattening section have a high influence on fat quality.

**Key words:** rape seed, pig, meat quality.

### Zusammenfassung

Der Einfluß von steigenden Anteilen (0, 3, 6 und 9 %) an Rapssamen im Alleinfutter auf die Mast- und Schlachtleistung sowie insbesondere auf die Fleischqualität von Mastschweinen wurde unter Praxisbedingungen geprüft. Bei zwei Gruppen, die im ersten Mastabschnitt 9 % Rapssamen erhielten, wurde der Rapssamenanteil in der Endmast (> 50 kg) auf 4,5 % bzw. 0 % reduziert. Insgesamt wurden demnach 6 Gruppen mit je 35 Schweinen geprüft. Rapssamen wurden anstelle von Getreide und Erbsen bzw. Pferdebohnen eingesetzt. Der Versuch erfaßte einen Gewichtsbereich von 30–110 kg.

Die tägliche Futtermittelaufnahme, die täglichen Zunahmen und die Rohverwertung wurden von den unterschiedlichen Rapssamenanteilen in der Ration nicht beeinflusst. Schweine, die mit 6 % Rapssamen gefüttert wurden, wiesen einen höheren Fleischanteil und eine höhere Ausschachtung auf, aber einen niedrigeren Fettgehalt im Schlachtkörper als solche, die mit 0, 3, 4,5 und 9 % Rapssamen gefüttert wurden. Die pH-Werte, die sensorischen Merkmale und die Farbkennzahlen wurden durch zunehmenden Rapssamenanteil nicht beeinflusst. Die Scherkraft war bei der Gruppe mit 9 % Rapssamen am höchsten. Durch den Einsatz von Rapssamen wurde der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Auflagenfett von 12,4 % (0 % Raps), 14,7 % (3 % Raps), 16,9 % (6 % Raps) auf 18,7 % (9 % Raps) erhöht. Die Reduktion des Rapseinsatzes auf 4,5 % in der 2. Masthälfte reduzierte den Anteil der PUFA im Auflagenfett auf 16,7 % bzw. bei Verzicht des Rapses auf 12,8 %. Im intramuskulären Fett waren analoge Gegebenheiten beobachtet worden. Aus den Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß die Zufuhr von ungesättigten Fettsäuren in der zweiten Masthälfte den wesentlichen Einfluß auf die Zusammensetzung des Fettes hat. Im ersten Mastabschnitt kann bis zu 9 % Rapssamen in der Ration gefüttert werden, in der zweiten Hälfte sollte aber eine Reduktion auf 0–3 % Rapssamen vorgenommen werden, da das Fett aus praktischen Erfahrungen bei 6 % und 9 % sehr weich war.

**Schlagworte:** Rapssamen, Schweinemast, Fleischqualität.

satzes von Rapssamen in der Ration (Bellof et al., 1993; Salewski, 1994; Sommer und Adam, 1992b).

Um die Eignung von Rapssaat für die Fütterung bei Mastschweinen zu untersuchen, wurde an der Bundesversuchswirtschaft Königshof eine Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt, die Auswirkungen von unterschiedlich hohen Gaben von Rapssaat in der Ration auf die Futteraufnahme, die Mast- und Schlachtleistung und die Fleischqualität zu prüfen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Versuchsaufbau

Der Schweinemastversuch wurde an der Bundesversuchswirtschaft Königshof durchgeführt. Die notwendigen Ferkel wurden über den Niederösterreichischen Ferkelring aus speziellen Ferkelaufzuchtbetrieben angekauft und abwechselnd in Buchten mit je 35 Tieren auf Tiefstreu eingestellt. Zu Versuchsbeginn wurden die Tiere gewogen und mit Ohrmarken gekennzeichnet.

Grundlage für die Auswertung dieser Untersuchung bil-

dete das Datenmaterial von 210 Tieren. Die Schweine wurden mit 6 unterschiedlichen Rationen gefüttert. Die durchschnittliche Anfangsmasse lag je nach Gruppe zwischen 28,5 und 31,7 kg.

Die Mast wurde nach den Empfehlungen von Burgstaller (1991) in zwei Abschnitte, Anfangsmast (25–50 kg) und Endmast (ab 50 kg), unterteilt. Der Versuchsplan und die Zusammensetzung der in den beiden Mastabschnitten verabreichten Rationen (MF I, MF II) sind in Tabelle 1 dargestellt. Über die gesamte Mastperiode wurde pelletiertes Alleinfutter über Futterautomaten ad libitum verabreicht. Das Wasser stand den Tieren über Nippeltränken zur freien Aufnahme zur Verfügung.

### 2.2 Fütterung und Futterzusammenstellung

Ausgehend von einem Kontrollfutter (Gruppe 1), einem praxisüblichen Schweinemastalleinfutter, wurden 3 %, (Gruppe 2), 6 % (Gruppe 3) und 9 % (Gruppe 4) Rapssamen im Austausch gegen Sorghum, Triticale, Erbse und Pferdebohne über die gesamte Mastperiode eingesetzt (Tabelle 1). Bei den Gruppen 5 und 6 wurde, ausgehend

Tabelle 1: Zusammensetzung der Futtermischungen für die zwei Mastabschnitte (%)

Table 1: Composition of diets for two fattening sections (%)

Futtermittel %	Gruppe												Raps
	1		2		3		4		5		6		
	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	
Rapssamen, 00-Typ	0,0	0,0	3,0	3,0	6,0	6,0	9,0	9,0	9,0	4,5	9,0	0,0	-
Gerste	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	30,0	24,0	30,0	24,0	24,0	-
Mais	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	-
Sorghum Hirse	8,0	19,5	8,0	20,0	5,0	15,0	5,0	15,0	5,0	15,0	5,0	19,5	-
Triticale	7,5	12,0	6,5	7,5	6,5	14,5	3,5	7,5	3,5	7,0	3,5	12,0	-
Erbsen	32,0	20,0	30,0	27,0	30,0	22,0	30,0	20,0	30,0	25,0	30,0	20,0	-
Pferdebohne	20,0	16,0	20,0	10,0	20,0	10,0	20,0	10,0	20,0	10,0	20,0	16,0	-
Klinomin	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-
Taulin	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	-
Kohlensaurer Kalk	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-
Prämix	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	-
<b>Inhaltsstoffe, g</b>													
Trockensubstanz	911	910	912	918	911	912	926	910	926	910	926	910	910
Rohprotein	170	151	175	147	179	147	181	148	181	142	181	151	192
Rohfett	16	15	28	35	40	42	47	53	47	34	47	15	413
Rohfaser	50	45	51	59	53	51	50	52	50	53	50	45	137
Rohasche	70	64	66	62	65	68	63	65	63	66	63	64	39
Stärke	444	501	450	472	455	464	443	476	443	485	443	501	27
Zucker	44	33	37	30	46	34	27	37	27	41	27	33	29
Energie, MJ ME	12,9	13,2	13,4	13,2	13,8	13,4	13,9	13,8	13,9	13,3	13,9	13,2	16,9

MF I ... Mastfutter 1 (bis zum 50. Lebenstag), MF II ... Mastfutter II (ab dem 50. Lebenstag)

von 9 % Rapssamen im Mastfutter I (MF I), der Anteil von Rapssamen in der Ration im Mastfutter II (MF II) auf 4,5 % bzw. 0 % reduziert. Das Kraftfutter wurde im betriebseigenen Mischfutterwerk gemischt und pelletiert.

Die chemischen Analysen der Futterkomponenten bzw. der Rationen wurden vom Institut für Nutztierwissenschaften, Abteilung Tierernährung der Universität für Bodenkultur in Wien durchgeführt.

Die mittleren Gehaltswerte der Alleinfuttermittel I und

II an Trockensubstanz, Rohnährstoffen, Energie und Fettsäuren sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt. Der Energie- und Eiweißgehalt der Rationen konnte durch den Austausch von Getreide gegen Rapssamen und Erbsen bzw. Pferdebohne in etwa gleich gehalten werden. Der relative Anteil der mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist durch die Zugabe von Rapssamen gefallen. Durch den Anstieg des Rohfettgehaltes wurde der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren je kg Futtermittel jedoch wesentlich erhöht.

Tabelle 2: Fettsäurezusammensetzung der Futtermischungen für die zwei Mastabschnitte (%)

Table 2: Composition of fatty acids in diets for two fattening sections (%)

Fettsäure, %	Gruppe												Raps
	1		2		3		4		5		6		
	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	MF I	MF II	
C <sub>14:0</sub> Myristinsäure	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
C <sub>16:0</sub> Palmitinsäure	13,2	14,0	10,4	9,1	9,3	8,4	8,3	7,4	8,3	8,2	8,3	14,0	4,1
C <sub>16:1</sub> Palmitoleinsäure	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2
C <sub>18:0</sub> Stearinsäure	1,8	1,4	1,7	1,4	1,5	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3
C <sub>18:1</sub> Oleinsäure	26,8	27,6	41,4	44,8	45,3	48,6	49,4	51,9	49,4	46,6	49,4	27,6	61,0
C <sub>18:2</sub> Linolsäure	52,5	51,3	40,1	36,8	36,0	32,8	32,8	30,7	32,8	34,7	32,8	51,3	21,6
C <sub>18:3</sub> Linolensäure	4,07	4,4	5,2	6,7	6,5	7,4	6,8	7,8	6,8	7,2	6,8	4,4	10,4
C <sub>20:1</sub> Gadoleinsäure	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,5	1,0
höhere Fettsäuren	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3
MUFA	27,4	28,5	42,2	45,7	46,3	49,8	50,5	53,1	50,5	47,8	50,5	28,5	62,2
PUFA	57,2	55,7	45,3	43,5	42,5	40,2	39,6	38,5	39,6	41,9	39,6	55,7	32
UFA	84,6	84,2	87,5	89,2	88,8	90,0	90,1	91,6	90,1	89,7	90,1	84,2	94,2
SFA	15,4	15,8	12,5	10,8	11,2	10,0	9,9	8,4	9,9	10,3	9,9	15,8	5,8

MF ... Mastfutter I, II; MUFA ... einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA ... mehrfach ungesättigte Fettsäuren; UFA ... ungesättigte Fettsäuren; SFA ... gesättigte Fettsäuren.

## 2.3 Erhobene Merkmale

### 2.3.1 Mast- und Schlachtleistung

Die Mast erfaßte den Lebendmassebereich von durchschnittlich 30 bis 105 kg. Die Tageszunahmen konnten für das Einzeltier errechnet werden, während der Futtermittelverbrauch nur für die jeweils betreffende Gruppe ermittelt werden konnte.

Die Schlachtung und Zerlegung der Tiere wurde im betriebseigenen Versuchsschlachthaus nach Erreichen der angestrebten Mastendmasse von etwa 100 kg durchgeführt.

Der Muskelfleischanteil wurde nach der Formel von WILLAM und HAIGER (1990) ermittelt.

Die Fleisch-% wurden aus dem abgespeckten Schlegel mit Stelze, abgespeckten Karree und abgespeckten Schulter mit Stelze in % des Zweihälftengewichtes kalt ermittelt. Analog dazu wurden ermittelt: die Fett-%, der Schinkenspeck, der Karreespeck, der Schulterspeck und der Bauchspeck in % des Zweihälftengewichtes kalt. Das Fett/Fleisch-Verhältnis wurde aus dem Verhältnis Fett-%/Fleisch-% errechnet.

### 2.3.2 Fleischbeschaffenheit

Sämtliche Messungen erfolgten am *m. longissimus dorsi* und am *m. semimembranosus* 45 min und 24 h p. m.

Die Messung der pH-Werte erfolgte mit einer Glaselektrode (Einstabmeßkette) nach der von HOFMANN (1986) beschriebenen Vorgangsweise. Die Leitfähigkeitsmessung wurde mit einer Einstichsonde durchgeführt.

Zur Bestimmung der Farbe beim Schweinefleisch war das Zweistrahlenspektrophotometer CODEC 400 der Fa. Phyma, Österreich mit kontinuierlicher Probenbeleuchtung im Einsatz. Die Proben wurden mit der Strahlung des uneingeschränkten Wellenlängenbereiches (polychromatisch) unter einem Beleuchtungswinkel von 45° und einem Beobachtungswinkel von 0° (Meßgeometrie 45/0) beleuchtet.

In dieser Arbeit ist der  $L^*a^*b^*$ -Farbenraum (CIELAB) zur Anwendung gekommen. Zusätzlich sind die Kenngrößen  $C^*_{ab}$ -Buntheit und der  $h^*_{ab}$ -Bunttonwinkel abgeleitet worden.

Zur Ermittlung des Tropfsaftverlustes kam das von HONIKEL (1986) empfohlene Verfahren zur Anwendung. Dabei wurde eine Scheibe der beiden Muskeln, etwa 2,5 cm stark (100–120 g) entnommen, gewogen, von anhaften-

dem Fettgewebe befreit, wobei die Fettfaszias belassen wurden und anschließend an einem Bindfaden aufgehängt, unter Normaldruck in ein Plastiksackerl verschweißt und frei hängend 48 Stunden bei 2–4° C gelagert. Durch die Rückwaage der Probe konnte der wässrige Rückstand (Tropfsaft) ermittelt werden.

Die frischen Fleischscheiben des *m. longissimus dorsi* und *m. semimembranosus* von 2,5 cm in Alufolien gelegt und bis zum Erreichen der Kerntemperatur von 65° C (HONIKEL, 1993) in einem Doppelplattenkontaktgrill gegrillt. Die Temperatur der Platten betrug 230° C. Unmittelbar vor und nach dem Grillvorgang wurden die Fleischproben zur Ermittlung des Grillsaftverlustes gewogen.

Die Messung der Scherkraft erfolgte objektiv mit der Warner-Bratzler-Fleischschere. Dazu wurden die Proben analog zur Grillsaftverlustbestimmung bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 65° C gegrillt und anschließend 40 min abgekühlt. Mit einem normierten Gerät wurden 10 zylindrische Fleischkerne von 3/4 Zoll Durchmesser (1,27 cm) aus den Muskeln längs des Faserverlaufs ausgestochen und quer zur Faserrichtung mit der Warner-Bratzler-Fleischschere die maximale Scherkraft in kg bestimmt.

Nachdem mehrere Gruppen gleichzeitig geprüft werden sollten (Vergleichsprüfung), war es notwendig, die Proben einzufrieren und bis zum Verkostungstermin, aber maximal 3 Monate, zu lagern, um die Lipolyse hintanzuhalten (IGENE et al., 1979). Die Proben wurden bei 4° C im Kühlschrank langsam aufgetaut (AMBROSIADIS et al., 1994).

Zur Bewertung der sensorischen Eigenschaften des Fleisches kam das an der Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach, BRD, entwickelte sensorische Prüfverfahren zur Anwendung (RISTIC, 1987; GUHE, 1991; SEUSS et al., 1994). Nach dem Auftauen (Fleischkerntemperatur > 0° C) wurde das Fleisch wie oben beschrieben gegrillt. Ein trainiertes Panel von 6 Personen, 2 weibliche Verkosterinnen und 4 männliche Verkoster beurteilten Saftigkeit, Zartheit und Aroma nach einem 6 Punkte umfassenden Schema.

## 2.4 Statistische Auswertung

Bei allen erhobenen Merkmalen erfolgte die varianzanalytische Auswertung mit der GLM-Procedure 6.11 von SAS (1994). Die paarweisen Gruppenvergleiche erfolgten mit dem Bonferoni-Holm-Test (ESSL, 1987). Signifikante Gruppenunterschiede wurden in den Ergebnistabellen mit verschiedenen hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet.

Bei den erhobenen Kriterien werden die Least-Squares-

Gruppenmittelwerte und die Residualstandardabweichungen ( $s_e$ ) und die Irrtumswahrscheinlichkeit aus dem Bonferroni-Holm-Test angegeben.

Für die statistische Auswertung aller Merkmale der Mast- und Schlachtleistung wurde das unten angeführte statistische Modell erstellt. Für die Merkmale der Fleischinhaltsstoffe, der Fettsäuren und der Fleischqualität wurde das Modell ohne Kovariablen verwendet.

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + S_j + b_1(AG_{ijkl} - \overline{AG}) + b_2(AG_{ijkl} - \overline{AG})^2 + e_{ijkl}$$

- $Y_{ijkl}$  ... Beobachtungswert
- $\mu$  ... gemeinsame Konstante
- $G_i$  ... fixer Effekt der Gruppe  $i$ ,  $i = 1-6$
- $S_j$  ... fixer Effekt des Geschlechts  $j$ ,  $j = 1, 2$  (männlich kastriert, weiblich)
- $AG_{ijkl}$  ... Kovariable Anfangsmasse (Mastleistung) bzw. Zweihälftengewicht kalt (Schlachtleistung)
- $b_1, b_2$  ... lineare und quadratische Regressionskoeffizienten
- $e_{ijkl}$  ... Restkomponente

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung

Der Versuch verlief weitgehend störungsfrei, sodaß die Tierzahl zur Versuchsauswertung in allen Gruppen gleich war. Die Tabellen 3 und 4 enthalten die Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung, gegliedert nach Gruppe und Geschlecht.

Die tägliche Futtermittelaufnahme (Tabelle 3), welche lediglich als Durchschnitt der Gruppe erhoben werden konnte, war bei allen untersuchten Gruppen etwa gleich. Die Tiere der Kontrollgruppe sowie die Gruppe 4 und 5 nahmen 2,3 kg Futtermittel pro Tag auf, die Gruppen 2 und 3 2,1 kg und die Gruppe 6 2,2 kg. Beim Futtermittelaufwand bzw. Aufwand war aufgrund der Gruppenfütterung keine statistische Bewertung möglich. In der Tendenz brachte die Zufütterung von Rapssamen beim Merkmal Futtermittelaufwand leichte Verbesserungen gegenüber der Vergleichsgruppe.

Die mittleren täglichen Lebendmassezunahmen lassen bei Gruppe 2 (3 % Rapssamen) und 3 (6 % Rapssamen)

Tabelle 3: Ergebnisse der Mastleistung  
Table 3: Results of fattening performance

Merkmal	Gruppe						m	w	$s_e$
	1	2	3	4	5	6			
n	35	35	35	35	35	35	119	101	-
Masttage, d	103 <sup>b</sup>	103 <sup>b</sup>	109 <sup>a</sup>	107 <sup>a</sup>	107 <sup>a</sup>	109 <sup>a</sup>	106 <sup>b</sup>	107 <sup>a</sup>	2,6
Anfangsmasse, kg	31,4	30,4	31,9	31,0	30,1	31,2	30,6	31,0	2,6
Lebendmasse, kg	103,8 <sup>ab</sup>	98,2 <sup>b</sup>	103,7 <sup>ab</sup>	106,1 <sup>a</sup>	103,8 <sup>ab</sup>	106,7 <sup>a</sup>	107,4 <sup>a</sup>	100,0 <sup>b</sup>	8,5
Tageszunahmen, g	709	667	663	698	696	693	726 <sup>a</sup>	649 <sup>b</sup>	81,4
Futtermittelaufnahme, kg / d	2,3	2,1	2,1	2,3	2,3	2,2	-	-	-
Futtermittelaufwand, kg / kg	3,34	3,15	3,20	3,18	3,19	3,22	-	-	-

m ... männlich; w ... weiblich; <sup>a, b, c</sup> ... LSM in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ( $P < 0,05$ ).

Table 4: Ergebnisse der Schlachtleistung  
Table 4: Results of slaughtering performance

Merkmal	Gruppe						m	w	$s_e$
	1	2	3	4	5	6			
n	35	35	35	35	35	35	119	101	-
Schlachtgewicht, kg	86,4	80,5	86,9	87,1	86,4	87,0	88,9 <sup>a</sup>	82,5 <sup>b</sup>	6,8
MFA, %	56,8	57,4	58,3	57,8	56,1	57,3	55,4 <sup>b</sup>	59,1 <sup>a</sup>	3,2
Handelsklasse	E	E	E	E	E	E	E	E	-
Ausschlachtung, %	83,5 <sup>ac</sup>	82,7 <sup>ab</sup>	83,7 <sup>a</sup>	82,3 <sup>bc</sup>	81,8 <sup>b</sup>	81,6 <sup>b</sup>	82,6	82,6	1,6
Fleisch-%	60,4	60,6	62,4	62,0	60,7	60,5	60,5 <sup>b</sup>	61,7 <sup>a</sup>	1,8
Fett-%	13,5 <sup>ab</sup>	13,5 <sup>ab</sup>	12,3 <sup>b</sup>	13,5 <sup>ab</sup>	14,1 <sup>a</sup>	14,3 <sup>a</sup>	14,2 <sup>a</sup>	12,9 <sup>b</sup>	2,2
Fett / Fleisch	0,23 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>ab</sup>	0,20 <sup>b</sup>	0,22 <sup>ab</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,24 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	0,04

m ... männlich; w ... weiblich; MFA ... Muskelfleischanteil; <sup>a, b, c</sup> ... LSM in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ( $P < 0,05$ ).

einen leichten Abfall (Tabelle 3) gegenüber der Kontrollgruppe erkennen. Während die Kontrollgruppe (Gruppe 1) auf 709 g kam, nahmen die Gruppen 2 und 3 667 g bzw. 663 g pro Tag zu. Bei Gruppe 4 (9 % Rapssamen) wurden mit 698 g keine merklichen Unterschiede zur Kontrollgruppe verzeichnet. Die Unterschiede waren nicht signifikant. Dies entspricht auch den Angaben von HOMB und MATRE (1989), die bei 16 % Rapssamen noch keinen Einfluß auf die Mastleistung feststellen konnten.

Die Gruppe 2 lag mit einer Lebendmasse von 98,2 kg hinter den Gruppen 4 (106,1 kg) und 6 (106,7 kg) signifikant zurück, zu berücksichtigen ist dabei aber auch die relativ kürzere Mastdauer.

Der Muskelfleischanteil (Tabelle 4) des Schlachtkörpers wird durch die Rapssamengebe nicht wesentlich beeinflusst. Die Ergebnisse des BONFERONI-HOLM-Testes zeigten aber einen Einfluß des Geschlechts auf dieses Merkmal. Die weiblichen Tiere waren mit einem Muskelfleischanteil von 59,1 den männlichen Kastraten mit 55,4 signifikant überlegen. Bei der Handelsklasse kam es aber zu keinen Verschiebungen. Die Ausschachtung ließ weder Geschlechtsunterschiede erkennen, noch gab es Gruppenunterschiede in diesem Merkmal. Die Gruppen 1 und 3 erreichten mit 83,5 und 83,7 % die höchste Ausschachtung und unterschieden sich in der Tendenz von den Gruppen 2 (82,7 %), 5 (81,8 %) und 6 (81,6 %). Der bei der Zerlegung ermittelte Fleischanteil lag mit 62,4 % bei Gruppe 3 am höchsten und unterschied sich signifikant von den Gruppen 1 (60,4 %) und 6 (60,5 %). Die weiblichen Tiere hatten mit 61,7 % einen signifikant höheren Fleischanteil als die männlichen Kastraten mit 60,5 %.

Beim Fettanteil unterschieden sich die Gruppen 5 (14,1 %) und 6 (14,3 %) von der Gruppe 3 (12,3 %) signifikant. Im Fett/Fleisch-Verhältnis unterschied sich die Gruppe 3 (0,20) signifikant von den Gruppen 5 und 6 (0,24).

## 3.2 Auswirkung auf die Fett- und Fleischqualität

### 3.2.1 Chemische Bestandteile

Tabelle 5 zeigt die chemischen Bestandteile des Karrees. Beim Rohfettgehalt, welcher der wichtigste qualitätsbestimmende Inhaltsstoff ist, bestanden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Gruppen. Der Rohproteingehalt von Gruppe 3 war aufgrund des etwas geringeren Wassergehaltes des Karrees etwas höher als in den anderen Gruppen. Bei Gruppe 2 war der Rohproteingehalt etwas geringer als bei den anderen Gruppen.

### 3.2.2 Fettsäuremuster

In Tabelle 6 wird das Fettsäuremuster des Rohfettes vom Karree (*m. longissimus dorsi*) und in Tabelle 7 das Fettsäuremuster vom Auflagenfett angegeben.

Mit zunehmendem Rapssamenanteil in den Futtermischungen stieg der Linolsäureanteil ( $C_{18:2}$ ) im Rohfett des intramuskulären Fettes von 4,0 % in Gruppe 1 auf 4,3 % bei einer Vorlage von 3 % Rapssamen (Gruppe 2) bzw. 4,8 % bei 6 % Rapssamen und 6,9 % bei 9 % Rapssamen, während in den Gruppen 5 (5,9 %) und 6 (3,9 %) der  $C_{18:2}$  Gehalt wieder auf das Ausgangsniveau zurückging. Analog war diese Situation im Auflagenfett. Mit zunehmendem Rapssamenanteil nahm der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Auflagenfett von 12,4 % in der Kontrollgruppe auf 18,7 % in der Gruppe 4 (9 % Rapssamen) zu und war in Gruppe 5 (16,7 %) und 6 (12,8 %) wieder niedriger. Die Unterschiede waren signifikant.

Tabelle 5: Chemische Bestandteile des *m. longissimus dorsi*  
Table 5: Analytical composition of *m. longissimus dorsi*

Merkmal	Gruppe						m	w	S(e)
	1	2	3	4	5	6			
n	35	35	35	35	35	35	119	101	-
Trockensubstanz, g/kg	255 <sup>ab</sup>	245 <sup>c</sup>	259 <sup>a</sup>	250 <sup>bc</sup>	251 <sup>abc</sup>	255 <sup>ab</sup>	255	250	7,9
Rohprotein, g/kg	227 <sup>ab</sup>	220 <sup>b</sup>	232 <sup>a</sup>	227 <sup>ab</sup>	226 <sup>ab</sup>	225 <sup>ab</sup>	228	224	7,5
Rohfett, g/kg	19	14	17	13	13	16	17	14	6,1
Rohasche, g/kg	12	12	13	13	12	13	12	12	1,2

m ... männlich; w ... weiblich; <sup>a, b, c</sup> ... LSM in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ( $P < 0,05$ ).

Tabelle 6: Einfluß der Fütterung auf die Fettsäurezusammensetzung des *m. longissimus dorsi*  
 Table 6: Influence of feeding on fatty acids composition of *m. longissimus dorsi*

Merkmal	Gruppe						m	w	s <sub>(e)</sub>
	1	2	3	4	5	6			
n	16	16	16	16	16	16			-
C <sub>10:0</sub>	1,3 <sup>a</sup>	0,7 <sup>ab</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,7 <sup>ab</sup>	0,6 <sup>ab</sup>	0,8 <sup>ab</sup>	0,6	0,8	0,73
C <sub>12:0</sub>	0,6 <sup>a</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,1 <sup>c</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,1 <sup>c</sup>	0,5 <sup>b</sup>	0,3	0,3	0,14
C <sub>14:0</sub>	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	0,17
C <sub>16:0</sub>	25,7 <sup>a</sup>	26,2 <sup>a</sup>	25,0 <sup>ab</sup>	24,1 <sup>b</sup>	23,8 <sup>b</sup>	25,5 <sup>ab</sup>	25,7 <sup>a</sup>	24,5 <sup>b</sup>	1,46
C <sub>16:1-cis</sub>	4,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,8 <sup>ab</sup>	3,4 <sup>b</sup>	3,7 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,9	3,8	0,49
C <sub>16:1-trans</sub>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,07
C <sub>18:0</sub>	10,5 <sup>a</sup>	10,1 <sup>ab</sup>	10,3 <sup>ab</sup>	9,8 <sup>ab</sup>	9,6 <sup>ab</sup>	9,4 <sup>b</sup>	10,0	9,9	0,86
C <sub>18:1</sub>	49,1 <sup>b</sup>	49,0 <sup>b</sup>	50,6 <sup>ab</sup>	48,9 <sup>b</sup>	49,7 <sup>ab</sup>	51,2 <sup>a</sup>	50,0	49,5	1,93
C <sub>18:2</sub>	4,0 <sup>c</sup>	4,3 <sup>c</sup>	4,8 <sup>bc</sup>	6,9 <sup>a</sup>	5,9 <sup>ab</sup>	3,9 <sup>c</sup>	4,4 <sup>b</sup>	5,5 <sup>a</sup>	1,37
C <sub>18:3</sub>	0,5 <sup>c</sup>	0,7 <sup>bc</sup>	1,0 <sup>ab</sup>	1,2 <sup>a</sup>	0,9 <sup>abc</sup>	0,6 <sup>c</sup>	0,8	0,8	0,30
höhere Fettsäuren	2,0 <sup>b</sup>	2,3 <sup>ab</sup>	2,0 <sup>b</sup>	2,6 <sup>ab</sup>	3,1 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	2,1	2,5	0,39
MUFA	53,6 <sup>bc</sup>	53,6 <sup>bc</sup>	54,8 <sup>ac</sup>	52,8 <sup>b</sup>	53,8 <sup>a</sup>	55,6 <sup>a</sup>	54,2	53,6	1,63
PUFA	4,5 <sup>c</sup>	5,0 <sup>bc</sup>	5,8 <sup>bc</sup>	8,1 <sup>a</sup>	6,8 <sup>ab</sup>	4,5 <sup>c</sup>	5,2 <sup>b</sup>	6,3 <sup>a</sup>	1,51
UFA	58,2 <sup>b</sup>	58,6 <sup>b</sup>	60,6 <sup>a</sup>	60,9 <sup>a</sup>	60,6 <sup>a</sup>	60,1 <sup>a</sup>	59,4 <sup>b</sup>	59,9 <sup>a</sup>	2,52

m ... männlich; w ... weiblich; a, b, c ... LSM in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); MUFA ... einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA ... mehrfach ungesättigte Fettsäuren; UFA ... ungesättigte Fettsäuren.

Tabelle 7: Einfluß der Fütterung auf die Fettsäurezusammensetzung des Auflagenfettes  
 Table 7: Influence of feeding on fatty acids composition of external fat

Merkmal	Gruppe						m	w	s <sub>(e)</sub>
	1	2	3	4	5	6			
n	16	16	16	16	16	16			-
C <sub>14:0</sub>	1,5 <sup>ab</sup>	1,6 <sup>a</sup>	1,4 <sup>ab</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,4 <sup>ab</sup>	1,5 <sup>ab</sup>	1,5	1,4	0,22
C <sub>16:0</sub>	24,9 <sup>a</sup>	23,3 <sup>b</sup>	21,4 <sup>cd</sup>	20,0 <sup>d</sup>	21,8 <sup>c</sup>	23,8 <sup>b</sup>	23,1 <sup>a</sup>	22,0 <sup>b</sup>	1,54
C <sub>16:1-cis</sub>	2,7 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>	2,5	2,6	0,39
C <sub>16:1-trans</sub>	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,09
C <sub>17:0</sub>	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3 <sup>b</sup>	0,4 <sup>a</sup>	0,09
C <sub>18:0</sub>	10,5 <sup>a</sup>	8,4 <sup>bc</sup>	8,9 <sup>bc</sup>	7,3 <sup>d</sup>	7,7 <sup>cd</sup>	9,4 <sup>b</sup>	9,1 <sup>a</sup>	8,3 <sup>b</sup>	1,02
C <sub>18:1</sub>	45,1 <sup>b</sup>	45,9 <sup>ab</sup>	46,4 <sup>ab</sup>	47,4 <sup>a</sup>	46,6 <sup>ab</sup>	46,9 <sup>a</sup>	46,6	46,2	1,51
C <sub>18:2</sub>	11,1 <sup>c</sup>	12,5 <sup>bc</sup>	14,1 <sup>ab</sup>	15,2 <sup>a</sup>	13,7 <sup>ab</sup>	11,0 <sup>c</sup>	12,0 <sup>b</sup>	13,9 <sup>a</sup>	1,76
C <sub>18:3</sub>	1,3 <sup>f</sup>	2,2 <sup>d</sup>	2,8 <sup>c</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,0 <sup>b</sup>	1,8 <sup>c</sup>	2,3 <sup>b</sup>	2,6 <sup>a</sup>	0,30
höhere Fettsäuren	1,8	2,1	1,8	2,1	2,1	1,8	2,0	1,9	0,39
MUFA	48,1 <sup>b</sup>	49,0 <sup>ab</sup>	48,8 <sup>ab</sup>	49,9 <sup>a</sup>	49,4 <sup>a</sup>	49,9 <sup>a</sup>	49,2	49,1	2,19
PUFA	12,4 <sup>b</sup>	14,7 <sup>c</sup>	16,9 <sup>a</sup>	18,7 <sup>a</sup>	16,7 <sup>a</sup>	12,8 <sup>b</sup>	14,3 <sup>b</sup>	16,4 <sup>a</sup>	2,01
UFA	60,5 <sup>b</sup>	63,7 <sup>bd</sup>	65,6 <sup>cd</sup>	68,6 <sup>a</sup>	66,2 <sup>c</sup>	62,7 <sup>b</sup>	63,8 <sup>b</sup>	65,9 <sup>a</sup>	2,20

m ... männlich; w ... weiblich; a, b, c ... LSM in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant (P < 0,05); MUFA ... einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA ... mehrfach ungesättigte Fettsäuren; UFA ... ungesättigte Fettsäuren.

### 3.2.3 Merkmale der Fleischqualität

In Tabelle 8 werden die Parameter der Fleischqualität dargestellt. Die pH<sub>1</sub>-Werte, gemessen 45 min p. m. im *m. longissimus dorsi*, lagen in allen 6 Gruppen über 6,0. Die Gruppen unterschieden sich in diesem Merkmal nicht. Auf die pH<sub>2</sub>-Werte hatten die unterschiedlichen Anteile an Rapsamen in der Ration keinen Einfluß. Auch die elektrische Leitfähigkeit brachte keine Hinweise auf Qualitätsabweichungen. Die weiblichen Tiere wurden im Merkmal Saftigkeit mit 4,7 Punkten besser beurteilt als die männlichen

Kastraten mit 4,5 Punkten. Die Scherkraft nach Warner-Bratzler nahm mit einer Zugabe von 3 % und 6 % Rapsamen in der Ration von 3,6 kg (Gruppe 1) auf 3,2 kg (Gruppe 2) bzw. 3,1 kg (Gruppe 3) ab. Bei einer Zugabe von 9 % Raps lag die Scherkraft am höchsten (4,6 kg).

Tabelle 9 zeigt die Zusammenhänge zwischen den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und ausgewählten Merkmalen der Fleischqualität. Die PUFA im Futter beeinflussten sowohl die PUFA im Auflagenfett ( $r = 0,54$ ) als auch die PUFA im Muskelfett ( $r = 0,27$ ) signifikant. Der Anteil an PUFA beeinflusste auch den Rotton  $a^*$  ( $r = 0,21$ )

Tabelle 8: Einfluß der Fütterung auf die Fleischqualität  
Table 8: Influence of feeding on meat quality

Merkmal	Gruppe						m	w	S <sub>(e)</sub>
	1	2	3	4	5	6			
n	95	90	96	108	90	96	351	224	-
pH <sub>1</sub> , MLD	6,05	6,32	6,10	6,26	6,21	6,10	6,22	6,13	0,4
pH <sub>1</sub> , MSM	5,83	5,97	5,84	5,89	5,88	5,92	5,80	5,80	0,4
pH <sub>2</sub> , MLD	5,71	5,60	5,68	5,73	5,68	5,58	5,66	5,67	0,1
pH <sub>2</sub> , MSM	5,71	5,57	5,65	5,69	5,61	5,53	5,63	5,62	0,1
Lf <sub>1</sub> , MLD, mS/cm	4,53	4,55	4,58	4,81	5,03	3,83	5,41	5,37	5,7
Lf <sub>1</sub> , MSM, mS/cm	6,32	5,54	5,53	5,94	6,17	4,92	6,03	6,11	3,7
Lf <sub>2</sub> , MLD, mS/cm	5,41	4,67	5,30	4,31	5,98	5,03	4,94	5,29	2,4
Lf <sub>2</sub> , MSM, mS/cm	5,50	5,76	5,99	4,21	5,35	4,87	5,13	5,42	2,4
Zartheit, Pkt.	4,4	4,6	4,5	4,4	4,4	4,5	4,5	4,4	0,9
Saftigkeit, Pkt.	4,5	4,7	4,6	4,6	4,7	4,8	4,5 <sup>b</sup>	4,7 <sup>a</sup>	0,8
Aroma, Pkt.	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,7	4,5	4,6	0,8
Scherkraft, kg/cm <sup>2</sup>	3,6 <sup>bc</sup>	3,2 <sup>bc</sup>	3,1 <sup>b</sup>	4,6 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ac</sup>	3,0 <sup>b</sup>	3,5	3,6	0,8
Grillsaftverlust, %	23,5 <sup>b</sup>	30,9 <sup>a</sup>	25,2 <sup>b</sup>	25,3 <sup>b</sup>	26,8 <sup>ab</sup>	28,1 <sup>ab</sup>	25,9	27,4	4,5
Tropfsaftverlust, %	6,3	6,8	6,8	5,5	6,8	7,3	6,7	6,4	1,8
L*-Helligkeit	49,8	51,8	51,6	51,7	53,6	51,3	51,3	51,9	3,3
a*-Rotton	-0,2	0,1	0,4	1,2	0,8	0,5	0,5	0,4	0,9
b*-Gelbton	4,0	4,6	5,3	3,8	3,4	4,3	4,4	4,1	1,5
C*-Buntheit	4,2	7,9	5,2	4,0	3,3	4,1	5,7	3,9	5,3
h <sub>ab</sub> *-Farbtonwinkel	0,1	0,1	0,3	0,9	0,6	0,8	0,5	0,4	1,3

m ... männlich; w ... weiblich; <sup>a, b, c</sup> ... LSM in derselben Zeile, die verschiedene Hochbuchstaben tragen, unterscheiden sich signifikant ( $P < 0,05$ ).

Tabelle 9: Phänotypische Korrelationen zwischen Fettsäuren und ausgewählten Kriterien der Fleischqualität  
Table 9: Phenotypic correlations between fatty acids and selected traits of meat quality

Merkmal	Futter PUFA	Merkmal								
		L*	a*	C <sub>ab</sub> *	h <sub>ab</sub>	pH <sub>1</sub> MLD	pH <sub>2</sub> MLD	SA	ZA	GE
PUFA (MLD)	0,27*	0,14	0,21*	0,04	0,19*	-0,03	-0,33*	-0,34*	-0,27*	-0,22*
PUFA (AF)	0,54*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pH <sub>1</sub> (MLD)	-	-0,24*	-0,10	-0,37*	-0,13	-	-	-0,21*	0,17	-0,03
pH <sub>2</sub> (MLD)	-	-0,27*	-0,13	-0,18	-0,29*	-	-	-0,13	-0,02	-0,03
TV	-	0,52*	0,20*	0,21*	0,23*	-0,30*	-0,44*	0,0	-0,16	-0,21*

PUFA ... mehrfach ungesättigte Fettsäuren; MLD ... *m. longissimus dorsi*; AF ... Auflagenfett; TV ... Tropfsaftverlust; SA ... Saftigkeit; ZA ... Zartheit; GE ... Geschmack. \* ... Korrelationen sind signifikant ( $P < 0,05$ ).

und den Farbtonwinkel  $h_{ab}$  ( $r = 0,19$ ) signifikant. Der  $pH_1$ -Wert, gemessen im *m. longissimus dorsi* blieb unbeeinflusst, der  $pH_2$ -Wert zeigte einen Zusammenhang von  $r = -0,33$ . Signifikante Zusammenhänge bestanden zwischen dem Merkmal Tropfsaftverlust und den Merkmalen  $L^*$  ( $r = 0,52$ ),  $C_{ab}^*$  ( $r = 0,21$ ),  $h_{ab}$  ( $r = 0,23$ ),  $pH_1$  ( $r = -0,30$ ),  $pH_2$  ( $r = -0,44$ ) und Geschmack ( $r = -0,21$ ).

#### 4. Diskussion

Die Beurteilung von Rapssamen in der Schweinefütterung orientiert sich in der Literatur vor allem am Futterwert und an den spezifischen Inhaltsstoffen, die zu einer Begrenzung der Einsatzmengen führen.

Die in Tabelle 3 ausgewiesenen Differenzen bei der täglichen Zunahme zwischen den Gruppen 2 und 3 gegenüber der Kontrollgruppe lassen sich auf die etwas geringere Energieaufnahme von 29,0 MJ/d bzw. 27,7 MJ/d gegenüber 30,0 MJ/d zurückführen. Der Unterschied der Gruppe 2 in der Lebendmasse zu den Gruppen 4 und 6 dürfte auf die etwas geringere durchschnittliche Mastdauer zurückzuführen sein.

Die Schlachtkörper der Rapssamengruppen sind geringer verfettet (Tabelle 4) als die Gruppe 1 bzw. die Gruppe 6, bei welcher in der Endmast Rapssamen aus der Ration entfernt wurde. Dieses Ergebnis folgt den Aussagen von BELLOF et al. (1993), welche bei Zufütterung von Rapssamen deutlich geringere Schlachtkörperverfettungen feststellten.

Der Rohfettgehalt im Muskel wurde durch den Rapssamenanteil in den Rationen nicht beeinflusst, wohl aber dessen Zusammensetzung. Die deutliche Abhängigkeit der Schlachtkörperfettzusammensetzung von der Futterfettzusammensetzung wurde auch von ZETTL (1995) beschrieben. Wie aus den Tabellen 6 und 7 hervorgeht hat die Fütterung im zweiten Mastabschnitt, der von 50 kg Lebendmasse bis Mastende verlief, einen wesentlichen Einfluß auf die Fettsäurezusammensetzung sowohl des intramuskulären Fettes als auch auf den des Auflagenfettes. In den Gruppen 5 und 6 wurde im zweiten Mastabschnitt der Rapssamenanteil in der Futtermischung auf 4,5 bzw. 0 % reduziert, wodurch der Linolsäuregehalt ( $C_{18:2}$ ) im Rohfett wieder auf das Ausgangsniveau von 13,7 % bzw. 11,0 % absank. Auch der Gehalt an Linolensäure ( $C_{18:3}$ ) nahm im intramuskulären Fett mit zunehmendem Rapssamenanteil in der Ration zu und konnte durch die Herausnahme von Rapssamen im zweiten Mastabschnitt wieder gesenkt werden. Demnach beeinflusst der Gehalt an

mehrfach ungesättigten Fettsäuren insbesondere in der Ration des zweiten Mastabschnittes die Zusammensetzung sowohl des Auflagenfettes als auch die des intramuskulären Fettes. Bei einer Verfütterung von 3 % Rapssamen wird ein durchschnittlicher Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren von 15 g erreicht. Bei 6 % und 9 % Rapssamen in der Ration war das Auflagenfett sehr weich, wodurch es auch zu Problemen beim Verkauf kam. Dieses Ergebnis ergänzt die Angaben von FISCHER et al. (1991) und SALEWSKI (1994), die als Begrenzung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Ration einen Wert von 19–21 g bzw. 18 g angaben. Auch SOMMER und ADAM (1992a, b) waren der Ansicht, daß mit 8 % Rapssaat in der Ration der akzeptable Bereich bereits ausgeschöpft ist, da übermäßige Zuführen von Linol- und Linolensäure beim Schwein – Fett von Rapssamen (40 % Fettgehalt) besteht zu 60 % aus Ölsäure und zu rund 30 % aus den mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linol- und Linolensäure – zu erheblichen Beeinträchtigungen der Fettqualität, wie weiche ölige Konsistenz, geringe Oxidationsstabilität und schneller Verderb, führen und die Schlachtkörper für die Verarbeitung ungeeignet werden. BELLOF et al. (1993) berichteten von einem Versuch bei dem ein Anteil von 15 % Rapssamen die Schlachtkörper aufgrund der weichen Fettbeschaffenheit für die Weiterverarbeitung unbrauchbar machte. Mit zunehmendem Rapssamenanteil in der Ration nahm der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Auflagenfett von 12,4 % in der Kontrollgruppe auf 14,7 % in Gruppe 2 (3 % Rapssamen), 16,9 % in Gruppe 3 (6 % Rapssamen) und 18,7 % in der Gruppe 4 (9 % Rapssamen) zu und war in Gruppe 5 (4,5 % Rapssamen im zweiten Mastabschnitt) mit 16,7 % und Gruppe 6 (0 % Rapssamen im zweiten Mastabschnitt) mit 12,8 % wieder niedriger. Verglichen mit den Ergebnissen von FISCHER et al. (1991) und BURGSTALLER et al. (1991), die eine Grenze von 15 % Polyensäuren im Rückenspeck angeben, ist aufgrund der Ergebnisse des vorliegenden Versuches die Fütterung von Rationen empfehlenswert, die maximal 3 % Rapssamen über die gesamte Mastperiode enthalten oder aber es wird der Anteil der Rapssamen von 9 % im ersten Mastabschnitt auf 0 % im zweiten reduziert.

Eine gravierende Auswirkung der unterschiedlichen Anteile an Rapssamen in der Ration auf die Merkmale der Fleischqualität konnte nicht beobachtet werden. Die  $pH_1$ -Werte lagen in beiden Muskeln über dem Grenzwert von 5,8 (HOFMANN, 1986), wodurch eine negative Beeinflussung der von den Autoren FÜRST und BERSCHAUER (1981) bzw. SCHEPER (1974) beschriebenen qualitätsbestimmen-

den Eigenschaften nicht zu erwarten war. In den sensorischen Merkmalen, wie Saftigkeit, Zartheit und Geschmack, konnten keine Gruppenunterschiede festgestellt werden, wobei es bei noch höheren Rapssamengaben durchaus zu Geschmacksbeeinträchtigungen kommen kann (HOMB und MATRE, 1989). Den höchsten Scherkraftwert erreichte die Gruppe 4 (4,6 kg), sie unterschied sich signifikant zu allen anderen Gruppen außer zur Gruppe 5. Daraus könnte geschlossen werden, daß mit hohen Anteilen an Rapssamen die Zartheit des Fleisches geringer wird, obwohl dies sensorisch nicht erfaßt werden konnte. Aber auch der Tropfsaftverlust von Gruppe 4 war geringer als bei den übrigen Gruppen. Der höchste Grillsaftverlust wurde bei Gruppe 2 (30,9 %) festgestellt. Bei den Farbkennzahlen waren keine Gruppenunterschiede vorhanden.

Wie aus den Korrelationen in Tabelle 9 erkennbar ist, führen niedrigere  $\text{pH}_1$ -Werte zu einer höheren Saftigkeit ( $r = -0,21^*$ ), geringeren Zartheit ( $r = 0,17^*$ ) und einem geringeren Saffthaltevermögen ( $r = -0,30$ ), einer deutlich höheren Helligkeit ( $r = 0,52^{***}$ ) und geringeren Farbsättigung ( $r = -0,36^{***}$ ) im *m. longissimus dorsi*. Ein hoher Anteil von mehrfach ungesättigten Fettsäuren führt zu niedrigeren  $\text{pH}_2$ -Werten ( $r = -0,33$ ) und zu einer höheren Farbhelligkeit ( $r = 0,14$ ).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß, obwohl die Mastleistung und die Fleischqualität vom Anteil der Rapssamen in der Futtermischung kaum beeinflusst wird, in Hinblick auf die Fettsäurezusammensetzung eine Limitierung durch die Linol- und Linolensäure berücksichtigt werden muß. Nach den Ergebnissen dieses Versuches kann im ersten Mastabschnitt bis zu 9 % Rapssamen in der Ration gefüttert werden, sofern in der zweiten Hälfte eine Reduktion auf ca. 2–3 % Rapssamen vorgenommen wird.

## Literatur

- AMBROSIADIS, I., N. THEODORAKAKOS, S. GEORGAKIS und S. LEKKAS (1994): Einfluß verschiedener Auftaumethoden auf Fleischqualität und Tausaftbildung. *Fleischwirtschaft*, 3, 320–325.
- BELLOE, G. und S. SIEGHART (1996): Süßlupinen und Rapskuchen: Eiweißalternativen in der Schweinemast? *DGS*, 5, 45–49.
- BELLOE, G., J. WEISS und G. BURGSTALLER (1993): Rapssamen in der Schweinemast. *DGS*, 15, 19–22.
- BURGSTALLER, G. (1991): Schweinefütterung. 3. Aufl., Verlag Eugen-Ulmer, Stuttgart.
- BURGSTALLER, G., K. LANG, C. JATSCH und H. NICKLAS (1991): Zum Einfluß von Rapsöl im Vergleich zu Sojaöl im Mischfutter für Mastschweine und zum Einfluß dieser Futteröle auf das Fettsäuremuster des Schweinefettes. *Fett*, 93(10), 391–399.
- CRAMER, N. (1990): Raps, Züchtung – Anbau und Vermarktung von Körnerrops. Verlag Eugen-Ulmer, Stuttgart.
- DLG (1991): Futterwerttabellen für Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt.
- ESSL, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Agrarverlag, Wien, 104–106.
- FISCHER, K., K. H. HOPPENBROCK, W. SOMMER und A. STIEBING (1991): Fett als Futtermittel in der Schweinemast. 2. Auswirkungen auf die Fett- und Fleischqualität und den Genußwert. *Schweinezucht und Schweinemast*, 39(4), 107–110.
- FÜRST, A. und F. BERSCHAUER (1981): Die Fleischqualität beim Schwein, Teil I: Kriterien der Fleischqualität und Qualitätsabweichungen. *Übers. Tierern.*, 9, 125–144.
- GUHE, M. (1991): Genetische und produktionstechnische Analyse des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Jungbullen. Dissertation, Universität Kiel, Schriftenreihe 68.
- GRÜNEWALD, K. H., B. SPANN und A. OBERMAIER (1996): Einsatz von Rapssaat in der Milchviehfütterung. *Das Wirtschaftseigene Futter*, 42(2), 101–114.
- HOFMANN, K. (1986): Ist Fleischqualität meßbar? In: *Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität*. Kulmbacher Reihe, 6, 1–17.
- HOMB, T. and T. MATRE (1989): Rapeseed in the rations for growing-finishing pigs. *J. Anim. Phys. a. Anim. Nutr.*, 62, 203–212.
- HONIKEL, K. O. (1986): Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: *Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität*, Kulmbacher Reihe, 6, 67–88.
- HONIKEL, K. O. (1993): Qualitätsprodukte erfordern geeignete Meßmethoden. *Fleischwirtschaft*, 73, 8–15.
- IGENE, J. O., A. M. PEARSON, R. A. MERKEL and T. H. COLEMAN (1979): Effect of frozen storage time, cooking and holding temperature upon extractable lipids and TBA values of beef and chicken. *J. Anim. Sci.*, 49(3), 701–707.
- LETTNER, F. (1990): Alternative Eiweißfuttermittel für Schweine und Geflügel. *Der Förderungsdienst*, 38(1), 1–7.
- LETTNER, F. und W. WETSCHEREK (1992): Einsatz von Rapsexpeller im Schweinemastfertigfutter. *Der Förderungsdienst*, 40(1), 18–24.

- NÜRNBERG, K., W. KRACHT und G. NÜRNBERG (1994): Zum Einfluß der Rapskuchenfütterung auf die Schlachtkörper- und Fettqualität beim Schwein. *Züchtungskunde*, 66 (3), 230–241.
- RISTIC, M. (1987): Genußwert von Rindfleisch. In: Rindfleisch – Schlachtkörperqualität und Fleischqualität, Kulmbacher Reihe, 7, 207–234.
- SALEWSKI, A. (1994): Raps- und Leinkuchen im Schweinemastfutter. *DGS*, 15, 19–21.
- SAS (1994): *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Inst., Inc., Cary, NC 27513, 891–996.
- SCHEPER, J. (1974): Merkmale der Fleischbeschaffenheit: Definitionen, Messungen, Zeitabhängigkeit und Aussage. *Die Fleischwirtschaft*, 12, 1934–1938.
- SEUSS, I., L. LÜDDEN und K. O. HONIKEL (1994): Vergleich der Zusammensetzung von in Deutschland angebotenem argentinischem Rindfleisch. *Fleischwirtschaft*, 74 (8), 861–863.
- SOMMER, W. und F. ADAM (1992a): 00-Rapssaar in der Fütterung. *Schweine-Zucht und Schweine-Mast*, 40 (8), 220–223.
- SOMMER, W. und F. ADAM (1992b): 00-Raps auf dem Vormarsch. *DGS*, 17, 497–496.
- SPANN, B. (1988): Ackerbohnen, Erbsen und Rapsschrot in der Fütterung. Sonderdruck, Schule und Beratung, 3, 9.
- WETSCHEREK, W., W. ZOLLITSCH und F. LETTNER (1992): Einsatz von Rapsextraktionsschrot im Ergänzungskraftfutter für die Schweinemast mit Maiskornsilage. *Bodenkultur*, 43 (4), 363–370.
- WILLAM, A. und A. HAIGER (1990): Objektive Ermittlung des Muskelfleischanteiles von Schweinehälften in Österreich. *Die Bodenkultur*, 41 (3), 263–272.
- ZETTL, A. (1995): Einsatz vollfetter Sojabohnen in der Schweinemast. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

### **Anschrift der Verfasser**

**Dr. Johannes J. Frickh**, Hofrat **Dr. Werner A. Pichler**, Betriebsstätte Königshof, Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH, A-2462 Wilfleinsdorf.  
**Ao. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek**, Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur Wien, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien.

Eingelangt am 8. September 1997  
 Angenommen am 18. November 1997