

(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)

Effekte der Reduzierung des Rohproteingehaltes in der Schweinemast

Von J. ZOLLITSCH-STELZL, F. LETTNER und W. WETSCHEREK

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sollten die Auswirkungen der unterschiedlichen Proteinversorgungsstufen in einem Schweinemasteinheitsfutter auf die Mast- und Schlachtleistung, die Fleisch- und Fettbeschaffenheit sowie die N-Ausscheidung geprüft werden. Fünf Gruppen mit insgesamt 80 Schweinen wurden in einer Prüfanstalt von 30 bis 110 kg Lebendmasse gemästet.

Die Gruppen 1 (Kontrollgruppe) und 3 erhielten eine praxisübliche Ration mit einem Rohproteingehalt von 17,5 %; in der Gruppe 2 wurde der Rohproteingehalt auf 21 % angehoben, in den Gruppen 4 und 5 auf 14 % gesenkt, wobei in Gruppe 4 durch die Supplementierung von L-Lysin, DL-Methionin und L-Tryptophan der Aminosäuregehalt auf das Niveau der Gruppe 1 angehoben wurde. In Gruppe 5 wurde keine Aminosäureergänzung vorgenommen. In den Gruppen 3, 4 und 5 wurde der Sojaextraktionsschrot teilweise durch 14 % Rapsexpeller substituiert.

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1

Zusammenfassung der wichtigsten Versuchsergebnisse

Merkmal		1	2	Gruppe 3	4	5
Rohproteingehalt der Ration	%	17,50	21,00	17,50	14,00	14,00
Tageszunahmen	g	687	681	681	697	679
Futterverwertung	kg	3,07	3,08	3,09	2,98	3,10
Proteinverwertung	g Rp	538	634	538	426	434
Rückenspeckdicke	cm	2,19	2,06	2,09	2,30	2,41
Handelsklasse	Punkte	1,85	1,46	1,82	1,89	2,39
N-Ausscheidung	g/d	41,90	47,50	40,70	36,10	35,50

Aufgrund der vorliegenden Versuchsergebnisse führt die Reduktion des Rohproteingehaltes im Schweinemasteinheitsfutter mit entsprechender Aminosäuresupplementierung bei gleichbleibenden Mast- und Schlachtleistungsergebnissen zu verminderter N-Ausscheidung. Bedingt durch die schlechten Schlacht-

leistungsergebnisse (stärkere Verfettung), wie sie in Gruppe 5 erhoben wurden, ist eine derartige Reduktion ohne Ergänzung mit synthetischen Aminosäuren nicht ratsam. Ebenso kann eine Steigerung der Konzentration des Rohprotein-gehaltes in der Ration wegen der dadurch verursachten Erhöhung der tierischen N-Ausscheidung nicht empfohlen werden.

Schlüsselworte: Schweinemast, Protein, N-Ausscheidung.

Effects of reduced protein content on performance and N-excretion in pig fattening

Summary

An experiment was conducted to evaluate the effects of different protein contents in diets for fattening pigs. Effects on fattening performance, carcass yield, meat quality, composition of fat and N-excretion were investigated.

The experiment was conducted at a test station using five groups with 80 pigs total. They were fattened from 30 to 110 kg live weight. Diet 1 (control diet) and diet 3 were formulated to contain 17.5 % crude protein (CP). In diet 2 CP content was increased to 21 %. Diets 4 and 5 contained 14 % CP. In diet 4 L-lysine, DL-methionine and L-tryptophane were added to reach equal content of essential amino acids compared to diet 1. No amino acids were supplemented in diet 5. In diets 3, 4 and 5 soybean meal was substituted partly by 14 % rapeseed expeller.

The most important results are shown in the following table.

Results of the experiment

critereon		1	2	group 3	4	5
proteincontent of diet	%	17.50	21.00	17.50	14.00	14.00
daily weight gain	g	687	681	681	697	679
feed efficiency	kg	3.07	3.08	3.09	2.98	3.10
protein efficiency	g Cp	538	634	538	426	434
backfat thickness	cm	2.19	2.06	2.09	2.30	2.41
carcass evaluation	points	1.85	1.46	1.82	1.89	2.39
nitrogen excretion	g/d	41.90	47.50	40.70	36.10	35.50

In this experiment it was shown that the reduction of protein content (with supplementation of amino acids) in rations of fattening pigs did not affect fattening and slaughtering performance and resulted in lower N-excretion.

Because of the worse carcass quality (due to higher fat content) of pigs fed with diet 5, the use of rations with a low protein content without supplementation of synthetic amino acids is not recommended. On the other hand the protein content should not be increased due to the higher N-excretion.

Key-words: pig fattening, protein, N-excretion.

1. Einleitung

Eines der Hauptprobleme der intensiven Landbewirtschaftung stellen die konzentrierten Tierbestände mit hohem Gülleanfall dar. Aus den Angaben des BMLF (1991) fallen bei der Schweinemast in Österreich etwa 6 kg N pro Mastschwein an. Bei einer durchschnittlichen Zahl von 4,7 Mio. Schlachtschweinen pro Jahr (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT 1992) entspricht dies etwa einem N-Anfall von 28 200 t in der Schweinegülle.

Obwohl N in der Gülle bis zu 80 % als Ammonium vorliegt, womit er für die Pflanzen leicht verfügbar wäre, emittiert ein großer Teil als Ammoniak in die Atmosphäre.

Ein weiteres Problem sind die erhöhten Nitratgehalte im Grundwasser (MOSENTHIN 1990). Derzeit dürfen laut WASSERRECHTSGESETZ (1989) pro Liter Trinkwasser maximal 100 mg Nitrat enthalten sein. Ab 1. Juli 1994 wird dieser Grenzwert auf 50 mg und ab 1. Juli 1999 auf 30 mg je Liter gesenkt. Da der Nitratgehalt des Trinkwassers in mehreren Gebieten Österreichs zur Zeit erheblich über 50 mg pro Liter liegt (in einigen Gebieten wurden 1989 Nitratwerte von über 100 mg gemessen), ist die weitgehende Ausnützung aller Möglichkeiten zur Verringerung der Nitratauswaschung in das Grundwasser zu realisieren (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 1990, BMLF 1991). Eine dieser Möglichkeiten wäre die Reduzierung des N-Gehaltes in der Schweinemastration, wobei bei der Kalkulation der Futtermengen neben den Ansprüchen der Tiere auch die Minimierung der N-Ausscheidungen berücksichtigt werden sollten (HENKEL und PFEIFFER 1989).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Effekte der Veränderung der Proteinkonzentration im Schweinemastfütter (mit bzw. ohne Aminosäureergänzung) auf die Mast- und Schlachtleistung sowie auf die N-Ausscheidung geprüft.

2. Literatur

Um die N-Ausscheidungen zu reduzieren, sollte nach SOMMER (1991) der Rohproteingehalt in Schweinemastrationen im ersten Abschnitt 17,5 % aufweisen; in der Endmast (ab 50 bis 60 kg) würden 15 % Rohprotein ausreichen. KIRCHGESSNER (1987) empfiehlt zu Mastbeginn (bis 50 kg) 16 %, in der Endmast 13 % Rohprotein. Diese Angaben sagen jedoch wenig über den tatsächlichen Aminosäurebedarf der Mastschweine aus (VON ESSEN 1989). Laut GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (1987) sollten die essentiellen Aminosäuren in folgendem Verhältnis vorliegen: Lys : Thr : Met + Cys : Trp = 1 : 0,6 : 0,6 : 0,2.

Nach MOLLGAARD (1955) ist die Proteinzusammensetzung des Muskels genetisch determiniert. Der N-Ansatz im Körper wird in Abhängigkeit von der Aminosäureaufnahme für das Einzeltier als lineare Funktion beschrieben, die in einem Plateau (dem genetischen Leistungspotential) endet, sodaß überschüssiger N wieder ausgeschieden wird (BOLDUAN 1990). Den Untersuchungen von HENKEL und PFEIFFER (1989), BOLDUAN (1990) sowie MORGENTHAU (1990) ist zu entnehmen, daß beim wachsenden Schwein etwa 70 % des über die Nahrung aufgenommenen Stickstoffs über Kot und Harn ausgeschieden werden und etwa 70 % des ausgeschiedenen Stickstoffs allein auf den Harn entfallen.

Wie MOSENTHIN (1990) und SOMMER (1991) berichten, ist eine Minimierung der N-Ausscheidung ohne exakte Bilanzierung und Ergänzung mit synthetischen Aminosäuren nicht möglich.

CUNHA (1977), ADEOLA und YOUNG (1989) sowie KEPHART und SHERRITT (1990) geben an, daß es bei zu geringem Proteingehalt und einer Aminosäurenunterversorgung im Futter zu einer Verschlechterung der Mast- und Schlachtleistung kommt.

FETUGA et al. (1975) setzten Mastrationen mit verschiedenen Proteingehalten und unterschiedlichen DL-Methionin-Ergänzungen ein, wobei sich Zunahmen, Futtermittelverwertung und Schlachtleistungsergebnisse bis zu einem Proteingehalt von 20 % verbesserten.

Verschiedene Ergänzungen mit synthetischen Aminosäuren zu einer Gerste-Hafer-Sojaextraktionsschrotation wurden im Versuch von HOMB und MATRE (1989) getestet. Die Grundration, die 13,2 % Rohprotein (0,6 % Lysin) enthielt, wurde mit L-Lysin, L-Threonin und DL-Methionin ergänzt. Dies führte zu höheren Tageszunahmen, einer Verbesserung der Futtermittelverwertung und einer Verringerung der Rückenspeckdicke.

ROHRMOSER und CARMANN (1990) erhöhten in einem Versuch den Rohproteingehalt im Mastfutter von 20,3 auf 24,6 %; in einem weiteren Versuch nahmen sie eine stufenweise Reduktion von 20,3 auf 14,4 % Rohprotein (Getreidemonodiät mit synthetischer Aminosäureergänzung) vor. Die Steigerung der N-Zufuhr führte zu einer um 23 % höheren N-Ausscheidung, die fast ausschließlich durch eine höhere Harn-N-Exkretion bedingt war. Die Reduzierung auf 14,4 % Rohprotein erbrachte eine um 44 % verminderte N-Ausscheidung.

FRANZ et al. (1989) senkten den Rohproteingehalt in Schweinemastrationen stufenweise von 17,7 auf 12,0 %. Während bei den Merkmalen der Mastleistung keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten, unterschied sich die Gruppe mit 12,0 % Rohprotein in der Ration bei den Merkmalen Rückenspeckdicke und Speckmaß signifikant von den restlichen Gruppen. Es wurden etwa 37 % weniger N (1,24 kg N/Tier/Mastperiode) ausgeschieden. Durch die Reduzierung des Rohproteingehaltes von 18,0 auf 14,3 % im Versuch von NIESS (1991) kam es zu einer Verminderung der N-Ausscheidung um 32 % bei gleichbleibenden Mast- und Schlachtleistungsergebnissen. Ähnliche Resultate wurden auch von SPIEKERS et al. (1990) ermittelt.

Derzeit kann die Aminosäuresupplementierung von L-Lysin, DL-Methionin, L-Threonin und L-Tryptophan für den Praktiker nicht empfohlen werden, da synthetisch hergestellte Aminosäuren nach Angaben von SOMMER (1991) Mehrkosten von 175 bis 210 S je Mastschwein verursachen.

3. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

Der Mastversuch wurde im Prüfstall der Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt Ritzlhof in Haid, Oberösterreich, durchgeführt. Es wurden 80 ÖHYB-Ferkel mit einem durchschnittlichen Gewicht von 31 kg angekauft und zufällig in fünf Gruppen geteilt. In der Kontrollgruppe (Gruppe 1) standen 20 Tiere, in den restlichen vier Gruppen jeweils 15 Tiere im Versuch.

Während die Gruppen 1 (Kontrollgruppe) und 3 eine praxisübliche Ration mit einem Rohproteingehalt von 17,5 % erhielten, wurde in Gruppe 2 die Rohproteinkonzentration auf 21 % erhöht bzw. in den Gruppen 4 und 5 auf 14 % reduziert. In der Gruppe 4 wurde der Aminosäuregehalt durch die Supplementierung von L-Lysin, DL-Methionin und L-Tryptophan auf das Niveau der Gruppe 1 angehoben. Zusätzlich wurde in den Gruppen 3, 4 und 5 der Sojaextraktionsschrot teilweise durch 14 % Rapsexpeller ersetzt.

3.1 Fütterung

Das Futter wurde den Tieren in pelletierter Form zweimal täglich nach dem Rationsplan der Prüfanstalt verabreicht.

In Tabelle 2 ist die Zusammensetzung der Futtermischungen, in Tabelle 3 der Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen in den Mischungen ersichtlich.

3.2 Datenerhebung

3.2.1 Merkmale der Mastleistung

Der Mastversuch umfaßte den Gewichtsabschnitt von etwa 30 bis 110 kg Lebendmasse. Die Tiere wurden an zwei verschiedenen Terminen geschlachtet.

Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn, nach 55 Masttagen (Zwischengewicht) und am Versuchsende einzeln gewogen. Aus den Tiergewichten und der Mastdauer wurden die täglichen Zunahmen errechnet. Die Futtermenge pro Tier wurde täglich aufgezeichnet und für die einzelnen Mastabschnitte summiert.

Aus Futtermittelverzehr und Zunahmen wurden die Rohverwertung sowie die Protein- und Energieverwertung errechnet.

Tabelle 2
Zusammensetzung der Futtermischungen (Angaben in %)

Komponente	Gruppe				
	1	2	3	4	5
Gerstenschrot	40,60	40,60	40,60	49,29	49,60
Maisschrot	31,00	22,00	30,00	30,00	30,00
Sojaextraktionsschrot HP	20,00	29,00	12,00	3,00	3,00
Rapsexpeller	—	—	14,00	14,00	14,00
Weizenkleie	5,00	5,00	—	—	—
Mineralstoffmischung	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Kohlensäurer Futterkalk	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lysin	—	—	—	0,23	—
DL-Methionin	—	—	—	0,02	—
L-Tryptophan	—	—	—	0,06	—

Tabelle 3
Nährstoffgehalt der Futtermischungen

Merkmal	Versuchsmischungen				
	1	2	3	4	5
Rohprotein %	17,50	21,00	17,50	14,00	14,00
Umsetzbare Energie MJ/kg	12,70	12,80	12,60	12,30	12,30
Rohfaser %	3,80	3,80	4,60	4,80	4,80
Lysin %	0,84	1,08	0,84	0,84	0,61
Methionin + Cystin %	0,56	0,65	0,64	0,56	0,54
Threonin %	0,65	0,78	0,68	0,54	0,59
Tryptophan %	0,15	0,20	0,14	0,15	0,09
Calcium %	1,05	1,08	1,11	1,09	1,09
Phosphor %	0,72	0,75	0,76	0,74	0,74
Natrium %	0,31	0,31	0,30	0,31	0,31

3.2.2 Merkmale der Schlachtleistung

Die Kriterien der Schlachtleistung wurden nach dem Schema der Oö. Schweineprüfanstalt (STELZL 1992), die Ermittlung der Fleischbeschaffenzahl wurde nach der von TONNER (1991) beschriebenen Methode erhoben. Die Handelsklasse wurde bei der statistischen Auswertung folgendermaßen codiert: EE=1, E=2, I=3 usw.

3.2.3 Merkmale der Fleisch- und Fettbeschaffenheit

Objektive Merkmale

Von allen Tieren wurde bei der Zerlegung eine Schnitte vom *Musculus longissimus dorsi* genommen. An diesen Proben wurden die Gehalte an Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett und Rohasche chemisch bestimmt. Außerdem wurde das Fettsäuremuster des Rückenspecks gaschromatographisch ermittelt.

Subjektive Merkmale

Die Kriterien Zartheit, Saftigkeit und Geschmack wurden mittels organoleptischer Beurteilung von Grillproben durch vier voneinander unabhängigen Personen bewertet. Die genannten Kriterien wurden mit Punkten von 1 (sehr gut) bis 4 (schlecht) benotet, außerdem wurden die Proben nach dem subjektiven Gesamteindruck rangiert, wobei die Ränge von 1 bis 5 vergeben werden konnten und Ranggleichheit möglich war.

3.2.4 Gesamt-N-Ausscheidung

Bei einem Lebendgewicht von etwa 80 kg wurden von 40 Tieren Kot- und Harnproben gezogen. Für die Harnprobenziehung wurden „Versuchsboxen“ errichtet, die eine Trennung von Kot und Harn ermöglichten. Jedes Tier wurde für 24 Stunden in dieser Box

gehalten, der gesamte Harn gesammelt, eine aliquote Menge tiefgekühlt und der N-Gehalt bestimmt. Die Kotproben wurden vorgetrocknet und chemisch analysiert.

Der ausgeschiedene N im Kot und der ermittelte N im Harn ergaben zusammen die Gesamt-N-Ausscheidung eines Tieres innerhalb von 24 Stunden.

3.2.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Mittels der von der Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt Ritzlhof zur Verfügung gestellten Daten konnten die durchschnittlichen Schlachterlöse den Ferkel- und Futterkosten gegenübergestellt werden.

3.3 Biometrische Auswertung

Alle Daten, die in Form von Prozentangaben vorlagen, wurden winkeltransformiert: $x' = \arcsin \sqrt{(p/100)}$.

Die Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung, der chemischen Fleisch- und Fettanalysen und der N-Ausscheidung wurden mit dem Modell 1 des LSMLMW-Computerprogramms nach HARVEY (1987) analysiert. Außerdem wurden die Differenzen zwischen den einzelnen Gruppen mittels BONFERRONI-HOLM-Test untersucht (ESSL 1987). Für die Mastleistungsmerkmale wurde folgendes Modell unterstellt:

$$y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + b_1(AG - \overline{AG}) + b_2(EG - \overline{EG}) + b_3(EG - \overline{EG})^2 + e_{ijk}$$

- y_{ijk} = Beobachtungswert k
- μ = gemeinsame Konstante
- G_i = fixer Effekt der Gruppe i, i = 1 - 5
- S_j = fixer Effekt des Geschlechtes j, j = 1, 2
- b_1, b_2, b_3 = Regressionskoeffizienten (linear bzw. quadratisch)
- AG = Anfangsgewicht
- EG = Endgewicht
- e_{ijk} = Residue

Die Mastleistungsdaten wurden auf ein durchschnittliches Anfangsgewicht von 31 kg und ein Mastendgewicht von 112 kg korrigiert.

Für die Auswertung der Merkmale der Schlachtleistung und der N-Ausscheidung wurde folgendes Modell verwendet:

$$y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + (GS)_{ij} + e_{ijk}$$

$(GS)_{ij}$ = Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Geschlecht j

Für die Analyse der Merkmale der Fleisch- und Fettbeschaffenheit wurde folgendes Modell unterstellt:

$$y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + e_{ijk}$$

Das Merkmal Handelsklasse der Schlachtkörperhälften bzw. die Kriterien der subjektiven Fleischbeschaffenheit wurden mit nicht parametrischen Testverfahren (H-Test nach KRUSKAL und WALLIS bzw. Friedman-Test für verbundene Stichproben) sowie der Teststatistik nach BONFERRONI-HOLM ausgewertet (ESSL 1987).

4. Versuchsergebnisse

Bei der Mast- und Schlachtleistung, den Fleischbeschaffenheitsmerkmalen sowie den Ergebnissen der N-Ausscheidung werden die LS-Gruppenmittelwerte und die Residualstandardabweichung s angegeben. Der P-Wert gibt die Irrtumswahrscheinlichkeit aus der Varianzanalyse an. Signifikante Differenzen ($P < 0,05$) aus den paarweisen Gruppenvergleichen nach BONFERRONI-HOLM werden in den Tabellen mit unterschiedlichen, hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet. Beim Merkmal Handelsklasse sind die arithmetischen Gruppenmittel sowie die Irrtumswahrscheinlichkeit aus dem H-Test nach KRUSKAL und WALLIS angeführt.

4.1 Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung

Die Mast verlief ohne besondere Zwischenfälle. Die durchschnittliche Mastdauer betrug 118,4 Tage. Die wichtigsten Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4
Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung

Merkmal	Gruppe					s	P
	1	2	3	4	5		
Tageszunahmen g	687	681	681	697	679	29,5	0,525
Rohverwertung kg	3,07	3,08	3,09	2,98	3,10	0,167	0,321
Proteinverwertung g Rp	538 ^b	634 ^a	538 ^b	426 ^c	434 ^c	29,3	<0,001
Energieverwertg. MJ/ME	40,74 ^{a b}	41,60 ^a	40,54 ^{a b}	38,89 ^b	40,28 ^{a b}	2,199	0,026
Rückenspeckdicke cm	2,19 ^{a b}	2,06 ^b	2,09 ^{a b}	2,30 ^{a b}	2,41 ^a	0,328	0,025
LSQ	0,28 ^{a b}	0,27 ^b	0,28 ^{a b}	0,31 ^{a b}	0,34 ^a	0,065	0,017
Handelsklasse Punkte	1,85 ^{a b}	1,46 ^b	1,82 ^{a b}	1,89 ^{a b}	2,39 ^a	—	0,014
Karreefläche cm ²	51,28 ^{a b}	52,78 ^a	53,44 ^a	52,62 ^a	47,00 ^b	5,452	0,014
Fleisch: Fettverhältnis :1	4,51 ^{a b}	4,90 ^a	4,81 ^a	4,44 ^{a b}	3,72 ^b	0,986	0,014
Fleischanteil %	48,61 ^a	48,95 ^a	49,10 ^a	48,23 ^{a b}	46,35 ^b	2,314	0,012
FBZ	105,87	97,54	99,62	101,85	95,89	13,694	0,027

In den wichtigsten Merkmalen der Mastleistung kam es zu keinen signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen. Bei der Proteinverwertung ergaben sich jedoch zwischen den Gruppen mit unterschiedlichem Proteingehalt in der Ration signifikante Differenzen: Gruppe 2 hatte eine um 18 % schlechtere, die Gruppen 4 und 5 eine um mehr als 20 % bessere Proteinverwertung als die Gruppen 1 und 3. Für Gruppe 5 wurden die schlechtesten Schlachtleistungsergebnisse erhoben: Verglichen mit der Kontrollgruppe war die Rückenspeckdicke der Gruppe 5 um 10 %, der LSQ-Wert um 21 % höher, das Fleisch: Fett-Verhältnis um 17,5 % schlechter. Folglich verschlechterte sich die Handelsklasse um 29,2 %. Gruppe 2 wies eine um 5,9 % geringere Rückenspeckdicke und einen um 3,6 % besseren LSQ-Wert als Gruppe 1 auf.

4.2 Ergebnisse der Fleisch- und Fettbeschaffenheit

Objektive Fleisch- und Fettbeschaffenheit

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der chemischen Fleischanalysen dargestellt.

Tabelle 5
Ergebnisse der Fleischanalysen (Angaben in Prozent der Frischmasse)

Merkmal	Gruppe					s	P
	1	2	3	4	5		
Trockenmasse	26,5	26,8	26,6	26,4	27,2	0,91	0,169
Rohprotein	23,3 ^{a b}	23,2 ^{a b}	23,5 ^a	23,1 ^{a b}	22,5 ^b	0,87	0,048
Rohfett	1,9 ^b	2,3 ^b	1,9 ^b	2,1 ^b	3,4 ^a	0,70	<0,001

Gruppe 5 wies den geringsten Rohproteingehalt und einen um 79 % höheren Rohfettgehalt als die Kontrollgruppe auf. Unabhängig von den Gruppen wiesen die Kastraten 0,4 % mehr Fett im Karreefleisch als die weiblichen Tiere auf.

Durch den Einsatz von 14 % Rapsexpeller in den Gruppen 3, 4 und 5 kam es zu signifikanten Veränderungen der Fettsäuren im Rückenspeck: der Gehalt an Linol- und Linolensäure wurde erhöht, der Anteil an gesättigten bzw. einfach ungesättigten Fettsäuren nahm ab.

Subjektive Fleischbeschaffenheit

In den Merkmalen der organoleptischen Beurteilung des Koteletts ergaben sich nur zufällige Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Werte betragen im Durchschnitt über fünf Gruppen: Zartheit: 2,2, Saftigkeit: 2,1 und Geschmack: 3,0.

4.3 Ergebnisse der N-Ausscheidung

Die N-Exkretion ist in Tabelle 6 angegeben.

Tabelle 6

N-Ausscheidung der Schweine (Angaben in g/d)

Merkmal	Gruppe					s	P
	1	2	3	4	5		
Kot-N	17,8 ^{ab}	17,2 ^b	19,4 ^a	18,0 ^{ab}	18,2 ^{ab}	1,27	0,023
Harn-N	24,0 ^{ab}	30,4 ^a	22,5 ^b	18,1 ^b	18,6 ^b	4,68	< 0,001
Gesamt-N	41,9 ^{ab}	47,5 ^a	40,7 ^{ab}	36,1 ^b	35,5 ^c	5,14	< 0,001

Durch die Versorgung der Tiere mit unterschiedlichen Proteinkonzentrationen kam es zu Veränderungen der N-Ausscheidung, wovon die Harn-N-Exkretion stärker betroffen war. Gruppe 2 wies eine um 14 % höhere Gesamt-N-Ausscheidung auf als die Kontrollgruppe, während die Gruppen 4 und 5 eine bis zu 15 % verminderte N-Ausscheidung aufwiesen.

4.4 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die höchsten Überschüsse der Schlachterlöse über die Ferkel- und Futtermittelkosten pro Mastschwein erbrachte Gruppe 3, gefolgt von den Gruppen 4, 2 und 1, wobei folgende Werte (ausgedrückt in öS) ermittelt wurden: 222,3.—; 182,9.—; 169,9.— und 61,3.—. Bedingt durch den verminderten Schlachterlös wies Gruppe 5 mit 5,9.— den geringsten Überschuß auf.

5. Diskussion

Da im vorliegenden Versuch die Mast nicht in zwei Abschnitte mit verschiedenen Futtermischungen unterteilt wurde, entsprach der Rohproteingehalt der Mischfutter der Gruppen 1 und 3 zwar im ersten Mastabschnitt (bis 50 kg) dem von SOMMER (1991) empfohlenen Wert, war jedoch im zweiten Abschnitt zu hoch. Bei den Gruppen 4 und 5 war er zu Mastbeginn zu niedrig und entsprach in der Endmast dem angegebenen Wert. Das Futter der Gruppe 2 enthielt über die gesamte Mastperiode eine zu hohe Proteinkonzentration.

Im Futterprotein der Gruppe 4 lag am ehesten das von der GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (1987) empfohlene Verhältnis der Aminosäuren vor. Das Futter der Gruppe 5 wies zu Mastbeginn einen Lysin- und Tryptophanmangel auf.

Übereinstimmend mit den Resultaten von FRANZ et al. (1989), SPIEKERS et al. (1990) sowie NIESS (1991) ergaben sich in der vorliegenden Arbeit bei den wichtigsten Merkmalen der Mastleistung zwischen den Gruppen mit unterschiedlichen Rohproteingehalten keine signifikanten Differenzen. Somit können die Aussagen von CUNHA (1977), ADEOLA und YOUNG (1989) sowie KEPHART und SHERRITT (1990), die bei einer Reduzierung des Rohproteingehaltes von verminderten Tageszunahmen und schlechterer Futterverwertung berichten, und FETUGA et al. (1975), die bei einem Proteingehalt von 20 % in der Ration verbesserte Mastleistungskriterien ermittelten, nicht bestätigt werden.

Die unterschiedlichen Proteinkonzentrationen führten in diesem Versuch bei den Schlachtleistungsergebnissen zu signifikanten Differenzen zwischen den Versuchsgruppen: Verglichen mit Gruppe 1 (Kontrollgruppe) wies Gruppe 2 eine um 5,9 % geringere Rückenspeckdicke und einen um 3,6 % besseren LSQ-Wert auf. Die Rückenspeckdicke der Gruppe 5 war (verglichen mit Gruppe 1) um 10 %,

der LSQ-Wert um 21 % höher. Folglich verbesserte sich die Handelsklasse der Gruppe 2 im Verhältnis zur Kontrollgruppe um 21,1 %, während sie sich bei Gruppe 5 um 29,2 % verschlechterte. Von ähnlichen Ergebnissen berichten auch FETUGA et al. (1975), CUNHA (1977), HOMB und MATRE (1989), FRANZ et al. (1989), ADEOLA und YOUNG (1989) sowie KEPHART und SHERRITT (1990).

In der vorliegenden Arbeit war die ermittelte Harn-N-Ausscheidung der Gruppe 2 signifikant höher als in den restlichen Gruppen. Verglichen mit Gruppe 1 war sie um 45,8 % erhöht. Hingegen schieden die Tiere der Gruppe 4 bei gleichbleibenden Mast- und Schlachtleistungsergebnissen um 25,9 % weniger Harn-N als Gruppe 1 aus. Die Gesamt-N-Exkretion der Gruppe 2 war — verbunden mit besseren Schlachtkörperqualitäten — um 14 % höher, bei den Gruppen mit vermindertem Rohproteingehalt um rund 15 % geringer, wobei jedoch für eine praktische Umsetzung die schlechteren Ausschachtungsergebnisse der Gruppe 5 berücksichtigt werden müssen.

ROHRMOSER und CARMANNS (1990), deren Versuchsanstellung der vorliegenden Arbeit relativ ähnlich war, ermittelten bei der Erhöhung des Rohproteingehaltes ähnliche Resultate (vor allem Erhöhung der Harn-N-Exkretion). Durch die Reduzierung auf 14 % Rohproteingehalt in der Ration wurde im vorliegenden Versuch jedoch nicht eine um 40 % verminderte N-Ausscheidung wie bei ROHRMOSER und CARMANNS (1990) festgestellt. Weiters konnten auch die Aussagen von FRANZ et al. (1989), SPIEKERS et al. (1990) sowie NIESS (1991), die bei ähnlichen Reduktionen der Rohproteinkonzentration eine Verminderung der N-Ausscheidung um rund 30 % erreichten, nicht bestätigt werden.

Die relativ hohe N-Ausscheidung der Gruppe 2 läßt sich damit erklären, daß die Proteinzusammensetzung im Muskel genetisch determiniert ist (MOLLGAARD 1955) und der N-Ansatz nicht höher als das genetische Leistungspotential sein kann, sodaß überschüssiger N wieder ausgeschieden wird (BOLDUAN 1990). Wie von HENKEL und PFEIFFER (1989), MORGENTHUM (1990) bzw. BOLDUAN (1990) beschrieben, wurde der Großteil des überschüssigen Stickstoffs über den Urin ausgeschieden.

Die höhere Verfettung der Tiere der Versuchsgruppe 5 bestätigt die Aussagen von MOSENTHIN (1990) und SOMMER (1991), die eine Minimierung der N-Ausscheidung ohne exakte Bilanzierung mit synthetischen Aminosäuren nicht für möglich halten.

Bei der Berechnung der Futterkosten der Gruppe 4 (Aminosäuresupplementierung) konnten nur geringfügig höhere Werte als bei Gruppe 5 (keine Aminosäurenergänzung) ermittelt werden. Dies beruhte auf den relativ niedrigen Preisen für synthetische Aminosäuren, die aufgrund der großtechnischen Herstellung möglich sind. Somit waren die zusätzlichen Kosten pro Mastschwein durch den Einsatz synthetischer Aminosäuren niedriger als die von SOMMER (1991) angegebenen Werte.

Danksagung

An dieser Stelle soll der Mast- und Schlachtleistungsprüfanstalt Ritzlhof für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit herzlich gedankt werden.

Literatur

- ADEOLA, O. and L. G. YOUNG, 1989: Dietary protein — included changes in porcine muscle respiration, protein synthesis and adipose tissue metabolism. *J. Anim. Sci.* 67, 664—673.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 1990: Nitratenuquete, Zusammenfassung, 3. Mai 1990, Graz.

- BMLF (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT), 1991: Wirtschaftsdünger, AV-Druck, Wien.
- BOLDUAN, G., 1990: Zur Umweltbelastung durch die Schweineproduktion. *Tierzucht* 44, 136–137.
- BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT, 1992: Monatsberichte über die österreichische Landwirtschaft 39, Wien.
- CUNHA, T. J., 1977: Swine feeding and nutrition. Academic Press, London.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- FETUGA, B. L., G. M. BABATUNDE and V. A. OYENUGA, 1975: Protein levels in diets for european pigs in the tropics. *Anim. Prod.* 20, 133–146.
- FRANZ, P., D. DREYER, F. J. ROMBERG und A. SALEWSKI, 1989: Mit angepaßter Rohprotein- und Aminosäurenversorgung die N-Ausscheidungen bei Mastschweinen vermindern – ein Beitrag zur umweltfreundlichen Tierproduktion. *Schweine-Zucht und Schweine-Mast* 37, 400–402.
- GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE, 1987: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4. Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- HARVEY, W. R., 1987: Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program. Ohio State University.
- HENKEL, E. und A. PFEIFFER, 1989: Senkung des Stickstoff- und Phosphorgehaltes in der Umwelt. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Kiel 410, Mai 1989, 55–69.
- HOMB, T. and T. MATRE, 1989: Supplementing synthetic amino acids to a barley-oats-soybean meal ration for growing-finishing pigs. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 61, 68–74.
- KEPHART, K. B. and G. W. SHERRITT, 1990: Performance and nutrient balance in growing swine fed low-protein diets supplemented with amino acids and potassium. *J. Anim. Sci.* 68, 1999–2008.
- KIRCHGESSNER, M., 1987: Tierernährung. DLG-Verlag, Frankfurt.
- MOLLGAARD, H., 1955: Analyse des Wachstums mittels Differentialgleichung der Partialprozesse des synthetischen Stoffwechsels. *Z. Tierphysiol. Tierernährg. u. Futtermittelk.* 10, 1–25.
- MORGENTHAU, R., 1990: Einflüsse auf die Stickstoffausscheidungen beim wachsenden Schwein – eine Literaturlauswertung. *Tierzucht* 44, 518–519.
- MOSENTHIN, R., 1990: Weniger Stickstoff in der Schweinegülle – aber wie? *Schweine-Zucht und Schweine-Mast* 38, 79–82.
- NIESS, E., 1991: Schweinemastversuche zur Verminderung des Stickstoff- und Phosphoreintrags in den Betrieb. Vortragsunterlagen von der 42. Jahrestagung der EVT, 8. bis 12. September 1991 in Berlin.
- ROHRMOSER, G. und R. CARMANN, 1990: N-Bilanzstudien bei Mastschweinen mit hoher und niedriger Proteinversorgung. Tagungsbericht vom 102. VDLUFA-Kongreß, 17. bis 22. September 1990, Berlin.
- SOMMER, W., 1991: Fütterungsstrategien zur Senkung der Stickstoff- und Phosphorausscheidung. *Schweine-Zucht und Schweine-Mast* 39, 45–48.
- SPIEKERS, H., K. H. GRÜNEWALD und E. NIESS, 1990: Verminderung der N-Ausscheidung bei Ferkeln und Mastschweinen durch Einsatz synthetischer Aminosäuren. Tagungsbericht vom 102. VDLUFA-Kongreß, 17. bis 22. September 1990, Berlin.
- STELZL, J., 1992: Effekte der Reduzierung des Rohproteingehaltes und des Einsatzes von Rapsexpeller in der Schweinemast. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- TONNER, F., 1991: Schätzung von Gewichtsfaktoren für Einzelmerkmale der Fleischbeschaffenheitszahl mittels Diskriminanzanalyse. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.
- VON ESSEN, B., 1989: Untersuchungen zur Verwendung von synthetischen Aminosäuren als alleinige Eiweißergänzung. Dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen.
- WASSERRECHTSGESETZ, 1989: Bundesgesetzblatt Nr. 232/1989. Österreichische Staatsdruckerei, Wien.

(Manuskript eingelangt am 21. Juli 1992, angenommen am 25. August 1992)

Anschrift der Verfasser:

Dr. Johanna ZOLLITSCH-STELZL, o. Univ.-Prof. Dr. Franz LETTNER und Univ.-Ass. Dr. Wolfgang WETSCHERER, Institut für Nutztierwissenschaften, Abteilung Tierernährung, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien