

Untersuchungen zur notwendigen Energieversorgung für unterschiedliche Gewichtsentwicklungen von Schweinen während der Mast

EDGAR SCHULZ und DIETER GÄDEKEN

Institut für Tierernährung

Herrn Prof. Dr. H.J. Oslage zum 65. Geburtstag gewidmet

1 Einleitung

Die Anforderungen der Mastschweine an die Versorgung mit Nahrungsenergie werden durch eine Reihe von Faktoren bestimmt, wobei der Erhaltungsbedarf, die Art sowie der Umfang des Stoffansatzes, das Geschlecht, die Haltungsbedingungen wie Temperatur, Luftbewegung, Einzel- oder Gruppenhaltung, die wichtigsten Einflußgrößen darstellen.

Empfehlungen zur Energieversorgung gelten somit nur für bestimmte Bereiche bzw. Kombinationen dieser Parameter. Eine durch die Züchtung fleischreicher Tiere erreichte Änderung im Fett:Fleischverhältnis der Körpersubstanz oder betriebswirtschaftliche Gründe, wie z.B. Arbeitsbelastung, Futterkosten, getrennte Aufstallung von Kastraten und weiblichen Tieren, können zur Notwendigkeit einer unterschiedlichen Wachstumsintensität während der Mast oder während bestimmter Abschnitte führen, die eine differenzierte Aussage zur Energieversorgung erfordern.

Von den beiden wichtigsten Verfahren zur Ermittlung einer leistungsbezogenen Energieversorgung, nämlich der Nutzung von Dosis:Wirkungs-Effekten oder der Schätzung auf der Basis des faktoriellen Bedarfes, wurde von uns letzteres angewandt.

Unter Berücksichtigung der für das Wachstum (Mast) bestimmenden Bedarfsgrößen "Erhaltung" und "Stoffansatz" wurde der Energiebedarf bei unterschiedlich intensiver Gewichtsentwicklung für den Lebendmassebereich von 20 bis 100 kg geschätzt und in einem Fütterungsversuch mit Hilfe der üblichen Mastleistungskriterien geprüft.

2 Material und Methodik

Der Versuch wurde mit insgesamt 125 Schweinen durchgeführt, die auf 5 Gruppen aufgeteilt waren (Tabelle 1). Die Tiere wurden mit 18 bis 21 kg LM aus einer Erzeugergemeinschaft für BHZP-Ferkel gekauft.

Die Energieversorgung war so zu gestalten, daß im Gewichtsbereich von 20 kg bis 100 kg LM zum einen mittlere Lebendmassezunahmen (LMZ) von 700 g/Tag entsprechend 114 Masttage (Gruppe 1, 2 und 5) und zum anderen von 850 g/Tag entsprechend 94 Masttage (Gruppe 3) erzielt werden konnten. Da die Versuche sowohl Kastraten (Gruppe 1, 3 und 5) als auch weibliche Masttiere (Gruppe 2 und 4) einschließen sollten und die Futtermittelaufnahme bei weiblichen Tieren begrenzt und z.T. wesentlich geringer ist als bei Kastraten,

Tabelle 1: Einteilung der Versuchsgruppen

Gruppe	Ziel LMZ*)	Geschlecht	Anzahl Tiere
1	700 g/Tag	Kastraten	25
2	700 g/Tag	Sauen	25
3	850 g/Tag	Kastraten	25
4	800 g/Tag	Sauen	25
5	700 g/Tag	Kastraten	25

*) Lebendmassezunahmen im Mittel der Mast von 20 bis 100 kg Lebendmasse

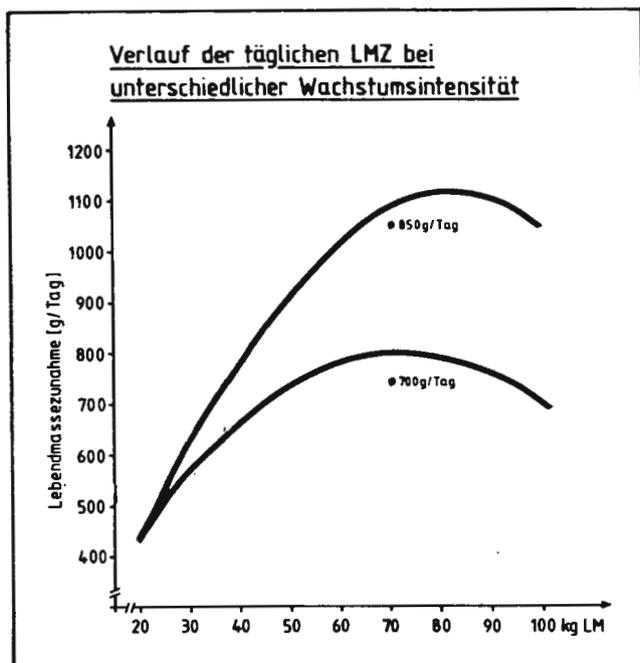


Abbildung 1: Verlauf der täglichen LMZ bei unterschiedlicher Wachstumsintensität

wurde für eine Gruppe weiblicher Tiere nur eine Energieversorgung für eine mittlere LMZ von 800 g/Tag entsprechend 100 Masttage (Gruppe 4) kalkuliert.

Hierzu wurde die Ableitung der Energieversorgung in Form der "Umsetzbaren Energie (ME)" nach folgender Beziehung durchgeführt:

$$IME = IME_m + \frac{RPE}{k_p} + \frac{RFE}{k_f}$$

$IME_m (kJ) = 719 \cdot W^{0.63} \cdot 1,10$ (nach A R C, 1981)
 $k_p = 0,56$ - Teilwirkungsgrad für Proteinansatz (A R C, 1981)
 $k_f = 0,74$ - Teilwirkungsgrad für Fettansatz (A R C, 1981)

Der Ausdruck IME_m stellt die erforderliche Aufnahme an Umsetzbarer Energie für die Erhaltung dar, wobei wir den Empfehlungen des A R C (1981) gefolgt sind, diese aber unter Berücksichtigung der Haltungsbedingungen in der Praxis um 10 % erhöht haben. Daraus ergibt sich für die Erhaltung bei ca. 20 kg LM ein täglicher Energiebedarf von 5,2 MJ ME ansteigend auf 14,4 MJ ME bei ca. 100 kg LM. Dieser Verbrauch ist noch zu ergänzen um den Aufwand an umsetzbarer Energie für die tägliche Protein- und Fetteinlagerung, wobei die Angaben zur Verwertung für beide Arten des Stoffansatzes ($k_p + k_f$) ebenfalls den umfangreichen Auswertungen des A R C (1981) entnommen sind. Die außerdem notwendigen Angaben zur täglichen Energieeinlagerung in Form von Protein (RPE) und Fett (RFE) in Abhängigkeit von der Höhe der Gewichtszunahme und des Alters (Gewichtes) der Tiere entstammen eigenen Stoffwechselversuchen.

Die Zusammenhänge zwischen Art und Umfang des Stoffansatzes sind von uns im Abschnitt "Der Energie- und Proteinbedarf der Mastschweine" der D L G - Schriftenreihe "Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 4 (1987)" ausführlich dargestellt und sollen daher hier nicht wiederholt werden. Dort sind ebenfalls Aussagen zur Bedarfsermittlung von Protein und Lysin gemacht, die wir in dem zu diskutierenden Versuch berücksichtigt haben.

Für die aus eigenen Fütterungsversuchen abgeleiteten Verlaufskurven der täglichen Lebendmassezunahme, wie sie in Abbildung 1 in bezug zum jeweiligen Gewicht (LM) dargestellt sind, ergab sich der in Tabelle 2 im Mittel für jeweils 20 kg Gewichtsabschnitte aufgeführte Energie- und Proteinbedarf für eine mittlere LMZ von 700 bzw. 850 g/Masttag.

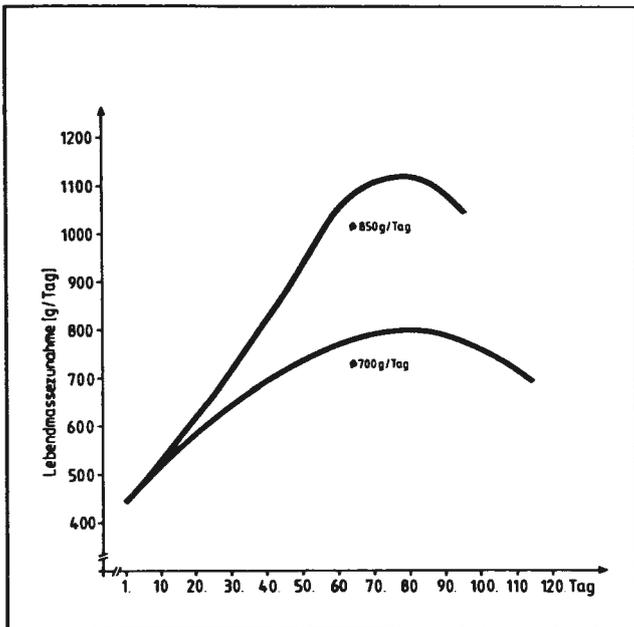
Die Aufgabe bestand nun darin, die Versorgung exakt dem mit Hilfe der beschriebenen Modellkalkulation abgeleiteten Bedarf anzupassen. Für die Fütterung auf eine bestimmte Leistung (LMZ) hin wurde für die Gruppen 1, 2, 3 und 4 vor Ver-

Tabelle 2: Faktoriell abgeleitete Energie- und Proteinversorgung bei unterschiedlicher Lebendmassezunahme

Mastabschnitt, LM	Mittlere Lebendmassezunahme			
	700 g/Tag		850 g/Tag	
	ME MJ	Prot.*) g/Tag	ME MJ	Prot.*) g/Tag
20 - 40 kg	17,2	250	17,7	257
40 - 60 kg	25,5	326	28,3	375
60 - 80 kg	31,4	367	38,3	475
80 - 100 kg	34,8	336	41,3	435

*) Protein soll mindestens 5 % Lysin enthalten

Abbildung 2: **Beziehung zwischen Höhe der LMZ und Mastdauer**



Die Versorgung mit Energie, Protein und Lysin wurde täglich angepasst und ist in der Tabelle 3 beispielhaft für einige Fütterungsgruppen und -tage dargestellt.

Für die Gruppe 5, in der ebenfalls eine mittlere tägliche LMZ von 700 g angestrebt wurde, erfolgte in Anlehnung an die Fütterungsbedingungen in der Praxis die Anpassung der Energie- und Nährstoffversorgung bzw. der Futtermenge ein- bis zweimal wöchentlich auf der Grundlage des jeweils erreichten Lebendgewichtes und der angestrebten LMZ.

Um in den Gruppen 1 bis 4 die Versuchsanforderungen zu erfüllen, wurden insgesamt 3 Futtermischungen eingesetzt, die es ermöglichen, durch entsprechende Kombinationen die geringen täglichen Änderungen in der Energie-, Rohprotein- und Lysinversorgung zu realisieren. Durch Verwendung derselben Mischungen bzw. ihrer Kombinationen in allen Versuchsgruppen sollten eventuelle Einflüsse der Energiekonzentration und vor allem der Proteinqualität auf die Leistungskriterien nach Möglichkeit ausgeschaltet werden. Mit zwei dieser drei Mischungen wurde vor allem die Versorgung mit essentiellen Aminosäuren und Protein sichergestellt. Sie sind mit den Abkürzungen "P-I" (Einsatzbereich 20 - 50 kg LM) und "P-II" (50 - 100 kg LM) bezeichnet. Die dritte Mischung diente nur der Energieversorgung und bestand daher vorrangig aus Kohlenhydrat- und Fettkomponenten. Sie wird hier mit "K-F" bezeichnet.

suchsbeginn die täglich notwendige Energie-, Protein- und Lysinversorgung auf der Grundlage des in Abbildung 2 dargestellten erwarteten Verlaufes der Gewichtszunahme geschätzt und eine entsprechende Fütterungstabelle zusammengestellt.

Für die Tiere der Gruppe 5, wurde das in der Praxis übliche Vorgehen mit je einer Futtermischung für die Anfangs- (bis 50 kg LM) und für die Endmast angewandt. Dieses hatte vor allem gegen Mastende eine Überversorgung mit Protein bzw. Aminosäuren zur Folge. Die Mischungen sind mit den Abkürzungen "A-M" und "E-M" gekennzeichnet.

Tabelle 3: **Tägliche Energie-, Protein- und Lysinversorgung bei unterschiedlicher Lebendmassezunahme**

Fütterungs- tag	Mittlere Lebendmassezunahme					
	700 g/Tag			800 g/Tag		
	ME MJ	Prot. g	Lysin g	ME MJ	Prot. g	Lysin g
1.	12,25	222	11,1	12,25	222	11,1
·						
·						
·						
35.	21,17	284	14,2	24,15	329	16,5
·						
·						
70.	29,94	361	18,0	38,83	477	23,8
71.	31,14	362	18,1	39,12	478	23,9
72.	30,34	363	18,2	39,42	478	23,9
·						
·						
·						
110.	35,32	311	15,5	-	-	-

Tabelle 4: Zusammensetzung der Futtermischungen

Futtermischung		P-I	P-II	K-F	A-M	E-M
Sojaextr.schrot	%	27,0	18,87	-	18,0	8,5
Gerste	%	42,0	50,0	-	38,0	43,5
Weizen	%	20,0	27,0	-	37,0	41,0
Maiskleber	%	5,8	-	-	-	-
Weizennachmehl	%	-	-	-	1,89*)	1,8*)
Tapioka	%	-	-	67,0	-	-
Zucker	%	-	-	15,0	-	-
Sojaöl	%	2,0	1,5	-	2,0	2,0
Knochenfett	%	-	-	7,0	-	-
Haferschälengrieß	%	-	-	8,0	-	-
Vit.-Mineralst.	%	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0
Lysin-HCl	%	0,2	0,13	-	0,11*)	0,2*)

*) als Vormischung

Die Zusammensetzung der eingesetzten Mischungen sowie deren Rohnährstoffgehalte sind aus den Tabellen 4 und 5 zu ersehen.

Allgemein ist hierzu festzustellen, daß die analytisch ermittelten Gehaltswerte die Funktion, die den einzelnen Mischungen zukommt, charakterisieren. Durch entsprechende Kombinationen der Mischungen P-I, P-II und K-F war es möglich, in den Gruppen 1 bis 4 die sich täglich ändernden Anforderungen an die Energie- und Proteinversorgung zu erfüllen.

Da insbesondere bei Schweinen moderner Zuchttrichtung der Versorgung mit essentiellen Aminosäuren bei Fragen der Gewichtsentwicklung und des notwendigen Energieaufwandes eine große Bedeutung zukommt, sind in der Tabelle 6 auch Analysenwerte zum Gehalt einiger Aminosäuren in den Mischungen aufgeführt.

Die Gehaltswerte der S-haltigen Aminosäuren und des Threonins liegen sowohl in ihrer Höhe als auch Relation zueinander in guter Übereinstimmung zu den gegenwärtigen

Tabelle 5: Rohnährstoffgehalte der Futtermischungen ¹⁾ (% in der Trockensubstanz)

Futtermischung	TS	Rohasche	Rohprot.	Rohfett	Rohfaser	NfE	Stärke	Zucker
P - I	88,70	6,24	25,50	4,02	4,74	59,50	40,26	4,10
P - II	88,55	5,44	19,47	3,44	5,02	66,63	48,30	3,89
K - F	91,32	7,67	2,65	8,01	6,41	75,26	47,25	17,11
A - M	87,68	5,65	20,22	3,84	4,60	65,69	48,32	3,69
E - M	87,53	5,13	16,81	4,07	4,23	69,76	52,54	3,41

¹⁾ Mittel aus je 3 bis 5 im Verlaufe des Versuches gezogenen Proben

Tabelle 6: Gehalt an einigen Aminosäuren (% im Protein *) bzw. % in der Futtertrockenmasse)

Futter- mischung	Roh- prot. %	Lysin im Prot. Futter		Met.+ Cyst. im Prot. Futter		Threonin im Prot. Futter	
		%	%	%	%	%	%
P - I	25,50	4,60	1,17	3,24	0,82	3,64	0,93
P - II	19,47	4,49	0,87	3,22	0,63	3,47	0,67
K - F	2,75	4,73	0,13	4,00	0,11	3,64	0,10
A - M	20,22	4,70	0,95	3,20	0,65	3,06	0,62
E - M	16,81	4,70	0,79	3,41	0,75	3,02	0,51

*) Protein = N · 6,25

Versorgungsempfehlungen. Kritisch ist dagegen anzumerken, daß die angestrebte Lysinkonzentration von 4,8 % bzw. 4,6 % im Nahrungsprotein in den Mischungen P-I und P-II nicht ganz erreicht wurde. Dies war vor allem in bezug auf die Energiekonzentration in diesen Mischungen von Bedeutung, da diese den Umfang der täglich zu verfütternden Mengen mitbestimmte. Somit wurde der geschätzte Bedarf an Lysin mit der hier vorgenommenen Versorgung nicht ganz erreicht.

In der Tabelle 7 sind Angaben zum Gehalt an umsetzbarer Energie zusammengestellt. Die Schätzung der "ME" wurde nach unterschiedlichen Verfahren vorgenommen. Zum einen kam die von Schiemann et. al. (1971) abgeleitete Regression für Einzelfuttermittel, die durch Müller und Kirchgessner (1983) um ein Regressionsglied für die Berücksichtigung der "bakteriell fermentierbaren Substanz" ergänzt wurde, zur Anwendung. Gegen die Übertragung der ursprünglich für Einzelfuttermittel abgeleiteten Regression auf

Futtermischungen bestehen keine Bedenken, solange die Nährstoffgehalte innerhalb des Bereiches liegen, der auch bei den eingesetzten Einzelfuttermitteln für die Ableitung der Regression vorhanden war. Die für die Anwendung dieser Regression notwendigen Verdauungswerte der einzelnen Rohnährstoffe wurden mit Hilfe der Angaben der DLG-Tabelle (1984) über die Rohnährstoffverdaulichkeit der verschiedenen Einzelfuttermittel unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Anteile in der Futtermischung berechnet. Die Rohnährstoffgehalte der Mischungen basieren auf eigenen Analysen (Tabelle 5). In der Tabelle 7 sind diese Energiegehalte mit "Analyse • mittlere Verdaulichkeit" charakterisiert.

Allgemein wird der Energiegehalt in Futtermischungen mit den Gehaltswerten der Einzelfuttermittel der DLG - Tabelle (1984) unter Berücksichtigung ihrer Anteile in der Mischung berechnet. In der Tabelle 7 sind diese Werte mit dem Hinweis "DLG-Tabelle, 1984" versehen. Kirchgessner und

Tabelle 7: Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) in den Futtermischungen (MJ je kg Trockenmasse)

Grundlagen für die Schätzung	Futtermischung				
	P-I	P-II	K-F	A-M	E-M
Analyse • mittlere Verdaulichkeit	15,22	15,13	15,04	15,19	15,15
DLG-Tabelle (1984)	14,94	14,68	15,02	14,93	14,92
Analyse • Regression	15,19	14,90	14,34	15,16	15,20

Roth (1981, 1983) haben außerdem auf der Basis der Roh-nährstoffe Protein, Fett, Stärke, Zucker und Rohfaser oder ADF eine Regression für die Schätzung der ME vorgeschlagen. Die damit berechneten Energiegehalte sind in der Tabelle 7 mit "Analysen • Regression" bezeichnet worden.

Die Problematik der Schätzung der "ME" und der damit verbundenen methodischen Vorgehensweise kann hier nicht im einzelnen erörtert werden. Aber es ist davon auszugehen, daß die Schätzung mit Hilfe der erwähnten modifizierten Regression von Schiemann et. al. (1971) unter Einbeziehung der analytisch ermittelten Rohnährstoffgehalte und ihrer aus den einzelnen Rationskomponenten anteilig berechneten Verdaulichkeit (Tabelle 7, Zeile 1) generell die beste Annäherung an die realen Energiegehalte der Futtermittel ermöglicht, wenn nicht eine direkte experimentelle Ermittlung durchführbar ist. Ähnliche Gehaltswerte werden auch mit der regressiven Schätzung (Tabelle 7, Zeile 3) erzielt, soweit es sich nicht um extreme Futtermischungen handelt, wie z.B. bei der hier eingesetzten proteinfreien Mischung "K-F". Die Auswertung der Fütterungsversuche erfolgte mit den in der 1. Zeile der Tabelle 7 aufgeführten Werten.

Im Versuch waren die Tiere der verschiedenen Gruppen einzeln auf die Boxen (Mistgangbuchten mit Selbsttränken, planbefestigt) zufällig verteilt. Die Raumtemperatur wurde von 26° C zu Beginn auf 20° C im Verlaufe des Versuches abgesenkt. Während einiger Tage im Frühsommer war es nicht möglich, die Temperaturen unter 22° C zu halten. Die Belüftung erfolgte mit Hilfe von Ventilatoren. Die Wägung der Tiere erfolgte wöchentlich zur gleichen Zeit. Die Fütterung wurde zweimal täglich vorgenommen mit der jeweils halben Tagesration. Bei Auftreten von Futterresten wurde die folgende Futtergabe reduziert oder nicht gegeben. Täglich erfolgte eine Kontrolle der einzelnen Tiere und Protokollierung der Futtermenge sowie eventueller Störungen.

Bei Erreichen eines Gewichtes von 103 kg LM \pm 2 kg wurde die Schlachtung im institutseigenen Schlachthaus nach einem Futterentzug von ca. 20 Stunden bei freier Wasseraufnahme vorgenommen. Für die Berechnung der LMZ zum Versuchsab-

schluß wurden die im Stall ohne Nüchterung festgestellten Lebendgewichte benutzt.

3 Ergebnisse

Das entscheidende Kriterium für die Wirkung einer unterschiedlichen Energieversorgung ist die Gewichtsentwicklung. Daher ist in der Tabelle 8 eine Übersicht über die mittlere tägliche Gewichtszunahme in den einzelnen Gruppen gegeben.

Wie aus der Tabelle 8 zu entnehmen ist, sind die angestrebten Lebendmassezunahmen in allen Gruppen erreicht worden. Bei den Gruppen, in denen eine Energieversorgung mit dem Ziel einer mittleren LMZ von etwa 700 g/Tag durchgeführt wurde, lag eine um ca. 10 % höhere Gewichtsentwicklung vor (Gruppe 1 u. 2). Auch die Energieversorgung für eine intensivere Gewichtsentwicklung führte zu einer Überschreitung der Zielvorstellung um ca. 7 % (Gruppe 3 u. 4). Die auf das jeweils erreichte Lebendgewicht abgestimmte Versorgung der Gruppe 5 führte zwar auch zu einer höheren Gewichtsentwicklung als vorausgeschätzt, hierbei war aber der Unterschied nicht so groß wie in den Gruppen 1 und 2. Ein Vergleich der Ergebnisse von Kastraten mit denen der weiblichen Tiere zeigt eine kleine Überlegenheit in der Gewichtsentwicklung der letzteren.

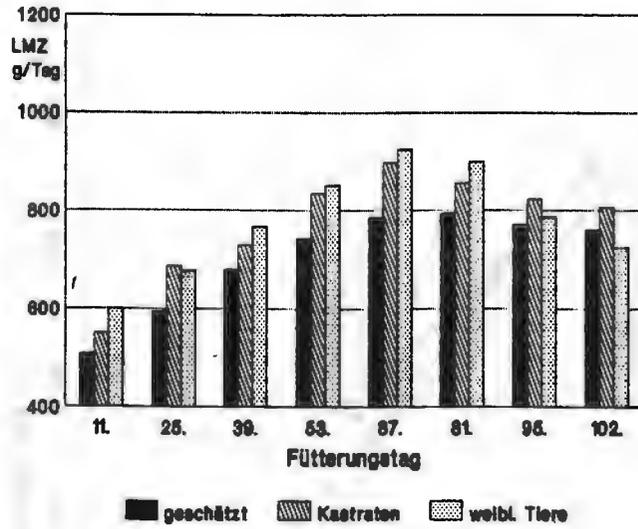
Diese für den gesamten Mastbereich summarische Darstellung der Tabelle 8 gibt aber noch keine Auskunft über die Reaktion der Tiere auf die jeweilige Energieversorgung in den verschiedenen Gewichtsabschnitten. Daher wurden in der Abbildung 3 die geschätzten LMZ den jeweils erreichten gegenübergestellt. Hierbei erfolgte die Darstellung in Abschnitten von jeweils 14 Fütterungstagen und bei Versuchsabschluß bei den Gruppen 1, 2 und 3 von 7 Tagen. Für die Tiere der Gruppe 5 ist die Gewichtsentwicklung für Gewichtsbereiche von 20 kg LM wiedergegeben.

Aus der Abbildung 3 ist zu entnehmen, daß die vorgenommene Energieversorgung in den Gruppen 1 und 2 in allen Mastabschnitten zu einer höheren Gewichtsentwicklung ge-

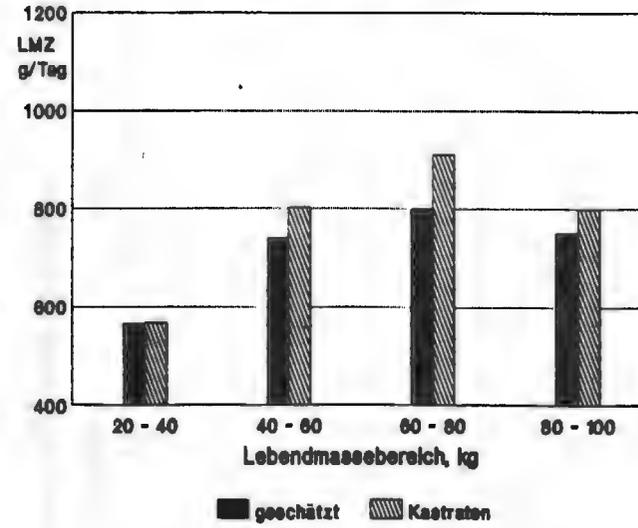
Tabelle 8: Mittlere tägliche Lebendmassezunahmen im geprüften Mastabschnitt

Gruppe Geschlecht		1 Kastraten	2 Sauen	3 Kastraten	4 Sauen	5 Kastraten
Ziel, LMZ g/Tag		713	713	857	806	706
Lebendmasse, kg						
Versuchsbeginn	\bar{x}	21,5	21,4	21,4	21,8	19,7
	ts	0,91	1,25	1,00	0,95	2,10
Versuchsende	\bar{x}	100,6	100,6	100,3	100,8	101,3
	ts	0,70	0,76	0,58	0,80	2,30
Lebendmassezunahme, g/Tag	\bar{x}	783	792	917	859	745
	ts	39	29	38	30	62
relativ zum Versuchsziel	%	+9,8	+11,0	+7,0	+6,6	+5,5

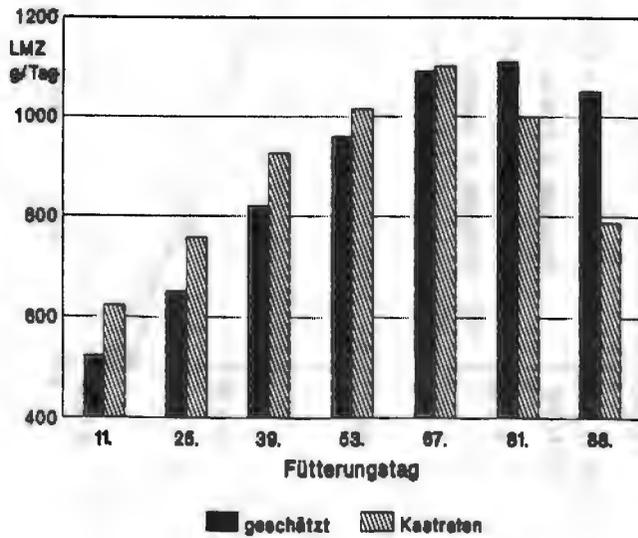
Gruppe 1 und 2; Ziel 700 g LMZ



Gruppe 5; Ziel 700 g LMZ



Gruppe 3; Ziel 850 g LMZ



Gruppe 4; Ziel 800 g LMZ

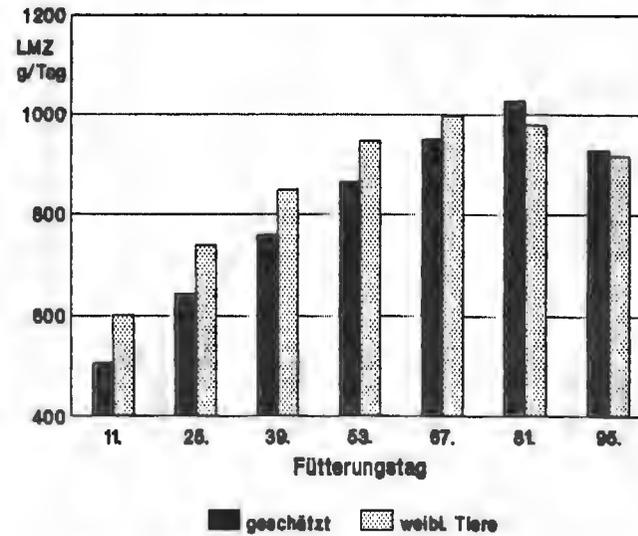
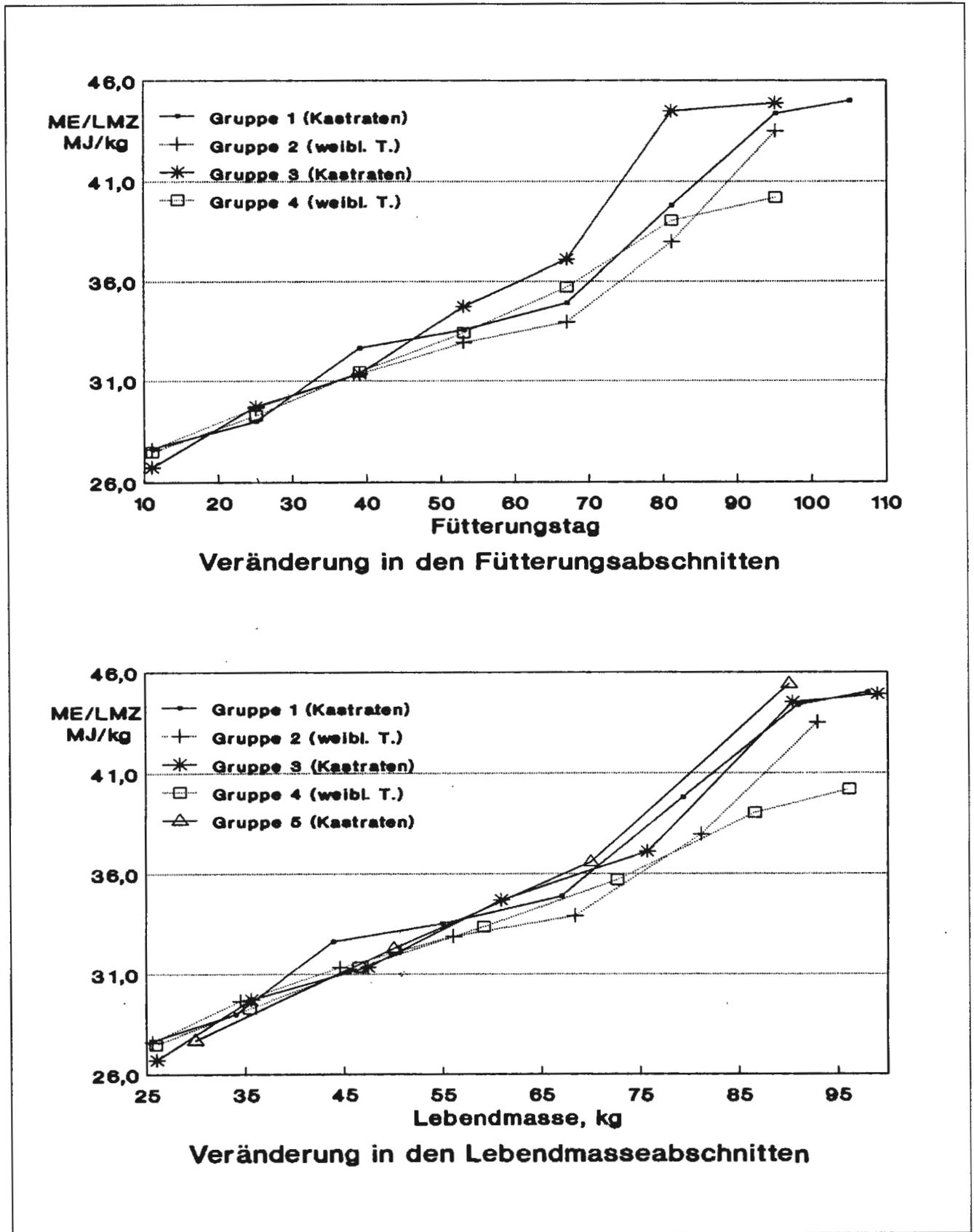


Abbildung 3: Vergleich der Lebendmassezunahmen (LMZ) in verschiedenen Mastabschnitten

Abbildung 4: Energieaufwand in unterschiedlichen Mast- bzw. Gewichtsabschnitten



führt hat als vorausgeschätzt wurde. Dies gilt auch für die weiblichen Tiere in der letzten Versuchswoche (102. Fütterungstag), da hier zu berücksichtigen ist, daß die Tierzahl in dieser Gruppe wegen Gewichtsüberschreitung (größer als 103 kg LM) nicht mehr vollständig war. Die auf annähernd gleichem Niveau wie die Gruppen 1 und 2 versorgten Tiere der Gruppe 5 zeigten ebenfalls im Gewichtsbereich über ca. 40 kg LM eine bessere Gewichtsentwicklung als erwartet.

Differenzierter ist die Gewichtsentwicklung bei höherer Energieversorgung zu beurteilen. Hier führt die vorgenommene Energieversorgung sowohl bei Kastraten (Gruppe 3) als auch bei Sauen (Gruppe 4) bis annähernd zum 75. Fütterungstag (entsprechend ca. 85 kg LM bzw. 80 kg LM) zu einer etwas höheren als der angestrebten LMZ, danach aber wird letztere nicht ganz erreicht und bei den Kastraten z.T. beachtlich unterschritten.

Die Gewichtsentwicklung gibt unter Berücksichtigung der entsprechenden Fütterung einen ersten Hinweis auf die erforderliche leistungsbezogene Energieversorgung. Die wichtigste Ergänzung hierzu bildet der in den einzelnen Gruppen ermittelte Energieaufwand für 1 kg LMZ, der in Abbildung 4 für Mastabschnitte von jeweils 14 Tagen bzw. für Gewichtsabschnitte von ca. 20 kg dargestellt ist.

Der Abbildung ist zu entnehmen, daß der Energieaufwand (MJ ME je kg LMZ) sowohl bei den Kastraten als auch bei den weiblichen Tieren im Verlaufe der Mast erwartungsgemäß ansteigt. Bis zu einer Lebendmasse von etwa 60 kg ist der Energieverbrauch je Einheit Gewichtszuwachs in allen Gruppen annähernd gleich. Im Abschnitt nach dem 50. Fütterungstag (oberer Teil der Abb. 3) ergeben sich dann je nach Fütterungsintensität Unterschiede im notwendigen Energieaufwand und dies sowohl innerhalb des jeweiligen Geschlechtes als auch zwischen den Geschlechtern. So nimmt der Energieaufwand bei den Kastraten mit der Höhe der LMZ eindeutig zu (Gr. 1 : Gr. 3), während dies bei den Sauen nur tendenziell angedeutet ist (Gr. 2 : Gr. 4).

Betrachtet man jedoch den Energieverbrauch bei jeweils gleicher Lebendmasse (unterer Teil der Abb. 3), so ist der Energieaufwand trotz unterschiedlicher Fütterungsintensität innerhalb der Kastraten annähernd gleich (Gr. 1, Gr. 3 und Gr. 5), dagegen liegt bei den Sauen im Gewichtsbereich über 80 kg ein kleiner Unterschied zugunsten der Tiere mit höherer LMZ vor. Allgemein ist zu erkennen, daß die weiblichen Tiere je Einheit Lebendmassezunahmen im Bereich über 60 kg LM weniger Energie benötigen als Kastraten. Dieses läßt auf einen geringeren Fettansatz im Zuwachs schließen.

4 Diskussion und Schlußfolgerungen

Die mit Hilfe einer Modellkalkulation abgeleitete notwendige Energieversorgung für unterschiedliche Gewichtsentwicklungen hat sich in dem durchgeführten Versuch für einige Bereiche als zu hoch erwiesen. So war die Energieversorgung für eine mittlere Lebendmassezunahme von ca. 700 g/Tag unabhängig vom Geschlecht in allen Mastabschnitten etwas zu hoch angelegt. Auch für mittlere Gewichtszunahmen von 800 bis 850 g/Tag lag bei den Kastraten im Bereich bis zu ca. 85 kg LM und bei den weiblichen Tieren bis zu 80 kg LM eine geringe Überversorgung vor. Diese Abweichungen zwischen der Modellkalkulation und der im Versuch benötigten Energie können mehreren Ursachen haben. So waren die Haltungsbedingungen sehr günstig. Die Stalltemperatur lag in allen Versuchsabschnitten innerhalb des thermoneutralen Bereiches.

Erst bei Unterschreitung der kritischen Temperatur, die in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (Fütterungsintensität, Einstreu, Art und Isolierung des Fußbodens) zwischen 13^o und 18^o C liegt, benötigen die Tiere zusätzlich Nahrungsenergie, um die Körpertemperatur aufrecht zu erhalten (Verstegen und van der Hel, 1974; Noblet et al., 1985). Weiterhin wurden die Tiere in Einzelboxen gehalten, so daß ein zusätzlicher Energieverbrauch für die bei Gruppenhaltung zu beobachtende erhöhte Bewegungsaktivität entfiel. Der bei der Kalkulation der Energieversorgung vorgenommene spezielle Zuschlag von 10 % beim energetischen Erhaltungsbedarf - dies entspricht 0,5 MJ bis 1,4 MJ ME je Tag im Verlauf der Mast - wäre unter diesen Versuchsbedingungen nicht erforderlich gewesen.

Weiterhin sind Unterschiede in der Zusammensetzung des Zuwachses (Protein- : Fettverhältnis) der Versuchstiere im Vergleich zu den "Modelltieren" möglich. Eine verringerte Fetteinlagerung zugunsten eines erhöhten Protein- und damit Fleischansatzes - verbunden mit den entsprechenden Wasser-einlagerungen - führt zu höheren Lebendmassezunahmen bei gleichzeitig verringertem Energieaufwand. Trotz hoher Fütterungsintensität konnte im Wachstumsbereich über ca. 80 kg LM in den Gruppen 3 und 4 die angestrebte LMZ mit der dafür berechneten Energiemenge nicht immer erreicht werden. Vermutlich war die Fetteinlagerung bei Gewichtszunahmen von mehr als 900 g je Tag höher als bei den Ableitungen angenommen.

Eine Ursache für die in allen Gruppen vorliegende Überschätzung der Energieversorgung im Bereich der ersten Masthälfte kann auch der vom ARC (1981) übernommene energetische Teilwirkungsgrad für den Proteinansatz von 0,56 (kp) sein, der auf der Grundlage einer zusammenfassenden Auswertung von 27 Arbeiten der Literatur für den Wachstumsabschnitt von 20 bis 110 kg LM gilt. In eigenen Untersuchungen zur Energieverwertung während der Ferkelaufzucht (Gädeken et al., 1985) wurde mit 0,73 bis 0,83 ein Teilwirkungsgrad für den Proteinansatz ermittelt, der höher ist, als der vom ARC vorgeschlagene Wirkungsgrad. Geht man davon aus, daß im Bereich bis zu 50 kg LM der k_p -Wert höher als 0,56 ist, dann ist der Energieaufwand für den Proteinansatz geringer als hier angenommen.

Die im Versuch sichtbar gewordenen Abweichungen zwischen der Modellrechnung und dem experimentellen Ergebnis liegen bei einer mittleren täglichen Gewichtsentwicklung von 700 g in einer Größenordnung, die auch unter Praxisbedingungen von Bedeutung sein kann. So wäre unter guten Haltungs- und Temperaturverhältnissen, letztere nicht unter 15^o C, eine Reduzierung der in gekürztem Umfang in der Tabelle 1 dargestellten Energieversorgung möglich. Wenn mittlere Gewichtsentwicklungen von 800 g/Tag und darüber angestrebt werden, sollte zwischen Kastraten und weiblichen Tieren differenziert werden. Bei einem Vergleich zwischen weiblichen Tieren und Kastraten zeigen letztere insbesondere bei hohen Gewichtszunahmen eine stärkere Fetteinlagerung als die weiblichen Mastschweine. Dies bedingt auch eine entsprechende Energieversorgung, um diese hohen Gewichtszunahmen zu realisieren. Die hier vorliegenden Versuchsergebnisse bestätigen dies und stützen die von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1987) vorgeschlagene Versorgung. Für die Mast weiblicher Tiere kann dagegen aus diesen Versuchen abgeleitet werden, daß im Abschnitt über 50 kg LM eine um 3 % bis 5 % geringere Energieversorgung im Vergleich zu den Kastraten ausreicht. Daher wurde mit Hilfe der Ergebnisse des durchgeführten Fütterungsversuches ein Orientierungsrahmen für eine leistungsbezogene Energieversorgung aufge-

Tabelle 9: Erforderliche Energieversorgung von Kastraten für unterschiedliche Lebendmassezunahmen (LMZ) in der Mast von 20 bis 100 kg Lebendmasse (LM)

LM-abschnitt kg	Ziel: mittlere tägliche Lebendmassezunahme					
	700 g		800 g		900 g	
	LMZ g/Tag	ME MJ/Tag	LMZ g/Tag	ME MJ/Tag	LMZ g/Tag	ME MJ/Tag
20 - 30	520	14,00	550	14,80	570	15,40
30 - 40	610	17,70	670	19,70	770	22,00
40 - 50	700	22,70	780	24,50	880	26,50
50 - 60	770	25,50	880	29,00	980	32,80
60 - 70	800	27,50	950	33,00	1050	36,00
70 - 80	800	29,50	980	36,00	1100	41,00
80 - 90	770	31,20	950	37,10	1050	42,00
90 - 100	720	34,50	900	40,50	950	44,00

stellt. Die Ableitung dafür erfolgte nicht regressiv über den gesamten Mastbereich, sondern auf der Basis der jeweiligen Ergebnisse in den einzelnen Mastabschnitten. Die entsprechenden Daten sind getrennt für beide Geschlechter in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellt.

5 Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch wurden 5 Gruppen mit insgesamt 125 BHZP-Schweinen (75 Kastraten, 50 Sauen) unterschiedlich mit umsetzbarer Energie (ME) und Protein ver-

Tabelle 10: Erforderliche Energieversorgung von Sauen für unterschiedliche Lebendmassezunahmen (LMZ) in der Mast von 20 bis 100 kg Lebensmasse (LM)

LM-abschnitt kg	Ziel: mittlere tägliche Lebendmassezunahme			
	700 g		800 g	
	LMZ g/Tag	ME MJ/Tag	LMZ g/Tag	ME MJ/Tag
20 - 30	520	14,00	550	14,80
30 - 40	610	17,70	670	19,70
40 - 50	700	22,00	780	24,50
50 - 60	770	25,00	880	28,00
60 - 70	800	27,20	950	32,60
70 - 80	800	28,20	980	35,00
80 - 90	770	30,00	950	36,00
90 - 100	720	32,50	900	38,50

sorgt, um im Mastabschnitt von 20 bis 100 kg Lebendmasse (LM) mittlere Gewichtszunahmen (LMZ) von 700 g, 800 g bzw. 850 g zu erreichen. In den Gruppen 1 bis 4 wurde die faktoriell abgeleitete Energie- und Nährstoffversorgung täglich angepaßt. In der Gruppe 5 erfolgte die Anpassung auf der Basis der erreichten Lebendmasse ein- bis zweimal wöchentlich.

Alle Gruppen erzielten höhere Gewichtszunahmen als vorausgeschätzt. Bei mittleren LMZ von 700 g waren diese um etwa 10 %, bei intensiverer Gewichtsentwicklung um ca. 7 % höher. In den letzteren Gruppen wurden aber die angestrebten Leistungen nur bis zu Gewichten von etwa 85 kg (Kastraten) bzw. 80 kg (Sauen) überschritten. Danach waren die erzielten Leistungen geringer als erwartet.

Der Energieaufwand je kg LMZ war bis zu einer Lebendmasse von etwa 60 kg in allen Gruppen gleich. Mit zunehmendem Alter (Gewicht) entwickelte sich der Energieaufwand in Abhängigkeit vom Geschlecht unterschiedlich. So benötigten die Sauen weniger Energie je kg LMZ als die Kastraten. Dieses läßt auf einem geringeren Fettansatz im Zuwachs schließen.

Die Ursachen für die Unterschiede zwischen den erwarteten und den erzielten Lebendmassezunahmen, die u.a. auf die günstigen Haltungsbedingungen zurückzuführen sind, werden diskutiert. In einem Orientierungsrahmen werden für Kastraten und Sauen Angaben für eine leistungsbezogene Energieversorgung gemacht.

Investigations on energy supply for different body weight gains of pigs during fattening

In a feeding trial 125 BHZP-pigs (75 castrates, 50 females) were allotted to five groups with different levels of dietary metabolizable energy (ME) and protein in order to obtain mean daily body weight gains of 700 g (group 1, 2, 5), 800 g (group 4) or 850 g (group 3) in a range between 20 and 100 kg live weight. The daily energy and nutrient supply which was required to ensure the different levels of body weight gain was calculated from the so-called factorial procedure. In four of the experimental groups (group 1-4) the energy and nutrient supply was changed daily, whereas in group 5 the feed supply was modified 1-2 times per week.

The actual body weight gains exceeded the predicted values by about 10 % in group 1 and 2 (700 g daily weight gain). In the other groups this difference was 7 %. The actual body weight gains exceeded the predicted values by about 10 % in group 1 and 2 (700 g daily weight gain). In the other groups this difference was 7 %. In higher body weights (85 kg (castrates) and 80 kg (females)) the actual weight gains were lower than predicted.

The ratio between energy consumption and weight gain did not show any differences between the experimental groups up to 60 kg. With further increases of live weight the energy expenditure was affected by the sex of the animals. The ratio between energy consumption and weight gain was lower in sows as compared to castrates which might have been induced by lower fat retention.

The differences between actual and predicted body weight gains might have been induced by the experimental conditions adopted in this study. Preliminary recommendations are given for energy supply according to the level of production in sows and castrates.

Literatur

A R C : Agricultural Research Council: The nutrient requirements of pigs. - Commonwealth Agric. Bureaux, Farnham Royal, Slough, (1981).

D L G - Schriftenreihe "Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 4: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Schweine. - DLG-Verlag, Frankfurt (Main), (1987).

D L G - Futterwerttabellen für Schweine - 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt (Main), (1984).

G ä d e k e n , D., O s l a g e , H.J., B ö h m e , H.: Untersuchungen zum energetischen Erhaltungsbedarf und zur Verwertung der umsetzbaren Energie für den Fettansatz bei Ferkeln. - Arch. Tierernähr. 35 (1985), S 481-494.

K i r c h g e s s n e r , M., R o t h , F.X.: Zur Schätzung energetischer Futterwerte von Mischfuttermitteln für Schweine. - Z. Tierphys. Tierernähr. u. Futtermittelkde. 45 (1981), S. 100-108.

K i r c h g e s s n e r , M., R o t h , F.X.: Schätzgleichungen zur Ermittlung des energetischen Futterwertes von Mischfuttermitteln für Schweine. - Z. Tierphys. Tierernähr. u. Futtermittelkde. 50 (1983), S. 270-275.

S c h i e m a n n , R., N e h r i n g , K., H o f f m a n n , L., J e n t s c h , W., C h u d y , A.: Energetische Futterbewertung und Energiennormen. - VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag (1971).

M ü l l e r , H.L., K i r c h g e s s n e r , M.: Energetische Verwertung von Cellulose beim Schwein. - Z. Tierphys. Tierernähr. u. Futtermittelkde. 49 (1983), S. 127-133.

V e r s t e g e n , M.W.A., v a n d e r H e l , W.: The effects of temperature and type of floor on metabolic rate and effective critical temperature in groups of growing pigs - Anim. Prod. 18 (1974), S. 1-11.

N o b l e t , J., L e D i v i d i c h , J., B i k a w a , T.: Interaction between energy level in the diet and environmental temperature on the utilization of energy in growing pigs - J. Anim. Sci. 61 (1985), S. 452-459.

Verfasser: S c h u l z , Edgar, Dr. agr.; G ä d e k e n , Dieter, Dr. agr., Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), komm. Leiter: Prof. Dr. sc. agr. E r n s t Z i m m e r .