

## Die Bedeutung der Energiedichte und des Lysin:Energieverhältnisses im Ferkel- und Vormastfutter

Prof. Dr. F.X. Roth (Freising-Weihenstephan)

### Einleitung

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, welchen Einfluß die Energiedichte und das Lysin:Energieverhältnis des Futters auf die Wachstumsparameter in der Ferkelaufzucht und in der Vormast von Schweinen haben. In diesen Wachstumsabschnitten wird den Tieren das Futter häufig zur freien Aufnahme angeboten, um das genetische Wachstumspotential ausschöpfen zu können. Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Energieversorgung, besteht in der praktischen Fütterung zunehmend die Tendenz, die Energiedichte des Futters (MJ ME/kg) zu erhöhen. Eine höhere Energiedichte wird vor allem auch deshalb gefordert, weil durch langjährige Selektion auf hohe Muskel- und niedrige Fettbildung auf züchterischem Wege das Futterraufnahmevermögen von Schweinen vermindert wurde. Es ist deshalb von Interesse zu untersuchen, ob mit höherer Energiedichte in einem praxisrelevanten Bereich von z.B. 14 MJ gegenüber 13 MJ ME/kg Futter die Energieaufnahme und damit auch die Wachstumsleistung verbessert werden können, wenn die Tiere unbeschränkten Zugang zum Futter haben. Um Fehlversorgungen zu vermeiden, muß bei veränderter Energiedichte auch die jeweilige Nährstoffkonzentration im Futter entsprechend angepaßt werden. In diesem Zusammenhang verdient das Lysin:Energieverhältnis besonderes Augenmerk, da Lysin unter den essentiellen Aminosäuren das Wachstum zumeist am stärksten limitiert. Es stellt sich deshalb die Frage, inwieweit das optimale Lysin:Energie-verhältnis von der Energiedichte des Futters abhängig ist. Im folgenden sollen diesbezügliche neuere Versuchsergebnisse zur Ferkelaufzucht und zur Vormast von Schweinen bis zu einer Lebendmasse von 60 kg vorgestellt werden (s. hierzu auch Roth et al., 1999; 2000).

### Einfluß der Energiedichte und der Lysinkonzentration auf die Leistung von Ferkeln

#### Versuch I

Im ersten Versuch wurden zwei Energiestufen (13 MJ bzw. 14 MJ ME/kg) mit zwei Lysinstufen (0,8 g bzw. 0,9 g Lysin/MJ) in einer 2 x 2 faktoriellen Anordnung kombiniert (Tabelle 1). Die Lysinkonzentrationen von 0,9 g bzw. 0,8 g Lysin/MJ ME entsprachen den Anforderungen an ein Ferkelaufzuchtfutter I bzw. II, deren Einsatzbereich von etwa 8 kg bis 20 kg bzw. von 20 kg bis 30 kg Lebendmasse vorgesehen ist (DLG, 1996). Innerhalb jeder Lysinstufe wurde das Verhältnis von Rohprotein zu Energie konstant gehalten, um einen sekundären Einfluß der Proteinzufuhr auszuschließen. Die Futterrezepturen beruhten auf einem hohen Getreideanteil, Sojaextraktionsschrot und Fischmehl. Die Unterschiede in der Energiedichte wurden mit Sojaölzusatz eingestellt, während die variierenden Lysingehalte durch Supplementierung der Versuchsmischungen mit L-Lysin · HCl realisiert wurden. Um die Verhältnisse zwischen Lysin und anderen essentiellen Aminosäuren im optimalen Bereich zu halten, wurden die Futtermischungen mit DL-Methionin und L-Threonin ergänzt. Das Aminosäuremuster des Futters entsprach der von Wang und Fuller (1989) empfohlenen optimalen Relation. Die Tabelle 2 zeigt die Zusammensetzung der 4 Versuchsmischungen.

**Tabelle 1: Einfluß der Energie- und Lysinkonzentration des Futters in der Ferkelaufzucht**

Versuch 1:	4 x 12 Ferkel von 8-28 kg LM in Einzelfütterung ad libitum; 2 Energiestufen mit jeweils 2 Lysinstufen kombiniert:			
Energie, MJ ME/kg	13,0	13,0	14,0	14,0
Lysin, g/MJ	0,8	0,9	0,8	0,9
Lysin, g/kg	10,4	11,7	11,2	12,6
Rohprotein, g/kg	176	186	186	200
Ferkelaufzuchtfuttertyp	II	I	II	I

**Tabelle 2: Zusammensetzung der Futtermischungen für die Ferkelversuche (%)**

Gruppe	I	II	III	IV
Energie, MJ/kg	13,0	13,0	14,0	14,0
Lysin, g/MJ	0,8	0,9	0,8	0,9
Gerste	36,8	34,2	27,9	24,5
Weizen	25,0	25,0	25,0	25,0
Mais	20,0	20,0	20,0	20,0
Sojaextraktionsschrot	11,4	13,4	15,6	18,8
Fischmehl	4,0	4,5	4,5	5,0
Sojaöl	-	-	4,1	3,9
L-Lysin · HCl	0,31	0,37	0,27	0,33
DL-Methionin	0,02	0,06	0,03	0,08
L-Threonin	0,07	0,11	0,06	0,10
Mineralfutter	2,2	2,2	2,5	2,5

### Ergebnisse

Der Einfluß der Energiedichte des Futters auf die Leistung der Ferkel war vom Lysin:Energieverhältnis abhängig (Tabelle 3). Bei niedrigem Lysin:Energieverhältnis (0,8 g Lysin/ MJ ME) führte der Anstieg der Energiedichte von 13 MJ auf 14 MJ ME zu einer um 18 % höheren Zuwachsrates und einer um 16 % höheren Energieaufnahme, während Futtermittelverzehr und Energieverwertung unbeeinflusst blieben. Im Gegensatz dazu, war bei hohem Lysin:Energieverhältnis (0,9 g Lysin/MJ ME) durch den Anstieg der Energiedichte von 13 MJ auf 14 MJ ME/kg der Futtermittelverzehr um 10 % signifikant und die Energieaufnahme leicht vermindert. Die Zuwachsrates und die Energieverwertung blieben unverändert. Die Steigerung

**Tabelle 3: Einfluß der Energie- und Lysinkonzentration im Futter auf das Wachstum der Ferkel von 8-30 kg LM**

Energiedichte, MJ/kg	13,0	13,0	14,0	14,0
Lysin, g/MJ	0,8	0,9	0,8	0,9
Lysin, g/kg	10,4	11,7	11,2	12,6
Futtertyp	FAF II	FAF I	FAF II	FAF I
Zuwachs, g/Tag	403 <sup>c</sup>	536 <sup>a</sup>	474 <sup>b</sup>	534 <sup>a</sup>
Futtermittelverzehr, g/Tag	670 <sup>b</sup>	813 <sup>a</sup>	721 <sup>b</sup>	738 <sup>b</sup>
Energieverzehr, MJ/Tag	8,7 <sup>b</sup>	10,6 <sup>a</sup>	10,1 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>
Energieverwertung, MJ/kg Zuwachs	21,7 <sup>a</sup>	19,9 <sup>b</sup>	21,3 <sup>a</sup>	19,5 <sup>b</sup>

der Lysinzufuhr von 0,8 g auf 0,9 g/MJ ME ergab bei beiden Energiestufen eine starke Wachstumsverbesserung (33 % bzw. 13 %) und eine verbesserte Energieverwertung. Der Futter- und Energieverzehr war ebenfalls vor allem in der Energiestufe 13 MJ/kg erhöht. Das Lysin:Energieverhältnis von 0,8 g/MJ ME reichte nicht aus, das Wachstumspotential der Ferkel auch nur annähernd auszuschöpfen.

**Schlußfolgerungen**

Aus diesen Ergebnissen läßt sich somit folgern, daß eine Energiedichte von 13 MJ ME/kg bereits ausreichend ist, das Leistungspotential der Ferkel anzuheben, sofern die Lysinversorgung in einem bedarfsdeckenden Bereich liegt. Die Energieversorgung hat bei geringerer Lysinzufuhr einen größeren Effekt als bei hoher Lysinkonzentration (Energie x Lysininteraktion signifikant); bei hoher Lysinkonzentration im Futter geht bei steigender Energiedichte der Futterverzehr zurück, so daß Wachstumsrate, Energieaufnahme und Energieverwertung nicht verändert werden. Damit ist die Lysinkonzentration hinsichtlich Zuwachshöhe, Energieaufnahme und Energieverwertung von erheblich größerem Einfluß als die Energiedichte des Futters. Das durch die Lysinzufuhr mögliche Wachstumspotential der Ferkel dürfte demnach für die Höhe der Energieaufnahme bestimmend sein. Mit dem Ferkelaufzuchtfutter vom Typ II kann das Leistungspotential der Ferkel vom Absetzen bis etwa 30 kg Lebendmasse demzufolge nicht ausgeschöpft werden.

**Versuch II**

In einem zweiten Ferkelversuch wurde das Konzept der Phasenfütterung aufgegriffen. In der ersten Phase von 8-20 kg Lebendmasse wurden zwei Energiedichten von 13 MJ und 14 MJ ME/kg bei einer konstanten Lysin:Energieverhältnis von 0,9 g/MJ ME entsprechend einem Ferkelaufzuchtfutter I gewählt. Im Abschnitt von 20-30 kg Lebendmasse wurden die beiden Versuchsgruppen (13 MJ bzw. 14 MJ ME/kg) in jeweils 2 Lysinstufen aufgeteilt (Tabelle 4), so daß insgesamt 4 Versuchsgruppen mit unterschiedlichen Lysin- und Energiegehalten entstanden (Gruppe 1: 13 MJ ME/kg, 0,9 g Lysin/MJ; Gruppe 2: 13 MJ ME/kg, 0,8 g Lysin/MJ; Gruppe 3: 14 MJ ME/kg, 0,9 g Lysin/MJ; Gruppe 4: 14 MJ ME/kg, 0,8 g Lysin/MJ). Mit der Lysinabsenkung wurde dem Ferkelaufzuchtfutter II entsprochen. Die Zusammensetzung der verwendeten Futtermischungen war mit Versuch I identisch.

**Tabelle 4: Einfluß der Energie- und Lysinkonzentration bei Phasenfütterung von Ferkeln**

**Ergebnisse**

Versuch 2:	4 x 12 Ferkel von 8-30 kg LM in Einzelfütterung ad libitum; 2 Energiestufen mit jeweils 2 Lysinstufen ab 20 kg LM kombiniert:			
Energie, MJ ME/kg	13,0	13,0	14,0	14,0
Lysin, g/MJ				
8-20 kg LM	0,9	0,9	0,9	0,9
20-30 kg LM	0,9	0,8	0,9	0,8
Ferkelaufzuchtfuttertyp	I	I/II	I	I/II

Die Energiedichte des Futters hat in der ersten Phase (8-20 kg LM) keinen Einfluß auf die Wachstumsparameter (Tabelle 5). In Phase 2 war bei niedrigem Lysin:Energieverhältnis (0,8 g/MJ) ähnlich wie im ersten Versuch durch Steigerung der Energiedichte von 13 MJ auf 14 MJ/kg der Zuwachs und die Energieaufnahme erhöht (10 % bzw. 6 %), während der Futterverzehr und die Energieverwertung nicht wesentlich verändert waren. Bei hohem Lysin:Energieverhältnis (0,9 g/MJ) konnte durch die Anhebung der Energiedichte des Futters die Leistung der Ferkel nicht verbessert werden, da der Futterverzehr entsprechend zurückging. Im Gegensatz dazu wurde durch die Lysinabsenkung von 0,9 g auf 0,8 g/MJ ME die Zuwachsrate und Energieverwertung signifikant verschlechtert. Futter- und Energieaufnahme waren partiell vermindert.

**Tabelle 5: Effekt der Energiedichte bei Phasenfütterung der Ferkel von 8-30 kg LM**

Energiedichte, MJ/kg	13,0	13,0	14,0	14,0
Lysin, g/MJ				
8-20 kg LM	0,9	0,9	0,9	0,9
20-30 kg LM	0,9	0,8	0,9	0,8
Futtertyp: FAF	I	I/II	I	I/II
Abschnitt 8-20 kg LM				
Zuwachs, g/Tag	447		470	
Futterverzehr, g/Tag	625		596	
Energieverzehr, MJ/Tag	8,2		8,4	
Energieverwertung, MJ/kg Zuwachs	18,4		18,0	
Abschnitt 20-30 kg LM				
Zuwachs, g/Tag	727 <sup>a</sup>	609 <sup>b</sup>	745 <sup>a</sup>	670 <sup>ab</sup>
Futterverzehr, g/Tag	1173	1084	1103	1074
Energieverzehr, MJ/Tag	15,4	14,3	15,6	15,2
Energieverwertung, MJ/kg Zuwachs	21,4 <sup>b</sup>	23,9 <sup>a</sup>	21,0 <sup>b</sup>	22,8 <sup>ab</sup>

**Schlußfolgerungen**

Aus diesen Ergebnissen läßt sich schließen, daß in der Ferkelaufzucht sowohl ein Futter mit 13 MJ oder 14 MJ ME/kg erfolgreich eingesetzt werden kann, sofern ein Lysin:Energieverhältnis von 0,9 g/MJ eingehalten wird. Durch eine Reduzierung der Lysin:Energieverhältnis von 0,9 g auf 0,8 g Lysin/MJ ME entsprechend der Umstellung vom Ferkelaufzuchtfutter I auf II - wie es häufig in der Praxis empfohlen wird - läßt sich das Leistungspotential beim Ferkel nicht ausschöpfen. Bezieht man die in einer früheren Dosis-Wirkungsstudie (Roth et al., 1994) gefundene optimale Lysin : Energieverhältnis von 0,9 g Lysin/MJ ME mit ein, so läßt sich als praktische Versorgungsempfehlung eine Lysinkonzentration von 1,17 % bzw. 1,26 % bei 13 MJ bzw. 14 MJ ME/kg Ferkelaufzuchtfutter angeben.

**Einfluß der Energiedichte und der Lysinkonzentration auf die Mastleistung von Schweinen von 30-60 kg Lebendmasse**

Der Lysinbedarf wachsender Schweine wird vor allem durch die Kapazität des Muskelwachstums bestimmt, das vor allem von Genotyp, Geschlecht und Alter abhängig ist. Hierzu wurden viele Untersuchungen durchgeführt, wobei bislang überwiegend die Zufuhr von Lysin auf Basis von Bruttowerten erfaßt wurde. Aufgrund von erheblichen Unterschieden in der Lysinverdaulichkeit verschiedener Rationskomponen-

ten sind solche Empfehlungen zur Lysinversorgung nicht ohne weiteres zu verallgemeinern. Hinzu kommt, daß der Lysinbedarf häufig bei nur einem Energieniveau des Futters untersucht wurde, obgleich in mehreren Untersuchungen gezeigt werden konnte, daß der Lysinbedarf wachsender Schweine von der Energieaufnahme abhängig ist. In dem nachfolgend beschriebenen Versuch wurde daher als Basis der Lysinversorgung der Gehalt an ileal verdaulichem Lysin ermittelt. Gleichzeitig war zu prüfen, ob das optimale Verhältnis von ileal verdaulichem Lysin zur umsetzbaren Energie von der Energiedichte des Futters abhängig ist.

**Versuchsdesign und Tiermaterial**

Es wurde eine zweifaktorielle Versuchsanstellung mit vier Lysinstufen und zwei Energiestufen gewählt (Tabelle 6). Daraus ergaben sich acht Behandlungen, die an jeweils 12 Schweinen in Einzelfütterung wiederholt wurden. Innerhalb der Gruppen kamen jeweils 6 männliche und 6 weibliche Tiere zur Auswertung. Als Versuchstiere standen Kreuzungstiere der Herkunft Landrasse x Pietrain zur Verfügung.

**Tabelle 6: Versuchsdesign**

Energiedichte MJ ME/kg	Lysinversorgung <sup>1)</sup>			
	scheinbar ileal verd. Lysin (%)			
13	0,569	0,694	0,814	0,923
14	0,615	0,748	0,865	0,965
	scheinbar ileal verd. Lysin : ME (g/MJ)			
	13	0,44	0,53	0,63
14	0,44	0,53	0,62	0,69

<sup>1)</sup>Zulagen an L-Lysin · HCl

**Fütterung**

Die Tiere erhielten das Futter ad libitum angeboten. Das Basisfutter (13 MJ ME/kg) bestand aus

- 45,0 % Weizen
- 22,2 % Gerste
- 15,0 % Mais
- 14,2 % Sojaextraktionsschrot
- 0,3 % Sojaöl
- 3,0 % Mineralfutter

und wurde mit 0,09 DL-Methionin und 0,19 % L-Threonin ergänzt. Durch Zulage von L-Lysin · HCl wurde der Lysin Gehalt von 0,65 % auf 1,02 % stufenweise erhöht. Für das Futter der Stufe 14 MJ ME/kg wurde der Zusatz von Sojaöl auf 4,35 % angehoben, der Bruttolysinwert betrug zwischen 0,70 und 1,09 %, DL-Methionin und L-Threonin wurden mit 0,13 % bzw. 0,22 % ergänzt. Der Rohproteingehalt betrug 16,0 % bzw. 16,3 %.

Parallel zum Mastversuch wurden die Basismischungen mit je 5 Schweinen, denen eine Post-valve-T-caecum-Kanüle implantiert war, auf die scheinbar ileale Aminosäurenverdaulichkeit untersucht. Aus diesen Ergebnissen und der Annahme einer 100 %-igen Verdaulichkeit des zugesetzten L-Lysin · HCl wurde für die einzelnen Versuchsgruppen die Konzentration an ileal verdaulichem Lysin ermittelt.

**Ergebnisse-Mastversuch**

Die Steigerung der Energiedichte von 13 MJ auf 14 MJ/kg führte zu einem signifikanten Rückgang des Futterverzehr ohne wesentlichen Einfluß auf Energieaufnahme, Zuwachshöhe und Energieverwertung (Tabelle 7).

**Tabelle 7: Lysin- und Energieeffekt auf die Leistung in der Vormast**

	ME MJ/kg	g ileal verdauliches Lysin/MJ ME				SEM
		0,44	0,53	0,63	0,70	
Futteraufnahme, g/d	13	1710	1770	1800	1739	51
	14	1650	1730	1710	1630	
Zuwachs, g/d	13	644 <sup>a</sup>	755 <sup>b</sup>	851 <sup>c</sup>	823 <sup>bc</sup>	25
	14	685 <sup>a</sup>	794 <sup>b</sup>	835 <sup>b</sup>	836 <sup>b</sup>	
ME/kg Zuwachs, MJ	13	34,8 <sup>a</sup>	30,5 <sup>b</sup>	27,5 <sup>c</sup>	27,2 <sup>c</sup>	0,4
	14	33,8 <sup>a</sup>	30,6 <sup>b</sup>	28,7 <sup>c</sup>	27,3 <sup>d</sup>	
Faktor	P-Werte					
	ME	Lys/ME	Sex	Lys/ME x ME	Lys/ME x Sex	Lys/ME x Sex x ME
Futteraufnahme	0,04	0,24	0,001	0,96	0,18	0,15
Zuwachs	0,29	0,001	0,001	0,71	0,41	0,15
ME/Zuwachs	0,83	0,001	0,12	0,08	0,39	0,68

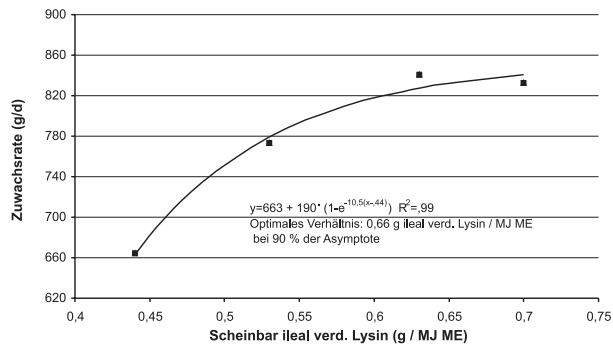
SEM = Standardfehler des Mittels

Dies zeigt, daß bei ad libitum Fütterung eine unterschiedliche Energiedichte durch eine veränderte Futteraufnahme kompensiert werden konnte. Mit steigendem Lysin:ME-Verhältnis wurden Zuwachsrate und Energieverwertung signifikant verbessert, ein Effekt auf die Futteraufnahme war nicht zu beobachten. Bezüglich des Faktors Geschlecht ergaben sich deutliche Unterschiede. Männliche Kastraten hatten gegenüber weiblichen Tieren eine höhere Futteraufnahme (1,81 kg/d vs. 1,63 kg/d), ME-Aufnahme (24,5 MJ/d vs. 22,0 MJ/d) und Zuwachsrate (814 g/d vs. 748 g/d). Die Futter- und Energieverwertung war zwischen den Geschlechtern nicht verschieden. Es bestanden keine signifikanten Interaktionen zwischen den Faktoren Lysin/ME x ME, Lysin/ME x Sex und Lysin/ME x Sex x ME. Demzufolge wurde das optimale Lysin:Energieverhältnis für die untersuchten Parameter aufgrund der beiden Energiestufen kalkuliert. Hierzu wurden die Daten einer exponentiellen Regressionsanalyse unterzogen und das Optimum bei 90 % des maximalen Leistungszuwachses abgeleitet. Das optimale Verhältnis zwischen ileal verdaulichem Lysin und umsetzbarer Energie betrug hinsichtlich des Merkmals Zuwachsrate 0,66 g/MJ ME (Abbildung 1). Für die Energieverwertung lag das optimale Lysin:Energieverhältnis höher als für die Zuwachsrate und außerhalb der eingesetzten Zulagestufen (Abbildung 2). In diesem Fall wurde die höchste Zulagestufe zugrunde gelegt, und das optimale Verhältnis zwischen ileal verdaulichem Lysin und umsetzbarer Energie läßt sich mit mindestens 0,7 g/MJ ME angeben.

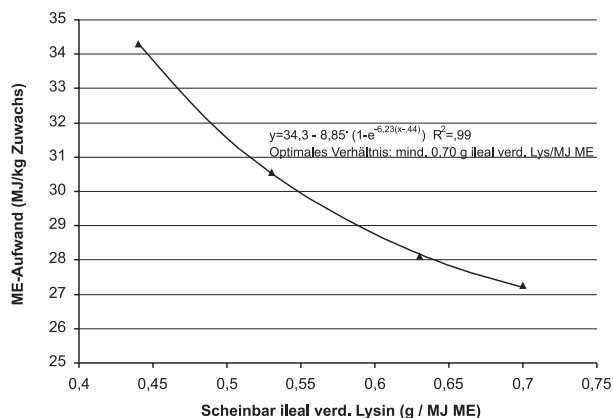
**Schlußfolgerungen**

Aus diesen Ergebnissen läßt sich ableiten, daß Zuwachsrate und Energieverwertung unabhängig von der Energiedichte des Futters reagieren. Für diese Mastkriterien ist vielmehr das Lysin:Energieverhältnis leistungsbestimmend. Der fehlende Effekt der Energiedichte des Futters auf die Energieaufnahme bedeutet auch, daß bei paralleler Anhebung der

**Abbildung 1: Einfluß unterschiedlicher scheinbar ileal verdaulicher Lysin : Energieverhältnisse auf das Wachstum von Schweinen (28 - 57 kg LM)**



**Abbildung 2: Einfluß unterschiedlicher scheinbar ileal verdaulicher Lysin : Energieverhältnisse auf die ME-Verwertung von Schweinen (28 - 57 kg LM)**



Lysinkonzentration mit der Energiedichte, eine weitgehend konstante absolute Lysinaufnahme der Tiere erzielt wird. Diese beträgt bei der optimalen Relation von 0,7 g ileal verdauliches Lysin/MJ ME im Mittel des untersuchten Mastabschnittes bei den Energiestufen 13 MJ bzw. 14 MJ/kg täglich 15,7 bzw. 16,3 g ileal verdauliches Lysin. Ferner wird ersichtlich, daß das Lysin:Energieverhältnis auch durch das Geschlecht der Tiere nicht beeinflußt wird. Männliche Kastraten haben zwar eine höhere Wachstumsrate und eine entsprechend höhere absolute Lysinaufnahme als weibliche Tiere, da aber die Futter- und Energieaufnahme parallel zur Wachstumsrate verläuft, bleibt das Verhältnis von ileal verdaulichem Lysin zur umsetzbaren Energie zwischen den beiden Geschlechtern gleich. Dies deutet darauf hin, daß zwischen Lysinbedarf und Energieaufnahme eine lineare Beziehung besteht. Eine Reihe von Versuchen bestätigt diesen Zusammenhang bei Schweinen bis zu einer Lebendmasse von 50 kg (Campbell und Dunkin, 1983; Campbell et al., 1983; 1985). In diesem frühen Wachstumsabschnitt ist das Muskelbildungsvermögen so hoch, daß zwischen Energiezufuhr und Proteinansatz ebenfalls eine weitgehend lineare Beziehung vorliegt. Dagegen wird bei Schweinen in der Endmast mit zunehmender Energieversorgung der Lysinbedarf nicht mehr linear ansteigen, da hier der Proteinansatz ein Plateau erreicht. Eine exakte Quantifizierung des optimalen Verhältnisses zwi-

schen ileal verdaulichem Lysin und umsetzbarer Energie ist notwendig, um sowohl das Potential für Magerfleischansatz und Energieverwertung auszuschöpfen als auch eine Minimierung der Stickstoffausscheidung zu gewährleisten. Unabhängig von der Energiedichte und dem Geschlecht erwies sich unter ad libitum Fütterung ein Verhältnis von 0,7 g ileal verdauliches Lysin/MJ ME als notwendig, um Zuwachs und Energieverwertung zu maximieren. Im Alleinfutter für den Mastabschnitt von 30-60 kg Lebendmasse sollten zur Leistungsoptimierung 9,1 g bzw. 9,8 g ileal verdauliches Lysin bei 13 MJ bzw. 14 MJ ME/kg Futter enthalten sein. Berücksichtigt man die ermittelte scheinbare Lysinverdaulichkeit, dann entspricht dies einem Bruttolysingehalt von 10,7 g bzw. 11,5 g. Bei diesen vergleichsweise hohen Lysingehalten ist natürlich die erzielte hohe Wachstumsrate von 850 g/d zu berücksichtigen.

## Literatur

- Campbell, R.G., Dunkin, A.C., 1983: The effect of energy intake and dietary protein on nitrogen retention, growth performance, body composition and some aspects of energy metabolism in baby pigs. *Br. J. Nutr.* 49, 221-230.
- Campbell, R.G., Taverner, M.R., Curic, D.M., 1983: The influence of feeding level from 20 to 45 kg live weight on the performance and body composition of female and entire male pigs. *Anim. Prod.* 40, 489-496.
- Campbell, R.G., Taverner, M.R., Curic, D.M., 1985: The effects of feeding level on the protein requirement of pigs between 20 and 45 kg live weight. *Anim. Prod.* 40, 497-503.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) 1996: Leistungs- und qualitätsgerechte Schweinefütterung, Teil B: Sauen und Ferkel, DLG-Information 2/1996, DLG-Verlag Frankfurt/Main.
- Roth, F.X., Kirchgeßner, M., Stangl, G.I., Koch, F., 1994: Effect of increasing L-lysine sulphate supplementation on growth parameters of piglets. *Agri Biol. Res.* 47, 187-194.
- Roth, F.X., Eder, K., Kirchgeßner, M., 1999: The effect of energy density and the lysine to energy ratio of diets on the performance of piglets. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 82, 1-7.
- Roth, F.X., Eder, K., Rademacher, M., Kirchgeßner, M., 2000: Effect of ileal digestible lysine to energy ratio on performance of growing pigs at different metabolizable energy levels. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.*, submitted.
- Wang, T.C., Fuller, M.F., 1989: The optimal dietary amino acid pattern for growing pigs. *Br. J. Nutr.* 62, 77-89.