

## Aktuelle Ergebnisse zur Threoninversorgung und zur selektiven Tryptophanaufnahme bei wachsenden Schweinen

Prof. Dr. Franz Xaver Roth, Dr. Thomas Ettle (Freising-Weihenstephan)

### Einleitung

Vorliegender Beitrag beschäftigt sich zunächst mit der Threoninversorgung des Mastschweines in der Anfangs- und Endmast. Zu dieser Thematik werden aktuelle Versuchsergebnisse vorgestellt. Vorausgehend werden einige grundsätzliche Aspekte der Threoninversorgung in der Ernährung von Mastschweinen erläutert. In dem letzten Teil der Arbeit werden Ergebnisse zur selektiven Tryptophanaufnahme bei Ferkeln präsentiert.

### Zur Bedeutung von Threonin in der Ernährung von wachsenden Schweinen

Threonin wird vor allem in den gängigen Rationen auf Basis von Getreide und Soja als zweitlimitierende Aminosäure angesehen. Dabei ist der Bedarf an Threonin wie bei allen essenziellen Aminosäuren zum einen durch den Leistungsbedarf, d. h. der Proteinsynthese in den tierischen Geweben determiniert. Andererseits ist insbesondere beim Threonin der Anteil des Erhaltungsbedarfes am Gesamtbedarf sehr wesentlich (BARTELT und SIMON, 2002). Als Ursache kann die hohe Bedeutung des Threonins für den Proteinumsatz des Darmgewebes angesehen werden. Aus Untersuchungen verschiedener Autoren (STOLL et al., 1998; FULLER und REEDS, 1998) lässt sich schließen, dass Threonin deutlich stärker in das Darmgewebe eingebaut wird, als andere Aminosäuren. Gleichzeitig lässt sich abschätzen, dass der Abbau von Threonin in der Mucosa zum Zwecke der Energiegewinnung und bzw. oder zur Glycinsynthese höher ist als bei anderen Aminosäuren wie z. B. bei Leucin, Lysin oder Phenylalanin (FULLER und REEDS, 1998). Eine quantitative Bedeutung bezüglich der Nutzung des Threonins für die Proteinsynthese des Darmgewebes scheinen die Glycoproteine in Form der Muzine zu haben (BARTELT und SIMON, 2002). Aus Angaben verschiedener Autoren ergibt sich, dass diese Glycoproteine insbesondere einen sehr hohen Threoninanteil aufweisen (CARLSTEDT et al., 1993; FOGG et al., 1996). Eine weitere Klasse von Glycoproteinen, die Immunglobuline, weisen ebenfalls einen hohen Threoninanteil auf (LIU und PUTNAM, 1979).

Insgesamt lässt sich aus der Katabolisierung des Threonins im Darmgewebe, dem Verlust in Form der Enterozyten sowie der Sekretion von Muzinen und Immunglobulinen in das Darmlumen die Bedeutung des Threonins für das Darmgewebe ableiten (BARTELT und SIMON, 2002). Darüber hinaus ergibt sich aus dem hohen Threoninanteil der Muzine und deren schlechter Verdaulichkeit ein hoher Verlust an Threonin in Form von endogenem Protein. Als Konsequenz weist die ileale Digesta ein deutlich höheres Threonin : Lysin-Verhältnis auf als das Körperprotein, woraus sich eine wachsende Bedeutung des Erhaltungsbedarfes für den Gesamtbedarf an Threonin z. B. im Vergleich zu Lysin ableiten lässt. Nicht unerwähnt sollte bleiben, dass die Rationsgestaltung auf der Basis von Bruttoamino Säuren zu einer Unterversorgung an Threonin führen kann, wenn ein durch Rationseinflüsse (z. B. NSP-Fraktion) bedingter Anstieg an Muzinen in den Ileumdigesta nicht berücksichtigt wird (BARTELT und SIMON, 2002).

Aus der dargelegten Bedeutung des Threonins ist ersichtlich, dass eine exakte Quantifizierung des Threoninbedarfes von wachsenden Schweinen für eine leistungsgerechte Aminosäurenversorgung in der Schweinemast unerlässlich ist. Allerdings zeigen die Empfehlungen in der Literatur zum Teil erhebliche Schwankungen auf. Als Einflussfaktoren für einen unterschiedlichen Threoninbedarf wachsender Schweine sind die Verwendung von Schweinen mit unterschiedlichem Genotyp, Geschlecht oder Alter (KRÍ OVÁ et al., 2001) oder die Anwendung von unterschiedlichen Aminosäurenbewertungssystemen (Brutto- gegenüber verdaulichen Aminosäuren) zu nennen. Auch die Darstellung eines Threoninbedarfes in Relation zur erstlimitierenden Aminosäure Lysin kann je nach Versuchsanstellung zu einer Beeinflussung der Ergebnisse führen (SCHUTTE et al., 1997). Aus diesen Gründen werden im Folgenden Ergebnisse einer Untersuchung zur Threoninversorgung wachsender Schweine über einen gesamten Mastverlauf dargestellt, wobei die Rationsplanung und die Bedarfsableitung auf Basis wahr verdaulicher Aminosäuren erfolgte.

### Versuch zur Threoninversorgung beim Mastschwein

#### Material und Methodik

Für die Untersuchung zur optimalen Threoninversorgung standen insgesamt 50 weibliche Mastschweine und 46 männliche Kastraten (Deutsche Landrasse x Piétrain) mit einem mittleren Anfangsgewicht von  $32,8 \pm 2,8$  kg in zwei Durchgängen zur Verfügung. Gemäß einer zweifaktoriellen Versuchsanordnung wurden sowohl in der Anfangsmast (ca. 30-65 kg LG) als auch in der Endmast (ca. 65-110 kg LG) jeweils 4 Stufen an wahr ileal verdaulichem Threonin mit 2 Stufen an wahr ileal verdaulichem Lysin kombiniert, so dass sich für beide Phasen der Mast 8 Versuchsgruppen ergaben. In der Anfangsmast wiesen die Rationen 1 bis 8 Konzentrationen an wahr ileal verdaulichem Threonin von 4,24; 4,64; 5,14; 5,44; 5,04; 5,34; 5,94 und 6,54 g/kg bei einem mittleren Gehalt von 7,8 (Lys-Stufe 1, Rationen 1-4) und 9,2 g/kg (Lys-Stufe 2, Rationen 5-8) wahr verdaulichem Lysin auf. In der Endmast betragen die korrespondierenden Gehalte 3,23; 3,53; 3,83; 4,43; 3,23; 3,73; 3,93 und 4,33 g/kg wahr ileal verdauliches Threonin bei mittleren Gehalten von 6,0 (Lys-Stufe 1, Rationen 1-4) und 6,6 g/kg (Lys-Stufe 2, Rationen 5-8) wahr ileal verdaulichem Lysin. Die Zusammensetzung der Basisrationen ist Tabelle 1 zu entnehmen. Die Messkriterien Lebendgewicht und Futteraufnahme wurden wöchentlich festgestellt, zusätzlich wurden nach Versuchsende Schlachtleistungskriterien ermittelt. Die scheinbare Verdaulichkeit der Aminosäuren der Basalrationen wurde an jeweils 3 männlichen Kastraten, die mit einer ileorektalen Anastomose (ROTH et al., 1999) versehen waren, ermittelt. Von dieser scheinbaren Verdaulichkeit wurden die endogenen Verluste, die in einem weiteren Experiment mit N-freien Rationen ermittelt wurden, subtrahiert, um die wahre ileale Verdaulichkeit der Aminosäuren errechnen zu können.

**Tabelle 1: Zusammensetzung (%) der Basisrationen**

	Anfangsmast <sup>1)</sup>		Endmast <sup>2)</sup>	
	Lysin- stufe 1 (Gruppe 1)	Lysin- stufe 2 (Gruppe 5)	Lysin- stufe 1 (Gruppe 1)	Lysin- stufe 2 (Gruppe 5)
Weizen	69,7	69,5	65,8	65,8
Sojaschrot	15,6	15,6	7,2	7,2
Gerste	11,1	11,1	24,0	24,1
Sojaöl	0,2	0,2	0,5	0,5
Mineralstoff- und Vitamin- vormischung	2,7	2,7	2,01	2,01
Lysin · HCl	0,33	0,51	0,32	0,38
L-Threonin	0,00	0,08	0,00	0,00
Glutaminsäure	0,25	0,18	0,20	0,10
DL- Methionin	0,04	0,11	0,001	0,04
L-Tryptophan	-	0,02	-	-

<sup>1)</sup> 13 MJ ME; 16,6 % XP      <sup>2)</sup> 13 MJ ME; 13,8 % XP

**Ergebnisse**

Die Mastergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt. In der Anfangsmast führte in Lys-Stufe 1 (7,8 g wahr ileal verdauliches Lysin/kg Futter) eine Steigerung des Gehaltes an wahr ileal verdaulichem Thr von 4,24 auf 5,44 g/kg Futter zu einem tendenziellen (P < 0.1) Anstieg der täglichen Zunahmen von 774 auf 848 g/Tier. Obwohl gleichzeitig ein numerischer Anstieg der Futtermittelaufnahme zu verzeichnen war, verbesserte sich der Futteraufwand je kg Zunahme signifikant von 2,29 auf 2,16 kg/kg. Bei einem mittleren Gehalt des Futters an wahr ileal verdaulichem Lysin von 9,2 g/kg (Lys-Stufe 2) waren die täglichen Zunahmen und die Futtermittelaufnahme kaum vom Threonin Gehalt der Ration beeinflusst. Der Futteraufwand je kg Zuwachs ließ sich

durch eine Steigerung des Gehaltes an wahr ileal verdaulichem Threonin von 5,04 auf 5,94 g/kg numerisch um 40 g/kg verbessern. Ein Anstieg der Konzentration von wahr ileal verdaulichem Lysin im Futter von 7,8 auf 9,2 g/kg verbesserte die täglichen Zunahmen und den Futteraufwand je kg Zuwachs signifikant um 40 g/Tier bzw. 80 g/kg.

In der Endmast führte ein Anstieg der Konzentration an wahr ileal verdaulichem Threonin im Futter von 3,23 auf 4,43 g/kg in Lys-Stufe 1 zu einem signifikanten Anstieg der Zuwachsraten. Da gleichzeitig ein Anstieg der Futteraufnahme um 70 g/Tier und Tag zu verzeichnen war, konnte der Futteraufwand je kg Zuwachs durch die steigende Threoninzulage nur um maximal 150 g/kg gesteigert werden. In Lys-Stufe 2 verbesserte ein Anstieg der Konzentration von wahr ileal verdaulichem Threonin im Futter von 3,23 auf 3,73 g/kg die Zuwachsraten und den Futteraufwand je kg Zuwachs signifikant, während eine weitere Anhebung des Threonin Gehaltes die Leistung weniger deutlich steigern konnte. Im Gegensatz zur Anfangsmast konnten die Leistungsdaten in der Endmast durch eine höhere Lysinversorgung nicht verbessert werden. Sowohl in der Anfangs- als auch in der Endmast zeigten weibliche Tiere gegenüber den männlichen Kastraten bei vergleichbaren Zuwachsraten einen deutlich verminderten Futteraufwand je kg Zuwachs.

In Tabelle 3 sind die nach dem „broken-line“ Modell ermittelten Regressionsgeraden zur Ableitung der optimalen täglichen Aufnahme an verdaulichem Threonin für die Anfangs- und Endmast dargestellt. In der Anfangsmast wurden demnach die täglichen Zunahmen bzw. der Futteraufwand je kg Zuwachs bei einer täglichen Aufnahme von 10,1 und 10,3 g wahr ileal verdaulichem Threonin optimiert, in der Endmast bei einer täglichen Aufnahme von 10,7 und 10,5 g.

**Tabelle 2: Einfluss der Versorgung mit wahr ileal verdaulichem Threonin auf Zuwachs und Futteraufwand je kg Zuwachs in der Anfangs- und Endmast**

Lysinstufe Threoninstufe	1				2			
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Anfangsmast</b>								
Aufnahme an wahr ileal verd. Thr (g/d)	7,5	8,3	9,3	9,9	9,3	9,7	10,8	12,0
Zuwachs (g/d)	774	805	832	848	851	848	858	867
Futteraufwand : Zuwachs (kg/kg)	2,29 <sup>a</sup>	2,22 <sup>ab</sup>	2,19 <sup>ab</sup>	2,16 <sup>b</sup>	2,16	2,15	2,12	2,13
<b>Endmast</b>								
Aufnahme an wahr ileal verd. Thr (g/d)	8,2	9,2	10,0	11,7	8,3	9,8	10,3	11,4
Zuwachs (g/d)	834 <sup>b</sup>	879 <sup>ab</sup>	893 <sup>ab</sup>	907 <sup>a</sup>	809 <sup>b</sup>	869 <sup>a</sup>	879 <sup>a</sup>	902 <sup>a</sup>
Futteraufwand : Zuwachs (kg/kg)	3,06	2,96	2,94	2,91	3,22 <sup>a</sup>	3,03 <sup>b</sup>	2,98 <sup>b</sup>	2,94 <sup>b</sup>

**Tabelle 3: Ableitung der optimalen Versorgung mit wahr ileal verdaulichem Threonin (g/d) in der Anfangs- und Endmast von Schweinen**

	Regression (± s.e.)	Plateau	R <sup>2</sup> (%)	Optimale Versorgung (g/d, ± s.e.)
<b>Anfangsmast</b>				
Zuwachs (g/d)	y = 32,5x (± 4,1) + 533,7 (± 37,0)	862,5 g/d	94,8	10,1 ± 0,25
Futter : Zuwachs (kg/kg)	y = -0,058x (± 0,007) + 2,715 (± 0,063)	2,12 kg/kg	95,6	10,3 ± 0,25
<b>Endmast</b>				
Zuwachs (g/d)	y = 31,7x (± 8,3) + 565,7 (± 77,9)	904,4 g/d	83,4	10,7 ± 0,56
Futter : Zuwachs (kg/kg)	y = -0,082x (± 0,037) + 3,79 (± 0,342)	2,93 kg/kg	61,5	10,5 ± 0,90

## Schlussfolgerungen zur Bedeutung von Threonin in der Ernährung von wachsenden Schweinen

In vorliegender Untersuchung zeigten sich sowohl in der Anfangs- als auch in der Endmast in Abhängigkeit von der Lysinversorgung zum Teil deutliche Einflüsse einer gesteigerten Aufnahme an wahr ileal verdaulichem Threonin auf Leistungsparameter. Allerdings konnte der positive Einfluss eines steigenden Threoningehaltes der Ration auf die Zuwachseleistungen nicht durchgehend statistisch abgesichert werden. Als Ursache dafür ist anzusehen, dass der Gehalt an wahr ileal verdaulichem Threonin auch in den Basisrationen nicht allzu stark abgesenkt wurde, um die Untersuchungen in einem möglichst praxisrelevanten Bereich der Threoninversorgung durchführen zu können. Daraus ergibt sich allerdings auch eine vergleichsweise geringe Abstufung im Gehalt des Futters an wahr ileal verdaulichem Threonin zwischen den Versuchsgruppen. Die erforderliche Konzentration an Aminosäuren in der Ration von wachsenden Schweinen ist stark von der jeweiligen Futteraufnahme der Tiere abhängig, die einerseits hohe tierindividuelle und tägliche Schwankungen aufweist, andererseits aber auch von übergeordneten Faktoren wie dem Geschlecht oder dem Genotyp der Versuchstiere abhängt. Daher wurde in vorliegender Arbeit die optimale Versorgung mit wahr ileal verdaulichem Threonin anhand des broken-line Modells aus der täglichen Aufnahme an wahr ileal verdaulichem Threonin aller Versuchsgruppen abgeleitet. Zur Optimierung von Zuwachs und Futteraufwand je kg Zuwachs in der Anfangs- und Endmast von wachsenden Schweinen lässt sich eine tägliche Zufuhr an 10,3 bzw. 10,7 g wahr ileal verdaulichem Threonin ableiten. Diese Daten können dabei gut im oberen Bereich der verfügbaren Literaturdaten (NRC, 1998) eingeordnet werden. Im Vergleich zu den Empfehlungen der GfE (1987) liegt die zur Optimierung von Zuwachs und Futteraufwand je kg Zuwachs erforderliche tägliche Versorgung auf Basis von Brutto-Threonin jedoch deutlich höher.

## Zur selektiven Tryptophanaufnahme bei Ferkeln

Die Fähigkeit frei lebender Tiere unter einer großen Auswahl an Futterkomponenten eine möglichst bedarfsgerechte Ration zu selektieren scheint auch bei domestizierten Tieren zumindest teilweise erhalten zu sein (STEINRUCK und KIRCHGESSNER, 1993). Ein spezifisches am Bedarf orientiertes Futterwahlverhalten könnte zum einen ökonomische Vorteile für den Tierhalter mit sich bringen (ROSE und KYRIAZAKIS, 1991) oder unter Umständen auch eine Verringerung der Umweltbelastung ermöglichen (HENRY, 1993). Aus diesen Gründen wurde bei Schweinen insbesondere eine spezifische Präferenz für Rationen mit unterschiedlichem Proteingehalt untersucht (KYRIAZAKIS et al., 1990; BRADFORD und GOUS, 1992). Darüber hinaus wurden Arbeiten zum Futterwahlverhalten bei Vorlage von Rationen mit unterschiedlichem Lysingehalt durchgeführt (HENRY, 1993; KIRCHGESSNER et al., 1999). Da Daten zu einer spezifischen Präferenz für Tryptophan nicht vorliegen, werden im nächsten Teil der vorliegenden Arbeit Untersuchungen zur selektiven Tryptophanaufnahme bei Ferkeln vorgestellt.

## Material und Methoden

Für die 42-tägige Studie zur selektiven Tryptophanaufnahme wurden 48 Ferkel (DL x Piétrain) mit einem durchschnittlichen Gewicht von  $8,2 \pm 0,9$  kg unter Berücksich-

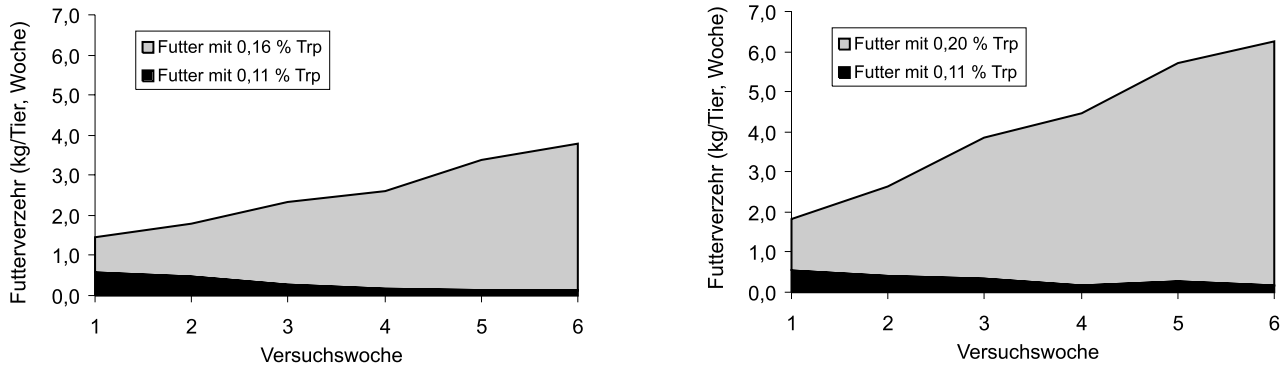
tigung der Wurferkunft, des Gewichtes und des Geschlechts (24 weibliche Tiere und 24 männliche Kastraten) gleichmäßig auf 4 Versuchsgruppen aufgeteilt. Die Tiere der Behandlungen 1 (Negativkontrolle) und 4 (Positivkontrolle) wurden als Referenzgruppen herangezogen und erhielten ausschließlich Futter 1 mit 0,11 % Trp (Beh 1) bzw. Futter 3 mit 0,20 % Trp (Beh 4). Die Tiere der Trp-Wahlgruppe 1 (Beh 2) konnten zwischen Futter 1 (0,11 % Trp) oder Futter 2 (0,16 % Trp), das simultan in identischen Trögen vorgelegt wurde, wählen. Die Ferkel der Trp-Wahlgruppe 2 (Beh 3) hatten die freie Auswahl zwischen Futter 1 (0,11 % Trp) und Futter 3 (0,20 % Trp). Um eine Trogpräferenz auszuschließen, wurde in den Trp-Wahlgruppen die Position der zur Wahl angebotenen Futtermischungen zwei mal wöchentlich gewechselt. Nach dem Wiederbefüllen der Tröge wurde über einen Zeitraum von etwa 5 min das spontane Wahlverhalten der Ferkel beobachtet. Als weitere Messkriterien dienen die Gesamtfutteraufnahme sowie die anteilige Aufnahme der einzelnen angebotenen Futter in den Wahlgruppen, die Gewichtsentwicklung sowie das Plasma-Aminosäurenmuster der Ferkel zu Versuchsende.

## Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt den Verzehr der zur Wahl angebotenen Futtermittel in den Trp-Wahlgruppen 1 und 2. In beiden Wahlgruppen war eine deutliche Präferenz für das jeweils Trp-reichere Futter ersichtlich. Über den gesamten Versuchszeitraum hinweg nahmen die Ferkel der Trp-Wahlgruppe 1 durchschnittlich 13,56 kg des Futters mit einem Trp-Gehalt von 0,16 % auf, von dem Futter mit einem Trp-Gehalt von 0,11 % hingegen nur 1,80 kg. In der Trp-Wahlgruppe 2 nahmen die Ferkel durchschnittlich 22,84 kg von dem Futter mit einem Trp-Gehalt von 0,20 % auf, von dem Trp-defizitären Futter hingegen nur 1,88 kg. Im Mittel wurden damit in den Trp-Wahlgruppen 1 und 2 Rationen selektiert, die zu 87 bzw. 93 % aus dem jeweiligen Trp-reicheren Futter bestanden. Der Trp-Gehalt der gewählten Rationen lag durchschnittlich bei 0,15 und 0,19 % in den Wahlgruppen 1 und 2, und damit nur um jeweils 0,01 % unter dem maximal möglichen Trp-Gehalt. Die Beobachtungen zum spontanen Wahlverhalten der Ferkel ergaben, dass in den Trp-Wahlgruppen 1 und 2 in 72 bzw. 66 % aller Beobachtungen das jeweils Trp-reichere Futter unmittelbar nach dem Wiederauffüllen der Tröge gefressen wurde, in 22 bzw. 34 % der Beobachtungen verblieben die Tiere erst nach mehrmaligem Wechseln zwischen den Trögen bei der Trp-reicheren Diät. Nur in 6 % der Beobachtungen zeigten Tiere der Wahlgruppe 1 eine spontane Präferenz für das Trp-defizitäre Futter, während ein Wechsel vom Trp-reicheren Futter zur Trp-defizitären Ration innerhalb des jeweiligen Beobachtungszeitraumes von 5 min in beiden Wahlgruppen nicht zu verzeichnen war.

Tabelle 4 zeigt die Leistungsparameter der einzelnen Versuchsgruppen. Die tägliche Futteraufnahme wurde durch den höheren Trp-Gehalt der Gesamtrationen in den Behandlungen 3 und 4 gegenüber den Behandlungen 1 und 2 deutlich verbessert. Auch der tägliche Zuwachs lag in den Behandlungen 1 und 2 mit 198 und 218 g/Tier signifikant niedriger als in den Behandlungen 3 und 4 mit 404 und 458 g/Tier. Trotz der erhöhten Futteraufnahme konnte damit der Futteraufwand je kg Zuwachs in den Behandlungen 3 und 4 gegenüber den Behandlungen 1 und 2 signifikant verbessert werden.

**Abbildung 1: Kumulative Aufnahme (kg/Tier und Woche) an den Diäten mit 0,11 und 0,16 % Trp (Trp-Wahlgruppe 1) bzw. 0,11 und 0,20 % Trp (Trp-Wahlgruppe 2) in den beiden Trp-Wahlgruppen**



**Tabelle 4: Futteraufnahme (g/d), tägliche Zunahmen (g/d), Plasma-Trp Gehalte (µmol/l) und Plasma-Harnstoffgehalte (mmol/l) im Vergleich der 4 Behandlungen**

	Behandlung 1 0,11 %Trp	Behandlung 2 0,11 / 0,16 %Trp	Behandlung 3 0,11 / 0,20 % Trp	Behandlung 4 0,20 % Trp
Futteraufnahme (g/d)	335 ± 102 <sup>b</sup>	366 ± 103 <sup>b</sup>	589 ± 281 <sup>a</sup>	645 ± 131 <sup>a</sup>
Tägliche Zunahmen (g/d)	198 ± 82 <sup>b</sup>	218 ± 90 <sup>b</sup>	404 ± 102 <sup>a</sup>	458 ± 94 <sup>a</sup>
Plasma-Trp Gehalt (µmol/l)	5,9 ± 2,2 <sup>b</sup>	5,0 ± 0,7 <sup>b</sup>	9,2 ± 3,9 <sup>a</sup>	9,0 ± 2,7 <sup>a</sup>
Plasma-Harnstoff-Gehalt (mmol/l)	4,2 ± 0,9 <sup>ab</sup>	5,1 ± 1,2 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,7 <sup>b</sup>	3,0 ± 1,1 <sup>b</sup>

**Schlussfolgerungen zur selektiven Tryptophanaufnahme bei Ferkeln**

Aus den vorliegenden Ergebnissen kann geschlossen werden, dass Ferkel in der Lage sind, metabolische Veränderungen, die aus der Aufnahme eines Trp-defizitären Futters resultieren, zu erkennen und versuchen, das Trp-Defizit durch Änderungen des Fressverhaltens zu vermeiden. GIETZEN (1993) schließt aus Untersuchungen mit Aminosäuren-imbilanzierten Diäten, dass ein Mangel an einer Aminosäure in einer Diät zu einem Absinken der Konzentration der limitierenden Aminosäure im Gehirn führt. In der Folge entwickelt sich eine erlernte Aversion gegen das Mangelfutter. Wird den Tieren, wie dies in vorliegendem Versuch der Fall war, neben der aminosäuredefizitären Ration eine ausgewogenere Diät angeboten, so wird diese erlernte Aversion gegen das Mangelfutter zu einer Präferenz für das aminosäurenreichere Futter führen. Die vorliegende deutliche Präferenz für die jeweils tryptophanreichere Diät könnte jedoch auch auf reine Geschmacksreize zurückzuführen sein. Dies erscheint jedoch unwahrscheinlich, da kristallines Trp einen bitteren Geschmack aufweist. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass bereits zu Versuchsbeginn jeweils eine der Diäten nahezu ausschließlich bevorzugt worden wäre, wenn die Selektion nur aufgrund von Geschmacksreizen erfolgt wäre. Andererseits erkannten die Ferkel die jeweils Trp-reichere Diät überwiegend unmittelbar nach dem Trogwechsel. Daraus lässt sich folgern, dass die metabolischen Veränderungen, welche sich aus der Aufnahme des Trp-Mangelfutters ergaben, mit dem Geschmack des Futters verknüpft wurden. Zusammenfassend zeigen die Wachstumsdaten der Negativkontrolle, dass die alleinige Aufnahme des Futters mit einem Trp-Gehalt von 0,11 % zu einem deutlichen Trp-Mangel führte, welcher sich in

einer verringerten Futteraufnahme und Wachstumsdepressionen im Vergleich zur Positivkontrolle äußerten. Die Ferkel in den beiden Trp-Wahlgruppen versuchten dieses Trp-Defizit zu vermeiden, indem sie zu einem hohen Ausmaß das Futter mit dem jeweils höheren Trp-Gehalt bevorzugten. Inwieweit eine genauere und spezifischere Bedarfsdeckung durch Nahrungsselbstauswahl gegenüber einem Alleinfutter tatsächlich möglich ist, müsste in weiteren Untersuchungen vor allem bei stärker bedarfsüberschreitenden Tryptophangehalten im Futter noch untersucht werden.

**Literatur**

BARTELT, J., SIMON, O. (2002): Über die Bedeutung des Threonins für das Darmgewebe. Lohmann Information 4/2002, 1-5  
 BRADFORD, M. M. V., GOUS, R.M. (1992): The response of weaner pigs to a choice of foods differing in protein content. Anim. Prod. 55, 227-232  
 CARLSTEDT, I., HERMANN, A., KARLSSON, H., SHEEHAN, J., FRANSOON, L.-A, HANSSON, G. C. (1993): Characterization of 2 different glycosylated domains from the insoluble mucin complex of rat small-intestine. J. Biol. Chem. 268, 18771-18781  
 FOGG, F. J. J., HUTTON, D. A, JUMEL, K., PEARSON, J. P., HARDING, S. E., ALLEN, A. (1996): Characterization of pig colonic mucins. Biochem. J. 316, 937-942  
 FULLER, M. F., REEDS, P. J. (1998): Nitrogen cycling in the gut. Ann. Rev. Nutr. 18, 385-411  
 GfE (1987): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere; Nr. 4. DLG-Verlag, Frankfurt am Main  
 GIETZEN, D. W. (1993): Neural mechanisms in the response to amino acid deficiency - Critical review. J. Nutr. 123, 610-625  
 HENRY, Y. (1993): Self-selection of lysine by growing pigs: choice combinations between deficient or suboptimal and adequate or superoptimal dietary levels according to sex. Reprod. Nutr. Dev. 33, 489-502  
 KIRCHGESSNER, M., STANGL, G. I., ROTH, F. X. (1999): Evidence of a specific dietary selection for lysine by the piglet. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 81:124-131

- KRÍ OVÁ, L., ŠIMECEK, M., ŠUSTALA, M., HEGER, J. ( 2001): Optimum digestible threonine and sulphur amino acid requirements of high-lean growing pigs. Czech. J. Anim. Sci. 46, 489-495
- KYRIAZAKIS, I., EMMANS, G. C., WHITTEMORE, C. T. (1990): Diet selection in pigs: choices made by growing pigs given foods of different protein concentrations. Anim. Prod. 51, 189-199
- LIU, Y. S. V., PUTNAM, F. W. (1979): Primary structure of a human IGA1 immunoglobulin .1. Isolation, composition, and amino-acid sequence of the chymotryptic peptides. J. Biol. Chem. 254, 2839-2849
- NRC (1998): Nutrient requirements of swine (10th Ed.) National Academy Press, Washington, DC.
- ROSE, S. P., Kyriazakis, I. (1991): Diet selection of pigs and poultry. Proc. Nutr. Soc. 50:87-98
- ROTH, F. X., KETTLER, S. J., ROTH-MAIER, D. A., KIRCHGESSNER, M. (1999): Comparative evaluation of two different ileorectal-anastomosis techniques for the determination of the apparent precaecal digestibility of amino acids. Agribiol. Res. 52, 347-359
- SCHUTTE, J. B., DE JONG, J., SMINK, W., KOCH, F. (1997): Threonine requirement of growing pigs (50 to 95 kg) in relation to diet composition. Anim. Sci. 64, 155-161
- STEINRUCK, U., KIRCHGESSNER, M. (1993): The origin of the specific protein hunger of layers by investigating their responses in dietary self-selection. Arch. Geflügelk. 57, 42-47
- STOLL, B., HENRY, J., REEDS, P. J., YU, H., JAHOR, F., BURRIN, D. G. (1998): Catabolism dominates the first-pass intestinal metabolism of dietary essential amino acids in milk protein-fed piglets. J. Nutr. 128, 606-614

#### **Anschrift der Verfasser**

Prof. Dr. Franz Xaver Roth  
Dr. Thomas Etle  
Department für Tierwissenschaften  
Fachgebiet Tierernährung und Leistungsphysiologie  
Hochfeldweg 6  
85350 Freising-Weihenstephan

E-Mail: roth\_fx@wzw.tum.de  
ettle@wzw.tum.de