

Einfluss der Rohproteinabsenkung und Arginin- und Valinergänzung im Alleinfutter auf die Mast- und Schlachtleistung von Masthühnern

R. Leitgeb, M. Tschischej, F. Hutterer und J. Bartelt

Impact of protein reduction and arginine and valine supplementation in the diet on growth and slaughter performance of broilers

1. Einleitung

Eiweißreiche Futtermittel stellen in Hühnerfuttermischungen einen hohen Kostenfaktor dar. Mit hohen Rohproteingehalten im Hühnermastfutter versucht man den Bedarf an Aminosäuren zu decken. Die Leistung der Tiere wird von der im Minimum angebotenen Aminosäure bestimmt. Mit dem idealen Protein würden alle Aminosäuren bedarfsgerecht angeboten. Als großtechnisch hergestellte Aminosäuren für die Tierernährung stehen derzeit L-Lysin, DL-Methionin, L-Threonin und L-Tryptophan zur Verfügung. Für die Geflügelfütterung sind 10 Aminosäuren essentiell. Das ideale Protein für die Hühnermast ist demnach derzeit nur teilweise realisierbar und der Rohproteinabsenkung sind noch enge Grenzen gesetzt. Bei Erweiterung der Palet-

te an verfügbaren Aminosäuren für die Ergänzung von Futtermischungen könnte an eine stärkere Absenkung des Rohprotein Gehaltes im Broilerfutter gedacht werden.

Im vorliegenden Hühnermastversuch wurde der Einfluss von Hühnermastfutter mit abgesenktem Rohprotein Gehalt und alternativer L-Arginin- bzw. L-Valinergänzung auf die Mast- und Schlachtleistung untersucht.

2. Stand der Literatur

Arginin gilt für Küken als essentielle und für älteres Geflügel als semiessentielle Aminosäure. Von WIDEMAN et al. (1995) wurden an Junghähne Futtermischungen mit unterschiedlichen Gehalten an Arginin verfüttert. Es wurde kein

Summary

In a feeding trial with broilers the impact of a conventional diet (FG1), and three diets with relatively 10 % lower content of protein (FG2, 3 and 4) were investigated. Two lower protein diets were alternatively supplemented with L-arginine (FG3) and L-valine (FG4). As traits of the trial were measured: growth and slaughter performance, chemical composition of the carcass, blood parameters and the organoleptic quality of breast meat. 276 one day-old chicks were divided into four feeding groups. Lysine, methionine, threonine and tryptophan were constant in all feed mixtures. The diet of FG3 was supplemented with L-arginine and the diet of FG4 with L-valine on the level of FG1.

In each feeding group were 69 broilers in four pens. The food was offered ad libitum. At the beginning of the trial, the average weight of the chicks was 40 g. At the end of the growth period (37 days) the live weight of the chicks in FG1, 2, 3 and 4 was 2083, 1930, 2074, and 1893 g and the feed conversion rate was 1.80, 1.90, 1.86 and 1.93, respectively.

The slaughter performance especially the weight of carcass of FG1 and 3 showed the best and FG2 and 4 the worst results. The weight of organs, blood parameters, chemical composition of the carcass and the meat quality (tenderness, juiciness and taste) were not influenced by the different contents of protein, arginine and valine levels in the diets. The results of the present investigation indicates that in diets with less protein supplementation of L-arginine will have a great positive influence on the development of broilers. Otherwise the supplementation with L-valine showed no effects on growth and slaughter performances.

Key words: Broiler, protein, arginine, valine, growth performance, slaughter performance.

Zusammenfassung

In einem Hühnermastversuch mit 276 Tieren wurden die Auswirkungen von konventionellem Hühnermastfutter (FG1), Hühnermastfutter mit abgesenktem Rohproteingehalt (FG2) und Hühnermastfutter mit abgesenktem Rohproteingehalt und alternativer L-Arginin- (FG3) bzw. L-Valinergänzung (FG4) auf die Mast- und Schlachtleistung untersucht. Im Hühnermastfutter I und II der FG1 waren 21 bzw. 20 % Rohprotein enthalten. In den FG2, 3 und 4 wurde der absolute Rohproteingehalt jeweils um 2 % abgesenkt. Die Gehalte an Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan wurden in allen Alleinfuttermischungen auf gleiches Niveau eingestellt. Das Alleinfutter der FG3 wurde auf das Niveau der FG1 mit L-Arginin und das Alleinfutter der FG4 mit L-Valin auf das Niveau der FG1 ergänzt. In jeder Futtergruppe wurden 69 Tiere in 4 Boxen gehalten. Die Fütterung erfolgte ad libitum. Bei Versuchsbeginn waren die Küken im Mittel 40 g schwer und bei Mastende (37. Masttag) lag die LM bei den FG1, 2, 3 und 4 bei 2083, 1930, 2074, und 1893 g. Über die gesamte Mastperiode lag der mittlere Futteraufwand/kg LM-Zuwachs bei den FG1, 2, 3 und 4 bei 1,80, 1,90, 1,86 und 1,93 kg. Bei den Schlachtleistungskriterien wiesen die FG1 und 3 die besten und die FG2 und 4 die schlechtesten Ergebnisse auf. Von den organoleptischen Eigenschaften (Zartheit, Saftigkeit, Geschmack) des Brustfleisches wurde die Zartheit und von der chemischen Zusammensetzung der Schlachtkörper der Gehalt an Trockenmasse und Rohfett tendenziell durch die unterschiedlichen Aminosäuregehalte in den Futtermischungen beeinflusst. Aus diesem Versuch kann der Schluss gezogen werden, dass dem Arginingehalt in Hühnermastrationen mit niedrigen Rohproteingehalten eine große Bedeutung hinsichtlich der Mast- und Schlachtleistung zukommt.

Schlagworte: Broiler, Rohprotein, Arginin, Valin, Mastleistung, Schlachtleistung.

Einfluss der L-Argininzulagen auf die LM-Entwicklung und den Futteraufwand festgestellt.

In 4 Versuchsdurchgängen wurde von MENDES et al. (1997) der Einfluss von 3 Temperatur- und 3 Lysin-niveaus und 4 Arginin-Lysin-Verhältnissen auf die Mast und Schlachtleistung von Broilern untersucht. Aus den Versuchsergebnissen wird abgeleitet, dass ein Arginin-Lysin-verhältnis in der zweiten Masthälfte von 1,1:1 bei Broilern als ausreichend angesehen werden kann.

Die Auswirkungen eines Arginin-Lysinverhältnisses von 0,98 bzw. 1,22:1 auf die Mast- und Schlachtleistung von männlichen Puten zwischen der 8. und 20. Lebenswoche wurden von KIDD und KERR (1998) untersucht. Das weitere Arginin-Lysinverhältnis im Phasenfutter verbesserte den LM-Zuwachs, die Futtereffizienz und den Brustfleischanteil. In einem elfwöchigen Putenmastversuch mit 0, 0,2 und 0,4 % L-Argininzulagen zu Phasenfuttermischungen mit hohen Lysin- und Rohproteingehalten wurden von PIFFRADER et al. (1999) negative Auswirkungen auf die Mastleistung und positive Auswirkungen auf den Brustfleischanteil festgestellt.

RUIZ-FERIA et al. (2001) führten 2 Hühnermastversuche über 49 Tage mit L-Argininzulagen zur Ermittlung der Mastleistung, Sterblichkeit durch Ascites und des Plasma-Argininhalt durch. In beiden Versuchen wurde die Stalltemperatur nach 21 Masttagen auf 16 °C abgesenkt. Die proteinreichen Rationen enthielten bis zum 21. Masttag 23 % und vom 22. bis 49. Masttag 20,5 % Protein und die pro-

teinärmeren Rationen analog 20,7 % und 19 %. In den ersten 3 Versuchswochen wurde beiden Proteinniveaus 0, 0,15 und 0,30 % L-Arginin dem Futter und 0,30 % L-Arginin dem Trinkwasser beigemischt. Anschließend betrug die Supplementierung 0, 0,30 und 0,85 % L-Arginin über das Futter und 0,60 % L-Arginin über das Trinkwasser. Das mit L-Arginin angereicherte Trinkwasser wurde im Dreitageszyklus verabreicht (1 Tag angeboten, 2 Tage abgesetzt). Die Futtergruppen mit den höheren Rohproteingehalten in den Rationen waren bei Versuchsende tendenziell schwerer, die unterschiedlichen L-Argininzulagen beeinflussten weder die LM-Entwicklung noch den Futteraufwand/kg LM-Zuwachs.

WALDROUP et al. (1998) setzte in einem Putenmastversuch über 18 Wochen Futtermischungen mit 100, 110 und 120 % Arginin des NRC-Lysinlevels ein (NRC, 1994). Es wurde eine Wechselwirkung zwischen dem Lysingehalt und dem Arginin-Lysinverhältnis festgestellt. Beim niedrigsten Lysingehalt verbesserte eine höhere L-Argininzufuhr die LM-Entwicklung signifikant und bei höheren Lysingehalten reichte das niedrigste Arginin-Lysinverhältnis für eine optimale Leistung aus.

ROTH et al. (2001) schlagen für Lysin, Valin und Arginin ein Verhältnis von 100:81:108 für Broilerrationen vor. Hinsichtlich Valin wird von MACK et al. (1999) ein gleiches Verhältnis wie von ROTH et al. (2001) zu Lysin vorgeschlagen. Nach MACK et al. (1999) sollte der Gehalt an Arginin bei 112 % des Lysingehaltes in der Ration liegen.

3. Versuchsdurchführung

3.1 Haltung

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall, Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt. 276 Eintagsküken der Hybridmastlinie Ross wurden in 16 Boxen aufgestellt. Die Boxen hatten eine Grundfläche von 3 m² und waren mit gehäckseltem Stroh eingestreut. Jede Box war mit einer Infrarotwärmelampe, einem Futterautomaten und einer automatischen Hängerundtränke ausgestattet. Das Stallklima wurde durch automatisches Zusammenwirken von Wärmelampen und Ventilatoren geregelt. Der Stall wurde anfänglich 23 h und ab der dritten Mastwoche 22 h/d beleuchtet.

3.2 Mastleistungsbestimmung

Der Versuchsplan ist in Tabelle 1 dargestellt. FG1 wurde mit einem Alleinfutter gefüttert, das einem konventionellen Hühnermastfutter (HMF) entsprach. Bei den FG2, 3 und 4 wurde der Rohproteingehalt gegenüber FG1 um 2 % absolut abgesenkt. Bei FG3 wurde Arginin und bei FG4 Valin auf den Gehalt in FG1 ergänzt. Die Gehalte von 13,2 MJ/kg ME, 1,24 bzw. 1,12 % Lysin, 0,56 bzw. 0,52 % Methionin, 0,81 bzw. 0,77 % Threonin und 0,22 bzw. 0,20 % Tryptophan im HMF-I bzw. II waren bei allen 4 Futtergruppen gleich.

Tabelle 1: Versuchsplan

Table 1: Trial design

Merkmale	Futtergruppe (FG)			
	1	2	3	4
Tiere bei Versuchsbeginn, n	69	69	69	69
Boxen, n	4	4	4	4
Mastdauer, Tage	37	37	37	37
Hühnermastfutter I, starter feed (1.-21. Masttag)				
Rohprotein, %	21	19	19	19
Lysin, %	1,24	1,24	1,24	1,24
Arginin, %	1,29 ¹⁾	1,11 ¹⁾	1,29 ²⁾	1,11 ¹⁾
Valin, %	1,00 ¹⁾	0,89 ¹⁾	0,89 ¹⁾	1,00 ²⁾
Hühnermastfutter II, grower feed (22.-37. Masttag)				
Rohprotein, %	20	18	18	18
Lysin, %	1,12	1,12	1,12	1,12
Arginin, %	1,22 ¹⁾	1,04 ¹⁾	1,22 ²⁾	1,04 ¹⁾
Valin, %	0,96 ¹⁾	0,85 ¹⁾	0,85 ¹⁾	0,96 ²⁾

1) Natürlicher Gehalt in den Alleinfuttermischungen

2) Ergänzt auf das Niveau der FG1

Die Zusammensetzung der Alleinfuttermischungen ist in den Tabellen 2 und 3 angeführt. Alle Futtermischungen wurden am Versuchsort hergestellt und in mehligter Form ad libitum angeboten. Für die ersten 3 Mastwochen wurden dem HMF-I Toyocerin als mikrobieller Leistungsförderer und Lerbek als Kokzidiostatikum zugesetzt.

Tabelle 2: Rezeptur des Hühnermastfutters I

Table 2: Composition of starter feed

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4
Mais, %	55,40	62,11	62,11	62,11
Sojaextr. Schrot-hp, %	25,21	19,14	18,958	19,033
00-Rapsextraktionsschrot, %	5	5	5	5
Maiskleber, %	3	3	3	3
Grasgrünmehl, %	2	2	2	2
Sojaöl, %	5,29	4,2	4,2	4,2
Futterkalk, %	1,312	1,285	1,285	1,285
Dicalcium-Phosphat, %	1,855	1,966	1,966	1,966
Viehsalz, %	0,266	0,269	0,269	0,269
Vitaminkonzentrat, %	0,020	0,020	0,020	0,020
Spurenelementkonzentrat, %	0,039	0,039	0,039	0,039
L-Lysin-HCl, %	0,229	0,437	0,437	0,437
DL-Methionin, %	0,189	0,217	0,217	0,217
L-Threonin, %	–	0,094	0,094	0,094
L-Tryptophan, %	0,005	0,038	0,038	0,038
L-Arginin, %	–	–	0,182	–
L-Valin, %	–	–	–	0,107
Cholin-Cl Silica, %	0,100	0,100	0,100	0,100
Lerbek, %	0,055	0,055	0,055	0,055
Toyocerin ³⁾ , %	0,030	0,030	0,030	0,030

3) 10⁹ KBE/g

Tabelle 3: Rezeptur des Hühnermastfutters II

Table 3: Composition of grower feed

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4
Mais, %	59,31	65,95	65,95	65,95
Sojaextr. Schrot-hp, %	22,58	16,61	16,431	16,504
00-Rapsextraktionsschrot, %	5	5	5	5
Maiskleber, %	3	3	3	3
Grasgrünmehl, %	2	2	2	2
Sojaöl, %	4,58	3,51	3,51	3,51
Futterkalk, %	1,221	1,194	1,194	1,194
Dicalcium-Phosphat, %	1,604	1,716	1,716	1,716
Viehsalz, %	0,267	0,270	0,270	0,270
Vitaminkonzentrat, %	0,016	0,016	0,016	0,016
Spurenelementkonzentrat, %	0,039	0,039	0,039	0,039
L-Lysin-HCl, %	0,164	0,369	0,369	0,369
DL-Methionin, %	0,159	0,186	0,186	0,186
L-Threonin, %	–	0,048	0,048	0,048
L-Tryptophan, %	–	0,032	0,032	0,032
Cholin-Cl Silica, %	0,060	0,060	0,060	0,060
L-Arginin, %	–	–	0,179	–
L-Valin, %	–	–	–	0,106

Für die Evaluierung der Mastleistung wurden die Parameter LM-Entwicklung und Futteraufwand/kg LM-Zuwachs herangezogen. Der LM-Zuwachs der verendeten Tiere wurde in die Berechnung des Futteraufwandes mit einbezogen.

3.3 Schlachtleistungsbestimmung

Die Schlachtung erfolgte nach 6 h Nüchternung am 38. Lebenstag am Versuchsort. Als OD-Ware warm (Ohne-Darm-Ware) wurde das Gewicht des geschlachteten Huhnes ohne Blut, Federn und Verdauungstrakt bezeichnet, als OD-Ware kalt die OD-Ware warm nach 15 h Kühl-lagerung bei +2 °C und als grillfertige Ware die OD-Ware kalt ohne Kopf, Hals und Ständer. Zusätzlich wurde das Gewicht des Abdominalfettes, des Herzens, der Leber ohne Galle und des Magen ohne Hornhaut individuell erhoben.

12 repräsentative OD-Ware kalt je Futtergruppe (6 ♂ und 6 ♀ Tiere) wurden individuell homogenisiert und auf Trockenmasse, Rohprotein, Rohfett und Rohasche untersucht und 12 OD-Ware kalt je Futtergruppe wurden in die Teilstücke Kopf und Hals, Brust, Schenkel, Flügel, Ständer und Restkörper zerlegt.

3.4 Organoleptische Beurteilung

Die sensorische Beurteilung der Fleischqualität wurde an den 12 Brustfleischproben/Futtergruppe aus der Teilstückzerlegung vorgenommen. Vom Brustfleisch wurde ein 3 x 3 x 1 cm großes Stück mit Haut herausgeschnitten, beidseitig je 6 Minuten bei 180 °C gegrillt und von 4 Testpersonen organoleptisch beurteilt. Die sensorische Bewertung der Proben erfolgte nach dem in Tabelle 4 angeführtem Schema.

Tabelle 4: Schema der organoleptischen Beurteilung
Table 4: Scheme of organoleptic test

Punkte	Zartheit	Saftigkeit	Geschmack
6	sehr zart	sehr saftig	sehr geschmackvoll
5	zart	saftig	geschmackvoll
4	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich	überdurchschnittlich
3	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich	unterdurchschnittlich
2	zäh	trocken	geschmacklos
1	sehr zäh	sehr trocken	untypisch

3.5 Statistische Auswertung

Die Varianzanalyse für das mehrfaktorielle Merkmalsmodell wurde mit dem Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Programm (LSMLMW) von HARVEY (1987) geschätzt. Die Darstellung der Mast- und Schlachtleistungsergebnisse erfolgt mit Hilfe der Least-Squares-Means (\bar{x}) und der Residue des Least-Squares-Means (s_x). Nach der Varianzanalyse wurde eine Teststatistik für paarweise Mittelwertvergleiche nach Bonferroni-Holm geschätzt. Die Daten der organoleptischen Beurteilung wurden mit dem Friedman-Test ausgewertet (ESSL, 1987).

Modell für die Mastleistung:

$$Y_{ijk} = \mu + FG_i + ST_j + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = beobachteter Merkmalswert
 μ = gemeinsame Konstante
 FG_i = fixer Effekt der Futtergruppe i, i = 1, 2, 3, 4
 ST_j = Stall j, j = 1, 2
 ϵ_{ijk} = Residue

Modell für die Schlachtleistung

$$Y_{ijk} = \mu + FG_i + SEX_j + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = beobachteter Merkmalswert
 μ = gemeinsame Konstante
 FG_i = fixer Effekt der Futtergruppe i, i = 1, 2, 3, 4
 SEX_j = fixer Effekt des Geschlechtes, j = 1, 2
 ϵ_{ijk} = Residue

4. Versuchsergebnisse

4.1 Futtermittelanalysen

Die Analyseergebnisse der Futtermischungen sind in Tabelle 5 angeführt. Die höheren Anteile an energiereichen Futtermitteln bei den Futtergruppen 2, 3 und 4 kommen auch durch den höheren Gehalt an Stärke und den geringeren Gehalt an Rohfett zum Ausdruck. Der Gehalt an metabolischer Energie (ME) in den Alleinfuttermischungen wurde mit Hilfe der Energieschätzgleichung für Geflügel ermittelt (GfE, 2000). In Tabelle 6 sind die Gehalte der Futtermischungen an analysierten Aminosäuren angeführt. Die analysierten Nährstoffgehalte zeigen eine gute Übereinstimmung mit den geplanten Werten.

Tabelle 5: Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen

Table 5: Nutrient content of compound feed

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4
Hühnermastfutter I (Starter feed)				
TM, %	89,1	88,7	88,5	88,6
Rohprotein, %	20,5	18,6	18,9	18,7
Rohfett, %	8,1	7,3	6,9	6,9
Stärke, %	39,1	43,8	43,8	43,9
Zucker, %	4,8	4,5	4,5	4,3
ME, MJ/kg	13,11	13,29	13,19	13,15
Hühnermastfutter II (Grower feed)				
TM, %	89,0	89,0	89,0	88,8
Rohprotein, %	19,8	18,3	18,1	18,1
Rohfett, %	7,7	6,4	6,5	6,7
Stärke, %	41,3	45,6	45	45,6
Zucker, %	3,5	3,4	3,4	3,2
ME, MJ/kg	13,06	13,09	12,99	13,13

Tabelle 6: Aminosäuregehalte der Alleinfuttermischungen

Table 6: Amino acids in compound feed

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4
Hühnermastfutter I (Starter feed)				
Lysin, %	1,25	1,27	1,29	1,26
Arginin, %	1,22	1,03	1,24	1,03
Methionin, %	0,48	0,49	0,46	0,45
Threonin, %	0,78	0,70	0,73	0,73
Valin, %	1,01	0,88	0,90	1,00
Arg/Lys-Quotient	0,98	0,81	0,96	0,82
Val/Lys-Quotient	0,81	0,69	0,70	0,79
Hühnermastfutter II (Grower feed)				
Lysin, %	1,18	1,12	1,22	1,16
Arginin, %	1,19	0,99	1,16	0,96
Methionin, %	0,50	0,50	0,44	0,46
Threonin, %	0,77	0,63	0,67	0,70
Valin, %	0,99	0,87	0,88	0,95
Arg/Lys-Quotient	1,01	0,88	0,95	0,83
Val/Lys-Quotient	0,84	0,78	0,72	0,82

Tabelle 7: LM-Entwicklung

Table 7: Live weight

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	s_x	P
Boxen, n	4	4	4	4	–	–
Versuchsbeginn	40,3	40,3	40,5	40,5	0,5	0,96
7. Masttag	129	129	132	123	2,2	0,11
14. Masttag	356 ^a	344 ^{ab}	366 ^a	326 ^b	5,6	<0,01
21. Masttag	717 ^a	665 ^b	733 ^a	647 ^b	11,7	<0,01
28. Masttag	1216 ^a	1106 ^b	1195 ^a	1088 ^b	20,4	<0,01
37. Masttag	2083 ^a	1930 ^b	2074 ^a	1893 ^b	24,4	<0,01

4.2 Mastleistung

4.2.1 LM-Entwicklung

In FG1 sind 3, in FG2 2, in FG3 5 und in FG4 4 Tiere verwendet bzw. als nichtverwertbare Kümmerer am Tag vor der Schlachtung ausgeschieden worden. Die Tiere wurden wöchentlich gewogen und die Ergebnisse der LM-Entwicklung sind in Tabelle 7 angeführt. Bei Versuchsbeginn waren die Küken im Mittel um 40 g schwer. Die LM-Entwicklung wurde in FG2 und 4 durch den niedrigeren Rohproteingehalt im Hühnermastfutter und in FG4 zusätzlich durch den Zusatz von L-Valin negativ beeinflusst. Ab der ersten Lebenswoche war die LM-Entwicklung in FG4 mit $P < 0,01$ signifikant schlechter als in den FG1 und 3. Die mittlere LM bei Mastende lag bei den FG1, 2, 3 und 4 bei 2083, 1930, 2074, und 1893 g. FG3 war durch die Supplementierung mit L-Arginin den übrigen FG mit Rohproteinabsenkung in der LM-Entwicklung deutlich überlegen.

4.2.2 Futteraufwand

Die Absenkung des Rohproteingehaltes im Hühnermastfutter führte in FG2 ohne L-Arginin- und L-Valinergänzung und in FG4 mit L-Valinergänzung zu einem höheren Futteraufwand/kg LM-Zuwachs (Tabelle 8). Eine zufriedenstellende Kompensation zur FG1 wurde in der FG3 durch die Supplementierung des Hühnermastfutters mit L-Arginin erreicht. Über die gesamte Mastperiode lag der Futteraufwand/kg LM-Zuwachs bei den FG1, 2, 3 und 4 bei 1,80, 1,90, 1,86 und 1,93 kg. FG4 wies mit $P = 0,03$ einen signifikant höheren Futteraufwand/kg LM-Zuwachs als FG1 auf.

Tabelle 8: Futteraufwand/kg LM-Zunahme, kg

Table 8: Feed conversion rate

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	s _x	P
Boxen, n	4	4	4	4	–	–
1.–7. Masttag	1,49	1,57	1,54	1,62	0,04	0,20
8.–14. Masttag	1,54	1,66	1,59	1,77	0,05	0,05
15.–21. Masttag	1,66	1,79	1,71	1,83	0,07	0,30
22.–28. Masttag	1,74	1,88	1,87	1,89	0,03	0,02
29.–37. Masttag	2,07	2,10	2,03	2,14	0,06	0,55
1.–21. Masttag	1,60	1,71	1,64	1,78	0,5	0,11
22.–37. Masttag	1,90	2,00	1,97	2,01	0,3	0,06
1.–37. Masttag	1,80 ^a	1,90 ^{ab}	1,86 ^{ab}	1,93 ^b	0,03	0,03

4.3 Schlachtleistung

4.3.1 Schlachtkörpergewichte

Die Schlachtkörpergewichte sind in Tabelle 9 angeführt. Zwischen den Futtergruppen traten mit $P < 0,01$ signifikante Unterschiede bei der OD-Ware, grillfertigen Ware und beim Abdominalfett auf. Bemerkenswert sind die Unterschiede zwischen den Futtergruppen vor allem deshalb, weil in den Futtergruppen mit abgesenktem Rohproteingehalt alle Nährstoffe außer Arginin und Valin auf das Niveau der FG1 ergänzt wurden. Eine deutliche Verbesserung der Schlachtleistung wurde bei der FG3 mit abgesenktem Rohproteingehalt und Argininergänzung festgestellt. Während die OD-Ware warm und kalt und die grillfertige Ware mit abnehmendem Rohproteingehalt in den Alleinfuttermischungen bei den FG2 und 4 gegenüber FG1 signifikant abnahm, wurden in FG3 die gleichen Ergebnisse wie

in FG1 erzielt. Die Tiere der FG2, 3 und 4 verfetteten stärker als die der FG1. Die Tiere der FG4 erzielten bei allen Schlachtleistungskriterien die schlechtesten Ergebnisse.

4.3.2 Organgewichte

Die Organe wurden gleich nach der Entnahme aus dem Schlachtkörper gewogen (Tabelle 10). Die Gewichte von Herz, Leber und Magen wiesen zwischen den Futtergruppen keine statistisch gesicherten Unterschiede auf. Die Herzgewichte nahmen von FG1 zu FG4 von 10,1 auf 9,7 g linear ab.

4.3.3 Teilstücke der OD-Ware

Bei den relativen Teilstückgewichten der OD-Ware kalt traten zwischen den Futtergruppen keine signifikanten Unter-

Tabelle 9: Schlachtleistung

Table 9: Slaughter performance

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	s _x	P
Tiere, n	66	67	64	65	–	–
LM nüchtern, g	2115 ^a	1983 ^b	2068 ^a	1940 ^b	30	<0,01
OD-Ware warm, g	1621 ^a	1516 ^b	1609 ^a	1496 ^b	24	<0,01
OD-Ware kalt, g	1606 ^a	1504 ^b	1592 ^a	1482 ^b	24	<0,01
Grillfertige Ware, g	1432 ^a	1335 ^b	1420 ^a	1313 ^b	22	<0,01
Abdominalfett, g	35 ^a	40 ^b	42 ^b	41 ^b	2	<0,01

Tabelle 10: Organgewichte

Table 10: Organ weight

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	s _x	P
Tiere, n	66	67	64	65	–	–
Herz, g	10,1	9,9	9,8	9,7	0,2	0,59
Leber, g	41	39	38	39	0,8	0,20
Magen, g	27	27	26	27	0,5	0,75

schiede auf. Die unterschiedliche LM-Entwicklung hatte keinen negativen Einfluss auf die Schlachtkörperproportionen. Der Anteil an Brustfleisch lag bei 21 % und der Anteil an Schenkel bei 27 % der OD-Ware kalt. Bei FG4 war sowohl der Brustfleischanteil als auch der Schenkelanteil am niedrigsten. Insofern bedeutet eine gute LM-Entwicklung auch höhere Anteile an wertvollen Teilstücken am Schlachtkörper.

4.4 Chemische Analyse der OD-Ware

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse der chemischen Analyse der OD-Ware angeführt. Die Absenkung des Gehaltes an Rohprotein in den Alleinfuttermischungen und die Ergänzung mit den Aminosäuren L-Arginin und L-Valin führte zu signifikant unterschiedlichen TM- und Rohfettgehalten in der OD-Ware. Der TM- und Rohfettgehalt war in FG2 und 4 signifikant höher als in FG1. Der Gehalt an Roh-

protein in der OD-Ware wurde durch die unterschiedlichen Gehalte an Rohprotein in den Futtermischungen nicht beeinflusst.

4.5 Organoleptischer Test

Die Ergebnisse des organoleptischen Tests sind in Tabelle 13 enthalten. Aus den Ergebnissen kann kein Einfluss der unterschiedlichen Nährstoffgehalte in den Alleinfuttermischungen auf die organoleptischen Eigenschaften des Brustfleisches nachgewiesen werden. Alle vorgelegten Proben wurden überdurchschnittlich beurteilt.

5. Diskussion

Die Annahme, dass eine L-Argininergänzung nur bei jungen Küken notwendig ist, wird durch die vorliegende

Tabelle 11: Teilstückgewichte der OD-Ware

Table 11: Carcass parts

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	s _x	P
Tiere, n	15	16	16	16	–	–
OD-Ware kalt (ODk), g	1591 ^a	1507 ^b	1581 ^a	1470 ^b	18	<0,01
Brust in % der ODk	21,6	21,1	22,0	20,7	0,4	0,12
Schenkel in % der ODk	27,4	27,1	27,3	26,9	0,2	0,46
Flügel in % der ODk	10,3	9,9	9,8	10,2	0,2	0,32
Restkörper in % der ODk	29,5	30,4	29,8	30,5	0,3	0,06
Kopf+Hals in % der ODk	6,6	6,8	6,7	7,1	0,2	0,39
Ständer in % der ODk	4,4	4,5	4,3	4,4	0,1	0,57

Tabelle 12: Chemische Analyse der OD-Ware

Table 12: Chemical analysis

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	s _x	P
Tiere, n	12	12	12	11	–	–
OD-Ware kalt, g	1604	1511	1604	1471	81	0,58
TM, %	34,0	35,4	34,9	35,2	0,3	0,04
Rohprotein, %	17,3	16,9	17,1	17,0	0,1	0,16
Rohfett, %	13,4	15,0	14,3	15,0	0,4	0,05
Rohasche, %	3,1	3,2	2,9	2,8	0,1	0,17

Tabelle 13: Organoleptischer Tests

Table 13: Organoleptic test

Merkmale	FG1	FG2	FG3	FG4	P
Tiere, n	12	12	12	12	–
Zartheit, Punkte	5,0	5,2	4,8	5,0	0,06
Saftigkeit, Punkte	4,4	4,6	4,5	4,6	0,32
Geschmack, Punkte	4,3	4,2	4,3	4,4	0,48

Untersuchung und durch Literaturergebnisse relativiert. Eine deutliche Verbesserung der Mast- und Schlachtleistung wurde im vorliegenden Versuch bei abgesenktem Rohproteingehalt mit einer L-Argininergänzung festgestellt. Bei hohem Proteingehalt in der Ration wurde der Argininbedarf im vorliegenden Versuch wie bei WIDEMAN et al. (1995) und PIFFRADER et al. (1999) über die üblichen Eiweißfuttermittel gedeckt. Nach MENDES et al. (1997) sollte das Arg/Lys-Verhältnis im Hühnermastfutter 1,1:1, nach AWT (1998) 1,05:1, nach MACK et al. (1999) 1,12:1 und nach ROTH et al. (2001) 1,08:1 betragen. Im vorliegenden Versuch lag das Arg/Lys-Verhältnis bei den FG1 und 3 bzw. FG2 und 4 in der ersten Masthälfte bei 1,04 bzw. 0,90:1 und in der zweiten Masthälfte bei 1,09 bzw. 0,93:1. Damit lag das Verhältnis von Lysin zu Arginin im Hühnermastfutter I und II teilweise im Bereich der Empfehlungen von AWT (1998) und teilweise weit darunter. Nach MENDES et al. (1997) und KIDD und KERR (1998) haben höhere Arg/Lys-Quotienten positive Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung, was auch mit den vorliegenden Versuchsergebnissen gut übereinstimmt. Nach den Ergebnissen von PIFFRADER et al. (1999) dürfte bei Puten im Gegensatz zu Masthühnern ein Arg/Lys-Verhältnis von <1 günstiger sein. Eine gute Übereinstimmung liegt auch zu den Versuchsergebnissen von RUIZ-FERIA et al. (2001) vor. Bei relativ hohen Rohproteingehalten in den Rationen wurden von RUIZ-FERIA et al. (2001) durch L-Argininzulagen keine positiven Auswirkungen auf die LM-Entwicklung festgestellt. Die Schlussfolgerungen von WALDROUP et al. (1998), dass überhöhte Arginingehalte keine Effekte auf die Mast- und Schlachtleistung haben, stimmen mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung gut überein. Das von MENDES et al. (1997), MACK et al. (1999) und ROTH et al. (2001) empfohlene Verhältnis von Arginin zu Lysin von 1,1:1 dürfte bei den von AWT (1998) angeführten Bedarfswerten an Lysin zu hoch sein. Sie liegen weit über den Arg/Lys-Verhältnissen im vorliegenden Versuch. Bei stark abgesenkten Proteingehalten in den Rationen könnten höhere Arg/Lys-Quotienten u. U. günstiger sein.

Die Valingehalte in der vorliegenden Untersuchung waren höher als von ROTH et al. (2001) und MACK et al. (1999) vorgeschlagen und führten zu keinen positiven Effekten bei den Tieren.

Danksagung

Der Firma Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG., Heinz Lohmannstr. 4, D-27454 Cuxhaven, wird für die finanzielle Unterstützung gedankt.

Literatur

- AWT (Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e. V.) (1998): Aminosäuren in der Tierernährung. Buchedition Agrimedia GmbH im Verlag Alfred Strothe, Frankfurt am Main.
- ESSL, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlags Union Agrar.
- GfE (2000): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlag.
- HARVEY, W. R. (1987): Mixed Model Least Squares and Maximum Likelihood Computerprogramm. Ohio State University.
- KIDD, M. T. and B. J. KERR (1998): Dietary arginine and lysine ratios in large white toms. 2. Lack of interaction between arginine:lysine ratios and electrolyte balance. *Poultry Science* 77, 864–869.
- MACK, S., D. BEROVICI, G. DE GROOTE, B. LECLERCQ, M. LIPPENS, M. PACK, J. B. SCHUTTE and S. VAN CAUWENBERGHE (1999): Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. *British Poultry Scienc* 40, 257–265.
- MENDES, A. A., S. E. WATKINS, J. A. ENGLAND, E. A. SALEH, L. WALDROUP and P. W. WALDROUP (1997): Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. *Poultry Science* 76, 472–481.
- NRC (National Research Council) (1994): Nutrient Requirement of Poultry, 9th revued edition.
- PIFFRADER, F., R. LEITGEB und CH. WESTERMEIER (1999): Einfluss von L-Argininzulagen auf die Mast- und Schlachtleistung von Puten. *Die Bodenkultur* 50, 179–184.
- ROTH, F. X., K. GRUBER and M. KIRCHGESSNER (2001): The ideal dietary amino acid pattern for broiler-chicks of age 7 to 28 days. *Arch. Geflügelkde.* 65, 199–206.
- RUIZ-FERIA, C. A., M. T. KIDD und R. F. WIDEMAN, jr. (2001): Plasma levels of arginine, ornitine and urea and growth performance of broilers fed supplemental argi-

nine during cool temperature exposure. Poultry Science 80, 358–369.

WALDROUP, P. W., J. A. ENGLAND, M. T. KIDD und B. J. KERR (1998): Dietary arginine and lysine at Large white Toms. 1. Increasing arginine:lysine ratio does not improve performance when lysine levels are adequate. Poultry Science 77, 1364–1370.

WIDEMAN, R. F. jr., Y. K. KIRBY, M. ISMAIL, W. G. BOTTJE, R. W. MOORE und R. C. VARDEMAN (1995): Supplemental L-Arginine attenuates pulmonary hypertension syndrome in broilers. Poultry Science 74, 323–330.

Anschrift der Verfasser

Ao. Univ. Prof. Dr. Rudolf Leitgeb, Dipl. Ing. Markus Tschischej, Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Abt. Tierernährung, Gregor Mendelstr. 33, A-1180 Wien; e-mail: rudolf.leitgeb@boku.ac.at
Dipl. Ing. Franz Hutterer, Dr. J. Bartelt, LAH GesmbH. & Co. KG, Lohmannstr. 4, D-27454 Cuxhaven.

Eingelangt am 24. Februar 2003

Angenommen am 22. September 2003