

Einfluss abgestufter Aminosäuren-Energie-Verhältnisse im Futter auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert einer langsam wachsenden Herkunft in der ökologischen Broilermast

Effect of graded essential amino acids to energy ratios in diets for organic chicken production on fattening performance and carcass yield

G. Bellof, E. Schmidt¹ and M. Ristic²

Manuskript eingegangen am 22. November 2004, angenommen am 19. Februar 2005

Einleitung

Zwischen dem Gehalt an umsetzbarer Energie in der Futtermischung und der Futterraufnahme von Broilern besteht ein gerichteter Zusammenhang. Wie in verschiedenen älteren Arbeiten gezeigt werden konnte, sinkt mit steigendem Energiegehalt im Futter die Futterraufnahme (FLACHOWSKY, 1973; NIES, 1977; WÜRZNER und LETTNER, 1984). Neuere Untersuchungen von PETER et al. (1997) an langsam wachsenden Broilern bestätigen, dass die Tiere mit abnehmendem Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) in der Ration die freiwillige Futterraufnahme steigern. Dabei stellen die Tiere die Futterraufnahmemenge auf ein Niveau ein, das zu einer identischen ME-Aufnahme führt. Die von SCHMIDT et al. (2004) unter ökologischen Haltungs- und Fütterungsbedingungen durchgeführten Broilermastversuche mit verschiedenen langsam wachsenden Herkünften zeigten ebenfalls, dass bei Einsatz von Futtermischungen mit niedrigen Energiegehalten (< 12,2 MJ ME/kg) eine Mehraufnahme an Futter erreicht wird.

Dieser Zusammenhang kann für eine bedarfsgerechte Versorgung der Broiler mit essenziellen Aminosäuren im ökologischen Landbau genutzt werden. Mischungen mit niedrigen Energiegehalten sowie einer vergleichsweise geringen Aminosäureausstattung könnten aufgrund der erhöhten Futterraufnahme zu einer ausreichenden Aufnahme an essenziellen Aminosäuren führen. Zu beachten ist dabei das jeweilige Verhältnis von essenzieller Aminosäure zu ME-Gehalt. Diese Relationen können aus den Empfehlungen für die konventionelle Broilermast herangezogen werden (GfE, 1999).

Mit Ablauf des Datums 24. August 2005 dürfen laut EU-Öko-Verordnung (EU 1991/2003) auch in der Broilermast keine Futtermittel eingesetzt werden, die aus konventioneller Herkunft stammen. Dies zwingt zum Verzicht auf bislang in der ökologischen Geflügelfütterung bewährte Eiweißfuttermittel aus konventioneller Herkunft (z.B. Kartoffeleiweiß, Bierhefe). Wertvolle Methioninlieferanten, wie Maiskleber und Leinkuchen, stehen, wenn auch in geringen Mengen, aus ökologischer Herkunft zur Verfügung.

Ziel des vorliegenden Broilermastversuchs war es, folgende Fragen zu klären:

- Können Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten (< 12 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essenziellen Aminosäuren (AS) - bei konstantem Verhältnis von AS : ME - in der ökologischen Broilermast mit Erfolg (Mastleistung sowie Schlachtkörperwert) eingesetzt werden.
- Lässt sich eine "100%-Biofütterung" unter den o. g. Vorgaben für die Broilermast realisieren?

Material und Methoden

Der Versuch wurde im Geflügelstall der Fachhochschule Weihenstephan durchgeführt. In einem Durchgang wurden 960 geschlechtssortierte Eintagsküken des Genotyps ISA J 257 - aus einer ökologisch gehaltenen Elterntierherde - eingestallt und nach den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung gehalten. Der Geflügelstall war in 24 Abteile (ca. 6 m²/Abteil) unterteilt. Pro Abteil wurden 40 Tiere (getrennt nach Geschlecht) eingestallt. Die Einstreu in den Abteilen bestand aus einer 10 cm hohen Strohhäckselschicht. Die Küken wurden bei der Einstallung in Kükenringe gesetzt, welche nach einer Woche aufgelöst wurden, so dass den Tieren dann die gesamte Fläche des Abteils zur Verfügung stand. Neben Wärmestrahlern über den Kükenringen wurde der Stall mit einer Thermostat gesteuerten Ölkönne geheizt. Ein Auslauf stand den Tieren nicht zur Verfügung.

Als Start- oder Aufzuchtphase wurde der Zeitraum 1. bis 4. Woche, als Mastphase die Zeitspanne 5. bis 8. Woche (Ausstattung am 57. Tag) festgelegt. Für die Aufzucht wurden zwei, für die Mast vier Futtermischungen mit jeweils ökokonformen Komponenten, aber unterschiedlichen Energie- und Aminosäuregehalten konzipiert. Somit ergab sich ein zwei-faktorieller Versuchsaufbau (vier Futtergruppen, zwei Geschlechter) mit jeweils drei Wiederholungen. Die Versuchsanordnung ist in der Tabelle 1 dargestellt. Die Ausstattung der Versuchsmischungen hinsichtlich der wichtigsten essenziellen Aminosäuren (z.B. g Lysin/MJ ME) orientierte sich an den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999). In den Mastmischungen für die Gruppen 2 und 4 wurden die entsprechenden Aminosäurerelationen auf das Niveau '90% der GfE-Empfehlungen' abgesenkt. Die Zusammensetzung der Versuchsfuttermischungen ist in der Tabelle 2 aufgeführt. In allen Mischungen wurde auf die Eiweißfuttermittel Kar-

¹Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Land- u. Ernährungswirtschaft, Freising.

²Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, Kulmbach

Tab. 1. Versuchsanordnung
Experimental design

Phase	Inhaltsstoff	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Aufzucht		A1		A2	
(1. - 4. Wo.)	ME (MJ/kg)	12,00		11,00	
	Lys/ME (g/MJ)	0,85		0,85	
	Met/ME (g/MJ)	0,31		0,31	
	Lys (g/kg)	10,20		9,35	
	Met (g/kg)	3,72		3,41	
	M+C (g/kg)	7,08		6,49	
	Thr (g/kg)	6,84		6,27	
	Try (g/kg)	1,56		1,43	
Mast		M1	M2	M3	M4
(5. - 8. Wo.)	ME (MJ/kg)	12,40	12,40	11,20	11,20
	Lys/ME (g/MJ)	0,72	0,65	0,72	0,65
	Met/ME (g/MJ)	0,27	0,24	0,27	0,24
	Lys (g/kg)	8,93	8,04	8,06	7,26
	Met (g/kg)	3,35	3,01	3,02	2,72
	M+C (g/kg)	7,69	6,92	6,94	6,25
	Thr (g/kg)	6,82	6,14	6,16	5,54
	Try (g/kg)	1,49	1,34	1,34	1,21

¹⁾ ME = scheinbare Umsetzbare Energie (WPSA, 1984), Lys = Lysin, Met = Methionin, M+C = Methionin und Cystin

²⁾ A = Aufzuchtmischung; M = Mastmischung

Tab. 2. Zusammensetzung der Futtermischungen in der Aufzucht- und Mastphase von Masthühnern aus ökologischer Erzeugung

Components of the experimental diets (starting and finishing phase)

Rohstoff		A 1	A 2	M 1	M 2	M 3	M 4
Maiskleber	%	2,0	-	2,0	-	-	-
Erbsen	%	10,0	12,0	14,0	14,0	12,0	12,0
Sojabohnen	%	10,0	-	15,0	12,0	-	-
Sojakuchen	%	13,0	15,0	-	-	12,0	10,0
Sonnenblumenkuchen	%	6,0	9,0	7,0	5,0	5,0	3,0
Leinkuchen	%	5,0	7,0	5,0	4,0	4,0	3,0
Weizen	%	18,0	14,0	21,0	23,0	21,0	20,0
Gerste	%	10,3	14,0	11,2	15,2	14,0	20,0
Mais	%	21,0	18,0	19,0	21,0	19,0	18,0
Hafer	%	-	7,5	-	-	9,3	10,3
Sonnenblumenöl	%	1,0	-	2,0	2,0	-	-
Monocalciumphosphat	%	1,5	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5
Futterkalk	%	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Viehsalz	%	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Vormischung*	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

* Vormischung (Angaben pro kg): 18.000 mg Fe, 9.000 mg Zn, 13.000 mg Mn, 1.500 mg Cu, 70 mg Co, 100 mg J, 50 mg Se, 1.000.000 I.E. Vit. A, 500.000 I.E. Vit. D3, 8.400 mg Vit. E, 240 mg Vit. K, 250 mg Vit. B1, 1.000 mg Vit. B2, 600 mg Vit. B6, 8.000 µg Vit. B12, 4.000 mg Nikotinsäure, 1.800 mg Pantothenäure, 154 mg Folsäure, 16 mg Biotin, 155.000 mg Cholinchlorid

toffeleiweiß und Bierhefe sowie auf Milchprodukte verzichtet. Ein wichtiger Zielaspekt bei der Zusammenstellung der Mischungen war, die ausreichende Versorgung

mit den essenziellen Aminosäuren (insbesondere Methionin) auch in der Mastphase sicherzustellen. Deshalb wurde in den Mischungen M1 und M2 ein verringerter Getreide-

anteil zugunsten erhöhter Eiweißkomponentenanteile eingestellt. Die Mischung M4 erfüllt auch die Vorgabe von mindestens 65% Getreideanteil.

Sowohl die Einzelfuttermittel als auch die Futtermischungen wurden nach konventionellen Analysemethoden (BASSLER, 1988, 1997) auf ihren Nährstoffgehalt sowie die wichtigsten essenziellen Aminosäuren untersucht. Die energetische Bewertung der Futtermischungen erfolgte nach den Schätzgleichungen der WPSA (1984).

Die Futtermischungen wurden in einem Bioland-Mischfutterwerk gemischt und in pelletierter Form (Startermischung mit 2 mm-Pellets, Mastmischung mit 3 mm-Pellets) vorgelegt. Die Tiere konnten sowohl in der Aufzucht als auch in der Mast das Futter ad libitum aufnehmen. Alle Tiere wurden im wöchentlichen Abstand gewogen. In diesem Turnus erfolgte auch die Erfassung des Futtermittelfressens. Die erhobenen Daten wurden für die 24 Abteile getrennt ausgewiesen. Der Gewichtszuwachs pro Abteil für die Aufzucht, die Mast und den Gesamtdurchgang unter Berücksichtigung der Gewichte, der Tierverluste und die in den jeweiligen Abschnitten verbrauchten Futtermengen pro Box dienen als Berechnungsgrundlage für das Merkmal Futteraufwand/kg Zuwachs.

Es erfolgte eine kontinuierliche Erfassung des Gesundheitszustandes und der Verluste. Die Futtermischungen wurden im Wiegeintervall beprobt und auf relevante Inhaltsstoffe untersucht. Für die Erfassung der Schlachtkörpermerkmale wurden 72 Tiere ausgewählt (drei Tiere pro Box, die in ihrem Ausgangsgewicht dem durchschnittlichen Endgewicht der Box am nächsten kamen). Diese Schlachtkörper wurden eingefroren und nach einer Lagerdauer von ca. 8 Wochen (bei -25°C) aufgetaut und im Labor untersucht. Die Merkmale des Schlachtkörperwertes bezogen sich auf die Teilstück- und grobgewebliche Zerlegung des Teilstücks Brust, physikalische Merkmale des Brustfleisches (pH-Wert, Farbe), sowie die chemische Zusammen-

setzung des Brustfleisches (NIT; RISTIC und FREUDENREICH, 2000). Die Durchführung der genannten Untersuchungen erfolgte am Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Kulmbach. Die Teilstückanteile wurden einschließlich der Haut auf das Schlachtgewicht bezogen. Das Schlachtgewicht bezog den Hals sowie das Abdominalfett ein.

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm „SAS“ nach dem „General Linear Model“ statistisch ausgewertet (SAS/STAT, 1988). Für alle Merkmale erfolgte eine zwei-faktorielle Varianzanalyse. Hierbei wurden 'Geschlecht' und 'Futter' als fixe Effekte in das Modell einbezogen. Differenzen wurden jeweils mit dem F-Test geprüft. Bei gesichertem F-Test wurde ein Vergleich der Mittelwerte mit dem Tukey-Test vorgenommen. Eine Überprüfung von Interaktionen zwischen 'Geschlecht' und 'Futter' für die Merkmale der Futteraufnahme und der Mastleistung ergab keine signifikanten Effekte. Bei den Schachtkörpermerkmalen zeigten sich signifikante Interaktionen nur für das Brustgewicht sowie den Brustanteil.

Ergebnisse

Futtermittelanalysen

Die Ergebnisse der Futtermittelanalysen sind in der Tabelle 3 dargestellt. Wie geplant, wurden deutlich abgestufte ME-Gehalte in den beiden Aufzuchtmischungen realisiert. Die Ausstattung mit Lysin (Bezug g/kg Futter) blieb jeweils deutlich unter dem Soll, während die Methioningehalte geringfügig über dem Zielwert lagen. Die vorgesehene Abstufung zwischen den beiden Mischungen wurde aber erreicht. Somit wiesen die beiden Mischungen nahezu gleich hohe Werte bezogen auf g Lysin bzw. g Methionin pro MJ ME auf.

Tab. 3. Inhaltsstoffe und ME-Gehalte der Futtermischungen für die Aufzucht- und Mastphase von Masthühnern aus ökologischer Erzeugung

Content of crude nutrients, amino acids and AME of the experimental diets

Inhaltsstoff		A 1	A 2	M 1	M 2	M 3	M 4
Trockenmasse	g/kg	904	893	901	893	896	899
Rohfett	g/kg	71	55	79	74	47	44
Rohfaser	g/kg	31	65	58	50	54	50
NfE	g/kg	548	525	519	547	570	592
Stärke	g/kg	364	349	376	407	422	441
Zucker	g/kg	34	31	34	33	33	32
Rohprotein	g/kg	195	187	185	169	167	156
Lysin	g/kg	9,4	8,5	8,4	8,2	8,1	7,4
Methionin	g/kg	4,0	3,8	3,1	2,9	2,7	2,5
Cystin	g/kg	4,3	4,4	4,9	3,0	3,6	3,3
Threonin	g/kg	8,9	7,4	7,3	5,8	7,2	6,7
Tryptophan	g/kg	2,1	2,2	2,0	1,9	1,9	1,7
Rohasche	g/kg	61	64	62	55	59	58
Calcium	g/kg	12,0	14,0	13,0	12,0	13,0	13,0
Phosphor	g/kg	7,9	8,9	8,1	8,6	8,9	8,9
ME	MJ/kg	11,94	10,99	12,27	12,35	11,66	11,70
Lysin/ME	g/MJ	0,79	0,77	0,68	0,66	0,69	0,63
Methionin/ME	g/MJ	0,34	0,35	0,25	0,23	0,23	0,21

Während die Mastmischungen M1 und M2 nahezu die geplanten ME-Gehalte aufwiesen, lagen die Mischungen M3 und M4 über den Zielwerten. Die Abstufung zwischen der Mischung M1 und M4 betrug somit nur 0,6 MJ ME/kg (geplant 1,2 MJ/kg). Der Rohproteingehalt verringerte sich kontinuierlich von 185 g/kg in der Mischung M1 bis auf 156 g/kg in der Mischung M4. Die Lysin-Gehalte lagen gegenüber der Planung in der Mastmischung M1 etwas niedriger, in der Mischung M2 etwas höher, während in den Mischungen M3 und M4 die Vorgaben praktisch erreicht wurden. Die Ausstattung mit Methionin war in allen Mastmischungen niedriger als geplant. Somit wiesen die Mischungen M1 und M3 gegenüber der Planung etwas geringere Werte an g Lysin pro MJ ME auf, während sich für die Mischungen M2 und M4 eine gute Annäherung ergab. Die Relation g Methionin pro MJ ME war in allen Mischungen kleiner als in der Planung vorgesehen. Die vorgesehenen Unterschiede zwischen den Mastmischungen waren mit geringen Abstrichen noch gegeben.

Ergebnisse der Mastleistung

Der Versuch verlief störungsfrei. Dies belegen auch die geringen Verluste von durchschnittlich 1,3% über die gesamte Mast (Tabelle 4). In der Gruppe der männlichen Tiere lagen die Verluste mit 2,3% signifikant höher als in der Gruppe der weiblichen Tiere. Zwischen den Fütterungsgruppen ergaben sich keine Unterschiede (Tabelle 4).

Die Tiere erreichten eine hohe Futterraufnahme von durchschnittlich 88,5 g pro Tier und Tag. Wie aus Tabelle 6 hervorgeht, übt das Geschlecht einen gesicherten Einfluss auf die Futterraufnahme in der Aufzucht- und Mastphase aus. Die männlichen Tiere erzielten in allen Abschnitten eine höhere Futterraufnahme als die weiblichen Vergleichstiere. Mit zunehmender Mastdauer vergrößerten sich die geschlechtsbedingten Unterschiede. Zwischen den Fütterungsgruppen zeigten sich die erwarteten Unterschiede bezüglich der Futterraufnahme (Tabelle 5). Die Futterraufnahme in den Fütterungsgruppen verlief umgekehrt proportional zum ME-Gehalt der Futtermischungen. Auch über die gesamte Mastperiode betrachtet, spiegelt sich die Symmetrie der Versuchsanordnung wider. Die Tiere der Gruppen 3 und 4 wiesen einen Futtermittelfresser von mehr als 90 g/Tier und Tag auf, während in den Gruppen 1 und 2 der Verzehr deutlich unter diesem Wert lag. Somit kompensierten die Tiere der Gruppen 3 und 4 die geringeren ME-Gehalte der Futtermischungen in der Aufzucht- und Mastphase. Auf die gesamte Versuchszeit bezogen (57 Tage), ergab sich für die Gruppe 1 und die Gruppe 4 nahezu die gleiche Aufnahme an Umsetzbarer Energie (62 MJ ME/Tier (Tabelle 7)). In den Gruppen 2 und 3 lag die ME-Aufnahme jeweils etwas niedriger als in den genannten Gruppen (60 MJ ME/Tier). Die Lysin-Aufnahme lag in den Gruppen 1 und 3 mit 44,0 bzw. 43,0 g/Tier auf vergleichbarem Niveau. Die Gruppen 2 und 4, für die in den Mastmischungen die Lysingehalte abgesenkt wurden, rea-

Tab. 4. Verluste in der Aufzucht- und Mastphase (LS-Mittelwerte und Standardfehler)
Mortality during starting and finishing phase

Merkmal		Geschlecht		p	Fütterungsgruppe				p ¹⁾
		männlich	weiblich		1	2	3	4	
Verluste (Aufzucht)	%	1,7 ± 0,38	0,2 ± 0,38	0,0127	0,4 ± 0,53	0,8 ± 0,53	1,3 ± 0,53	1,3 ± 0,53	0,6438
Verluste (Mast)	%	0,6 ± 0,22	0,0 ± 0,22	0,0610	0,8 ± 0,31	0,4 ± 0,31	0,0 ± 0,31	0,0 ± 0,31	0,2180
Verluste (A+M)	%	2,3 ± 0,4	0,2 ± 0,4	0,0016	1,3 ± 0,57	1,3 ± 0,57	1,3 ± 0,57	1,3 ± 0,57	1,0000

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 5. Durchschnittliche tägliche Futterraufnahme und Futterraufwand pro kg Zuwachs (LS-Mittelwerte und Standardfehler)
Average daily feed consumption and feed efficiency (kg/kg)

Merkmal		Geschlecht		p ¹⁾	Fütterungsgruppe				p
		männlich	weiblich		1	2	3	4	
Futterraufnahme (Aufzuchtphase)	g/d	49,1 ± 0,83	44,2 ± 0,83	0,0005	45,7 ± 1,18	44,8 ± 1,18	46,5 ± 1,18	49,5 ± 1,18	0,0572
Futterraufnahme (Mastphase)	g/d	147,3 ± 1,33	122,7 ± 1,33	< 0,0001	134,2 ^{a2)} ± 1,89	127,8 ^b ± 1,89	139,2 ^a ± 1,89	138,8 ^a ± 1,89	0,0013
Futterraufnahme (A+M)	g/d	95,9 ± 0,91	81,1 ± 0,91	< 0,0001	87,5 ^{ac} ± 1,29	84,2 ^a ± 1,29	90,5 ^{bc} ± 1,29	91,8 ^b ± 1,29	0,0023
Futterraufwand/kg Zuwachs (Aufzucht)	kg/kg	1,85 ± 0,04	1,86 ± 0,04	0,5212	1,79 ± 0,06	1,80 ± 0,06	1,87 ± 0,06	2,0 ± 0,06	0,0884
Futterraufwand/kg Zuwachs (Mast)	kg/kg	2,43 ± 0,02	2,53 ± 0,02	0,0011	2,32 ^a ± 0,03	2,42 ^b ± 0,03	2,54 ^b ± 0,03	2,65 ^c ± 0,03	< 0,0001
Futterraufwand/kg Zuwachs (A+M)	kg/kg	2,12 ± 0,02	2,19 ± 0,02	0,0421	2,04 ^a ± 0,03	2,09 ^{ab} ± 0,03	2,19 ^b ± 0,03	2,31 ^b ± 0,03	< 0,0001

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

²⁾ unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Unterklassen (p ≤ 0,05)

lisierten eine Lysinaufnahme von 41,6 bzw. 41,0 g/Tier. Somit erreichte die Gruppe 4 im Vergleich zur Gruppe 1 ein Versorgungsniveau von 93%. Die kalkulierte Methionin-Aufnahme betrug für die Gruppe 1 16,9 g/Tier, für die Gruppe 3 aufgrund der gegenüber der Planung geringeren Methionin-Gehalte in der Mastmischung dagegen nur 15,6 g/Tier. Die Gruppen 2 und 4 lagen bei 15,6 bzw. 15,2 g/Tier (Tabelle 7). Die Gruppe 4 war somit im Vergleich zur Gruppe 1 auf einem Niveau von 90% versorgt.

Die Tiere erreichten in der 57-Tage-Mast ein durchschnittliches Endgewicht von 2275 g sowie Tageszunahmen von 39 g. Zwischen männlichen und weiblichen Tieren zeigten sich signifikante Unterschiede für die Merkmale Zwischen-, Endgewicht und Tageszunahmen (Aufzucht, Mast und gesamte Versuchsperiode, Tabelle 6). Mit zunehmender Mast vergrößerten sich die Gewichtsunterschiede zwischen den Geschlechtern zugunsten der männlichen Tiere. Zwischen den Fütterungsgruppen ergaben sich für die Aufzuchtphase keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Gewichtsentwicklung. Erst in dem zweiten

Abschnitt der Versuchsperiode (Mast) bestand ein Fütterungseinfluss (Tabelle 6). Die Gruppe 1 wies signifikant höhere Endgewichte und Tageszunahmen (Mastphase) auf als die drei Vergleichsgruppen. Die Gruppe 3 lag im Merkmal Endgewicht knapp 100 g (96%) unter der Gruppe 1. Die Gruppen 2 und 4 erreichten 94% bzw. 93% des Gewichtsniveaus der Gruppe 1.

Die Tiere erzielten einen durchschnittlichen Futteraufwand pro kg Zuwachs von 2,16 kg. Wie aus der Tabelle 5 zu entnehmen ist, ergeben sich insbesondere für die Mastphase signifikante Einflüsse von Geschlecht und Fütterung auf dieses Merkmal. Die männlichen Tiere zeigten erwartungsgemäß einen günstigeren Futteraufwand als weibliche Tiere. Besonders deutliche Unterschiede ergaben sich für dieses Merkmal zwischen den Fütterungsgruppen in der Mastphase. Von der Gruppe 1 bis zur Gruppe 4 stieg der Futteraufwand kontinuierlich an. Die Gruppenunterschiede lassen sich überwiegend statistisch absichern. Der beschriebene Trend ist in abgeschwächter Form auch für die gesamte Versuchsperiode zu beobachten (Tabelle 5).

Tab. 6. Gewichtsentwicklung und Tageszunahmen (LS-Mittelwerte und Standardfehler)
Fattening performance

Merkmal	Geschlecht		p	Fütterungsgruppe				p
	männlich	weiblich		1	2	3	4	
Anfangsgewicht g	37,3 ± 0,10	37,0 ± 0,10	0,0310	37,3 ± 0,14	37,2 ± 0,14	37,0 ± 0,14	37,2 ± 0,14	0,4572
Zwischengewicht g (Aufzuchtende)	846,1 ± 7,69	758,1 ± 7,69	< 0,0001	808,5 ± 10,87	803,2 ± 10,87	797,5 ± 10,87	799,2 ± 10,87	0,8933
Endgewicht g	2489 ± 14,79	2062 ± 14,79	< 0,0001	2377 ^a ± 20,92	2231 ^{bc} ± 20,92	2277 ^b ± 20,92	2215 ^c ± 20,92	0,0001
Tageszunahmen g (Aufzuchtphase)	27 ± 0,26	24 ± 0,26	< 0,0001	26 ± 0,36	26 ± 0,36	25 ± 0,36	25 ± 0,36	0,6163
Tageszunahmen g (Mastphase)	61 ± 0,43	48 ± 0,43	< 0,0001	58 ^a ± 0,61	53 ^{bc} ± 0,61	55 ^b ± 0,61	53 ^c ± 0,61	< 0,0001
Tageszunahmen g (A+M)	43 ± 0,27	35 ± 0,27	< 0,0001	41 ^a ± 0,38	38 ^b ± 0,38	39 ^b ± 0,38	38 ^b ± 0,38	0,0001

Tab. 7. Kalkulierte ME-, Lysin- und Methioninaufnahme in der Aufzucht und Mast
Intake of AME, Lysine and Methionin during starting and finishing phase

Merkmal		Fütterung			
		1	2	3	4
Aufzuchtphase					
ME-Aufnahme	MJ	15,8	15,5	14,8	15,8
Lysin-Aufnahme	g	12,5	12,2	11,5	12,2
Methionin-Aufnahme	g	5,3	5,2	5,1	5,5
Mastphase					
ME-Aufnahme	MJ	46,1	44,2	45,4	45,5
Lysin-Aufnahme	g	31,6	29,3	31,6	28,8
Methionin-Aufnahme	g	11,6	10,4	10,5	9,7
Aufzucht und Mast					
ME-Aufnahme	MJ	61,9	59,7	60,3	61,2
Lysin-Aufnahme	g	44,1	41,6	43,0	41,0
Methionin-Aufnahme	g	16,9	15,6	15,6	15,2

Ergebnisse des Schlachtkörperwertes

Aus der Vielzahl der untersuchten Merkmale des Schlachtkörpers werden nachfolgend einige wesentliche ausgewählt und vorgestellt (Tabelle 8). Das Schlachtkörpergewicht wurde sowohl vom Geschlecht als auch von der Fütterung signifikant beeinflusst, während die Schlachtausbeute unbeeinflusst blieb. Hähne wiesen gegenüber den Hennen sowohl ein höheres Schlachtgewicht als auch eine erhöhte Schlachtausbeute auf. Die Tiere der Fütterungsgruppe 1 wiesen ein signifikant höheres Schlachtkörpergewicht auf als die drei Vergleichsgruppen. Die Schlachtkörper der Gruppe 4 waren fast 10% leichter als die der Gruppe 1 (Tabelle 8). Die Gewichte der wertvollen Teilstücke des Schlachtkörpers unterlagen dem Einfluss des Geschlechts und - mit Ausnahme des Rückens - auch der Fütterung. Die Hähne waren den Hennen in allen Teilstückgewichten signifikant überlegen. Ausgeprägte Einflüsse der Fütterung waren für das Brust- und Schenkelgewicht festzustellen. Analog zu dem Schlachtkörpergewicht wiesen die Tiere der Gruppe 1 die höchsten Gewichte der Teilstücke, die Tiere der Gruppe 4 die niedrigsten Teilstückgewichte auf. Die in der Tabelle 9 ausgewiesenen prozentualen Teilstückanteile des Schlachtkörpers erlauben eine gewichtskorrigierte Betrachtung. Die Teilstückanteile wurden nicht von der Fütterung beeinflusst. Ein Geschlechtseinfluss war nur für die Brust- und Schenkelanteile festzustellen. Die weiblichen Tiere wiesen signifikant höhere Brustanteile, aber geringere Schenkelanteile auf als die männlichen Broiler. Zwischen den vier Fütterungsgruppen waren nur geringfügige numerische Unterschiede in den Brust- und Schenkelanteilen zu beobachten.

Das Merkmal Abdominalfettmenge bzw. -anteil erlaubt einen Hinweis auf den Gesamtfettansatz. Der durchschnittliche Abdominalfettanteil am Schlachtkörper betrug 2,3%. Im vorliegenden Versuch zeigte sich nur für das

Geschlecht ein gesicherter Einfluss auf den Abdominalfettanteil. Hennen wiesen eine höhere Abdominalfettmenge auf als Hähne (Tabelle 8).

Für das Teilstück Brust wird in der Tabelle 10 eine weitergehende Betrachtung vorgenommen. Die Brustfleischmenge sowie der Brustfleischanteil wurden sowohl vom Geschlecht als auch der Fütterung signifikant beeinflusst. Die Brustfettmenge unterlag einem Geschlechts- aber keinem Fütterungseinfluss. Das Merkmal Brustfettanteil blieb von beiden Faktoren unbeeinflusst. Die männlichen Tiere wiesen signifikant höhere Fleisch- und Fettmengen in der Brust auf. Bezogen auf die prozentualen Anteile, ergab sich hinsichtlich des Fleischanteils eine abgesicherte Überlegenheit für die weiblichen Tiere. Die Tiere der Fütterungsgruppe 1 wiesen gegenüber den andern Gruppen signifikant höhere Brustfleischmengen auf. Bei Gewichtskorrektur verringerte sich die Überlegenheit der Gruppe 1. Ein statistisch gesicherter Unterschied bestand für den Fleischanteil nur gegenüber der Gruppe 4. Die Tiere der Gruppe 1 erzielten gegenüber den Vergleichstieren der Gruppe 4 in dem Teilstück Brust einen höheren Fleischanteil bei geringerem Fettanteil. Der Proteingehalt im Brustfleisch unterlag einem Geschlechts- aber keinem Fütterungseinfluss. Der Fettgehalt im Brustfleisch wurde von den genannten Größen nicht beeinflusst. Weibliche Tiere wiesen signifikant höhere Proteingehalte auf als männliche Broiler (Tabelle 10).

Diskussion

Die im vorliegenden Fütterungsversuch ermittelte Futteraufnahme lag mit durchschnittlich 88,5 g pro Tier und Tag auf einem hohen Niveau. In einem vorangegangenen Versuch (SCHMIDT et al., 2004) erreichten die Tiere der gleichen Herkunft (ISA J 257) eine durchschnittliche tägliche

Tab. 8. Schlachtkörpergewicht und Teilstückgewichte des Schlachtkörpers (LS-Mittelwerte und Standardfehler) *Slaughtering performance*

Merkmal	Geschlecht		p	Fütterung				p
	männlich	weiblich		1	2	3	4	
Schlachtkörpergewicht	g 1722 ± 11,7	1411 ± 11,7	< 0,0001	1651 ^a ± 16,5	1555 ^b ± 16,5	1563 ^b ± 16,5	1497 ^c ± 16,5	< 0,0001
Schlachtausbeute	% 72,0 ± 0,38	71,6 ± 0,38	0,512	71,7 ± 0,54	71,9 ± 0,54	71,6 ± 0,54	72,1 ± 0,54	0,936
Brust	g 485 ± 5,2	418 ± 5,2	< 0,0001	479 ^a ± 7,3	447 ^{bc} ± 7,3	452 ^b ± 7,3	427 ^c ± 7,3	< 0,0001
Schenkel	g 537 ± 3,9	416 ± 3,9	< 0,0001	505 ^a ± 5,6	470 ^{bc} ± 5,6	474 ^b ± 5,6	457 ^c ± 5,6	< 0,0001
Rücken	g 391 ± 5,0	311 ± 5,0	< 0,0001	363 ± 7,0	352 ± 7,0	352 ± 7,0	339 ± 7,0	0,128
Flügel	g 192 ± 3,7	164 ± 3,7	< 0,0001	191 ^a ± 5,2	174 ^b ± 5,2	176 ^b ± 5,2	172 ^b ± 5,2	0,040
Abdominalfett	g 36 ± 1,8	38 ± 1,8	0,402	38 ± 2,5	38 ± 2,5	38 ± 2,5	35 ± 2,5	0,685

Tab. 9. Teilstückanteile im Schlachtkörper (LS-Mittelwerte und Standardfehler) *Traits of carcass composition*

Merkmal	Geschlecht		p	Fütterung				p
	männlich	weiblich		1	2	3	4	
Brust	% 28,2 ± 0,22	29,6 ± 0,22	< 0,0001	29,0 ± 0,31	29,0 ± 0,31	29,0 ± 0,31	28,6 ± 0,31	0,797
Schenkel	% 31,2 ± 0,15	29,5 ± 0,15	< 0,0001	30,5 ± 0,21	30,2 ± 0,21	30,3 ± 0,21	30,4 ± 0,21	0,648
Rücken	% 22,7 ± 0,28	22,0 ± 0,28	0,082	21,9 ± 0,40	22,6 ± 0,40	22,5 ± 0,40	22,6 ± 0,40	0,581
Flügel	% 11,2 ± 0,25	11,6 ± 0,25	0,211	11,7 ± 0,35	11,2 ± 0,35	11,2 ± 0,35	11,5 ± 0,35	0,716

Tab. 10. Merkmale des Teilstückes Brust (LS-Mittelwerte und Standardfehler)
Composition of the chicken breast meat

Merkmal		Geschlecht		p	Fütterung				p
		männlich	weiblich		1	2	3	4	
Fleisch	G	360 ± 4,3	316 ± 4,3	< 0,0001	364 ^a ± 6,1	334 ^b ± 6,1	339 ^b ± 6,1	316 ^c ± 6,1	< 0,0001
Fett	G	37 ± 1,2	31 ± 1,2	0,001	34 ± 1,7	34 ± 1,7	33 ± 1,7	34 ± 1,7	0,978
Knochen	G	57 ± 0,9	45 ± 0,9	< 0,0001	52 ± 1,3	51 ± 1,3	53 ± 1,3	49 ± 1,3	0,113
Fleisch	%	74,3 ± 0,31	75,7 ± 0,31	0,002	76,0 ^a ± 0,44	74,9 ^{ab} ± 0,44	75,0 ^{ab} ± 0,44	74,0 ^b ± 0,44	0,023
Fett	%	7,6 ± 0,24	7,4 ± 0,24	0,496	7,1 ± 0,34	7,5 ± 0,34	7,4 ± 0,34	8,1 ± 0,34	0,254
Knochen	%	11,8 ± 0,20	10,8 ± 0,20	0,0003	10,8 ± 0,28	11,4 ± 0,28	11,6 ± 0,28	11,3 ± 0,28	0,218
Protein (Brustfleisch)	%	23,9 ± 0,08	24,3 ± 0,08	0,0002	24,1 ± 0,11	24,0 ± 0,11	24,3 ± 0,11	24,0 ± 0,11	0,260
Fett (Brustfleisch)	%	0,7 ± 0,04	0,7 ± 0,04	0,930	0,7 ± 0,05	0,7 ± 0,05	0,6 ± 0,05	0,7 ± 0,05	0,534
Asche (Brustfleisch)	%	1,2 ± 0,003	1,3 ± 0,003	0,001	1,2 ± 0,005	1,2 ± 0,005	1,3 ± 0,005	1,2 ± 0,005	0,396

Futteraufnahme von 82 g. Gegenüber diesem Versuch waren in der vorliegenden Untersuchung die ME-Gehalte in den Futtermischungen nochmals abgesenkt. Die zwischen den Fütterungsgruppen beobachteten Unterschiede beim Futterverzehr in Abhängigkeit vom ME-Gehalt der Futtermischung stimmen mit den Ergebnissen von PETER et al. (1997) gut überein.

Die eingesetzte Herkunft ISA J 257 eignet sich gut für die ökologische Broilermast. GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) erreichten mit diesem Genotyp am 56. Lebenstag ein Lebendgewicht von 2164 g (Tageszunahmen 38 g). In einem von DAMME (2001) durchgeführten Versuch wogen Tiere dieser Herkunft nach 8 Wochen 1998 g, was Tageszunahmen von 35 g entspricht. Im vorliegenden Versuch erreichten die Tiere in der 57-Tage-Mast ein durchschnittliches Endgewicht von 2275 g sowie Tageszunahmen von 39 g. SCHMIDT et al. (2004) erzielten für die Herkunft ISA J 257 in 54 Tagen unter vergleichbaren Haltungsbedingungen Tageszunahmen in Höhe von 41 g. Die im vorliegenden Versuch erzielten Mastleistungen wurden mit einem vergleichsweise geringen Angebot an essenziellen Aminosäuren realisiert. So wiesen die Mastmischungen lediglich Methioningehalte zwischen 2,5 (Gruppe 4) und 3,1 g/kg (Gruppe 1) auf. Die Methioninaufnahme betrug in der Gruppe 1 für die gesamte Mastperiode nur 16,9 g pro Tier (0,30 g /Tag). In dem vorangegangenen Versuch (SCHMIDT et al., 2004) nahmen die Tiere durchschnittlich 0,44 g Methionin pro Tier und Tag auf.

Die erhöhte Futteraufnahme bei Einsatz von Futtermischungen mit abgesenktem ME-Gehalt führt zu einer Verschlechterung des Futteraufwandes pro kg Lebendmassezuzuwachs (NIES, 1977; WÜRZNER und LETTNER, 1984). Dieser Zusammenhang lässt sich auch für den vorliegenden Versuch beobachten. Allerdings lag der Futteraufwand mit durchschnittlich 2,16 kg/kg noch auf einem vergleichsweise günstigen Niveau. GRASHORN und CLOSTERMANN (2002) erreichten mit diesem Genotyp bis zum 56. Lebenstag einen durchschnittlichen Futteraufwand von 2,66 kg pro kg Lebendmassezuzuwachs.

Das durchschnittliche Schlachtkörpergewicht sowie die Schlachtausbeute erreichten mit 1567 g bzw. 71,8% praktisch das Niveau des von SCHMIDT et al. (2004) durchgeführten Versuchs (1556 g bzw. 71,7%). Der durchschnittliche Abdominalfettanteil am Schlachtkörper betrug 2,3%,

gegenüber 1,8% für die Vergleichstiere im vorangegangenen Versuch (SCHMIDT et al., 2004).

In dem vorliegenden Versuch wurde eine durchschnittliche Brustfleischmenge von 338 g erreicht. Die Tiere der gleichen Herkunft erzielten im vorangegangenen Versuch (SCHMIDT et al., 2004) nahezu den gleichen Wert (341 g). Die Tiere der Fütterungsgruppe 1 wiesen gegenüber den anderen Gruppen signifikant höhere Brustfleischmengen auf. Bei Gewichtskorrektur verringerte sich die Überlegenheit der Gruppe 1. Ein statistisch gesicherter Unterschied bestand für den Fleischanteil nur gegenüber der Gruppe 4. Die Tiere der Gruppe 1 erzielten gegenüber den Vergleichstieren der Gruppe 4 in dem Teilstück Brust einen um zwei Prozentpunkte höheren Fleischanteil bei einem um einen Prozentpunkt niedrigeren Fettanteil. In diesem veränderten Ansatz dokumentiert sich die bessere Versorgung der Gruppe 1 mit den beiden erstlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin. Die Methionin-Versorgung stellte in der Mastphase offenbar den das Wachstum begrenzenden Faktor dar. Während der Gruppe 1 rechnerisch 0,42 g Methionin pro Tier und Tag zur Verfügung standen, nahmen die Gruppen 2, 3 und 4 in diesem Abschnitt täglich 0,37; 0,38 respektive 0,35 g Methionin auf. Diese Reihenfolge spiegelt sich exakt in den End- bzw. Schlachtkörpergewichten der Gruppen wider.

Im vorliegenden Versuch wurde eine geschlechtsgetrennte Mast durchgeführt. Hierbei zeigte sich mit zunehmender Mastdauer eine wachsender Geschlechtsunterschied in der Mastleistung. Auch in den Schlachtkörpermerkmalen zeigten sich signifikante Differenzen. Wird unter praktischen Bedingungen die Mastperiode auf einen Zeitraum von acht Wochen und länger ausgelegt, ist eine geschlechtsdifferenzierte Mast zu empfehlen.

Aus den vorliegenden Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Auch in der ökologischen Hühnermast spiegeln die Mast- und Schlachtleistungsergebnisse die Versorgung mit essenziellen Aminosäuren wider. Einen wichtigen Schlüssel zur adäquaten Versorgung der Tiere stellt das Verhältnis von essenziellen Aminosäuren (AS) zum Energiegehalt (ME) in der Futtermischung dar.
- Futtermischungen mit deutlich abgesenkten Energiegehalten (< 12 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essenziellen Aminosäuren (AS) - bei konstantem

Verhältnis von AS zu ME - können in der ökologischen Broilermast mit Erfolg eingesetzt werden.

- Solche Mischungen ermöglichen auch für die Broilermast eine "100%-Biofütterung", bei akzeptablen Mast- und Schlachtleistungsergebnissen sowie geringen Tierverlusten.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung sollten Futtermischungen mit abgesenkten Energiegehalten (< 12 MJ ME/kg) sowie erniedrigten Gehalten an essenziellen Aminosäuren (AS) - bei konstantem Verhältnis von AS : ME - in der ökologischen Broilermast eingesetzt werden. Die Mischungen sollten zudem den zukünftigen Anforderungen der EU-Öko-Verordnung entsprechen (alle Rohstoffe aus ökologischer Herkunft).

In einem Durchgang wurden 960 geschlechtssortierte Eintagsküken des Genotyps ISA J 257 eingestallt und nach den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung gehalten (24 Abteile á 40 Tiere). Als Start- oder Aufzuchtphase wurde der Zeitraum 1. bis 4. Woche, als Mastphase die Zeitspanne 5. bis 8. Woche festgelegt. Für die Aufzucht wurden zwei (A1, A2), für die Mast vier Futtermischungen (M1 bis M4) mit jeweils Richtlinien konformen Komponenten, aber unterschiedlichen Energie- (ME) und Aminosäuregehalten (AS) konzipiert. Die Ausstattung der Versuchsmischungen hinsichtlich der wichtigsten essenziellen Aminosäuren (g AS/MJ ME) orientierte sich an den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1999). Für die Aufzucht wurden zwei Energiestufen (12,0 (A1) vs. 11,0 MJ ME/kg (A2)) bei konstanter AS:ME-Relation (z.B. 0,85 g Lys/MJ ME) eingestellt. In der Mastphase wurden zwei Energiestufen (12,4 (M1, M2) vs. 11,2 MJ ME/kg (M3, M4)) mit zwei Aminosäurestufen (0,72 (M1, M3) vs. 0,65 g Lys/MJ ME (M2, M4)) kombiniert.

Die Futteraufnahme (durchschnittlich 88,5 g pro Tier und Tag) in den Fütterungsgruppen verlief umgekehrt proportional zum ME-Gehalt der Futtermischungen. Auf die gesamte Versuchszeit bezogen (57 Tage), ergab sich für die Gruppe 1 mit durchgehend hoher ME-Ausstattung (A1+M1) sowie die Gruppe 4 mit durchgehend niedriger ME-Ausstattung nahezu die gleiche Aufnahme an Umsetzbarer Energie (jeweils 62 MJ ME/Tier). Die im Versuch erzielten Mast- und Schlachtleistungsergebnisse lagen für ökologische Erzeugungsbedingungen auf einem hohen Niveau. Die Endgewichte rangierten zwischen 2215 g (Gruppe 4) und 2377 g (Gruppe 1). Die Tiere der Gruppe 1 erzielten den günstigsten Futteraufwand (2,09 kg/kg). Die Überlegenheit der Gruppe 1 kommt auch in der Mehrzahl der Schlachtkörpermerkmale zum Ausdruck. So war diese Gruppe hinsichtlich Schlachtkörpergewicht (1651 g), Brustgewicht (479 g) sowie Schenkelgewicht (505 g) den anderen Gruppen überlegen.

Stichworte

Broiler, langsam wachsend, ökologischer Landbau, Fütterung, Aminosäuren, Umsetzbare Energie

Summary

Effect of graded essential amino acids to energy ratios in diets for organic chicken production on fattening performance and carcass yield

The purpose of the present study was to test the effects of an organic feed for chicken production on fattening per-

formance and carcass quality. Different feed mixtures with reduced dietary energy level (< 12 MJ AME/kg) and reduced content of essential amino acids were used. In case of reduction a constant ratio of amino acids to energy was considered. According to the future European law for organic products all raw materials used for the feed were of organic origin.

In this experiment 960 one-day-old-chicks (ISA J 257) were housed sex-separated in 24 pens, containing 40 chicks each. The chicks were kept according to the European regulations for organic animal production. The starter period included the time from one-day-old up to 4 weeks of age, the remaining growing period covered the age of 5 to 8 weeks. Two different diets (A1, A2) were fed during the starter period and four different ones (M1 to M4) during the growing period. They varied in energy level (AME) and content of amino acids. The amounts of the most important essential amino acids (g amino acids/MJ AME) were chosen according to the recommendations of the German society of Nutrient Physiology (GfE, 1999). Two starter diets with different energy levels (12.4 (A1) vs. 11.0 MJ AME/kg (A2)) were used, both with a constant ratio of amino acids to energy (e.g. 0.85 g lysine/MJ AME). During the growing period two diets with different energy levels (12.4 (M1, M2) vs. 11.2 MJ AME/kg (M3, M4)) were combined with different contents of amino acids per unit AME (0.72 (M1, M3) vs. 0.65 g lysine/MJ AME (M3, M4)).

The main results obtained in the present study are as follows:

An average daily feed consumption of 88.5 g per chick was calculated. The feed consumption of the different feeding groups was conversely proportional the energy level of diets. Considering the complete fattening period of 57 days, the feeding group 1 with a high energy diet (A1 + M1) in the starter and grower phase and feeding group 4 with a low energy diet (A2 + M4) in both phases, consumed approximately the same amount of metabolizable energy (62 MJ AME/chick). The obtained fattening performance and carcass yield reached a high level under the circumstances of organic production. The final body weight varied from 2,215 g in group 4 to 2,377 g in group 1. In feeding group 1 the lowest feed conversion ratio (2.09 kg/kg) was observed. The superiority of group 1 was also obvious for most carcass traits: highest carcass yield (1,651 g), highest breast yield (479 g), highest thigh and drumstick weight (505 g).

Key words

Broiler, slow growing, organic farming, nutrition, amino acids, metabolizable energy

Danksagung

Diese Studie wurde vom Bayer. Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten finanziell unterstützt.

References

- DAMME, K., 2001: Mastgeflügel in der Öko-Produktion - Welche Hybriden eignen sich für die Ökomast? DGS-Magazin (48), 25-28
- EU-ÖKO-VERORDNUNG, 1991/2003: Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau/die biologische Landwirtschaft und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen

- Erzeugnisse und Lebensmittel. ABl. Nr. L 198 vom 22.07.1991, S. 1.; zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 223/2003 der Kommission vom 5. Februar 2003, ABl. EG Nr. L 31 vom 06.02.2003, S. 3
- FLACHOWSKY, G., 1973: Der Einfluss eines variierenden Rohprotein- und Energiegehaltes im Mischfutter auf Lebendmassezunahme und den Futter-, RP- und Energieverzehr sowie -aufwand von Broilern. *Archiv Tierernährung* **23**, 225-235
- GRASHORN, M. A. und G. CLOSTERMANN, 2002: Mast- und Schlachtleistung von Broilerherkünften für die Extensivmast. *Archiv für Geflügelkunde* **66**, 173-181
- GfE – AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE, 1999: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main
- BASSLER, R. (Ed.), 1988: Methodenbuch Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln mit 2. Ergänzungslieferung 1988, 3. Ergänzungslieferung 1993 und 4. Ergänzungslieferung 1997. VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- NIES, W., 1977: Der Einfluss des Energie- und Linolsäuregehaltes der Ration auf die Mast- und Schlachtleistung des Geflügels. Diss. Univ. f. Bodenkultur, Wien
- PETER, W., S. DÄNICKE und H. JEROCH, 1997: Einfluß der Ernährungsintensität auf den Wachstumsverlauf und die Mastleistung französischer "LABEL" Broiler. *Archiv Tierzucht* **40**, 69-84
- RISTIC, M. und P. FREUDENREICH, 2000: NIT-Schnellanalytik – dargestellt am Beispiel des Geflügelfleisches, *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung* **39**, 591-596
- SCHMIDT, E., G. BELLOF, S. BEER and D. KREITNER, 2004: Ökologische Hähnchenmast: Einfluss der Fütterung auf die Mast- und Schlachtleistung. *DGS-Magazin* (56), Heft 45, 25-28
- SAS/STAT, 1988: User's Guide, Release 6.03 Edition. SAS Institute, Inc., Cary, NC, (USA)
- WÜRZNER, H. und F. LETTNER, 1984: Unterschiedliche Energiegehalte und Energiefuttermittel in der Geflügelmastration. 1. Mitteilung: Einfluß auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Schlachtkörperzusammensetzung. Sonderdruck aus *Die Bodenkultur* **35**(1), 65-79
- WPSA - WORKING GROUP No. 2 - Nutrition, 1984: The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. *World's Poultry Sci. J.* **40**, 181-182

Correspondence: Prof. Dr. G. Bellof, Fachhochschule Weihenstephan, Fachgebiet Tierernährung. D-85350 Freising. E.mail: gerhard.bellof@fh-weihenstephan.de