

## Bedarf und Versorgung von schweren Mastputen mit Rohprotein und Aminosäuren

Prof. Dr. Dr. h.c. Heinz Jeroch (Budweis)

### Einleitung

Die Putenfleischproduktion hat in den letzten Jahren in Deutschland wie auch in weiteren europäischen Ländern beachtlich zugenommen, gleichfalls der Verbrauch an Putenfleisch und -verarbeitungsprodukten (ZMP, 2004). Derzeitig beträgt die Bruttoeigenerzeugung 354,4 kt/Jahr. Vom Pro-Kopf-Verbrauch an Geflügelfleisch (18,2 kg) entfallen 35 % (6,4 kg) auf Putenfleisch. Bezogen auf den Gesamtfleischkonsum (92,5 kg pro Kopf der Bevölkerung) beträgt der Putenfleischanteil 6,9 %. Es wird mit einem weiteren Verbrauchszuwachs gerechnet (ZMP, 2004). Rund zwei Drittel des verzehrten Putenfleisches werden im Inland erzeugt.

Für die Mast werden in der Bundesrepublik Deutschland fast ausschließlich schwere Herkünfte verwendet; es dominiert der Genotyp B.U.T. Big 6 (British United Turkeys Ltd.)(MEYER, 2002). Die Vermarktung der schweren Schlachtkörper erfolgt in Form von Teilstücken und Verarbeitungsprodukten. Dabei besitzt der Brustfleischanteil eine herausragende Bedeutung als Schlachtkörperfraktion.

In den letzten Jahrzehnten wurde die Mastleistung der Puten ständig verbessert. Entsprechende Daten für die Herkunft B.U.T Big 6 vermittelt Tabelle 1.

**Tabelle 1: Zuchtfortschritt von Mastputen der Herkunft B.U.T Big 6 im Zeitraum von 1984 bis 1999 (Moogut Kartzfehn 1993 u. 1999)**

Jahr	Hahn (22 Wochen)		Henne (16 Wochen)	
	Lebendmasse (kg)	Futteraufwand (kg)	Lebendmasse (kg)	Futteraufwand (kg)
1984	15,70	3,20	7,87	2,71
1988	17,79	3,07	8,76	2,75
1993	19,45	2,77	9,56	2,50
1999	20,72	2,73	9,88	2,49

In eigenen Untersuchungen (GRAMZOW et al., 1998; JEROCHE et al., 2004) wurden mit diesem Genotyp noch hö-

here Mastendmassen erzielt. Die männlichen Tiere erreichten mit 21 bzw. 23 Lebenswochen 22,09 bzw. 23,76 kg und die weiblichen Tiere mit 15 bzw. 17 Wochen 9,82 bzw. 10,90 kg. Besonders herauszustellen ist die hohe Schlachtausbeute (Tab. 2). Der relative Fleischanteil an der Lebendmasse bzw. der Rumpfmasse übertrifft deutlich die Werte anderer Mastgeflügelarten. Bis zur 23. Lebenswoche erhöht sich kontinuierlich der Brustfleischanteil an der Lebendmasse und der Zeitpunkt des maximalen Zuwachses an Brustfleisch liegt zwischen der 18. und 19. Lebenswoche bei den männlichen Tieren. Bei der täglichen Zunahme wird demgegenüber das Maximum früher erreicht (nach 14 Lebenswochen).

Die chemische Analyse der Putenganzkörper u. a. am Mastende hat ergeben, dass dieser rund 20 % Rohprotein (bezogen auf Originalsubstanz) enthält. Auf der Basis der analysierten Rohproteingehalte der Eintagsküken und der Masttiere zu den Schlachterminen errechnen sich die folgenden Daten für den Proteinansatz: Männliche Tiere 4,31 kg (21 Wochen) bzw. 4,61 kg (23 Wochen), weibliche Tiere 2,02 kg (15 Wochen) bzw. 2,15 kg (17 Wochen). Mit Ausnahme der Federn enthält das Protein der übrigen Körperfraktionen hohe Anteile an der Aminosäure Lysin. Im federfreien Putenkörper männlicher Masttiere beträgt der Lysinanteil 7,15 %. Vom mit dem Futter aufgenommenen Rohprotein werden von männlichen Mastputen während der gesamten Mastperiode 45 % im Gesamtkörper angesetzt. Davon entfällt aber nur die knappe Hälfte auf den verzehrbaren Anteil vom Gesamtkörper, d. h. nur 24 % des Futterproteins werden in verzehrbare Protein konvertiert. Eine höhere Proteinverwertung muss aus mehrfacher Sicht auch das Ziel in der Mastputenfütterung sein. Hierzu sind konkrete Kenntnisse zum Bedarf an den einzelnen essenziellen Aminosäuren, zum optimalen Verhältnis zwischen den essenziellen Aminosäuren und zu dem Anteil an den gesamten nichtessenziellen Aminosäuren in den Futtermischungen wesentliche Voraussetzungen.

Die letzten offiziellen Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung von Mastputen wurden 1994 vom National Research Council publiziert. Bereits kurze Zeit nach dem Erscheinen dieser Monografie zeigte sich, dass die Konzentrationsnormen für essenzielle Aminosäuren eine optimale Versorgung nicht gewährleisten (s. Literaturauswertung bei GRAMZOW, 2001). Die Grundlage für die NRC-Empfehlungen bildeten ältere Versuchsergebnisse,

**Tabelle 2: Schlachtdaten von männlichen (m) und weiblichen (w) Mastputen der Herkunft BUT Big 6 (GRAMZOW, 1998; JEROCH et al., 2003)**

Geschlecht	Alter Wochen	Lebendmasse (LM) kg	Rumpfmasse (RM) <sup>1)</sup>		Brustfleisch			Schenkelfleisch			Gesamtfleisch <sup>2)</sup>		
			kg	%LM	kg	%LM	%RM	kg	%LM	%RM	kg	%LM	%RM
m	21	22,04	20,42	93	5,88	27	29	3,99	18	19	9,87		48
m	23	23,78	22,20	93	6,95	29	31	4,27	18	19	11,22		50
w	15	9,82			2,31	23		18,35	19		4,14	42	
w	17	10,90			2,51	23		19,79	18		4,48	41	

<sup>1)</sup> Rumpf mit Kopf und Ständer sowie nicht erfasste Innereien (Lunge, Nieren)

<sup>2)</sup> Brust- und Schenkelfleisch (jeweils ohne Haut)

die mit einem Tiermaterial ermittelt wurden, das bezüglich der Mast- und Schlachtdaten deutlich unter dem heutigen Leistungsniveau liegt. Empirische Überprüfungen haben dann auch ergeben, dass u. a. eine Anhebung des Niveaus aller Aminosäuren im Vergleich zu den NRC - Empfehlungen (1994) die Mast- und Schlachtleistung verbessert (Tab. 3). Mit diesen Untersuchungen wurde jedoch kein Beitrag zum Bedarf bzw. zur Versorgung mit einzelnen essenziellen Aminosäuren geleistet.

**Tabelle 3: Reaktion männlicher Mastputen (B.U.T. Big 6) auf ein unterschiedliches Aminosäureniveau in den Futtermischungen (JANKOWSKI et al., 1998)**

Gruppe	Mastendmasse <sup>1)</sup> kg/Tier	Futteraufwand <sup>2)</sup> kg-Futter/kg Zunahme	Brustmuskel % der Lebendmasse <sup>1)</sup>
I (NRC-Empfehlungen, 1994)	15,52	2,80	27,1
II (AS Niveau Mittelwerte von I und III)	15,70	2,79	28,2
III (BUT-Empfehlungen, 1994)	16,21	2,79	28,6

<sup>1)</sup> nach 20 Mastwochen    <sup>2)</sup> gesamte Mastperiode

Vor etwa 10 Jahren wurde am Institut für Tierernährung (heute Institut für Ernährungsphysiologie) der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit systematischen Untersuchungen zum Aminosäurenbedarf von schweren Mastputen begonnen, über deren Ergebnisse nachfolgend auszugsweise berichtet wird. Außerdem bildete das in Halle erarbeitete Datenmaterial eine wesentliche Grundlage für die Ableitung der Versorgungsempfehlungen nach der faktoriellen Methode durch den Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie in der Bundesrepublik Deutschland (GfE, 2004).

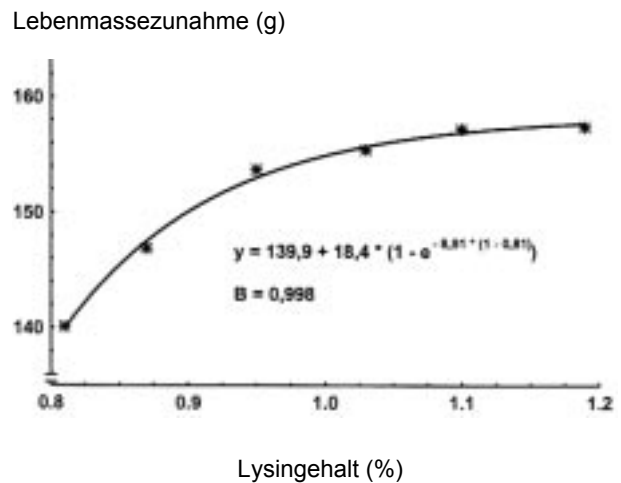
**Methoden zur Ableitung des Aminosäurenbedarfs sowie zur Bestimmung des idealen Aminosäuremusters des Futterproteins ("Ideales Protein")**

**Dosis-Wirkungs-Studien**

Dieses Verfahren ist auch für Mastputen das am häufigsten benutzte Verfahren zur Ermittlung von Aminosäuren-Versorgungsempfehlungen. Dabei wird versuchsmethodisch wie folgt vorgegangen: Die betreffende AS, für die ein Bedarf bzw. eine Versorgungsempfehlung ermittelt werden soll, wird in steigenden Dosierungen einer Mangeldiät supplementiert. Daraus resultieren abgestufte Konzentrationen an der Prüfaminosäure, die sowohl den Mangel- als auch den Überschussbereich einschließen sollen. Für die einzelnen Parameter (insbesondere Lebendmassezunahme, Futteraufwand, Muskelfleischertrag, Proteinansatz) ergeben sich dann Dosis-Wirkungs-Beziehungen. Ein Beispiel aus den Untersuchungen von LEMME und Mitarbeitern (2002) zum Lysinbedarf von schweren Mastputen vermittelt Abbildung 1. Mit verschiedenen Auswertungsmodellen (exponentielle Modelle, broken-line Mo-

delle) kann aus den Kurvenverläufen eine optimale Aminosäurenversorgung abgeleitet werden. Dabei können sich für die einzelnen Parameter unterschiedliche Versorgungsniveaus ergeben. Für eine Maximierung des Brustfleischertrages resultieren z. B. aus den Untersuchungen von LEHMANN und Mitarbeitern (1996) sowie von WESTERMEIER und Mitarbeitern (2001) höherer Anforderungen an den Lysingehalt des Futters als für die maximale Lebendmassezunahme.

**Abbildung 1: Abhängigkeit der täglichen Lebendmassezunahme von männlichen Mastputen der Herkunft B.U.T. Big 6 vom Lysingehalt des Futters (13.-16. Lebenswoche)**



Mit Dosis-Wirkungs-Studien wurde in den letzten Jahren vor allem der Lysinbedarf schwerer männlicher Mastputen ermittelt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Aber auch für weitere Aminosäuren (Methionin, Methionin + Cystin, Threonin) liegen nach diesem Verfahren Bedarfsempfehlungen für schwere männliche Mastputen vor (LEHMANN et al., 1997; JERROCH und LEHMANN, 1998).

**Tabelle 4: Empfehlungen zum Lysingehalt in den Futtermischungen für Mastputen nach Dosis-Wirkungs-Studien (LEHMANN et al., 1996; WESTERMEIER et al., 2000; LEMME et al., 2002)**

Altersabschnitt	g Lysin / MJ UE (AME <sub>N</sub> )	g Lysin / kg Alleinfutter	MJ AMEN / kg Futter <sup>3)</sup>
0 – 4	<sup>1)</sup> (1,36) <sup>2)</sup>		
5 – 8	1,24 (1,23) <sup>2)</sup>	14,6 – 15,2	11,8 – 12,3
9 – 12	0,98 (1,03) <sup>2)</sup>	12,0 – 12,5	12,3 – 12,8
13 – 16	0,92 (0,77) <sup>2)</sup>	11,8 – 12,1	12,8 – 13,2
17 – 20	0,85 (0,60) <sup>2)</sup>	11,2 – 11,6	13,2 – 13,6
21 – 24	0,62 (0,47) <sup>2)</sup>	8,2 – 8,4	13,2 – 13,6

<sup>1)</sup> nicht bestimmt    <sup>2)</sup> Empfehlungen des NRC (1994)    <sup>3)</sup> GfE (2004)

### Faktorielle Methode

Diese Methode der Bedarfsbestimmung basiert auf dem Konzept, dass sich der Gesamtbedarf an Aminosäuren aus verschiedenen Teilbeträgen zusammensetzt. Beim wachsenden Geflügel und somit auch bei Mastputen bildet der Gesamtbedarf an jeder essenziellen Aminosäure die Summe aus dem Bedarf für Erhaltung und dem Bedarf für Körperansatz (Ansatz in den Federn + Ansatz im federfreien Tierkörper = Leistungsbedarf). Die Auftrennung des Gesamtansatzes in die 2 Fraktionen ist aufgrund ihrer unterschiedlichen Aminosäurezusammensetzung (insbesondere schwefelhaltige Aminosäuren und Lysin) und des unterschiedlichen Federanteils am Gesamtkörper im Verlauf des Wachstums erforderlich. Für die Ableitung des Bruttobedarfs wird des Weiteren die Gesamtverwertung für jede einzelne Aminosäure benötigt. Diese errechnet sich aus der AS-Verdaulichkeit und der intermediären AS-Verwertung. Nach diesen Darlegungen ergibt sich für die faktorielle AS-Bedarfsableitung die folgende Formel (GfE, 1999):

$$AS_B = \frac{AS_E + AS_N (F + TK)}{k_{AS} * C_{AS}}$$

AS <sub>B</sub>	=	AS-Bedarf (Bruttobedarf)
AS <sub>E</sub>	=	AS-Erhaltungsbedarf
AS <sub>N</sub>	=	AS-Ansatz gesamt (Nettobedarf)
F	=	AS-Ansatz in den Federn
TK	=	AS-Ansatz im federfreien Tierkörper
C <sub>AS</sub>	=	Koeffizient der AS-Verdaulichkeit
k <sub>AS</sub>	=	Koeffizient für die intermediäre Verwertung der Aminosäure

Wird im Nenner der Formel nur die intermediäre Verwertung (k<sub>AS</sub>) verwendet, dann kann man den Bedarf an verdaulichen Aminosäuren ableiten.

Dieses Konzept wurde von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) auch für die Ableitung der AS-Versorgungsempfehlungen für schwere Mastputen verwendet (GfE, 2004). Die hierzu benutzten Ausgangsdaten vermittelt Tabelle 5. Nach der gleichen Verfahrensweise wurde auch der Rohproteinbedarf kalkuliert (GfE, 2004). In Tabelle 6 sind die nach der faktoriellen Methode abgeleiteten Bedarfswerte für Rohprotein und die essenziellen Aminosäuren ausgewiesen. Es fehlt die Aminosäure Tryptophan, weil bisher noch keine Körperanalysen vorliegen.

Auf der Grundlage der Leistungsdaten schwerer männlicher und weiblicher Mastputen (GRAMZOW, 1998; JE-ROCH et al., 2004) und den Empfehlungen der GfE (2004) für die Gehalte an umsetzbarer Energie in den Futtermischungen erfolgte die Kalkulation der erforderlichen AS-Gehalte in den Futtermischungen (Tab. 7 und Tab. 8).

Unter einem "Idealem Protein" versteht man vereinfacht ein Futterprotein, bei dem das relative Verhältnis der essenziellen Aminosäuren im Vergleich zu Lysin (Referenzaminosäure = 100) genau den Anforderungen an das Aminosäurenbedarfsmuster im tierischen Organismus entspricht. Bei so einem Protein ist keine der essenziellen Aminosäuren limitierend noch im Überschuss vorhanden. Eine Aminosäurezusammensetzung entsprechend dem idealen Protein optimiert die Proteinverwertung und minimiert damit die N-Ausscheidung. Für die Bestimmung des idealen AS-Profiles des Futterproteins gibt es verschiedene Methoden: Ableitung anhand von Literaturdaten, faktorieller Ansatz, AS-Muster des Körperproteins, multiple Dosis-Wirkungs-Versuche, Deletionsmethode. Dabei kann das Profil auf den Bruttoamino- bzw. den verdaulichen Aminosäuren basieren. Bisher wurden solche "Idealen Proteine" für wachsende Schweine (WANG und FULLER, 1989), Broiler (BAKER und HAN, 1994) und Legehennen (JAIS et al., 1995; KIRCHGESSNER et al., 1995) experimentell ermittelt. Für Mastputen hat erstmalig GRAMZOW (2001) das ideale AS-Muster für das Futterprotein in den einzelnen Mastperioden erarbeitet. Die Ableitungen erfolgten auf der Grundlage der Relation der AS im Putenkörperprotein (Abb. 2) sowie mittels der Deletionsmethode, die von WANG und FULLER (1989) entwickelt und bei wachsenden Schweinen erstmalig zur Anwendung kam. Im Vergleich zu den Aminosäurerelationen, die aus den Versorgungsempfehlungen des Zuchtbetriebes BUT (1998) errechnet wurden (Abb. 3), bestehen bei einigen Aminosäuren deutliche Unterschiede.

Um zu den optimalen Aminosäurekonzentrationen in den Futtermischungen zu gelangen, ist noch die Kenntnis des absoluten Bedarfs einer Referenzaminosäure erforderlich. Vorzugsweise wird als Referenzaminosäure Lysin benutzt, weil u. a. diese Aminosäure fast ausschließlich für den Körperproteinansatz verwendet wird. Aus den Relationen zum Lysin im idealen Protein können dann die Bedarfswerte an den weiteren essenziellen Aminosäuren und deren erforderliche Gehalte in den Futtermischungen berechnet werden.

**Tabelle 5: Ausgangsdaten für die Bedarfsableitung nach der faktoriellen Methode (GRAMZOW, 2001; GfE, 2004)**

Aminosäure	AS-Erhaltungsbedarf (mg/kg LM)	AS-Zusammensetzung (g/16 g N)		Intermediäre Verwertung	Wahre praecaecale Verdaulichkeit	Gesamtverwertung (%)
		Tierkörper	Federn			
Arginin	51	6,3	6,7	0,76	0,90	70
Histidin	6	2,5	0,9	0,76	0,80	60
Isoleucin	35	4,0	4,7	0,76	0,83	65
Leucin	61	7,4	8,2	0,76	0,84	65
Lysin	40	6,9	1,8	-	-	64
Methionin	33	2,4	0,5	0,76	0,82	60
Met+Cys	56	3,79	7,86	0,76	0,81	60
Phenylalanin	40	3,9	5,4	0,76	0,85	65
Threonin	35	3,8	4,7	0,76	0,76	60
Valin	56	4,5	7,4	0,76	0,80	60

**Tabelle 6: Bedarf männlicher und weiblicher Puten an Protein und essenziellen Aminosäuren (g/Tier und Tag) (GfE, 2004)**

Alter (Wochen)		1 - 2	3 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	> 20
Futtermittelverzehr (g/Tier/Tag)	m	22	62	130	305	455	556	627
	w	21	61	130	254	333		
Rohprotein	m	5,6	15,0	30,5	63,9	80,5	84,6	71,2
	w	5,3	14,5	30,8	53,4	51,3		
Lys	m	0,38	0,94	1,82	3,89	5,28	5,57	5,16
	w	0,36	0,99	2,01	3,71	3,78		
Met	m	0,12	0,33	0,64	1,38	1,83	1,87	1,69
	w	0,12	0,34	0,71	1,31	1,31		
Met + Cys	m	0,19	0,50	0,99	2,19	2,96	3,07	2,79
	w	0,18	0,52	1,10	2,09	2,12		
Thr	m	0,21	0,52	1,01	2,17	2,94	3,09	2,84
	w	0,20	0,55	1,12	2,07	2,10		
Arg	m	0,33	0,85	1,67	3,60	4,84	5,03	4,58
	w	0,31	0,89	1,84	3,44	3,47		
Val	m	0,24	0,63	1,22	2,61	3,52	3,66	3,35
	w	0,23	0,66	1,35	2,49	2,52		
Ile	m	0,21	0,53	1,04	2,29	3,14	3,33	3,08
	w	0,20	0,56	1,16	2,18	2,25		
Leu	m	0,40	1,01	1,94	4,14	5,61	5,92	5,48
	w	0,38	1,05	2,14	3,95	4,02		
Phe	m	0,23	0,58	1,09	2,26	2,97	3,05	2,76
	w	0,22	0,60	1,21	2,15	2,13		
His	m	0,12	0,32	0,65	1,43	1,93	2,01	1,83
	w	0,12	0,34	0,72	1,36	1,38		

**Tabelle 7: Empfehlungen zur Relation von Rohprotein und Aminosäuren zu Energie in den Futtermischungen für schwere Mastputen (g/MJ AME<sub>N</sub>) (GfE, 2004)**

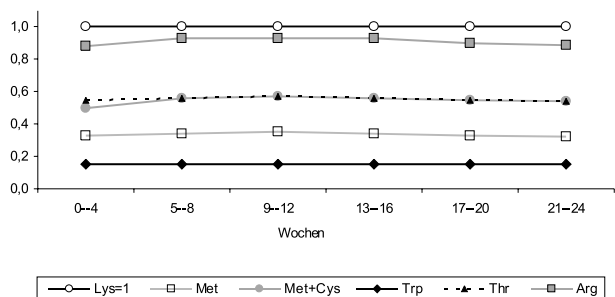
Alter (Wochen)		1 - 2	3 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	>20
Rohprotein	m	22,4	20,9	20,3	17,5	14,4	12,1	8,7
	w	22,2	20,5	20,4	17,5	12,5		
Lys	m	1,51	1,30	1,19	1,04	0,92	0,76	0,64
	w	1,41	1,36	1,29	1,16	0,88		
Met	m	0,51	0,46	0,43	0,39	0,36	0,31	0,28
	w	0,48	0,44	0,41	0,39	0,32		
Met+Cys	m	0,81	0,77	0,78	0,74	0,65	0,56	0,49
	w	0,76	0,71	0,68	0,67	0,56		
Thr	m	0,85	0,82	0,78	0,7	0,61	0,51	0,44
	w	0,86	0,79	0,78	0,74	0,58		
Arg	m	1,24	1,12	1,07	0,97	0,84	0,69	0,58
	w	1,15	1,08	1,05	0,97	0,74		
Val	m	1,06	0,96	0,93	0,85	0,74	0,63	0,54
	w	1,04	0,95	0,87	0,85	0,69		
Ile	m	0,84	0,76	0,73	0,67	0,59	0,49	0,42
	w	0,67	0,76	0,74	0,71	0,56		
Leu	m	1,62	1,41	1,34	1,20	1,04	0,87	0,74
	w	1,08	1,26	1,25	1,19	0,93		
Phe	m	0,93	0,81	0,76	0,67	0,57	0,48	0,41
	w	0,59	0,68	0,67	0,63	0,50		
His	m	0,52	0,46	0,43	0,38	0,32	0,25	0,20
	w	0,47	0,54	0,53	0,50	0,38		

**Tabelle 8: Konzentrationsempfehlungen für Rohprotein und essenzielle Aminosäuren in den Futtermischungen für männliche und weibliche Mastputen je kg Alleinfutter bei 88 % TS<sup>1)</sup> (GfE 2004)**

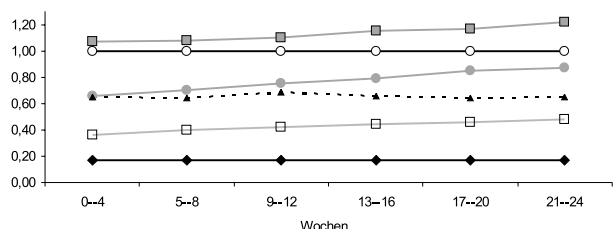
Alter (Wochen)		1 - 2	3 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	>20
Rohprotein	m	255	242	235	209	177	152	114
	w	253	238	237	210	154		
Lys	m	17,1	15,2	14,0	12,8	11,6	10,0	8,2
	w	17,0	16,2	15,5	14,6	11,4		
Met	m	5,7	5,3	4,9	4,5	4,0	3,4	2,7
	w	5,7	5,6	5,5	5,2	3,9		
Met+Cys	m	8,4	8,0	7,6	7,2	6,5	5,5	4,5
	w	8,4	8,5	8,4	8,2	6,4		
Thr	m	9,4	8,4	7,8	7,1	6,5	5,6	4,5
	w	9,3	9,0	8,6	8,2	6,3		
Arg	m	14,9	13,7	12,8	11,8	10,6	9,1	7,3
	w	14,9	14,6	14,2	13,5	10,4		
Val	m	11,1	10,1	9,4	8,6	7,7	6,6	5,4
	w	11,1	10,8	10,4	9,8	7,6		
Ile	m	9,4	8,6	8,0	7,5	6,9	6,0	4,9
	w	9,4	9,1	8,9	8,6	6,8		
Leu	m	18,2	16,2	14,9	13,6	12,3	10,7	8,8
	w	18,2	17,3	16,5	15,6	12,1		
Phe	m	10,5	9,3	8,4	7,4	6,5	5,5	4,4
	w	10,5	9,9	9,3	8,5	6,4		
His	m	5,5	5,2	5,0	4,7	4,2	3,6	2,9
	w	5,5	5,6	5,5	5,4	4,2		

<sup>1)</sup> Gehalte an umsetzbarer Energie (AME<sub>N</sub>) / kg Futter nach GfE (2004) Konzept des "Idealen Proteins"

**Abbildung 2: Ideale Aminosäurenprofile für Mastputen im Verlauf der Mast (GRAMZOW, 2001)**



**Abbildung 3: Aminosäurenrelationen (Ableitung nach Versorgungsempfehlungen; B.U.T., 1998)**



Die von GRAMZOW (2001) nach dieser Methode abgeleiteten Versorgungsempfehlungen sind in der Tabelle 9 ausgewiesen. Diese wurden einer Überprüfung in einem Leistungsversuch mit Ausschlächtung am Versuchsende unter Versuchsbedingungen an einer repräsentativen Tierzahl unterzogen (GRAMZOW, 2001; GRAMZOW et al., 2004). Das Versuchsschema beinhaltete im Vergleich zu den Empfehlungen niedrigere und höhere Aminosäuregehalte in den Futtermischungen. Zur Vereinfachung enthält Tabelle 10 nur die Rohprotein- und Lysingehalte von den Futtermischungen in der 1. und 5. Periode. Die Ergebnisse des 22-wöchigen Mastversuches (Tab. 10) bestätigen im Prinzip die Empfehlungen (Prüfvariante III). Bei höheren AS-Niveaus wurde keine signifikante Leistungsverbesserung erzielt, während eine Reduzierung der AS-Gehalte in den Mastmischungen sich vor allem auf den Brustfleischertrag negativ auswirkte. Auch dieses Resultat stellt nochmals die Bedeutung der AS Lysin für die Brustmuskulbildung heraus.

**Vergleich der nach verschiedenen Methoden abgeleiteten Versorgungsempfehlungen sowie mit den Versorgungsempfehlungen des NRC (1994)**

Wegen der besseren Übersicht und auch der Bedeutung als Referenzaminoäure wird dieser Vergleich am Beispiel "Lysin" vorgenommen (Tab. 11). Um außerdem die Daten vergleichbar zu machen, erfolgen die Angaben bezogen auf 1 MJ umsetzbare Energie (AME<sub>N</sub>). Die neueren experimentellen Daten sowie die Bedarfsableitungen nach der

**Tabelle 9: Empfehlungen zur Aminosäurenversorgung von schweren männlichen Mastputen (GRAMZOW, 2001)<sup>1) 2)</sup>**

Alter (Wochen)		0 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	21 - 24
Lys	g/MJ AME <sub>N</sub>	1,50	1,20	1,06	0,94	0,80	0,68
	g/kg Futter	17,2	14,1	12,8	11,8	10,4	9,1
Met	g/MJ AME <sub>N</sub>	0,50	0,43	0,38	0,33	0,27	0,22
	g/kg Futter	5,7	5,1	4,6	4,1	3,5	2,9
Met+Cys	g/MJ AME <sub>N</sub>	0,74	0,66	0,60	0,53	0,44	0,37
	g/kg Futter	8,5	7,8	7,2	6,7	5,7	5,0
Trp	g/MJ AME <sub>N</sub>	0,25	0,20	0,18	0,16	0,14	0,11
	g/kg Futter	2,9	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5
Thr	g/MJ AME <sub>N</sub>	0,82	0,67	0,59	0,53	0,44	0,37
	g/kg Futter	9,4	7,9	7,1	6,7	5,8	5,0
Arg	g/MJ AME <sub>N</sub>	1,31	0,11	0,98	0,87	0,72	0,60
	g/kg Futter	15,0	13,0	11,8	10,9	9,4	8,0

<sup>1)</sup> Lysin nach faktorieller Methode (Referenzaminosäure), weitere AS nach dem Konzept des „Idealprotein“ abgeleitet (Verhältnis der Aminosäuren im Tierkörper)

<sup>2)</sup> Gehalte an umsetzbarer Energie (AME<sub>N</sub>) in den Futtermischungen nach GfE (2004)

**Tabelle 10: Einfluss unterschiedlicher Rohprotein- und Aminosäuregehalte in den Mastmischungen auf die Mast- und Schlachtleistung männlicher schwerer Puten (GRAMZOW, 2001)**

Prüfvariante	I <sup>2)</sup>	II <sup>2)</sup>	III <sup>1)</sup>	IV <sup>2)</sup>	V <sup>2)</sup>
1. Phase: Rohprotein (g/kg)	239	253	267	281	296
Lysin (g/kg)	15,6	16,5	17,5	18,4	19,4
...					
6. Phase: Rohprotein (g/kg)	106	121	135	149	164
Lysin (g/kg)	7,0	7,8	8,9	10,0	10,0
Lebendmasse (kg/Tier; 154. Tag)	19,85 <sup>a</sup> (95)	21,02 <sup>b</sup> (100)	20,99 <sup>b</sup> (100)	21,13 <sup>b</sup> (101)	21,26 <sup>b</sup> (101)
Futtermittelverbrauch (kg)	2,60 <sup>a</sup>	2,59 <sup>a</sup>	2,63 <sup>a</sup>	2,60 <sup>a</sup>	2,52 <sup>a</sup>
Brustfleisch (kg/Tier)	4,56 <sup>a</sup> (89)	4,93 <sup>b</sup> (96)	5,11 <sup>b</sup> (100)	5,10 <sup>b</sup> (100)	5,18 <sup>b</sup> (101)

<sup>1)</sup> Versorgungsempfehlungen nach faktorieller Methode und idealem Protein

<sup>2)</sup> Quantitative Abstufungen zu III

**Tabelle 11: Empfehlungen zur Lysinversorgung von Mastputen (g/MJ AME<sub>N</sub>)**

Alter, Wochen	0-2	3-4	5-8	9-12	13-16	17-20	>20
Dosis-Wirkungs-Studien (s. Tab. 4)	-	-	1,24	0,98	0,92	0,85	0,62
GfE (2004)	1,51	1,30	1,19	1,04	0,92	0,76	0,64
GRAMZOW (2001)	1,50	1,31	1,20	1,06	0,94	0,80	0,68
NRC (1994)	1,36	1,36	1,23	1,03	0,77	0,60	0,47

faktoriellen Methode ergaben im Vergleich zu den NRC-Empfehlungen in den letzten drei Mastabschnitten deutlich höhere Anforderungen an das Futter. Diese resultieren aus dem intensiven Brustmuskelwachstum der derzeitigen schweren Herkünfte. Aber es bestehen auch gewisse Unterschiede zwischen den nach verschiedenen Methoden abgeleiteten Versorgungsempfehlungen.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Im vorliegenden Beitrag werden nach verschiedenen Methoden ermittelte Empfehlungen zur Versorgung von schweren Mastputen mit essenziellen Aminosäuren, insbesondere mit Lysin vorgestellt. Des Weiteren erfolgen Angaben zum Rohproteinbedarf, ermittelt nach der faktoriellen Methode, sowie zum idealen Protein. Die Versorgungsempfehlungen auf der Basis des "Idealen Proteins" sollten weiter konkretisiert werden. Dabei ist u. a. aufgrund futtermittelspezifischer Einflüsse auf die Aminosäureverdaulichkeit die Bezugsbasis "verdauliche Aminosäuren" anzustreben. Dies erfordert entsprechende Daten, die am Zieltier, d. h. an Mastputen zu bestimmen sind. Die Nutzung von an adulten Hähnen ermittelten AS-Verdaulichkeitswerten ist aus verschiedenen Gründen (GfE, 1999) nicht zu empfehlen.

**Literatur**

BAKER, D.H.; Y. HAN (1994): Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. Poultry Science 73: 1441-1447

BUT (1998): Performance Goals, Big 6; 3th Edition; Hrg.: British United Turkeys LTD

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (1999): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner (Broiler). DLG-Verlag, Frankfurt am Main

GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (2004): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastputen (im Druck).

GRAMZOW, S. (1998): Untersuchungen zum Wachstumsverlauf, Futter-, Protein- und Energieaufwand, zur Schlachtkörperzusammensetzung, zum allometrischen Wachstum, zur chemischen Zusammensetzung und zum Nährstoffansatz männlicher Puten der Herkunft B.U.T. Big bei 23wöchiger Mastdauer. Diplomarbeit, Landw. Fakultät Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

GRAMZOW, S.; DÄNICKE, S.; H. JEROCH (1998): Wachstum und chemische Tierkörperzusammensetzung schwerer männlicher Mastputen der Herkunft B.U.T. Big 6. 5. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. 01.12.-03.12.1998, Lutherstadt Wittenberg, Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen, 254-257

GRAMZOW, S. (2001): Untersuchungen zum Idealen Protein schwerer männlicher Mastputen. Diss., Landw. Fakultät Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

GRAMZOW, S., DÄNICKE, S., E. E. DÄNNER (2004): Responses of male turkeys of the strain B.U.T. Big 6 on different dietary protein levels with special consideration of an optimum amino acid profile. Arch. Geflügelk. 68:8-14

- JAIS, C.; ROTH, F.X.; M. KIRCHGEBNER (1995): Die Bestimmung des optimalen Verhältnisses zwischen den essenziellen Aminosäuren im Futter der Legehennen. *Archiv für Geflügelkunde* 59: 292-302
- JANKOWSKI, J.; RAFALSKI, R.; FARUGA, A.; K. KOZLOWSKI (1998): Reaktionen der Pute auf ein unterschiedliches Aminosäurenniveau im Futter. Proc. 5. Tagung Schweine und Geflügelernährung, 01.12-03.12. 1998, Lutherstadt Wittenberg, 128-131
- JEROCH, H.; GRAMZOW, S.; S. DÄNICKE (2004): Wachstum, Tierkörperzusammensetzung und chemische Zusammensetzung von weiblichen Puten der Herkunft BUT Big 6 (in Vorbereitung)
- JEROCH, H.; D. LEHMANN (1998): Anforderungen von Mastputen an den Aminosäuregehalt des Futters. *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft* (Herausgeber: J. Petersen), Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 43-48
- KIRCHGESSNER, M.; JAIS, C.; F.X. ROTH (1995): Das ideale Verhältnis zwischen Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan, Isoleucin und Arginin im Legehennenfutter. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 73: 190-201
- LEHMANN, D.; PACK, M.; H. JEROCH (1996): Response of growing and finishing turkey toms to dietary lysine. *Poultry Science* 75: 711-718
- LEHMANN, D.; PACK, M.; H. JEROCH (1997): Effects of dietary threonine in starting, growing and finishing turkey toms. *Poultry Science* 76: 696-702
- LEMME, A.; STROBEL, E.; HÖHLER, D.; MATZKE, W.; PACK, M.; H. JEROCH (2002): Impact of graded levels of dietary lysine on performance in turkey toms 5 to 8 and 13 to 16 weeks of age. *Arch. Geflügelk.* 66: 102-107
- MEYER, H. (2002): Putenherkünfte-Übersicht zum aktuellen Leistungsstand. Bericht aus Kartzfehn, Ausgabe 67, 1-6
- MOORGUT KARTZFEHN (1993): Bericht aus Kartzfehn (Hrsg. Moorgut Kartzfehn von Kameke OHG, 26219 Bösel)
- MOORGUT KARTZFEHN (1999): Kartzfehner Empfehlungen (Hrsg. Moorgut Kartzfehn von Kameke OHG, 26219 Bösel)
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1994): Nutrient requirement of poultry. 9th revised Ed., National Academie Press, Washington, D. C.
- WANG, T.C.; M.F. FULLER (1989): The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. I. Experiments by amino acid deletion; *British Journal of Nutrition* 62: 77-89
- WESTERMEIR, C.; STROBEL, E.; H. JEROCH (2000): Stimmen die Lysinbedarfswerte noch?; *DGS Magazin* 13: 35-39
- ZMP (2004): ZMP-Marktbilanz "Eier und Geflügel".

#### **Anschrift des Verfassers**

Prof. Dr. Dr. h.c. Heinz Jeroch  
Gastdozent an der Südböhmischen Universität  
Studentska 13  
CZ-370 05 Ceske Budejovice

E-mail: heinzjeroch@hotmail.com