

## Einsatz von dampferhitzten Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) im Legehennenfutter

HERMANN VOGT, SIEGFRIED HARNISCH, HANS-WERNER RAUCH und EDWARD C. NABER

Institut für Kleintierzucht-FAL  
Department of Poultry Science, Ohio State Univ., Columbus, Ohio, USA

### Einleitung

Die Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.) enthält wie fast alle Leguminosen antinutritive Inhaltsstoffe, und zwar Protease-Inhibitoren (Trypsininhibitoren), Phytohämagglutinine und ein Blausäureglucosid (Phasin/Phaseolunatin). Bei der Verfütterung von Gartenbohnen und auch beim Verzehren durch Menschen ist man schon in ältesten Zeiten darauf gestoßen, daß rohe Bohnen sich auf den Stoffwechsel sehr nachteilig auswirken, gekochte dagegen nicht, d.h. die genannten Hemmstoffe sind hitzelabil (Wöhlbier und Jager, 1983). Auch beim Küken konnte durch Autoklavenbehandlung der *Phaseolus*-Bohnen die durch die Hemmstoffe bedingte Wachstumsdepression vermindert bzw. aufgehoben werden (u.a. Goatcher und Mc Ginnis, 1972; Untawale und Mc Ginnis, 1979). In dem Versuch von Conner, Neill und Burton (1971) nehmen mit steigendem Bohnenanteil (5 bis 30 %) in den Legehennenrationen die Leistungen ab, Dämpfen der Bohnen erhöhte die Legeleistung und das Eigewicht und verminderte die Körpergewichtsverluste und die Vergrößerung der Pankreas. Um unsere Kenntnisse über den Einsatz von dampferhitzten Bohnen in der Legehennenfütterung zu erweitern, wurde der folgende Versuch durchgeführt.

### Versuchsmaterial und Versuchsplan

Für den Versuch wurden getoastete Futterbohnenpellets (BEANAX) von der Fa. Schouten/Giessen N.V., Giessen (N.Br.), Holland bezogen, für deren Herstellung nur Bohnen der Gattung *Phaseolus* verwendet wurden. Der analytische Gehalt dieser dampferhitzten Bohnen ist in der Tabelle 1 zusammengestellt; der Tanningehalt betrug nur 0,012 % (der Tanningehalt wurde photometrisch von Herrn Dr. Ueberschär vom hiesigen Institut nach der Vanillin-HCl-Methode nach Broadhurst und Jones (1978) bestimmt, wofür wir unseren Dank aussprechen). Die Bestimmung des Gehaltes an Gesamt-Vicin erfolgte spektrophotometrisch nach der durch E.C. Naber modifizierten Methode von Collier (1978). Gegenüber Ackerbohnen war der Rohproteingehalt mit rd. 22 %, aber auch der Rohfasergehalt mit rd. 4 % niedriger.

Der Legehennenversuch wurde vom 01.04.1986 bis zum 03.03.1987 nach folgendem Versuchsplan durchgeführt:

- Gruppe 1: Normalration ohne Bohnen, dampferhitzt
- Gruppe 2: Versuchsration mit 5 % Bohnen, dampferhitzt
- Gruppe 3: Versuchsration mit 10 % Bohnen, dampferhitzt
- Gruppe 4: Versuchsration mit 20 % Bohnen, dampferhitzt

Die in eigener Mischanlage gemischten und in Mehlform verfütterten Rationen hatten die aus der Tabelle 2 ersichtliche Zusammensetzung. Die Ergebnisse der viermal während des Versuches im Futtermittel- und Stoffwechsellaboratorium durchgeführten Nähr- und Mineralstoffanalysen sind in der Tabelle 3 aufgeführt. Aus der gleichen Tabelle sind die Ergebnisse der zweimal während des Versuches im amino-

säurenanalytischen Laboratorium (Leiterin Frau Dr. Krieg) durchgeführten säulenchromatographischen Bestimmung der Aminosäuregehalte der Rationen zu ersehen.

Die Rationen waren isonitrogen und sollten rechnerisch isoenergetisch (11,3 MJ ME<sub>n</sub>/kg) sein; als Energiegehalt der dampferh. Bohnen wurde in die Berechnungen 10,55 MJ ME<sub>n</sub>/kg Frischsubstanz resp. 11,8 MJ ME<sub>n</sub>/kg Trockensubstanz eingesetzt. In den Versuchsrationen wurden jeweils 0,49 kg Maisschrot + 0,21 kg Gerstenschrot + 0,35175 kg Sojaextr.schrot, dampferh. ersetzt durch 1 kg Bohnen, dampferh. + 0,05 kg Sojaöl + 0,00175 kg DL-Methionin.

### Versuchstechnik

Der Versuch wurde vom 22-Wochen-Alter bis zum 70-Wochen-Alter über einen Zeitraum von 336 Tagen (12 Perioden zu 28 Tagen) durchgeführt.

Tabelle 1: Nährstoffgehalt der Bohnen, dampferhitzt (g/kg Frischsubstanz)  
Nutrient content of the beans, heat treated (*Phaseolus vulgaris*)

Trockenmasse	892
Asche	51
Rohprotein	222
Rohfett (n. Säureaufschluß)	25
Rohfaser	39
N-freie Extraktstoffe	555
Stärke	364
Zucker	44
Calcium	1,8
Phosphor	4,7
Kalium	15,1
Natrium	0,4
Asparaginsäure	23,6
Threonin	8,5
Serin	15,1
Glutaminsäure	37,8
Prolin	10,4
Glycin	9,0
Alanin	9,4
Cystin <sup>a)</sup>	2,4
Valin	7,7
Methionin <sup>a)</sup>	3,4
Isoleucin	10,4
Leucin	22,1
Tyrosin	4,3
Phenylalanin	7,1
Lysin	12,5
Histidin	4,9
Arginin	11,5
Summe der bestimmten Aminosäuren	200,1
Catechin <sup>b)</sup>	0,12
Gesamt-Vicin <sup>c)</sup>	3,9

a) nach Oxidation mit Perameisensäure bestimmt  
b) Tanningehalt, angegeben in Catechinäquivalenten  
c) nach der Collier-Methode.

Tabelle 2: **Zusammensetzung der Rationen**  
Composition of the rations

Ration	1	2	3	4
Bohnen, dampferhitzt	% —	5	10	20
Sojaextr.schrot dampferh.	% 23,3	21,54	19,7825	16,265
Luzernegrünmehl	% 3	3	3	3
Maisschrot	% 48,8	46,35	43,9	39
Gerstenschrot	% 12,3	11,25	10,2	8,1
Sojaöl	% 2	2,25	2,5	3
DL-Methionin	% 0,125	0,135	0,1425	0,16
Mineralstoffe u. Zusätze <sup>a)</sup>	% 10,475	10,475	10,475	10,475

a) 8,8 % Calciumcarbonat, 0,8 % Dicalciumphosphat, 0,4 % Hostaphos, 0,2 % Natriumchlorid, 0,1485 % Cholinchlorid (50 %ig), und 0,1265 % Vitamine und Spurenelemente<sup>b)</sup>.

b) Je 1 kg der Ration wurden jeweils zugemischt: 1 200 I.E. Vitamin A, 1500 I.E. Vitamin D<sub>3</sub>, 18 mg Vitamin E, 4,8 mg Vitamin K<sub>3</sub> wl, 2,4 mg Thiamin, 7,2 mg Riboflavin, 14,4 mg Calcium-D-Pantothenat, 48 mg Nicotinsäure, 4,8 mg Vitamin B<sub>6</sub>, 1,2 mg Folsäure und 24 µg Vitamin B<sub>12</sub> (als Rovimix-Vitaminskonzentrat 428); 1,88 mg Canthaxanthin (Carophyll Rot 10); 50 mg Mangan, 75 mg Zink, 4 mg Kupfer, 75 mg Eisen und 0,4 mg Jod (Cimbria Spurenelementvormischung).

Für den Versuch standen 144 LSL-Junghennen in Einzelkäfighaltung zur Verfügung. Je Versuchsration wurden 36 Hennen eingesetzt; die Hennen waren in 6er Gruppen gleichmäßig im Versuchsstall verteilt. Als Beleuchtung wurden in der 20. Woche 9 Stunden, in der 21. Woche 9 1/2 Stunden und in der 22. Woche 12 Stunden Licht gegeben, dann wöchentlich 30 Min. mehr bis 14 Stunden erreicht waren, anschließend 15 Min. mehr bis 16 Stunden erreicht waren, weiterhin dann bis Versuchsende 16 Stunden Licht. Das Futter wurde nach Bedarf eingewogen und vierwöchentlich zurückgewogen. Die Eizahl wurde täglich, das Eigewicht jeweils an 4 Tagen von 14 Legetagen ermittelt.

Die Eiqualität wurde zweimal während des Versuches (44. und 68. Lebenswoche) untersucht. Die Eischalenstabilität (bestimmt wurde der Anteil der Eier mit mangelnder Eischalenstabilität und die Deformation der Eischale; da die Ergebnisse gleichgerichtet waren, ist jedoch nur die Deformation der Eier ohne die der Eier mit mangelnder Eischalenstabilität angegeben) wurde zu jedem Termin an jeweils 5 Tagen ermittelt; die Tagesmittelwerte jeder Gruppe wurden als Ausgangswerte für die Varianzanalyse verwendet. Die innere Eiqualität wurde an beiden Terminen an jeweils 40 Eiern je Gruppe bestimmt.

Die gemessenen Eiquälitätsmerkmale liegen schlechter als im Durchschnitt des Versuches, da diese jeweils am Ende und nicht in der Mitte der ersten und zweiten Versuchshälfte genommen wurden, um besser die evtl. Effekte messen zu können.

In der 47. Lebenswoche wurde außerdem ein Geschmackstest mit Eiern der Gruppe 1 (Normalration ohne Zusatz) und der Gruppe 4 (Versuchsration mit 20 % Bohnen, dampferh.) durchgeführt. Jeder Prüfer erhielt 3 chiffrierte, im Eiklar fest und im Dotter weichgekochte Eier desselben Kochvorganges warm gereicht. Zwei der drei stammten von Hennen derselben Futtergruppe, wobei die Reihenfolge der

Futtergruppen dem Zufall unterlag. Angewandt wurde in der Prüfung der erweiterte Dreieckstest nach DIN 10951.

In der 47.–50. Lebenswoche wurden außerdem die Hennen künstlich besamt und in wöchentlichem Abstand drei Versuchsbruten durchgeführt.

### Versuchsverlauf

Leider verlief der Versuch nicht ohne Störungen. Kurz nach Versuchsbeginn hatten die Hennen infektiöse Bronchitis (IB), dadurch bedingt waren die Leistungsergebnisse nicht ganz optimal, erhöhten sich die Standardabweichungen und verschlechterte sich die Eischalenstabilität.

Im übrigen verlief der Versuch ohne technische Störungen. Die Mortalität betrug nur 3,7 % der Hennen, außerdem wurden 1,4 % der Hennen deren Leistungsfähigkeit durch die IB-Infektion geschädigt war, aus dem Versuch herausgenommen. Zwischen Verlusthöhe bzw. Verlustursachen und der Futterzusammensetzung waren keine Zusammenhänge erkennbar.

Tabelle 3: **Nährstoffgehalt der Rationen (g/kg;  $\bar{x} \pm s$ )**  
Nutrient content of the rations

Ration	1	2	3	4
n	4	4	4	4
Trockenmasse	897 ± 7	896 ± 6	901 ± 8	902 ± 8
Asche	119 ± 4	120 ± 3	124 ± 3	119 ± 3
Rohprotein	162 ± 4	159 ± 7	158 ± 7	162 ± 5
Rohfett (n. Säureaufschluß)	42 ± 11	45 ± 9	47 ± 11	51 ± 11
Rohfaser	41 ± 4	46 ± 2	46 ± 2	46 ± 2
N-freie Extraktstoffe	534 ± 19	521 ± 16	526 ± 23	529 ± 23
Stärke	389 ± 9	384 ± 9	386 ± 10	374 ± 18
Zucker	37 ± 1	35 ± 3	35 ± 3	36 ± 5
Calcium	37 ± 2	37 ± 2	37 ± 1	36 ± 1
Phosphor	5,7 ± 0,2	5,6 ± 0,3	5,6 ± 0,2	5,7 ± 0,3
n	2	2	2	2
Asparaginsäure	14,6	14,8	13,1	14,0
Threonin	7,0	5,4	6,5	6,8
Serin	10,3	7,8	8,7	9,4
Glutaminsäure	34,7	35,9	35,3	35,5
Prolin	8,4	8,4	7,3	9,6
Glycin	7,3	6,3	7,7	6,4
Alanin	8,5	7,6	8,6	7,6
Cystin <sup>a)</sup>	2,8	3,1	3,2	3,0
Valin	6,2	6,3	7,2	6,4
Methionin <sup>a)</sup>	4,4	4,6	4,8	5,1
Isoleucin	5,2	6,7	6,2	5,0
Leucin	14,6	12,4	14,8	14,0
Tyrosin	4,2	4,0	3,8	3,9
Phenylalanin	5,1	6,5	5,6	6,0
Lysin	7,1	7,2	7,8	7,3
Histidin	4	4,8	4,1	3,5
Arginin	8,2	7,2	8,2	8,9
Summe der bestimmten Aminosäuren	152,6	149,0	152,9	152,4

a) nach Oxidation mit Perameisensäure bestimmt

## Versuchsergebnisse

Über die gesamte Versuchszeit wurden die in der Tabelle 4 aufgeführten Leistungsergebnisse erzielt; danach bestanden zwischen den Gruppen keine gesicherten Unterschiede. Die Tendenz zu besseren Futtermittelverwertungen mit steigendem Bohnenanteil in den Rationen ist nicht darauf zurückzuführen, daß die Rationen nicht ganz isoenergetisch waren (setzt man aus European Table (WPSA), 1986) den Wert von 12,3 MJ ME<sub>n</sub>/kg Trockenmasse resp. 11 MJ ME<sub>n</sub>/kg Frischsubstanz ein, dann dürfte der Energiegehalt nur um 0,8 % in der Ration 4 höher gelegen haben). Auch ergibt die Durchrechnung der Aminosäureaufnahmen keine Hinweise auf eine bessere Versorgung.

Die Ergebnisse der Eiquantitätsmessungen sind in der Tabelle 5 zusammengestellt. Während in der gemessenen Deformation der Eischale und im gemessenen Dotterindex keine gesicherten Unterschiede zwischen den Futtergruppen bestanden, hatten die Versuchsgruppen mit 10 und 20 % dampferhitzten Bohnen in den Rationen deutlich erhöhtes Eiklar. Die ebenfalls beobachtete Aufhellung der Eidotter ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß in den Bohnenrationen der Maisschrotanteil vermindert war und nicht durch erhöhte Xanthophyllgaben ausgeglichen worden war.

Bei der Prüfung auf Beeinflussung des Eigeschmacks durch 20 % dampferh. Bohnen im Futter bestimmten 3 der 10

Prüfer die Einzelprobe richtig, wobei die Bohnengruppe von 2 Prüfern als positiv abweichend bezeichnet wurde und von 1 Prüfer als negativ abweichend. Insgesamt war der Unterschied zwischen den Gruppen nicht signifikant.

Bei den Versuchsbruten bestanden zwischen den Eiern der Gruppen 1 und 4 keine Unterschiede in der Befruchtung (98 zu 99 %), jedoch war in der Bohnengruppe gegenüber der Normalgruppe die Schlupffähigkeit der befruchteten Eier (78 zu 86 %) signifikant (F-Wert 13,7) erhöht.

Den an der Durchführung und Auswertung der Versuche beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wird für die gewissenhafte Arbeit vielmals gedankt.

## Zusammenfassung

In einem 336-tägigen Versuch wurden 0 – 5 – 10 – 20 % dampferhitzte Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) in isonitrogenen und fast isoenergetischen Legehennenrationen eingesetzt. Die Hennen wurden in Einzelkäfigen gehalten; die Mais-Soja-Rationen wurden in Mehlform verfüttert.

Die Verfütterung der dampferhitzten Bohnen blieb ohne gesicherten Einfluß auf Körpergewichtszunahme,

Tabelle 4: Leistungsergebnisse ( $\bar{x} \pm s$ )  
Performance results

Gruppe	Bohnen dampferh. %	Gewichtszunahme <sup>a)</sup> g/Tier	Futterverbrauch g/Tier/Tag	Legeleistung %	Eigewicht g	Eimasse g/Tier/Tag	Futter je g Eimasse g
1	–	287 ± 167	119 ± 9	84,1 ± 12,4	60,2 ± 4,8	51,2 ± 9,9	2,422
2	5	293 ± 220	121 ± 8	84,6 ± 9,0	61,0 ± 4,0	51,8 ± 7,3	2,409
3	10	295 ± 155	123 ± 9	86,0 ± 10,8	61,2 ± 4,3	53,2 ± 8,3	2,369
4	20	271 ± 131	120 ± 9	87,2 ± 10,0	61,5 ± 4,0	53,6 ± 7,3	2,279
Mittel		286,8	120,8	85,4	60,97	52,47	2,370
St.-Abw.		169,5	8,7	10,6	4,25	8,23	0,381
St.-Fehler		14,1	0,75	0,9	0,36	0,71	0,033
F-Wert <sup>b)</sup>		0,14°	1,04°	0,60°	0,54°	0,64°	0,97°
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		–	5,4	–	–	–	–

a) Anfangsgewicht 1538,1 ± 184 g; F-Wert = 0,68; p > 0,05  
b) ° = p > 0,05  
c) Tukey-Test; p = 0,05; – = Varianz innerhalb größer als Varianz zwischen, Tukey-Test sinnlos.

Tabelle 5: Ergebnisse der Eiquantitätsmessungen ( $\bar{x} \pm s$ )  
Results of the egg quality measuring

Gruppe	Bohnen dampferh.	Deformation µm	Eiklarhöhe mm	Dotterindex %	Dotterfarbe Fächerwert		
1	–	48,2 ± 3,7	5,6 ± 1,1	b	42,4 ± 2,8	12,3 ± 0,6	a
2	5 %	47,9 ± 4,4	5,6 ± 1,2	b	42,6 ± 2,4	12,0 ± 0,8	b
3	10 %	47,7 ± 3,7	6,1 ± 1,2	ab	42,2 ± 2,4	11,5 ± 0,6	c
4	20 %	46,8 ± 3,1	6,3 ± 1,0	a	42,8 ± 2,5	11,4 ± 0,6	c
F-Wert Ration		0,50°	8,18***	0,71°	38,14***		
Grenzdifferenz <sup>b)</sup>			0,599		0,30		
1. Unters. termin		45,1 ± 1,8	a	5,8 ± 1,3	42,7 ± 2,7	11,8 ± 0,7	
2. Unters. termin		50,3 ± 3,1	b	6,0 ± 1,1	42,4 ± 2,4	11,8 ± 0,7	
F-Wert Unters. termin <sup>a)</sup>		38,93***		0,98°	0,90°	0,08°	
Grenzdifferenz <sup>b)</sup>		1,70					
F-Wert Wechselwirkung		0,44°		0,36°	0,10°	26,99***	

a) ° = p > 0,05, \*\*\* = p < 0,001  
b) Tukey-Test; p = 0,05

Futteraufnahme, Legeleistung, Eigewicht, Futtermittelverwertung, Eischalenstabilität und Eigeschmack; die Eiklarhöhe verbesserte sich, die Eidotter wurden jedoch heller.

Während in der Befruchtung kein Unterschied bestand, verbesserte sich die Schlupffähigkeit der befruchteten Eier.

#### Heat treated beans (*Phaseolus vulgaris*) in laying hen rations

In a 365 days test 0, 5, 10 and 20 % heat treated beans (*Phaseolus vulgaris*) were employed in isonitrogenous and practically isoenergetic laying rations. The hens were kept in single cages; the maize-soybean-rations were given as meal.

The feeding of the heat treated beans had no significant influence on body weight gain, feed intake, laying rate, egg weight, feed efficiency, egg shell stability and egg taste; the albumen height was increased, but the yolk became lighter.

Whereas the fertility of the eggs was not influenced, the hatchability of the fertilized eggs was increased by the highest level of bean feeding.

#### Literatur

Broadhurst, R.B. and W.T. Jones, 1978: Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. — In: J. Sci. Fd. Agric. 29, S. 788–794.

Collier, H.B., 1976: The estimation of vicine in faba-beans by an ultraviolet spectrophotometric method. — In: J. Can. Inst. Food Sci. Technol. 9, S. 155–159.

Conner, J.N.; A.R. Neill und H.W. Burton, 1971: Navy beans (*Phaseolus vulgaris*) as a protein source in layer diets. — In: Austr. J. Exp. Agr. Animal Husb. 11, 51, S. 387–392.

Goatcher, W.D. und J. Mc Ginnis, 1972: Effect of autoklaving field beans (*Phaseolus vulgaris*) and of supplementing diets containing beans with amino acids or antibiotics on performance of young chicks. — In: Poult. Sci. 51, S. 1976–1983.

Untawale, G.G. und J. Mc Ginnis, 1979: Effect of age and levels of raw and autoklavated beans (*Phaseolus vulgaris*) on adhesion of microflora to the intestinal mucosa. Poult. Sci. 58, S. 928–933.

Wöhlbier, W. und F. Jager, 1983: Leguminosae, Hülsenfruchtgewächse. — In: Kling, M./Wöhlbier, W.: Handelsfuttermittel, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2 B., S. 557–715.

WPSA-Subcommittee Energy of the Working Group no 2 Nutrition, 1986: European table of energy values for poultry feedstuffs, 1st Edition.

Verfasser: Vogt, Hermann, Dir. u. Prof., Dr. agr.; Harnisch, Siegfried, Wiss. Oberrat, Dr. agr. und Rauch, Hans-Werner, Wiss. Oberrat, Dr. agr.; Institut für Kleintierzucht (Celle) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) Leiterin: Prof. Dr. agr. Rose-Marie Wegner; Prof. Dr. agr. Edward C. Naber, Department of Poultry Science, the Ohio State University, 674 West Lane Avenue, Columbus, Ohio 43210, USA.