

## Kann im Broilerfutter Methionin teilweise durch Cholin ersetzt werden?

HERMANN VOGT

Institut für Kleintierforschung

### Einleitung

Die labile endständige Methylgruppe, die für eine Reihe von biochemischen Reaktionen wichtig ist, kann der tierische Organismus nicht selbst aufbauen, sondern sie muß von Methylgruppendonoren zur Verfügung gestellt werden. Die wichtigsten Methylgruppendonoren in der Tierernährung sind Methionin und Cholin/Betain und sie können sich in dieser Eigenschaft in mehr oder weniger großen Umfang vertreten. Auf diese Wechselwirkung zwischen Methionin und Cholin wiesen schon eine Reihe von Autoren hin (u.a. Quillin et al., 1961; Vogt, 1968; Pesti et al., 1979, 1980, 1981; Day u. Dilwoth, 1982; Spires et al., 1982; Miles et al., 1983; Ruiz et al., 1983; Tillmann u. Pesti, 1984; Yeo et al., 1986; Brenes et al., 1988), wobei die Ergebnisse unterschiedlich waren, in der Regel konnte ein Cholinmangel durch höhere Methioningehalte ausgeglichen werden, jedoch ein Methioninmangel nur teilweise durch höhere Cholingehalte. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die entsprechenden Stoffwechselabläufe auch noch durch andere Inhaltsstoffe, z.B. Vitamin B<sub>12</sub> (die Methylgruppenübertragung vermittelt das Coenzym Methylcobalamin), Folsäure (Tetrahydrofolat ist Transportmolekül für C<sub>1</sub>-Einheiten), Sulfat u.a.m. (siehe auch die Arbeiten von Sunde et al., 1951; Henderson u. Henderson, 1966; Pesti et al., 1981; Miles et al., 1983; Ruiz et al., 1983; Tillman u. Pesti, 1984) beeinflusst wurden.

Die Ergebnisse jüngster eigener Versuche (Vogt u. Harnisch, 1991/1992) bei denen Cholinzusatz zu Methioninmangelrationen deutliche Effekte ergab und die unterschiedlichen Kosten für Cholin- und Methioninzusatz zum Futter, waren der Anlaß, noch einmal zu überprüfen, ob unter praxisähnlichen Bedingungen und mit Tiermaterial heutiger Wachstumsintensität durch steigenden Cholinzusatz der Methioninzusatz vermindert werden kann.

Tabelle 1: Versuchsplan (mg/kg)

Cholingehalt			1100	1300	1500	1700	1900
Cholinchloridzusatz			-	464	928	1392	1856
Cholinzusatz			-	200	400	600	800
Met- +Cys- Gehalt	DL-Met- Zusatz	Cholin-Äquiv. als Met-Zusatz	(jeweils Gruppe und in Klammern Cholin- oder Äquivalente- Zusatz)				
6700	-	-	1 (-)	2 (200)	3 (400)	4 (600)	5 (800)
7450	750	200	6 (200)	7 (400)	8 (600)	9 (800)	
8200	1500	400	10 (400)	11 (600)	12 (800)		
8950	2250	600	13 (600)	14 (800)			
9700	3000	800	15 (800)	16 (1000)			

Bei unterschiedlichem Molekulargewicht (Cholin 121,18, Methionin 149,21; 99 % Reinheit) enthält Cholin drei und Methionin eine Methylgruppe, daraus ergibt sich auf gleiches Gewicht bezogen ein Verhältnis von 3,75 : 1 im Methylgruppenangebot. In der Arbeit von Quillin et al. (1961) entsprechen in ihrer Wirksamkeit als Methylgruppendonoren 1 g Cholin etwa 2,3 bis 2,4 g DL-Methionin, d.h. Cholin gab nicht 3 sondern nur 2 Methylgruppen ab. Wir setzten in dem Versuch trotzdem DL-Methionin:Cholin im Verhältnis 3,75 : 1, bzw. bezogen auf Cholinchlorid (50 %ig) im Verhältnis 3,75 : 2,32 ein.

### Versuchsplan und -technik

Der Versuch wurde vom 07.01. bis zum 18.02.1992 nach dem in Tabelle 1 aufgeführten Versuchsplan durchgeführt. Die in den Rationen ohne die jeweiligen Zusätze angegebenen Cholin- bzw. Met- + Cys-Gehalte, sind die analytisch bestimmten Gehalte; die Zusätze wurden durch die Analysen bestätigt. Wie aus der Tabelle 1 zu ersehen ist, erfolgte der Zusatz in Stufen von 200 mg/kg Cholin bzw. 750 mg/kg DL-Methionin (was nach obiger Berechnung Stufen von auch 200 mg/kg Cholinäquivalenten entsprach); die beiden Methylgruppendonoren wurden entweder getrennt oder kombiniert gegeben.

Um niedrigere, aber nicht zu niedrige Met- plus Cys- und Cholingehalte zu erreichen, wurde statt Weizen Mais als Getreidekombinente gewählt. Die in eigener Mischanlage gemischten und in Preßform (anfangs gebrochen) verfütterten Rationen hatten die in Tabelle 2 aufgeführte Zusammensetzung; die Methylgruppendonoren wurden statt gleicher Mengen Maisschrot eingemischt. Die Ergebnisse der im eigenen Laboratorium durchgeführten Nährstoffanalysen der Rationen sind aus der Tabelle 3 zu ersehen. Für Ami-

Tabelle 2: Zusammensetzung der Grundrationen (g/kg)

554,63	g	Maisschrot
45	g	Sojaöl
370	g	Sojaextr.schrot aus geschälter Saat (46%ig)
12,6	g	Dicalciumphosphat
11	g	Calciumcarbonat
2	g	Natriumchlorid
1	g	Natriumsulfat
1,27	g	Spurenelemente und Vitamine <sup>a)</sup>
2,5	g	Preßhilfsstoff PELLAN
<hr/>		
1000	g	Sa.
<hr/>		
<p>a) Je 1 kg Futter wurden folgende Vitamine u. Spurenelemente zugesetzt: 13 500 I.E. Vitamin A, 1687,5 I.E. Vitamin D<sub>3</sub>, 20,25 mg Vitamin E, 5,4 mg Vitamin K<sub>3</sub> wl., 2,7 mg Thiamin, 8,1 mg Riboflavin, 16,2 mg Calcium-D-Pantothemat, 54 mg Nicotinsäure, 5,4 mg Vitamin B<sub>6</sub>, 1,35 mg Folsäure und 0,027 mg Vitamin B<sub>12</sub> (als Vitamin-Konzentrat); sowie 45 mg Eisen, 90 mg Mangan, 60 mg Zink, 6 mg Kupfer, 0,15 mg Kobalt, 0,45 mg Jod und 0,05 mg Selen (als Cimbria-Spurenelementvornischung).</p> <p>Der errechnete Energiegehalt (European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs, 1989) der Ration betrug rd. 13 MJ ME<sub>N</sub>/kg.</p>		

nosäureanalysen danken wir der Fa. DEGUSSA, Hanau-Wolfgang.

Für den Versuch standen 1280 Lohmann-Eintagshahnenmastküken in 160 Käfigen zur Verfügung, sodaß je Gruppe 12 Käfige bzw. Untergruppe mit je 8 Hähnen eingesetzt werden konnten. Die Käfige waren jeweils 0,47m<sup>2</sup> groß. Die Wärmeversorgung erfolgte über Ganzraumheizung; die Tiere wurden täglich bei 18 Stunden Licht und 6 Stunden Dunkelheit gehalten. Futterverzehr und Gewichtszunahmen wurden wöchentlich bestimmt; am Ende der sechswöchigen Versuchsperiode wurden alle Tiere einzeln gewogen. Die Grundlage für die statistische Bearbeitung bildeten die Untergruppenwerte.

### Versuchsverlauf und -ergebnisse

Der Versuch verlief ohne technische Störungen. Die Verluste beliefen sich insgesamt auf 5,4 %. Zusammenhänge zwischen Verlusthöhe bzw. Ursache und Futterzusammensetzung waren nicht erkennbar.

Die Leistungsergebnisse sind aus den Tabellen 4 und 5 ersichtlich. Da die Tiere während des Wachstums unterschiedlich stark auf die Zusätze reagierten, wurden die Ergebnisse aufgliedert, in die 3 Altersabschnitte 1. Woche / 2. u. 3. Woche / 4. - 6. Woche, sowie über die ganze Versuchszeit dargestellt. Die Gruppe 1 ohne Methionin- und ohne Cholin-zusatz, d.h. nur mit einem Basalgehalt von 6,7 g/kg Met + Cys und 1,1 g/kg Cholin blieb im Wachstum zurück, besonders ausgeprägt in den ersten beiden Altersabschnitten. Sowohl der Cholinzusatz (Gruppe 2) als auch der Methioninzusatz (Gruppe 6) führte zu deutlichen Wachstumsverbesserungen. Für die beiden ersten Altersabschnitte (1. Woche / 2. u. 3.

Woche) wurden mit den Daten der Gruppen 1, 2, 3, 4, 5 Regressionskurven für den Cholineinfluß (Cholingehalt zwischen 1,1 und 1,9 g/kg) und mit den Daten der Gruppen 1, 6, 10, 13, 15 Regressionskurven für den Methionineinfluß (Met + Cys-Gehalt zwischen 6,7 und 9,7 g/kg) berechnet. Signifikant waren in der 1. Woche die Regressionsparabel und die kubische Regressionskurve für die Zunahme, nicht jedoch die Regressionsgerade und auch nicht die Kurven für die Futterverwertung. Im Altersabschnitt 2. u. 3. Woche war für beide Leistungsparameter nur die kubische Regressionskurve signifikant; die Aussagen gelten sowohl für den Cholineffekt als auch dem Methionineffekt. Berechnet man für beide Zusatzstoffe die Scheitelpunkte 2. bzw. 3. Ordnung für diese Regressionskurven, dann betrug die durch den Cholinzusatz mögliche maximale Verbesserung der Gewichtszunahmen nur 53,4 bzw. 58,1 bzw. 59,5 % der durch den Methioninzusatz möglichen maximalen Verbesserung; für die Verbesserung der Futterverwertung wurden sogar nur 37,1 % berechnet. Der mögliche Ersatz von Methionin durch Cholin entsprach auch nicht den oben genannten Austauschverhältnissen. Aufgrund der Regressionskurven

entsprach der Zusatz von 1 g Cholin in der 1. Woche einem Zusatz von 1,4 bzw. 1,25 g Methionin in der 2. + 3. Woche einem Zusatz von 1,55/1,57 g Methionin. Quillin et al. (1961) hatten dagegen eine Relation von 1 zu 2,3 bis 2,4 beobachtet. So interessant dieses Austauschverhältnis ist, so wenig praktische Bedeutung hat es, denn es wurde nur bei methioninunterversorgten Rationen beobachtet und durch den Cholinzusatz konnte nur ein Teil des Effektes eines Methioninzusatzes festgestellt werden. Die Überlegung, daß unter praktischen Bedingungen der Teil des Methioninzusatzes, der nicht als essentielles Methionin für die Proteinsynthese sondern als Methylgruppdonor benötigt wird, durch Cholinzusatz ersetzt werden kann, wurde durch die Tiere nicht bestätigt.

Der Versuch kann für Aussagen über den Bedarf nur bedingt herangezogen werden. In der Tabelle 6 wurden die vergleichbaren Gruppen 6, 7, 8, 10, 11, 12 zusammengestellt und die Daten deuten an, daß bei knapper Methioninversorgung 1,5 g/kg Cholin den Bedarf decken. Bei ausreichender Methioninversorgung (Gruppen 15, 16) wurden mit 1,3 g/kg Cholin im Futter gute Ergebnisse erzielt, es kann aber aufgrund dieses Versuches nicht gesagt werden, ob dieser Gehalt bedarfsdeckend war. Die beobachteten Leistungen und die Daten der Literatur sprechen jedoch dafür.

Für den Methionineinfluß auf die Zunahmen wurden mit den Daten aller Gruppen (außer Gruppe 1) gesicherte Regressionen berechnet, die z.T. quadratisch (1. Woche, 2. + 3. Woche) und z.T. kubisch waren (2. + 3. Woche, 4.-6. Woche), aus denen die folgenden Scheitelpunkte 2. bzw. 3. Ordnung berechnet wurden (diese Scheitelpunkte für maximale Zunahme können als notwendige Versorgungsempfehlungen betrachtet werden):

Tabelle 3: Nährstoffgehalt der Rationen (g/kg)

n	16
Trockenmasse	888 ± 6
Asche	56 ± 2
Rohprotein	227 ± 3
Rohfett (n. Säureaufschluß)	73 ± 2
n	5
Rohfaser	24 ± 2
N-freie Extraktstoffe	508 ± 6
Stärke	382 ± 3
Zucker	58 ± 3
Calcium	9 ± 0,4
Phosphor	7,7 ± 0,4
Cholin <sup>b)</sup> (mg/kg)	1102 ± 46
n	3
Asp	23,27 ± 0,23
Thr	8,53 ± 0,06
Ser	11,07 ± 0,06
Glu	38,27 ± 0,64
Pro	13,17 ± 0,49
Gly	9,13 ± 0,06
Ala	11,43 ± 0,06
Cys <sup>a)</sup>	3,47 ± 0,06
Val	10,83 ± 0,12
Met <sup>a)</sup> (ohne Zusätze)	3,25 ± 0,07
Met+Cys (ohne Zusätze)	6,71 ± 0,12
Ile	9,87 ± 0,06
Leu	19,97 ± 0,06
Phe	11,77 ± 0,06
Lys	12,07 ± 0,06
His	6,27 ± 0,06
Arg	15,33 ± 0,12
Sa. d. best. AS	213,9 ± 1,69
a) nach Oxidation mit Perameisensäure bestimmt	
b) nur in den Gruppen 1, 6, 10, 13, 15 ohne Cholinchloridzusatz	

1. Woche	10,02 g/kg Met + Cys/Futter
2. + 3. Woche	9,29 g/kg Met + Cys/Futter
4. - 6. Woche	8,98 g/kg Met + Cys/Futter.

Für den Futteraufwand je g Zunahme waren die Regressio-  
nen nicht so gut gesichert; überschlägig konnten ähnliche  
Werte berechnet werden.

Abschließend kann gesagt werden, daß Cholin und Methio-  
nin auch Methylgruppendonoren sind und sich in dieser Ei-  
genschaft z.T. gegenseitig vertreten können. Die Ergebnisse  
dieses Versuches geben jedoch keine Hinweise, daß unter  
praktischen Bedingungen der Methioninzusatz z.T. durch  
Cholinzusatz ersetzt werden kann.

Den an der Durchführung und Auswertung des Versuches  
und bei der Analytik der Rationen beteiligten Mitarbeiterinnen  
und Mitarbeitern wird für die gewissenhafte Arbeit vielmals  
gedankt.

## Zusammenfassung

In einem 6-wöchigen Broilerver-  
such in Käfigmast wurden zu einer  
methionin- und cholinarmen  
Grundration in Stufen von 750 mg/  
kg Methionin (200 mg/kg Cholin-  
äquivalente) bzw. von 200 mg/kg  
Cholin DL-Methionin bzw. Cholin-  
chlorid (50 %ig) zugemischt, insge-  
samt wurden Met- + Cys-Gehalte  
von 6,7 - 7,45 - 8,2 - 8,95 - 9,7 g/kg  
und Cholingehalte von 1,1 - 1,3 -  
1,5 - 1,7 - 1,9 g/kg erreicht.

Die Methionin- und Cholinunter-  
versorgung führte zu Wachstums-  
depressionen. Cholin- und Methio-  
ninzusatz führte zu Wachstumver-  
besserungen; mit Cholinzusatz wur-  
den jedoch insgesamt nicht die Ge-  
wichtsentwicklungen erreicht wie  
mit Methioninzusatz. In praktischen  
Rationen kann die Verminderung  
des Methioninzusatzes zugunsten  
eines höheren Cholinzusatzes nicht  
empfohlen werden.

### Can Methionin in the broiler- feed be partially replaced by Cholin?

In a 6 week broiler experiment in  
cages to a basalration deficient in  
Methionin and Cholin in steps of  
750 mg/kg Methionin (200 mg/kg  
cholinäquivalente) resp. of 200  
mg/kg Cholin were added DL-  
Methionin resp. Cholinchlorid (50  
%), altogether Met- and Cys-  
contents of 6.7 - 7.45 - 8.2 - 8.55 -  
9.7 g/kg and Cholincontents of 1.1 -  
1.3 - 1.5 - 1.7 - 1.9 g/kg were  
reached. The Methionin- and Cho-  
lin-deficiency led to growth-  
depressions. Cholin- and Methio-  
nin-addition led to growth-  
improvements, with Cholin-addi-  
tion were still altogether not  
reached the gain as with Methionin-addition. In practical ra-  
tions can't be recommended the decreasing of the Methionin-  
addition for the benefit of a higher Cholin-addition.

## Literatur

Brenes, A., Diez, M.V., Yuste, P. und Rubio, L.A.:  
Efecto de la relación metionina-colina sobre la acumulación  
de grasa abdominal en broilers (Der Einfluß des Methionin-  
Cholinverhältnisses auf die Bauchfettbildung beim Mastkü-  
ken). - Archivos de Zootecnia 37 (1988), 137, S. 13-24.

Day, E.J. und Dilworth, B.C.: Supplemental methionine  
and choline in practical broiler diets. - Poul. Sci. 61 (1982),  
1376 Abstr.

Henderson, R.F. und Henderson, T.R.: Vitamin B<sub>12</sub>  
and the synthesis of thymine and choline in the chick. - J.  
Nutr. 88 (1966), S. 151-156.

Tabelle 4: Gewichtszunahme (je Tier in g)  
Tabellen 5, 6 und 7: Siehe Seite 145

Met- + Cys- gehalt g/kg)	Cholingehalt (g/kg)				
	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
<b>1. Woche</b>					
6,7	74 e	87 d	88 d	90 d	89 d
7,45	92 cd	93 cd	98 bc	98 bc	
8,2	102 ab	102 ab	102 ab		
8,95	104 ab	103 ab			
9,7	106 a	107 a			
Gesamtversuch $\bar{x}$ = 96,06±9,7 g F = 35,9***, LSD <sub>0,05</sub> = 7,1 g					
<b>2. + 3. Woche</b>					
6,7	433 g	530 f	533 f	530 f	542 f
7,45	560 ef	580 de	591 bcde	589 cde	
8,2	605 abcd	620 abc	625 abc		
8,95	624 abc	627 ab			
9,7	631 a	627 ab			
Gesamtversuch $\bar{x}$ = 558,0±57,5 g, F = 49,5***, LSD <sub>0,05</sub> = 37,3 g					
<b>4. - 6. Woche</b>					
6,7	1293 b	1416 ab	1424 ab	1407 ab	1374 ab
7,45	1440 a	1470 a	1463 a	1424 ab	
8,2	1446 a	1459 a	1461 a		
8,95	1463 a	1456 a			
9,7	1423 ab	1501 a			
Gesamtversuch $\bar{x}$ = 1432,4±94,7 g, F = 3,06***, LSD <sub>0,05</sub> = 132,7 g					
<b>Endgewicht nach 6 Wochen</b>					
6,7	1843 e	2075 cd	2088 bcd	2070 cd	2047 d
7,45	2134 abcd	2186 abcd	2195 abc	2154 abcd	
8,2	2195 abc	2223 ab	2231 ab		
8,95	2234 a	2229 ab			
9,7	2203 abc	2278 a			
Gesamtversuch $\bar{x}$ = 2149,0±137,4 g; F = 12,70***, LSD <sub>0,05</sub> = 145,1 g					
F=F-Wert; *** = p < 0,001; LSD <sub>0,05</sub> Geringste gesicherte Differenz (Tukey-Test) bei p = 0,05; Werte mit gleichem Buchstaben in gleichen Altersabschnitt unterscheiden sich nicht signifikant.					

Quillin, E.C., Combs, G.F., Creek, R.D. und Romoser, G.L.: Effect of choline on the methionine requirements of broiler chicks. - Poul. Sci. 40 (1961), S. 639-645.

Ruiz, N., Miles, R.D. und Harms, R.H.: Choline, methionine and sulphate interrelationships in poultry nutrition, a review. - Wild's Poul. Sci. J. 39 (1983), S. 185-198.

Spires, H.R., Botts, R.L. und King, B.D.: Methionine and choline chloride supplementation of broiler diets for maximum profitability. - Poul. Sci. 61 (1982), S. 1397 Abstr.

Sunde, M.L., Waibel, P.E., Cravens, W.W. und Elvehjem, C.A.: A relationship between antibiotics, vitamin B<sub>12</sub>, choline and methionine in chick growth. - Poul. Sci. 30 (1951), S. 668-671.

Tillman, P.B. und Pesti, G.M.: Effects of methionine, choline and sulfate on growth and feed conversion of broilers. - Poul. Sci. 63 (1984), Suppl., S. 41 Abstr.

Vogt, H.: Der Zusatz von Methionin, Cholin und Betain als Methylgruppendonatoren zu methioninarmen Rationen. - Arch. Geflügelk. 32 (1968), S. 214-220.

Vogt, H. und Harnisch, S.: Einsatz von Methylgruppendonatoren im Broilerfutter. - Proc. 3. Symp. "Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier", Stadtroda bei Jena (Thür.), 1991, S. 253-256. - Nachdruck: Die Mühle + Mischfüttertechnik 129 (1992), S. 205.

Miles, R.D., Ruiz, N. und Harms, R.H.: The interrelationship between methionine, choline, and sulfate in broiler diets. - Poul. Sci. 62 (1983), S. 495-498.

Pesti, G.M., Benevenga, N.J., Harper, A.E. und Sunde, M.L.: The effects of high dietary protein and nitrogen levels on the performed methyl group requirement and methionine-induced growth depression in chicks. - Poul. Sci. 60 (1981), S. 425-432.

Pesti, G.M., Harper, A.E. und Sunde, M.L.: Sulfur amino acid and methyl donor status of corn-soy diets fed to starting broiler chicks and turkey poults. - Poul. Sci. 58 (1979), S. 1541-1547.

Pesti, G.M., Harper, A.E. und Sunde, M.L.: Choline/methionine nutrition of starting broiler chicks. Three models for estimating the choline requirement with economic considerations. - Poul. Sci. 59 (1980), S. 1073-1081.

Yeo, T.H., Han, I.K. und Paik, I.K.: The choline-methionine interrelationship in the growing broiler chicks. - Korean J. Anim. Sci. 27 (1985), S. 663-666.

Verfasser: Vogt, Hermann, Dr. agr., Dir. u. Prof., Institut für Kleintierforschung Celle der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Dir. u. Prof., Prof. Dr. Dr. Franz Ellendorff.

Tabelle 5: Futtermittelverwertung (g Futter je kg Zunahme)

Met- + Cys- gehalt (g/kg)	Cholingehalt (g/kg)				
	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
<b>1. Woche</b>					
6,7	1,43 f	1,34 cde	1,38 ef	1,36 de	1,37 def
7,45	1,36 de	1,37 def	1,31 cd	1,34 cde	
8,2	1,38 ef	1,31 cd	1,33 cde		
8,95	1,22 ab	1,24 ab			
9,7	1,28 bc	1,21 a			
Gesamtversuch $x = 1,327 \pm 0,072$ g; $F = 19,97^{***}$ ; $LSD_{0,05} = 0,066$ g					
<b>2. + 3. Woche</b>					
6,7	1,55 e	1,49 cde	1,54 e	1,53 e	1,51 de
7,45	1,46 bcde	1,44 abcd	1,39 ab	1,44 abcd	
8,2	1,43 abcd	1,42 abcd	1,40 ab		
8,95	1,41 abc	1,41 abc			
9,7	1,42 abcd	1,38 a			
Gesamtversuch $x = 1,451 \pm 0,075$ g; $F = 9,61^{***}$ $LSD_{0,05} = 0,086$ g					
<b>4. - 6. Woche</b>					
6,7	2,05 a	2,05 a	2,08 a	2,01 a	2,11 a
7,45	2,02 a	2,08 a	2,05 a	2,00 a	
8,2	2,11 a	2,04 a	1,99 a		
8,95	2,03 a	2,01 a			
9,7	2,09 a	1,96 a			
Gesamtversuch $x = 2,039 \pm 0,105$ g; $F = 1,78^{(*)}$ ; $LSD_{0,05} = 0,155$ g					
<b>1. - 6. Woche</b>					
6,7	1,98 bc	1,95 bc	1,97 bc	1,94 abc	2,00 c
7,45	1,92 bc	1,96 bc	1,92 abc	1,90 ab	
8,2	1,97 bc	1,91 abc	1,88 ab		
8,95	1,90 abc	1,88 ab			
9,7	1,94 abc	1,84 a			
Gesamtversuch $x = 1,929 \pm 0,077$ g; $F = 3,76^{***}$ ; $LSD_{0,05} = 0,105$ g					
F, $LSD_{0,05}$ , Buchstaben s. Tabelle 4					

Tabelle 7: Abhängigkeit der Gewichtsentwicklung (Y = Zunahme in g) von dem Met- + Cys-Gehalt (x = g/kg) des Futters

<b>1. Woche:</b>	$y = -55,36 + 32,275x - 1,610354x^2$
<b>2. + 3. Woche:</b>	$y = -625,31 + 270,48x - 14,561484x^2$
	$y = -1249,60 + 504,83x - 43,6026x^2 + 1,1881x^3$
<b>4. - 6. Woche:</b>	$y = -6924,36 + 3007,19x - 358,2553x^2 + 14,1669x^3$

Tabelle 6: Choleinfluss bei methioninknappen<sup>m)</sup> Rationen

Alter in Wochen	Zunahme in g				g Futter je g Zunahme			
	1.	2. + 3.	4. - 6.	1. - 6.	1.	2. + 3.	4. - 6.	1. - 6.
<b>g/kg Cholin</b>								
1,1	97 b	582 b	1443	2122	1,370 b	1,449	2,062	1,947
1,3	97 ab	600 a	1461	2162	1,342 ab	1,432	2,058	1,934
1,5	100 a	608 a	1462	2171	1,319 a	1,396	2,021	1,900
F-Wert	3,76*	7,51**	0,38°	1,55°	7,17**	7,92***	0,93°	2,79°
$LSD_{0,05}$	2,97	16,6	64,9	71,2	0,032	0,033	0,079	0,053
m) 7,45 / 8,2 g/kg Met+Cys								