

Einsatz von behandelter Rapssaat bei braunen Legehennen

H. Jeroch, S. Dänicke, J. G. Brettschneider und W. Schumann

Use of treated rapeseed in brown laying hens

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Ebenso wie getoastete Sojabohnen wird neuerdings auch Rapssaat als Futtermittel verwendet. Der Gehalt an Sinapin läßt jedoch in unbehandelter Form kaum eine Verfütterung an Legehennen zu. Insbesondere bei braunschalige Eier legenden Hennen besteht die Gefahr der Einlagerung von Trimethylamin (TMA), eines bakteriellen Abbauproduktes des Sinapins im Verdauungstrakt der Hennen, in das Eidotter und des damit verbundenen fischigen Geschmacks und Geruchs der Eier (HOBSON-FROHOCK et al., 1975). Diese Hennenherkünfte sind durch einen genetischen Defekt (Tainter) nicht in ausreichendem Umfang in der Lage, das TMA-abbauende Enzym Trimethylaminoxidase zu bilden (BUTLER und FENWICK, 1984).

Durch ein von der Firma AMANDUS KAHL NACHF., Hamburg-Reinbek, entwickeltes Verfahren zur Rapsbearbeitung (PEISKER, 1990) läßt sich der Sinapingehalt in Rapsprodukten deutlich vermindern. Aber auch der Gehalt an Glu-

cosinolaten (GSL) in Rapsprodukten wird durch diese Verarbeitung deutlich vermindert.

In Versuchen mit braunschalige Eier legenden Hennen sollte deshalb die Einsatzmöglichkeit von behandelter Rapssaat geprüft werden, wobei unbehandelte Rapssaat zum Vergleich diente. Als Bewertungskriterien wurden zootecnische Parameter sowie der Trimethylamingehalt der Eier herangezogen.

2. Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurde Rapssaat der 00-Sorte „LIRAJET“ aus der Ernte 1993 verwendet, die unbehandelt oder nach einer hydrothermischen Behandlung (Verfahren der Firma AMANDUS KAHL NACHF., Reinbek, zur Reduzierung des Gehaltes der unerwünschten Inhaltsstoffe Glucosinolate und Sinapin) in die Futtermischungen integriert wurde.

Summary

Two experiments were conducted with laying hens of the origin LOHMANN BROWN to investigate the effects of feeding of untreated and hydrothermal treated rapeseed at dietary inclusion rates of 0, 7.5 %, 15 %, 22.5 % or 30 %. Analytical (e. g. glucosinolates, sinapine, trimethylamine), performance (feed intake, laying intensity, egg weight, egg mass, feed conversion ratio, live weight change) and egg quality parameters were included in the measurements. The results can be summarised as follows:

- Sinapine and glucosinolates of rapeseed were reduced by hydrothermal treatment from 6152 mg per kg (untreated) to less than < 50 mg per kg rapeseed and from 13.8 mmol per kg (untreated) to 1.4 mmol per kg rapeseed, respectively.
- High percentages of both untreated and hydrothermal treated rapeseed in layer diets (22.5 % and 30 %, respectively) resulted in significant reduction in laying intensity and feed conversion ratio. Egg weight remained unchanged for all dietary treatments. Negative effects on live weight change were observed as the dose of rapeseed in the diets was increased. This effect was more pronounced in hens fed untreated rapeseed containing diets.
- A marked reduction in trimethylamine contents of egg yolks was achieved by hydrothermal treatment of rapeseed. Trimethylamine contents of egg yolks increased as the dietary rapeseed inclusion rate was increased and tended to be higher as the hens aged. However, these effects were much less pronounced in hens fed treated rapeseed variants.

Key words: rapeseed, feed processing, laying hens, laying performance, trimethylamine content of eggs.

Zusammenfassung

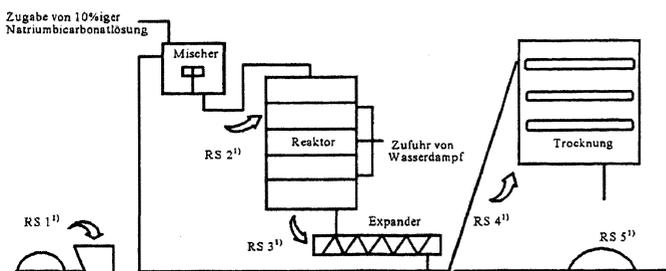
In zwei Experimenten mit Legehybriden der Herkunft LOHMANN BROWN erfolgte die Prüfung von unbehandelter und hydrothermisch behandelter Rapssaat in abgestuften Anteilen (0, 7,5 %, 15 %, 22,5 % und 30 %) im Alleinfutter. Dabei wurden analytische (z. B. Glucosinolate, Sinapin, Trimethylamin [TMA]), zootechnische (Futteraufnahme, Legeintensität, Einzeleimasse, Eimasseproduktion, Futteraufwand, Lebendmasseentwicklung) und Eiquantitäts(TMA-Gehalt)-Parameter in die Untersuchungen einbezogen. Die erzielten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Durch die hydrothermische Behandlung der Rapssaat wurde der Sinapingehalt von 6152 mg/kg (unbehandelt) auf < 50 mg/kg Rapssaat und der Gehalt an Glucosinolaten von 13,8 mmol/kg (unbehandelt) auf 1,4 mmol/kg reduziert.
- Mit zunehmendem Einsatz von sowohl unbehandelter als auch behandelter Rapssaat wurde im hohen Einsatzbereich (22,5 und 30 % in der Ration) ein signifikanter Rückgang der Legeintensität ermittelt. Gleichzeitig verschlechterte sich bei diesen hohen Rationsanteilen der Futteraufwand signifikant. Die Einzeleimasse blieb durch den gestaffelten Einsatz von Rapssaat im Legehennenfutter unbeeinflusst. Bei der Lebendmasseentwicklung zeigte sich ebenfalls ein negativer Einfluß der Rapssaastaffelung im Versuch 1; bei den unbehandelten Varianten war der nachteilige Effekt stärker als bei den behandelten Varianten.
- Der TMA-Gehalt im Eidotter wurde durch die Behandlung der Rapssaat nachhaltig verringert. Mit zunehmendem Rapssaatanteil (sowohl unbehandelt als auch behandelt) und Hennenalter stieg der TMA-Gehalt im Eidotter an, wobei jedoch die Konzentrationszunahme nach Verfütterung behandelter Rapssaat deutlich geringer ausfiel.

Schlagerworte: Rapssaat, Futtermittelbearbeitung, Legehenne, Legeleistung, Trimethylamingehalt im Ei.

Abbildung 1 vermittelt den Aufbau der Versuchsanlage sowie den technologischen Ablauf der Rapssaatbehandlung. Der Prozeß beinhaltet eine Langzeitkonditionierung mit vorgeschaltetem Aufschluß und endet mit Expandierung und nachfolgender Trocknung des behandelten Gutes (PEISKER, 1990; LUCHT, 1998).

Der vor der Konditionierung ablaufende Aufschluß erfolgt mit einem Zusatz von 10 %iger Natriumbicarbonat-



1) Probenahmen: RS 1 – Schüttwanne (Anlieferung), RS 2 – nach Mischung, RS 3 – nach Konditionierung, RS 4 – nach Expandierung, RS 5 – Ausgang Trocknung (Endprodukt)

Abbildung 1: Flußdiagramm der hydrothermischen Behandlung von Rapsprodukten

Figure 1: Flow chart of hydrothermal treatment of rape products

Lösung (4 % der Rapssaatmenge) unter ständigem Mischen des Gutes über einen Zeitraum von 30 min. Anschließend wird bei einer Temperatur von 80° C über 60 min eine Konditionierung durchgeführt. Der gesamte Prozeß erfolgt unter Zusatz von Wasserdampf. Die nachgeschaltete Expandierung am Ringspaltexpander schließt den Behandlungsprozeß ab. Hierbei wird mit einem Expansionsenddruck von 8 kp/cm² gearbeitet. Die behandelte Rapssaat gelangt danach in einen Trockner und verweilt hier bei ca. 90–100° C für die Dauer von 20 min. Das somit entstandene Produkt ist anschließend lagerfähig.

Den Legehennenversuchen lag das in Tabelle 1 ausgewiesene Versuchsdesign zugrunde. Gegenüber Versuch 1 entfielen im Versuch 2 die Prüfvarianten mit 15 %, 22,5 % und 30 % unbehandelter Rapssaat, weil ein Schwerpunkt der Untersuchungen auf die Ermittlung des Einflusses der Rapssaatbehandlung auf den TMA-Gehalt im Eidotter gerichtet war. Beide Versuche wurden mit Legehennen der Herkunft LOHMANN BROWN durchgeführt, wobei im Versuch 1 nichtselektierte Hennen und im Versuch 2 „Tainter“ verwendet wurden.

Tabelle 1: Versuchsdesign in den Legehennenversuchen 1 und 2

Table 1: Experimental design of experiments 1 and 2

Rapssaatanteil im Alleinfutter	Versuch 1 (unselektierte Hennen)	Versuch 2 (Tainter)
ohne Rapssaat	RS-0	RS-0
7,5 % unbehandelte Rapssaat	RSub-7,5	RSub-7,5
15,0 % unbehandelte Rapssaat	RSub-15	nicht geprüft
22,5 % unbehandelte Rapssaat	RSub-22,5	nicht geprüft
30,0 % unbehandelte Rapssaat	RSub-30	nicht geprüft
7,5 % behandelte Rapssaat	RSb-7,5	RSb-7,5
15,0 % behandelte Rapssaat	RSb-15	RSb-15
22,5 % behandelte Rapssaat	RSb-22,5	RSb-22,5
30,0 % behandelte Rapssaat	RSb-30	RSb-30

Je Fütterungsvariante wurden im Versuch 1 insgesamt 72 Hennen geprüft. Innerhalb der vorhandenen 3-Etagen-Legehennenbatterie folgten bei fortlaufender Gruppeneinteilung stets 8 Wiederholungen, wobei drei Einzeltiere nebeneinander sowie untereinander eine Wiederholung bildeten. Die Tierzahl des gesamten Experimentes umfaßte somit 648 Legehennen. Im Versuch 2 bestand jede Gruppe aus 18 Hennen; hier setzten sich die fortlaufenden Wiederholungen der Fütterungsvariante aus 3 untereinander eingestellten Tainter-Hennen zusammen. Insgesamt waren 108 Tainter in die Untersuchungen einbezogen. Der Prüfzeitraum betrug im Versuch 1 36 Wochen (27. bis 62. Lebenswoche); die Untersuchungen im Versuch 2 erstreckten sich über eine Dauer von 52 Wochen (27. bis 78. Lebenswoche).

Die Auswahl der Tainter für Versuch 2 erfolgte aus einem Bestand von 850 Hennen. Zu diesem Zweck erhielten die Hennen von der 21. bis zur 25. Lebenswoche ein Alleinfutter mit 7,5 % unbehandelter Rapssaat. In diesem Zeitraum wurden wöchentlich jeweils zwei aufeinanderfolgend gelegte Eier pro Henne einer organoleptischen Prüfung in Anlehnung an DIN 10951 unterzogen. Sofern die Eier einen fischartigen Geruch aufwiesen, wurden die Hennen als Tainter für die Einstallung in Versuch 2 ausgewählt. Die zur Selektion der Tainter durchgeführten sensorischen Prüfungen der Eier wurden mit geschulten Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Vorratshaltung und Erstverarbeitung unseres Institutes vorgenommen.

Neben dem Prüffuttermittel „Rapssaat (unbehandelt und behandelt)“ waren Weizen, Sojaextraktionsschrot, Weizenkleie, Calciumcarbonat, Calciumphosphat, Natriumchlorid und ein Spurenelement-Vitamin-Prämix weitere Mischungskomponenten. Alle Energie- und Proteinträger standen für das gesamte Versuchsfutter in beiden Experimenten als einheitliche Rohstoffchargen zur Verfügung. Die Rezepturgestaltung der in den Versuchen geprüften

Futtermischungen erfolgte auf der Grundlage analysierter Rohnährstoffgehalte, des experimentell ermittelten AME_N -Gehaltes der Rapssaat (JEROCH et al., 1995) sowie von Tabellenwerten (DOKUMENTATIONSSTELLE HOHENHEIM, 1993) der einzelnen Komponenten mit dem MIAS-FUTTER-Kalkulations- und Optimierungsprogramm (1989). Alle Mischungen enthielten annähernd die gleichen Gehalte an Energie und Nährstoffen (Tabelle 2).

Futter in Mehlform und Wasser über Nippeltränken standen den Hennen ad libitum zur Verfügung. Die Futterzuwage erfolgte nach Bedarf mehrmals wöchentlich in Vorratsautomaten.

Folgende Leistungsparameter wurden erfaßt: Verluste, Lebendmasseveränderung durch Einzeltierwägung zu Beginn (27. Lebenswoche), während (30. und 42. Lebenswoche) und am Ende (62. Lebenswoche im Versuch 1 und 78. Lebenswoche im Versuch 2), Futtermittelverzehr (durch Rückwäge der Futterreste nach 28 Tagen), Anzahl (täglich) und Masse der Eier (2 aufeinanderfolgend gelegte Eier pro Woche).

Im Abstand von 28 Tagen (insgesamt 9 Messungen) wurden Eier für die Analyse des TMA-Gehaltes im Eidotter wie folgt aufbereitet:

Im Versuch 1 wurde jeweils eine Mischprobe aus 9 Eiern der ungeraden Wiederholungen (1, 3, 5 und 7) jeder Fütterungsvariante zur TMA-Analyse herangezogen. Dem gegenüber wurden im Versuch 2 stets 5 aufeinanderfolgend gelegte Eier jedes Einzeltieres im Versuchszeitraum von 28 Tagen zu einer TMA-Eidotter-Mischprobe vereinigt.

Die Analyse der Rohnährstoffe erfolgte nach Methoden des VDLUFA (NAUMANN und BASSLER, 1993). Der Gehalt an Glucosinolaten in der Rapssaat wurde nach einer EU-Methodenvorschrift (1990) analysiert. Die Sinapingehalte sind an der LUFA Kiel mittels HPLC nach einer unveröffentlichten Methode bestimmt worden. Für die Trimethylamin(TMA)-Analyse in den Eidotterproben bildete eine

Tabelle 2: Zusammensetzung, Energie- und Nährstoffgehalt der Futtermischungen (g/kg)
 Table 2: Composition, energy- and nutrient content of the diets (g per kg)

	RS- 0	RSub- 7,5	RSub- 15	RSub- 22,5	RSub- 30	RSb- 7,5	RSb- 15	RSb- 22,5	RSb- 30
Weizen	779	628	487	304	136	628	487	304	136
Weizenkleie	-	79	162	304	418	79	162	304	418
Sojaextraktionsschrot		84	97	38	44	84	97	38	44
Sojaextraktionsschrot, proteinreich	124	38	10	36	11	38	10	36	11
Rapssaat, unbehandelt	-	75	150	225	300	-	-	-	-
Rapssaat, behandelt	-	-	-	-	-	75	150	225	300
Calciumcarbonat	69	72	74	76	77	72	74	76	77
Calciumphosphat	14	11	8	6	3	11	8	6	3
L-Lysin-HCl	2	1	1	-	-	1	1	-	-
DL-Methionin	1	1	-	-	-	1	-	-	-
Natriumchlorid	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Prämix ¹⁾	10	10	10	10	10	10	10	10	10
AME _N (MJ/kg) ²⁾	11,1	11,2	11,3	11,1	11,1	11,2	11,3	11,1	11,1
Rohprotein ³⁾	177	181	178	183	182	179	179	183	178
Rohfett ³⁾	21	58	78	126	155	56	81	127	157
Lysin ⁴⁾	7,6	7,7	7,5	7,5	7,5	7,7	7,5	7,5	7,5
Methionin ⁴⁾	3,7	3,6	3,5	3,6	3,8	3,6	3,5	3,6	3,8
Methionin und Cystin ⁴⁾	6,8	6,7	6,7	6,9	7,1	6,7	6,7	6,9	7,1
Calcium ⁴⁾	34,2	33,8	33,9	34,1	34,0	33,8	33,9	34,1	34,0
Phosphor ⁴⁾	5,7	6,0	6,3	6,8	7,0	6,0	6,3	6,8	7,0

¹⁾ Durch den 1 %igen Prämixanteil wurde 1 kg Futter mit folgenden Zusatzstoffen supplementiert:

25 mg Eisen, 60 mg Mangan, 75 mg Zink, 5 mg Kupfer, 0,5 mg Jod, 0,1 mg Selen, 0,1 mg Kobalt, 10000 IE Vit. A, 2000 IE Vit. D₃, 10 mg Vit. E, 2,5 mg Vit. K, 1 mg Vit. B₁, 4 mg Vit. B₂, 3 mg Vit. B₆, 10 µg Vit. B₁₂, 25 mg Nikotinsäure, 10 mg Panthothensäure, 5 mg Canthaxanthin und 100 mg BHT

²⁾ Berechnet unter Verwendung von Tabellenwerten (DOKUMENTATIONSSTELLE HOHENHEIM, 1993) und des experimentell ermittelten Gehaltes für Rapssaat (JEROCH et al., 1995)

³⁾ Analysierte Gehalte

⁴⁾ Kalkuliert nach Tabellenwerten (JEROCH et al., 1993)

von BYSTEDT et al. (1959) beschriebene Methode die Grundlage.

Der statistischen Auswertung des Versuches 1 liegt ein zweifaktorielles Modell zugrunde, wobei Effekte mittels Varianzanalyse (ANOVA) und anschließendem multiplen Mittelwertvergleich mit unterschiedlicher Klassenbesetzung ($p \leq 0,05$) geschätzt wurden. Die Modellgleichung für das statistische Modell lautet:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + a_i * b_j + e_{ij}$$

Dabei entsprechen die Variablen:

y_{ij} Parameter Dosis i und Behandlung j

a_i Dosis

b_j Behandlung

$a_i * b_j$ Wechselwirkung (Dosis x Behandlung)

e_{ij} Resteffekt

Die Versuchsauswertung in Versuch 2 wurde mit einem multiplen Mittelwertvergleich (Tukey-Test) vorgenommen. Signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) sind in den nach-

folgenden Übersichten durch unterschiedliche Buchstaben zeilen- bzw. spaltenweise gekennzeichnet. Die Ergebnisse sind als Mittelwerte der jeweiligen Behandlungen dargestellt. Die Angabe der Varianz der Werte erfolgt als Standardabweichung. Alle statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Programmpaket Statistica for Windows™ Operating System (STATSOFT INC., 1994).

3. Ergebnisse

3.1 Sinapin- und Glucosinolatveränderungen durch die Rapssaatbehandlung

In Tabelle 3 sind die Gehalte an Sinapin und Glucosinolaten (gesamt, einzeln) der während der Rapssaatbehandlung gezogenen Proben (Abbildung 1) ausgewiesen. Eine Reduzierung des Sinapingehaltes erfolgte durch den Zusatz von 4 % 10 %iger Natriumbicarbonat-Lösung im vorgeschalteten

Tabelle 3: Sinapin- und Glucosinolatgehalte der Rapssaat während der Phase der hydrothermischen Behandlung
 Table 3: Glucosinolate contents of rape seed during the period of hydrothermal treatment

Probe ¹⁾	Sinapin mg/kg Rapssaat bei 91% T	Glucosinolate (mmol/kg Rapssaat bei 91% T)										
		ges. GSL	Alkenyl-Glucosinolate					Indol-Glucosinolate				sonst. GSL
			PRO	GNL	GNA	GBN	Σ	4-OH	GBC	NEO	Σ	
RS 1	6760	15,5	8,2	0,7	2,7	0,8	12,4	2,7	0,2	-	2,9	0,2
RS 2	1166	12,1	7,3	0,4	2,5	0,8	11,0	0,8	0,1	-	0,9	0,2
RS 3	184	3,6	2,1	0,1	0,9	0,3	3,4	-	-	-	-	0,2
RS 4	< 50	1,7	1,1	-	0,5	0,1	1,7	-	-	-	-	-
RS 5	< 50	1,6	1,0	-	0,5	0,1	1,6	-	-	-	-	-

¹⁾ Probenahmen: RS 1 - Schüttwanne (Anlieferung), RS 2 - nach Mischen, RS 3 - nach Konditionieren, RS 4 - nach Expandieren, RS 5 - Ausgang Trocknung (Endprodukt)

Abkürzung der Einzelglucosinolate:

PRO - Progoitrin

GNL - Gluconapoleiferin

GNA - Gluconapin

GNB - Glucobrassicinapin

4-OH - 4-Hydroxyglucobrassicin

GBC - Glucobrassicin

NEO - Neoglucobrassicin

sonst. Glucosinolate:

Glucoallyssin

Gluconastrutiin

Mischprozeß. Bei der nachfolgenden Behandlung (Konditionierung) kam es zu einem weiteren Sinapinabbau. Eine beachtliche Verringerung des Glucosinolatgehaltes bewirkte vor allem die Langzeitkonditionierung mit Wasserdampf.

Das angewandte Behandlungsverfahren erwies sich zur Reduzierung der Sinapin- und Glucosinolatgehalte auch bei der Rapssaat als äußerst erfolgreich. Sinapin wurde praktisch vollständig abgebaut. Der Gesamtglucosinolatgehalt verminderte sich auf ca. 10 % im Vergleich zum Gehalt in der unbehandelten Saat. Die unter dem Sammelbegriff Aglucone bezeichneten Spaltprodukte der Glucosinolate konnten mangels geeigneter Methoden nicht bestimmt werden. Daher sind Aussagen über die Präsenz in der unbehandelten als auch behandelten Saat nicht möglich. Es kann vermutet werden, daß unbestimmte Anteile dieser Aglucone (u. a. Isothiocyanate, Vinyl-2-oxazolidinethion, Nitrile) schon in der unbehandelten Saat vorliegen und durch den technischen Prozeß auch in der behandelten Saat noch in erheblichem Umfang vorkommen.

Auf der Grundlage der in der unbehandelten und behandelten Rapssaat analysierten Gehalte an Glucosinolaten und

Sinapin wurden die in Tabelle 4 ausgewiesenen Konzentrationen in den einzelnen Futtermischungen berechnet.

Der Sinapingehalt in den Futtermischungen zeigt bei Staffelung der unbehandelten Rapssaat einen Anstieg, während in den Varianten mit behandelter Rapssaat die Konzentrationen in allen Futtermischungen unter der Nachweisgrenze der Analysenmethode lagen.

3.2 Leistungsdaten der Hennen

Versuch 1

Der Versuch verlief ohne Störungen. Insgesamt verendeten 14 Hennen. Dies entspricht einer Verlustrate von 2,2 %, die als gering einzustufen ist. Eine Beziehung zur unterschiedlichen Fütterung bestand bei den Tierabgängen nicht. Über die mittleren Leistungsdaten im Gesamtversuch informiert Tabelle 5.

Die mittlere tägliche Futterraufnahme ist als normal einzuschätzen. Bei 22,5 % bzw. 30 % unbehandelter Rapssaat im Futter wurde gegenüber den anderen Versuchsgruppen

Tabelle 4: Gehalte der Futtermischungen an Glucosinolaten und Sinapin
 Table 4: Glucosinolate- and sinapine contents of the diets

Antinutritive Substanzen	RS-0	RSub-7,5	RSub-15	RSub-22,5	RSub-30	RSb-7,5	RSb-15	RSb-22,5	RSb-30
Sinapin (mg/kg T)	n.b. ¹⁾	461	923	1384	1846	< 50	< 50	< 50	< 50
Gesamtglucosinolate (mmol/kg T)	n.b. ¹⁾	0,7	1,3	1,9	2,5	< 0,1	0,1	0,2	0,3

¹⁾ nicht bestimmt

Tabelle 5: Leistungsdaten der Hennen im Versuch 1 (Mittelwerte von der 27.–62. LW \pm Standardabweichung¹⁾)
 Table 5: Performance data of the hens of experiment 1 (mean values of the period from 27. to 62. week of age \pm standard deviation¹⁾)

Effekt		Futteraufnahme g/d/Henne	Lege- intensität %	Einzel- eimasse g	Eimasse- produktion g/d/Henne	Futteraufwand kg Futter/ kg Eimasse
Kontrolle	RS-0	116,6 ^{abc} \pm 8,7	89,8 ^c \pm 6,5	60,6 \pm 3,2	54,6 ^d \pm 4,8	2,132 ^{ab} \pm 0,170
Dosis x Behandlung	RSub-7,5	114,7 ^a \pm 8,1	89,0 ^c \pm 6,9	61,4 \pm 3,8	54,5 ^d \pm 5,5	2,057 ^a \pm 0,183
	RSub-15	114,5 ^a \pm 6,8	87,6 ^c \pm 7,3	60,5 \pm 3,3	52,9 ^{cd} \pm 4,7	2,142 ^{ab} \pm 0,154
	RSub-22,5	120,6 ^c \pm 6,3	86,2 ^{bc} \pm 6,2	60,1 \pm 3,0	51,8 ^{bc} \pm 3,9	2,373 ^{de} \pm 0,166
	RSub-30	119,1 ^{bc} \pm 6,7	82,1 ^a \pm 5,7	59,5 \pm 3,5	48,9 ^a \pm 3,5	2,469 ^c \pm 0,204
	RSb-7,5	114,6 ^a \pm 7,4	88,4 ^c \pm 6,5	61,2 \pm 3,3	53,9 ^{cd} \pm 4,1	2,135 ^{ab} \pm 0,155
	RSb-15	115,7 ^{ab} \pm 7,2	87,8 ^c \pm 7,0	61,1 \pm 3,0	53,8 ^{cd} \pm 4,3	2,175 ^{bc} \pm 0,164
	RSb-22,5	117,3 ^{abc} \pm 7,3	86,4 ^{bc} \pm 6,5	61,0 \pm 3,1	52,6 ^{cd} \pm 4,6	2,270 ^{cd} \pm 0,182
	RSb-30	116,5 ^{ab} \pm 5,8	82,7 ^{ab} \pm 7,0	60,2 \pm 2,9	49,6 ^{ab} \pm 3,8	2,374 ^{de} \pm 0,186
Dosis	7,5	114,7 ^a \pm 7,8	88,7 ^c \pm 6,7	61,3 ^b \pm 3,5	54,2 ^c \pm 4,9	2,098 ^a \pm 0,172
	15,0	115,1 ^a \pm 7,0	87,7 ^{bc} \pm 7,2	60,8 ^{ab} \pm 3,2	53,3 ^{bc} \pm 4,5	2,159 ^a \pm 0,160
	22,5	119,0 ^b \pm 7,0	86,3 ^b \pm 6,3	60,6 ^{ab} \pm 3,1	52,2 ^b \pm 4,3	2,320 ^b \pm 0,181
	30,0	117,8 ^b \pm 6,4	82,4 ^a \pm 6,4	59,9 ^a \pm 3,2	49,2 ^a \pm 3,6	2,423 ^c \pm 0,200
Behandlung	ub	117,3 \pm 7,5	86,2 ^a \pm 7,0	60,4 \pm 3,5	52,0 ^a \pm 4,9	2,267 ^a \pm 0,244
	b	116,0 \pm 7,0	86,4 ^a \pm 7,1	60,9 \pm 3,1	52,5 ^a \pm 4,5	2,237 ^a \pm 0,194
ANOVA ²⁾	Dosis x	7813,73	5625,27	11092,10	4743,57	4013,67
	Behandlung	***	***	n.s.	***	***
	Dosis	8,90 ***	23,21 ***	3,42 **	30,47 ***	64,13 ***
	Behandlung	1,98 n.s.	8,23 ***	1,57 n.s.	8,33 ***	8,94 ***

¹⁾ 72 Hennen je Fütterungsvariante

²⁾ F-Werte aus der Varianzanalyse (Verhältnis der mittleren quadratischen Abweichung der Stufen zur mittleren quadratischen Abweichung des Restes)

ein leicht höherer Futterverzehr ermittelt. Bei Vergleich des Prüffaktors Rapssaatanteil zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit geringem bzw. mittlerem Anteil (7,5 und 15 %) und den Varianten mit hohem Rapssaatanteilen (22,5 und 30 %). Ein signifikanter Einfluß des Prüffaktors Rapssaatbehandlung auf die Futteraufnahme bestand jedoch nicht.

Die mittlere Legeintensität der Hennen der Kontrollgruppe übertrifft im Untersuchungszeitraum 27. bis 62. Lebenswoche die Vorgabe (85,6 %) im Managementprogramm für LOHMANN BROWN-Legehybriden. Ein Einfluß der Rapssaat auf die Legeintensität ist unverkennbar. Mit steigendem Anteil sowohl unbehandelter als auch behandelter Rapssaat ist zunächst ein geringer, beim höchsten Rationsanteil ein signifikanter Abfall festzustellen. Die Behandlung der Rapssaat verbesserte somit nicht deren Futterwert bzw. Fütterungseignung. Die Futtermischungen mit behandelter Rapssaat enthielten zwar nur noch minimale Konzentrationen an intakten Glucosinolaten, aber das Vorliegen von Spaltprodukten könnte den Leistungsabfall bewirkt haben.

Die Einzeleimasse blieb vom Rapssaatanteil im Futter

weitgehend unbeeinflusst. Es zeigte sich somit kein Effekt der unterschiedlichen Aufnahme an essentiellen Fettsäuren (vor allem Linolsäure) auf die Eimasse. Demzufolge war deren Gehalt in der Futtermischung ohne Rapssaat bereits ausreichend. Bei nahezu gleicher Einzeleimasse liegt bei der täglichen Eimasseproduktion der gleiche Trend vor wie bei der Legeintensität.

Beim Futteraufwand übertreffen die Fütterungsgruppen mit 22,5 % und 30 % Rapssaat deutlich die anderen Varianten. Dieser Anstieg ist in erster Linie auf den Rückgang in der täglichen Eimasseproduktion zurückzuführen.

Für die Beurteilung der Futterwirkung der geprüften Mischungen ist neben den Parametern für die Leistung und dem Futteraufwand auch der Einfluß auf die Lebendmasse von Bedeutung. Die Hennen wiesen bei Versuchsbeginn in der 27. Lebenswoche eine mittlere Lebendmasse von 1690 g/Tier auf. In allen Prüfvarianten erfolgte während der gesamten Prüfperiode ein LM-Zuwachs, wengleich dieser mit steigendem Rapssaatanteil rückläufig ist (Tabelle 6). Dieser Einfluß ist bei den Fütterungsgruppen mit unbehandelter Rapssaat stärker ausgeprägt als bei den Varianten mit behandelter Rapssaat.

Tabelle 6: Lebendmasseveränderung der Hennen im Versuch 1 (Mittelwerte \pm Standardabweichung)¹⁾
 Table 6: Live weight change of the hens of experiment 1

Effekt	LM/Henne Versuchs- beginn g	LM/Henne Versuchsende (58. LW) g	Lebendmassezunahme/Henne				
			27.-30. LW g	31.-42. LW g	43.-58. LW g	gesamt g	
Kontrolle	RS-0	1705 \pm 128	1850 ^{cd} \pm 210	52 ^{cd} \pm 63	63 ^{ab} \pm 90	30 ^{ab} \pm 93	147 ^{cd} \pm 117
Dosis x Behandlung	RSub-7,5	1665 \pm 141	1793 ^{bcd} \pm 164	44 ^{bcd} \pm 63	55 ^{ab} \pm 68	16 ^{ab} \pm 57	118 ^{bc} \pm 106
	RSub-15	1648 \pm 127	1750 ^{abc} \pm 178	27 ^{bc} \pm 57	33 ^a \pm 68	44 ^{ab} \pm 67	102 ^b \pm 92
	RSub-22,5	1670 \pm 144	1745 ^{ab} \pm 127	11 ^{ab} \pm 74	47 ^{ab} \pm 60	11 ^a \pm 52	73 ^b \pm 91
	RSub-30	1665 \pm 140	1655 ^a \pm 146	-26 ^a \pm 82	24 ^a \pm 24	16 ^{ab} \pm 66	7 ^a \pm 102
	RSb-7,5	1720 \pm 119	1881 ^{de} \pm 202	65 ^{de} \pm 54	80 ^b \pm 67	36 ^{ab} \pm 78	176 ^{cd} \pm 130
	RSb-15	1745 \pm 122	1915 ^e \pm 163	74 ^e \pm 55	57 ^{ab} \pm 67	51 ^b \pm 89	191 ^d \pm 101
	RSb-22,5	1687 \pm 115	1822 ^{bcd} \pm 172	62 ^{de} \pm 63	52 ^{ab} \pm 77	21 ^{ab} \pm 60	132 ^{bcd} \pm 97
	RSb-30	1707 \pm 109	1757 ^{abc} \pm 131	36 ^{bcd} \pm 73	40 ^{ab} \pm 91	14 ^{ab} \pm 67	78 ^b \pm 98
Dosis	7,5	1689 \pm 134	1838 ^b \pm 189	55 ^b \pm 60	67 ^b \pm 68	26 ^{ab} \pm 69	147 ^c \pm 121
	15,0	1690 \pm 134	1832 ^b \pm 189	51 ^b \pm 61	45 ^{ab} \pm 68	47 ^b \pm 79	147 ^c \pm 106
	22,5	1678 \pm 131	1783 ^b \pm 155	37 ^b \pm 73	49 ^{ab} \pm 69	16 ^a \pm 56	103 ^b \pm 98
	30,0	1686 \pm 127	1706 ^a \pm 147	5 ^a \pm 83	32 ^a \pm 79	15 ^a \pm 66	42 ^a \pm 106
Behandlung	ub	1662 \pm 137	1736 ^a \pm 162	14 ^a \pm 74	40 ^a \pm 66	21 \pm 62	75 ^a \pm 106
	b	1715 \pm 117	1844 ^b \pm 179	59 ^b \pm 63	57 ^a \pm 77	30 \pm 75	144 ^b \pm 115
ANOVA ²⁾	Dosis x Behandlung	3378,88 ***	3130,36 ***	30,62 ***	21,61 ***	7,86 ***	59,81 ***
	Dosis	8,20 ***	12,20 ***	12,91 ***	4,74 ***	4,94 ***	21,23 ***
	Behandlung	14,10 ***	25,59 ***	32,93 ***	5,03 **	1,26 n.s.	27,49 ***

¹⁾ 72 Hennen je Fütterungsvariante

²⁾ F-Werte aus der Varianzanalyse (Verhältnis der mittleren quadratischen Abweichung der Stufen zur mittleren quadratischen Abweichung des Restes)

Tabelle 7: Leistungsparameter im Versuch 2 (Tainter, 27.-78. LW)
 Table 7: Performance data of the hens of experiment 2 (tainter, 27. to 78. week of age)

Fütterungs- variante ¹⁾	Futteraufnahme g/d/Henne	Lege- intensität %	Einzel- eimasse g	Eimasseproduktion g/d/Henne	Futteraufwand kg Futter/kg Eimasse
RS-0	114,1 \pm 6,5	83,8 ^b \pm 5,7	59,8 \pm 2,9	50,2 ^{ab} \pm 4,3	2,222 ^a \pm 0,438
RSub-7,5	117,5 \pm 6,4	83,8 ^{ab} \pm 6,1	61,1 \pm 3,6	51,6 ^b \pm 3,0	2,111 ^a \pm 0,323
RSb-7,5	118,5 \pm 6,6	81,5 ^{ab} \pm 8,0	61,8 \pm 3,9	51,3 ^{ab} \pm 4,7	2,334 ^{ab} \pm 0,485
RSb-15	113,3 \pm 6,8	82,2 ^{ab} \pm 7,7	61,8 \pm 3,4	50,5 ^{ab} \pm 4,6	2,167 ^a \pm 0,383
RSb-22,5	114,2 \pm 4,9	77,6 ^{ab} \pm 7,4	62,4 \pm 3,3	48,2 ^{ab} \pm 4,5	2,294 ^a \pm 0,469
RSb-30	118,1 \pm 4,8	76,9 ^a \pm 6,5	61,8 \pm 5,0	47,3 ^a \pm 4,3	2,722 ^b \pm 0,461

¹⁾ 18 Hennen je Fütterungsvariante

Tabelle 8: Lebendmasseveränderung der Hennen im Versuch 2
 Table 8: Live weight change of the hens of experiment 2

Fütterungsvariante ¹⁾	LM/Henne Versuchs- beginn g	LM/Henne Versuchs- ende g	Lebendmassezunahme/Henne			gesamt g
			27.-42. LW g	43.-58. LW g	59.-74. LW g	
RS-0	1618 \pm 113	1857 \pm 121	74 ^a \pm 62	36 \pm 75	40 \pm 86	160 ^a \pm 112
RSub-7,5	1660 \pm 97	1910 \pm 196	81 ^a \pm 64	70 \pm 63	35 \pm 92	179 ^{ab} \pm 132
RSb-7,5	1633 \pm 81	1913 \pm 163	122 ^{ab} \pm 106	46 \pm 86	42 \pm 78	215 ^{ab} \pm 180
RSb-15	1662 \pm 114	1886 \pm 130	76 ^a \pm 66	52 \pm 79	41 \pm 53	168 ^a \pm 113
RSb-22,5	1684 \pm 89	1762 \pm 127	123 ^{ab} \pm 93	37 \pm 78	9 \pm 91	168 ^a \pm 87
RSb-30	1653 \pm 90	1866 \pm 160	195 ^b \pm 138	12 \pm 113	82 \pm 89	308 ^b \pm 141

¹⁾ 18 Hennen je Fütterungsvariante

Versuch 2 (Tainter)

Versuch 2 verlief gleichfalls ungestört. Die Verluste betragen im gesamten Prüfzeitraum 2,8 % und sind ebenfalls als gering zu bewerten. Die mittleren Leistungsparameter des gesamten Versuchszeitraumes sind in Tabelle 7 ausgewiesen.

Ein gerichteter Einfluß des unterschiedlichen Rapssaatanteils im Alleinfutter auf den Futtermittelverzehr bestand nicht. Die mittlere Futteraufnahme entspricht annähernd der im Versuch 1. Auch in diesem Experiment fiel die Legeintensität bei höherem Rapssaatanteil (22,5 % und 30 %) im Futter deutlich ab. Ein leichter Anstieg der Einzeleimasse bei den Prüfgruppen mit rapssaathaltigem Futter hat zur Folge, daß der Rückgang in der täglichen Eimasseproduktion bei den hohen Rapssaatanteilen geringer ausfällt als bei der Legeintensität.

Im Gegensatz zum Versuch 1 wurde die LM-Entwicklung der Hennen im Versuch 2 nicht durch die steigenden Rapssaatanteile beeinträchtigt (Tabelle 8).

3.3 Trimethylamingehalt im Eidotter**Versuch 1**

Die zusammengefaßten Ergebnisse der TMA-Analytik im Versuch 1 enthält Tabelle 9. Die Eidotter der Kontroll-

gruppe wiesen über den gesamten Untersuchungszeitraum niedrige TMA-Konzentrationen auf. Die Fütterung von Futtermischungen mit unbehandelter Rapssaat verursachte eine TMA-Anreicherung im Eidotter, wobei die Konzentration eine Dosisabhängigkeit aufweist. Durch die Behandlung der Rapssaat wurde Sinapin fast vollständig abgebaut (Tab. 3).

Dennoch liegt der TMA-Gehalt im Eidotter der Prüfvarianten mit behandelter Rapssaat über den Werten der Kontrollgruppe. Im Vergleich zu den Gruppen mit gleichen Anteilen unbehandelter Rapssaat sind die TMA-Gehalte infolge der Behandlung der Saat wesentlich vermindert. Der Behandlungseffekt ist somit deutlich erkennbar. Die Eidotterkonzentrationen bei den Rapssaatstufen 22,5 und 30 % (behandelt) erreichen bzw. überschreiten den Schwellenwert von 0,8 bis 0,9 µg/g Eidotter für die Wahrnehmung eines fischigen Geruchs (z. B. GRIFFITHS et al., 1979).

Versuch 2

Eine zusammenfassende Darstellung der im Tainterversuch ermittelten TMA-Gehalte vermittelt Tabelle 10.

Die TMA-Konzentration in den Eidottern der Kontrolltiere entspricht den Werten der Kontrollvariante im Versuch 1. 7,5 % unbehandelte Rapssaat im Futter bewirkten einen erheblichen Anstieg der TMA-Konzentration im Eidotter. Dieser ist im Vergleich zu den im Versuch 1 bei

Tabelle 9: TMA-Gehalt im Eidotter (Mittelwerte ± Standardabweichung in den einzelnen Versuchsabschnitten, Versuch 1)
Table 9: TMA-contents in yolks (mean values of the different experimental periods, experiment 1)

Effekt		27.-38. LW µg/g Eidotter	39.-50. LW µg/g Eidotter	51.-62. LW µg/g Eidotter	27.-62. LW µg/g Eidotter
Kontrolle	RS-0	0,41 ^a ± 0,05	0,42 ^a ± 0,03	0,41 ^a ± 0,03	0,43 ^a ± 0,04
Dosis x Behandlung	RSub-7,5	1,05 ^c ± 0,03	0,97 ^{de} ± 0,05	0,95 ^{cd} ± 0,08	0,99 ^d ± 0,02
	RSub-15	1,13 ^c ± 0,04	1,04 ^e ± 0,03	1,13 ^{de} ± 0,15	1,10 ^d ± 0,05
	RSub-22,5	1,45 ^d ± 0,05	1,26 ^f ± 0,14	1,29 ^e ± 0,07	1,33 ^e ± 0,07
	RSub-30	1,62 ^d ± 0,14	1,49 ^f ± 0,10	1,62 ^f ± 0,25	1,58 ^f ± 0,08
	RSb-7,5	0,63 ^{ab} ± 0,06	0,66 ^b ± 0,03	0,64 ^{ab} ± 0,10	0,64 ^b ± 0,04
	RSb-15	0,71 ^b ± 0,08	0,68 ^{bc} ± 0,03	0,64 ^{ab} ± 0,05	0,67 ^{bc} ± 0,03
	RSb-22,5	0,69 ^b ± 0,12	0,80 ^{bcd} ± 0,03	0,77 ^{bc} ± 0,06	0,76 ^{bc} ± 0,04
	RSb-30	0,70 ^b ± 0,05	0,84 ^{cd} ± 0,03	0,78 ^{bc} ± 0,08	0,77 ^c ± 0,02
Dosis	7,5	0,84 ^{ab} ± 0,23	0,81 ^a ± 0,17	0,79 ^{ab} ± 0,19	0,82 ^{ab} ± 0,19
	15,0	0,92 ^{ab} ± 0,23	0,86 ^a ± 0,20	0,89 ^{ab} ± 0,28	0,89 ^{ab} ± 0,23
	22,5	1,07 ^b ± 0,42	1,03 ^b ± 0,26	1,03 ^b ± 0,28	1,04 ^b ± 0,31
	30,0	1,16 ^b ± 0,50	1,17 ^c ± 0,35	1,20 ^b ± 0,48	1,18 ^b ± 0,43
Behandlung	ub	1,31 ^b ± 0,25	1,20 ^b ± 0,23	1,25 ^b ± 0,29	1,25 ^b ± 0,28
	b	0,68 ^a ± 0,08	0,74 ^a ± 0,09	0,71 ^a ± 0,10	0,71 ^a ± 0,06
ANOVA ¹⁾	Dosis x Behandlung	178,56 ***	273,20 ***	93,97 ***	531,86 ***
	Dosis	3,47 *	90,00 ***	4,86 **	5,00 **
	Behandlung	66,40 ***	49,44 ***	40,77 ***	61,33 ***

¹⁾ F-Werte aus der Varianzanalyse (Verhältnis der mittleren quadratischen Abweichung der Stufen zur mittleren quadratischen Abweichung des Restes)

Tabelle 10: TMA-Gehalte im Eidotter (Mittelwerte \pm Standardabweichung in den einzelnen Versuchsabschnitten, Versuch 2)
 Table 10: TMA-contents in yolks (mean values of the different experimental periods, experiment 2)

Fütterungsvariante	27.-38. LW	39.-50. LW	51.-62. LW	63.-78. LW	27.-78. LW
RS-0	0,41 ^a \pm 0,04	0,43 ^a \pm 0,04	0,41 ^a \pm 0,03	0,42 ^a \pm 0,04	0,42 ^a \pm 0,04
RSub-7,5	1,29 ^d \pm 0,11	1,28 ^d \pm 0,24	1,38 ^e \pm 0,07	1,45 ^d \pm 0,09	1,37 ^f \pm 0,08
RSb-7,5	0,54 ^b \pm 0,07	0,56 ^a \pm 0,11	0,61 ^b \pm 0,06	0,58 ^{ab} \pm 0,06	0,57 ^b \pm 0,03
RSb-15	0,53 ^{ab} \pm 0,07	0,60 ^{ab} \pm 0,10	0,67 ^{bc} \pm 0,07	0,69 ^b \pm 0,05	0,62 ^c \pm 0,03
RSb-22,5	0,62 ^c \pm 0,09	0,64 ^{ab} \pm 0,10	0,71 ^c \pm 0,08	0,72 ^b \pm 0,07	0,68 ^d \pm 0,04
RSb-30	0,66 ^c \pm 0,08	0,71 ^b \pm 0,15	0,89 ^d \pm 0,10	0,90 ^c \pm 0,06	0,80 ^e \pm 0,05

Fütterung der Mischung mit 7,5 % unbehandelter Rapssaat ermittelten Werten deutlich höher, weil ausschließlich selektierte Tainter-Hennen im Experiment 2 verwendet wurden. Die Verfütterung der Futtermischungen mit abgestuften Anteilen behandelter Rapssaat hatte wesentlich niedrigere TMA-Konzentrationen zur Folge, die etwa in der Größenordnung des Versuches 1 liegen und mit steigendem Rapssaatanteil ebenfalls zunehmen. Auch in diesem Versuch ist mutmaßlich das hohe Cholinangebot, das partiell mikrobiell zu Trimethylamin abgebaut wird, die Ursache für den TMA-Konzentrationsanstieg bei Verfütterung von Rationen mit behandelter Rapssaat. Die mittleren TMA-Gehalte übersteigen bei 30 % behandelter Rapssaat den bereits genannten Schwellenwert.

4. Diskussion

4.1 Antinutritive Inhaltsstoffe der Rapssaat

Der Gehalt an Gesamtglucosinolaten in der verwendeten Rapssaat der Sorte „LIRAJET“ liegt mit 11,54 mmol/kg bzw. 15,5 mmol/kg fettfreie T deutlich unter der von der EU vorgegebenen Höchstkonzentration für 00-Sorten von 26,5 mmol/kg fettfreier T (entspricht 24 mmol/kg lufttrockener fettfreier Saat bei 90 % T). Es ist jedoch anzumerken, daß der Glucosinolatgehalt innerhalb der 00-Sorten einer beachtlichen Variabilität unterliegt, wie u. a. die Untersuchungen der Landesanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (SCHUMANN, 1996) ergeben haben. Während der Glucosinolatgehalt durch den Züchtungsprozeß deutlich reduziert wurde, blieb der Sinapingehalt unverändert. Der in der Rapssaat analysierte Gehalt (6,76 g/kg T) stimmt mit Literaturwerten recht gut überein, deren Analyse ebenfalls mit der HPLC-Methode erfolgte (CLAUSEN et al., 1985; TAYARANIAN und HENKEL, 1989).

Sowohl der Sinapingehalt als auch die Glucosinolatkonzentration in der Rapssaat wurden durch das angewandte

Behandlungsverfahren deutlich reduziert. Im Vergleich zum Ausgangswert (unbehandelte Rapssaat) enthielt Rapssaat nach Abschluß der Bearbeitung nur noch 10 % an Glucosinolaten sowie praktisch kein Sinapin. Damit konnten sowohl die Resultate der Labor- (TAYARANIAN und HENKEL, 1989) als auch der Technikumversuche (PEISKER, 1990) hinsichtlich des Abbaus unerwünschter Inhaltsstoffe im Raps voll bestätigt werden.

4.2 Zootechnische Daten

Die Integration von Rapssaat in hinsichtlich des Energie- und Nährstoffgehaltes ausbalancierten Rationen zeigte in ihrem Einfluß auf den Futterverzehr keinen signifikanten Einfluß. Die Literaturbefunde zum Einfluß von Rapsprodukten enthaltenden Futtermischungen auf die Futteraufnahme von Legehennen sind nicht einheitlich. Über einen Rückgang des Futterverzehrs mit steigendem Rapsanteil im Hennenfutter berichteten u. a. RICHTER et al. (1996). Zum gleichen Resultat mit Rapssaat enthaltenden Futtermischungen führten auch die Untersuchungen von FEUERSTEIN (1991) sowie NWOKOLO und SIM (1989), während LEESON et al. (1978) bei 10 %igem Rapssaatanteil keine Verzehrsbeeinflussung ermittelten. Ebenso widersprüchlich sind die Untersuchungsbefunde mit Futtermischungen, die Rapsextraktionsschrot enthielten (u. a. KIISKINEN, 1995; LEESON et al., 1978; RICHTER et al., 1996; ROTH-MAIER und KIRCHGESSNER, 1988).

Obgleich in den vorgestellten Versuchen die Wirkung unterschiedlicher Rapskuchen- bzw. Rapssaatanteile im Legehennenfutter auf die Legeintensität und die Einzeleimasse differenziert ausfällt, erwiesen sich höhere Rationsanteile insgesamt als nachteilig, vor allem, wenn die täglich produzierte Eimasse als Kriterium herangezogen wird. Die Rapssaatbehandlung ergab hierbei kaum einen Vorteil, obgleich der Glucosinolatgehalt deutlich vermindert wurde. Durch den Bearbeitungsprozeß wurden zwar die Glu-

cosinolate weitgehend abgebaut, aber die antinutritiv wirkenden Hydrolyseprodukte verblieben sicherlich in solchen Konzentrationen in der behandelten Rapssaat, daß dadurch die Schilddrüsenfunktion noch beeinträchtigt wurde. Auch aus weiteren Untersuchungen mit Rapsextraktionsschrot, Rapskuchen bzw. Rapssaat kann entnommen werden, daß Rapsfuttermittel aus 00-Sorten bei Legehennen leistungsmindernd wirken können. Jedoch läßt sich aus diesen Arbeiten keine allgemein verbindliche Aussage über mögliche Einsatzhöhen ableiten. RICHTER et al. (1996) stellten bereits bei 5 % Rapssaat im Legehennenfutter Leistungsminderungen fest. Auch NWOKOLO und SIM (1989) ermittelten bei 10 % unbehandelter Rapssaat im Hennenfutter u. a. eine signifikant niedrigere Legeintensität, während die Einzeleimasse im Vergleich zur Kontrollvariante unbeeinflusst blieb. Dieser negative Effekt wurde vollständig beseitigt, wenn die Rapssaat mit der Getreidekomponente gemeinsam vermahlen und im Anschluß daran feucht pelletiert wurde. Die Autoren führten diesen Effekt auf die Inaktivierung des Glucosinolate spaltenden Enzyms Myrosinase zurück. Dadurch wird die Bildung der Aglucone, der Spaltprodukte der Glucosinolate, denen die eigentliche antinutritive Wirkung zugeschrieben wird, unterbunden. Andere Autoren (HENKEL und MOSENTHIN, 1989) gehen davon aus, daß es auch bei inaktivierter Myrosinase zur Bildung der Aglucone durch Enterobakterien und zu den damit verbundenen negativen Wirkungen kommt.

In den Untersuchungen von LEESON et al. (1978) wirkten sich demgegenüber 10 % Rapssaat im Alleinfutter nicht nachteilig auf die Legeleistung aus. Auch bei weiteren Parametern (Futtermittelaufwand, Lebendmasseentwicklung, Mortalität) sind die Literaturbefunde nicht einheitlich. In den eigenen Untersuchungen fiel der Einfluß der Rapssaatverfütterung auf die Lebendmasseentwicklung der Hennen gleichfalls unterschiedlich aus. Gegenüber verschiedenen Arbeiten (AIMONEN, 1995; ELWINGER, 1986), die bei höheren Anteilen an Rapsprodukten im Hennenfutter im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollvarianten nachteilige Effekte auf den Gesundheitsstatus und eine höhere Mortalität registrierten, konnten in unseren Untersuchungen jedoch keine diesbezüglichen Einflüsse festgestellt werden.

4.3 Eiqualität

Durch die hydrothermische Behandlung von Rapssaat erfolgte ein drastischer Sinapinabbau, der zur Folge hatte, daß Futtermischungen mit behandelter Rapssaat ebenfalls nur gerin-

ge Sinapingehalte aufwiesen. Vergleichsweise zur Verfütterung von Futtermischungen mit unbehandelten Rapsfuttermitteln wurde dadurch eine deutlich niedrigere TMA-Anreicherung in den Eiern der Braunleger erreicht. Damit konnten die unter Laborbedingungen von TAYARANIAN und HENKEL (1989) erzielten Befunde bestätigt werden. Die TMA-Konzentration überschritt jedoch die in den Eiern der Kontrollhennen und erhöhte sich kontinuierlich mit steigendem Anteil an RSb im Futter sowie bei den einzelnen Rapssaatstufen mit fortschreitender Versuchsdauer. Es muß deshalb angenommen werden, daß von der hohen Cholinaufnahme bei Verfütterung von Rationen mit RSb ein Teil in den Dickdarm gelangte und durch Einwirkung von Darmbakterien zu TMA abgebaut wurde. Die bei den selektierten Taintern weitgehend fehlende Trimethylaminase-Aktivität hatte zur Folge, daß sensorisch veränderte Eier gelegt wurden. Aber auch bei den nichtselektierten Braunlegern überschritt der TMA-Gehalt im Eidotter bei hohen RSb-Anteilen den Schwellenwert von 0,8-0,9 µg/g Eidotter (GRIFFITHS et al., 1979).

Aus den durchgeführten Untersuchungen kann abgeleitet werden, daß bei braunschalige Eier legenden Hennen ein Einsatz von Rapssaat im Alleinfutter möglich ist, wenn dieses Produkt einer Behandlung nach dem beschriebenen Verfahren unterzogen wird. Die Einsatzhöhe sollte unter Berücksichtigung einer hohen Produktionssicherheit 10 % im Alleinfutter nicht überschreiten.

Danksagung

Die Autoren danken der UFOP e.V., Bonn, für die finanzielle Förderung der Untersuchungen und der Firma Amanthus Kahl Nachf., Reinbek, für die Rapsbehandlung.

Literatur

- AIMONEN, E. (1995): Rapeseed meal and naked oats in laying hen diets. Proc. 9th International Rapeseed Congress Cambridge, UK, 4th-7th July, 185-187.
- BUTLER, E. J. and R. G. FENWICK (1984): Trimethylamine and fishy taint in eggs. *World's Poultry Sci.* 40, 38-51.
- BYSTEDT, J., L. SWENNE and H. W. AAS (1959): Determination of trimethylamine oxide in fish muscle. *J. Sci. Food Agric.* 10, 301-304.
- CLAUSEN, S. L., L. M. LARSEN, A. PLÖGER und H. SOERENSEN (1985): Aromatic choline esters in rapeseed. Raps, Sekundäre Inhaltsstoffe, 61-72.

- DOKUMENTATIONSSTELLE HOHENHEIM (1993): Nährstoff-, Mineralstoff- und Aminosäuretabellen zur Geflügelfütterung. In: J. PETERSEN (Hrsg.): Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1994, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ELWINGER, K. (1986): Continued experiments with rapeseed meal of a Swedish low glucosinolate type fed to poultry. 2. An experiment with laying hens. *Swed. J. Agric. Res.* 16, 35–41.
- FEUERSTEIN, D. (1991): Zur Verwendung von einheimischen Proteinträgern in der Geflügelfütterung. Dissertation, Universität Hohenheim.
- GRIFFITHS, N. M., D. G. LAND and A. HOBSON-FROHOCK (1979): Trimethylamine and egg taint. *Br. Poultry Sci.* 20, 555–558.
- HENKEL, H. und R. MOSENTHIN (1989): Rapssaat und Rapsprodukte in der Tierernährung. *Übersichten Tierernährung* 17, 139–190.
- HOBSON-FROHOCK, A., R. G. FENWICK, D. G. LAND, R. F. CURTIS and A. L. GULLIVER (1975): Rapeseed meal and egg taint. *Br. Poultry Sci.* 16, 219–222.
- JEROCH, H., G. FLACHOWSKY und F. WEISSBACH (1993): Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- JEROCH, H., S. DÄNICKE und R. ZACHMANN (1995): Zum Futterwert und zur Eignung von Rapsexpellen in der Legehennenfütterung. *Agribiol. Res.* 48, 248–256.
- KIISKINEN, T. O. (1995): Performance of broiler chicks and laying hens fed diets containing rapeseed meal from a low-glucosinolate variety kulta (*Brassica campestris* cv.) *Proc. of the Ninth International Rapeseed Congress*, Cambridge, 182–184.
- LEESON, S., S. J. SLINGER and J. D. SUMMERS (1978): Utilization of whole tower rapeseed by laying hens and broiler chickens. *Can. J. Anim. Sci.* 58, 55–61.
- LODHI, G. N., R. RENNER and D. R. CLANDININ (1969): Studies on the metabolizable energy of rapeseed meal for growing chickens and laying hens. *Poultry Sci.* 48, 964–970.
- LUCHT, H. W. (1998): Reduction of glucosinolates and sinapine in rapeseed by technical treatment: Description of the technical procedure and effectiveness evaluation. In: A. J. M. JANSMAN, G. D. HILL, J. HUISMAN, A. F. B. VAN DER POEL (Ed.): *Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds and rapeseed*. *Proc. of the third international workshop on 'Antinutritional factors in legume seeds and rapeseed'*. EAAP Public. No. 93, Wageningen Pers, 433–435.
- MIAS-FUTTER (1989): Rechenzentrum zur Förderung der Landwirtschaft in Niedersachsen e. V. Copyright 1989, 90 by RLN in Verden/Aller.
- NAUMANN, C. und R. BASSLER (1993): Methodenbuch des Verbandes der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (1988): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, Bd II, 2. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- NWOKOLO, E. and J. SIM (1989): Barley and full-fat canola seed in layer diets. *Poultry Sci.* 68, 1485–1489.
- ÖLMÜHLENSTATISTIK (1995): Rundschreiben Nr. 111/41/96 des Verbandes der Deutschen Ölmühlen e. V. Bonn.
- PEISKER, M. (1990): Hydrothermische Behandlung und Futterwert. *Die Mühle + Mischfuttertechnik* 127, 400–405.
- RASCH, D., G. HERRENDÖRFER, J. BOCK und K. BUSCH (1978, 1981): *Verfahrensbibliothek Versuchsplanung und -auswertung*; Bd. 1–3. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.
- RICHTER, G., A. LEMSER und J. BARGHOLZ (1996): Rapssamen und Rapsextraktionsschrot als Komponenten in der Legehennenfütterung. *Arch. Anim. Nutr.* 49, 229–241.
- ROTH-MAIER, D. A. und M. KIRCHGESSNER (1988): Zum langfristigen Einsatz von Rapsextraktionsschrot aus 00-Sorten an Legehennen. *Landwirtschaftliche Forschung* 41, 140–150.
- SCHUMANN, W. (1996): Wertbestimmende Inhaltsstoffe im Raps. 4. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 26.–28. 11. 1996, Halle (Saale).
- STATSOFT INC. (1994): *Statistica for the Windows™ Operating System*. Tusla – OK.
- TAYARANIAN, R. H. und H. HENKEL (1989): Untersuchungen über Sinapin, einen unerwünschten Inhaltsstoff in Rapssaaten und Rapsprodukten. *VDLUFA Schriftenreihe* 30, Kongreßband 1989, 401–408.

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. Dr. h. c. Heinz Jeroch, Dr. Sven Dänicke, Dipl.-Ing. agr. Jörg Brettschneider, Institut für Tierernährung und Vorratshaltung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Str. 26, D-06108 Halle (Saale). E-mail: jeroch@mluters1.landw.uni-halle.de

Dr. Wolfgang Schumann, Landesanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Mecklenburg-Vorpommern, Dorfplatz 1, D-18276 Gülzow bei Güstrow.

Eingelangt am 5. Oktober 1998

Angenommen am 2. Februar 1999