



UFOP-SCHRIFTEN | AGRAR

ABSCHLUSSBERICHT

Einsatz von Rapsextraktionsschrot
in der Fütterung von Legehennen

Autoren

Markus Rodehutschord & Gero Seyfang
Universität Hohenheim – Institut für Tierernährung
Emil-Wolff-Str. 10, 70599 Stuttgart

Michael Grashorn
Universität Hohenheim – Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung
Garbenstr. 17, 70599 Stuttgart

Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Fütterung von Legehennen

Markus Rodehutschord¹, Gero Seyfang¹ und Michael Grashorn²

¹Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim, Emil-Wolff-Str. 10, 70599 Stuttgart

²Institut für Tierhaltung und Tierzucht, Universität Hohenheim, Garbenstr. 17, 70599 Stuttgart

Zusammenfassung

Es war das Ziel dieser Untersuchung zu prüfen, wie Legehennen der Herkunft „Lohmann Brown Classic“ mit Futteraufnahme, Legeleistung und Eiqualität auf den Einsatz von Rapsextraktionsschrot in einer Höhe von bis zu 15 % im Futter reagieren. Die eingesetzten Partien des Schrotes entsprachen hinsichtlich des Glucosinolatgehaltes mit 7,2 bzw. 6,6 mmol/kg Trockenmasse etwa dem Durchschnitt der Schrote aus deutschen Ölmühlen. Die Untersuchung umfasste 2 Versuche mit jeweils 448 Hennen und 4 Futtermischungen mit 0, 5, 10 und 15 % Rapsextraktionsschrot. Jeder Futtermischung waren in beiden Versuchen 7 Versuchseinheiten mit jeweils 2 Gruppen zu je 8 Tieren zugeordnet. Beide Versuche umfassten 5 Perioden zu je 28 Tagen. Im ersten Versuch wurde von einem energetischen Ausgleich der Rationen mit Öl abgesehen, weil das Fettsäuremuster des Eidotters Gegenstand der Untersuchung war. Ein signifikanter Effekt des Einsatzes von Rapsextraktionsschrot auf die üblichen Kriterien der Leistung konnte in diesem Versuch zwar nicht festgestellt werden. Es deutete sich aber ein negativer Trend mit zunehmendem Einsatz von Rapsextraktionsschrot an, insbesondere bei der Futteraufnahme. Bei der Eiqualitätsuntersuchung zeigte sich zudem ein signifikanter Rückgang im Eigewicht. Das Fettsäuremuster im Dotter war nur unwesentlich beeinflusst. Im zweiten Versuch, in dem ein energetischer Ausgleich vorgenommen wurde, gab es keine Unterschiede in der Leistung der Hennen und der Eiqualität. Der Einsatz des Rapsextraktionsschrots führte nicht zum Auftreten von Geruchs- oder Geschmacksveränderungen bei den Eiern. Die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigen mit aktuellen Qualitäten von Rapsextraktionsschrot, dass bei braunschalige Eier legenden Hennen dieser Herkunft ein Einsatz von bis zu 15 % Rapsextraktionsschrot im Futter ohne Beeinträchtigung von Leistung und Eiqualität möglich ist.

Summary

The objective was to study the responses of *Lohmann Brown Classic* laying hens to inclusion of solvent-extracted rapeseed meal in the diet up to a level of 15 %. Batches of the meal used in this study contained 7.2 and 6.6 mmol total glucosinolates per kg dry matter, corresponding to the average found in meals from German rape seed processing plants. The study comprised two experiments each using 448 hens and four diets with 0, 5, 10 and 15 % inclusion of rapeseed meal. Each diet was allocated at random to seven experimental units. Each unit consisted of two groups of eight hens. Both experiments lasted for five periods of 28 days. In the first experiment the effect of rapeseed meal on the fatty acids in egg yolk was part of the investigation. Therefore, diets were not equalized in ME by the used of oil. A significant effect of rapeseed meal inclusion on the criteria of performance was not detected, but there was a negative trend with increasing inclusion of rapeseed meal particularly in regard to feed intake. Egg quality measurements showed a significant reduction in egg weight. The fatty acid pattern of the egg yolk was only marginally affected. In the second experiment diets were calculated to have the same ME concentration. Differences in criteria of performance and egg quality between diets were not detected. The inclusion of rapeseed meal in the diets did not affect the sensory properties of the eggs. The results of this study confirm that rapeseed meal of current quality can be included in diets for brown-shelled laying hens of this hybrid up to a level of 15 % without affecting performance of the hens and egg quality traits.

1. Einleitung und Zielsetzung

Rapsextraktionsschrot (**RES**) ist ein Futtermittel, das in großen Mengen zur Verfügung steht und als wertvolle Proteinquelle insbesondere in der Milchkuhfütterung eingesetzt wird. Mit einem hohen Gehalt an Rohprotein und einer hohen Konzentration an Methionin im Rapsprotein bietet es sich grundsätzlich auch als Protein liefernde Futterkomponente für Geflügelmischfutter an. Untersuchungen neueren Datums haben zudem gezeigt, dass Aminosäuren aus RES eine hohe Verdaulichkeit beim Geflügel aufweisen (KLUTH und RODEHUTSCORD, 2006; REZVANI et al., 2009; RODEHUTSCORD et al., 2004). Daten aus älteren Fütterungsversuchen zeigen zwar, dass RES bei legenden Hennen bis zu 15 % in der Ration eingesetzt werden kann (ROTH-Maier und KIRCHGESSNER, 1988). Wegen der Möglichkeit, dass antinutritive Inhaltsstoffe des RES zum Auftreten von Trimethylamin im Ei und damit zu

fischigem Eigeruch und -geschmack beitragen können, wurde RES in der Legehennenfütterung jedoch kaum eingesetzt. Bei speziellen Tainter-Genotypen steigt die Konzentration von Trimethylamin im Dotter mit zunehmendem Anteil von RES im Futter, nicht aber mit Cholinchlorid, signifikant an (WARD et al., 2009). Sowohl in der Rapszucht als auch in der Tierzucht hat es allerdings bedeutende Fortschritte gegeben. Die Glucosinolatgehalte des Schrotes sind gemäß UFOP-Monitoring heute gering (WEBER, 2011), und der Gendefekt, der beim Huhn zu einer Hemmung der Metabolisierung des Trimethylamins führt, konnte mit molekularbiologischen Techniken identifiziert (HONKATUKIA et al., 2005) und in modernen Legehybriden gemerzt werden.

Mit diesem Projekt sollte daher das Potenzial zum Einsatz von RES in der Fütterung von Legehennen erneut untersucht werden. Dazu wurden zwei Fütterungsversuche durchgeführt, in denen die Leistung der Tiere und die Eiqualität ermittelt wurden. Im ersten Versuch wurde besonderes Gewicht auf die Eiqualität, einschließlich der Fettsäuren im Dotter, gelegt, so dass auf einen vollständigen energetischen Ausgleich der Futtermischungen verzichtet werden musste. Im zweiten Versuch war ein energetischer Ausgleich der Rationen mit Öl möglich, weil sich das Fettsäuremuster des Dotterfettes im ersten Versuch als vom Einsatz des RES weitgehend unabhängig erwiesen hatte.

2. Material und Methoden

2.1. Eingesetzte Rapsextraktionsschrote

Die RES wurden für die Versuche als handelsübliche Ware über einen Mischfutterhersteller bezogen. Für beide Versuche stammte das RES aus derselben Ölmühle, aber es waren zwei verschiedene Chargen. Innerhalb eines Versuches wurde jeweils nur eine Charge eingesetzt, die vor Beginn des Versuches in ausreichender Menge bezogen wurde. Die analysierten Inhaltsstoffe einschließlich der Glucosinolate lagen im Erwartungsbereich (Tabelle 1). Bei der Auswahl der Ölmühle war darauf geachtet worden, dass Schrote mit einem Glucosinolatgehalt zur Verfügung standen, der in etwa dem Mittelwert des UFOP-Monitoring entsprach.

Tabelle 1: Analyierte Gehalte an Rohnährstoffen, Faserfraktionen, Aminosäuren und Glucosinolaten in den verwendeten Rapsextraktionsschroten

Versuch		1	2		1	2
					g/16 g N	
Trockenmasse (TM)	g/kg	918	913	Arginin	5,95	6,07
Rohasche	g/kg TM	86	81	Histidin	3,18	3,08
Rohprotein	g/kg TM	369	383	Isoleucin	3,83	3,82
Rohfett	g/kg TM	38	48	Leucin	7,05	7,24
Rohfaser	g/kg TM	153	137	Lysin	5,29	5,59
NDF _{OM}	g/kg TM	348	295	Methionin	1,96	1,99
ADF _{OM}	g/kg TM	238	205	Phenylalanin	4,11	4,12
Glucosinolate	mmol/kg TM	7,2	6,6	Threonin	4,69	4,67
				Valin	5,00	4,79

2.2 Futtermischungen

In beiden Versuchen kamen jeweils vier Futtermischungen zum Einsatz (Tabelle 2). Die Basalration enthielt kein RES (RS_0). In den drei anderen Rationen wurde RES zu 5, 10 bzw. 15 % eingemischt (RS_5, RS_10, RS_15). Der Austausch erfolgte so, dass die Rohprotein- und Aminosäuregehalte möglichst gleich waren. Die Hauptbestandteile der Rationen waren Weizen, Mais, Sojaextraktionsschrot und Luzernegrünmehl. In Versuch 1, in dem auch der Einfluss des RES auf das Fettsäuremuster des Dotterfettes untersucht werden sollte, konnte der Anteil des Öls nicht variiert und daher der ME-Gehalt nicht völlig gleich gehalten werden. In Versuch 2 wurde mit Einsatz von Sojaöl so kalkuliert, dass die Rationen die gleichen ME-Gehalte aufwiesen.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Futterrationen (g/kg) mit unterschiedlichen Anteilen von Rapsextraktionsschrot (RES)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
RES	0	50	100	150	0	50	100	150
Sojaextraktionsschrot	225	195	165	135	225	194	164	134
Weizen	489,4	478,5	466,6	454,6	489,5	479,1	470,4	453,4
Mais	80	80	80	80	80	80	80	80
Luzernegrünmehl	45	36	28	20	45	34	22	16
Sojaöl	46	46	46	46	46	49	51	55
Futterkalk	91,9	91,9	91,9	92,0	91,7	91,7	91,4	91,4
Natriumbicarbonat	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Monocalciumphosphat	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,5	6,5	5,6
NaCl	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
DL-Methionin	1,5	1,4	1,3	1,2	1,5	1,4	1,3	1,2
L-Lysin·HCl	-	-	-	-	0,0	0,1	0,1	0,1
Cholinchlorid	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Mineralvormischung ¹	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Vitaminvormischung ²	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Zusatzstoffe ³	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,2	4,2
<i>Kalkulierte Gehalte</i>								
ME _N (MJ/kg)	11,4	11,3	11,2	11,1	11,4	11,4	11,4	11,4
Rohprotein (g/kg)	177	177	177	177	177	177	177	177
Met (g/kg)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Lysin (g/kg)	8,6	8,5	8,4	8,3	8,6	8,5	8,6	8,6

¹ Zusammensetzung (je kg Vormischung): 120 g Mangan aus Mangan-(II)-oxid, 80 g Zink aus Zinkoxid, 90 g Eisen aus Eisen-(II)-carbonat, 15 g Kupfer aus Kupfer-(II)-sulfat Pentahydrat, 1600 mg Jod aus Calciumjodat wasserfrei, 600 mg Kobalt aus basisches Kobalt-(II)-carbonat Monohydrat, 500 mg Selen aus Natriumselenit.

² Zusammensetzung (je kg Vormischung): 6.000.000 I.E. Vitamin A 1.500.000, I.E. Vitamin D3, 15.000 mg Vit E (DL-alpha tocopherylacetat), 1.500 mg Vitamin B1, 3.000 mg Vitamin B2, 3.000 mg Vitamin B6, 15.000 mcg Vitamin B12, 1.200 mg Vitamin K3, 7.000 mg Calcium-D-Pentothentat, 500 mg Folsäure, 50.000 mcg Biotin

³ Zusatzstoffe (in g/kg Futtermischung): Luprosil 2, Avizant Y 20S 0,4, Avizant R 5S 1,6, Loxidan TD100 0,2.

Die Herstellung der Futtermischungen erfolgte in der zertifizierten Mischfutteranlage der Versuchsstation für Tierhaltung, Tierzucht und Kleintierzucht der Universität Hohenheim (DE BW 4 000 01). In jedem Versuch wurden von jeder Futtermischung drei Chargen im Abstand von etwa acht Wochen gemischt. Jede Charge wurde für die chemische Analyse separat beprobt. Die Chargen der verwendeten Einzelkomponenten waren während des jeweiligen Versuches dieselben.

Tabelle 3: Analyisierte Nährstoffgehalte in den Futtermischungen (g/kg TM)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Trockenmasse (g/kg)	912	912	911	912	901	903	906	908
Rohasche	150	149	155	150	135	139	128	135
Rohprotein	184	187	183	194	193	189	201	200
Rohfett	75	76	78	75	70	75	81	84
Rohfaser	38	42	46	47	43	46	48	49
NDF _{OM}	122	134	143	145	116	123	127	131
ADF _{OM}	52	61	68	73	52	54	58	67
Stärke	388	377	365	368	386	383	371	363
ME _N (MJ/kg TM) ¹	12,5	12,4	12,2	12,3	12,4	12,5	12,7	12,6

¹ Geschätzt mit Mischfutterformel. Der Gehalt an Zucker wurde aus Angaben für Einzelfuttermittel (JEROCH et al., 2008a) mit 45 g/kg TM berechnet.

Die analysierten Nährstoffgehalte bestätigten weitgehend die angestrebten Gehalte (Tabelle 3). Die Gehalte an Rohprotein betragen in Versuch 1 knapp 190 und in Versuch 2 etwa 195 g/kg TM. Erwartungsgemäß stiegen die Konzentrationen der Faserfraktionen mit zunehmendem Mischungsanteil von RES an, und die Gehalte an Stärke gingen zurück. Die Gehalte an ME_N waren im Rahmen der Schätzgenauigkeit kaum voneinander verschieden. Es deutete sich aber ein Rückgang der ME_N mit zunehmendem RES-Anteil in Versuch 1 an. In Versuch 2 ging die Tendenz hingegen zu ansteigenden Gehalten, die in Übereinstimmung mit den zunehmenden Gehalten an Rohfett standen. Die analysierten Aminosäuregehalte spiegeln das Muster wider, das aufgrund der unterschiedlichen Mischungsanteile und der Aminosäuregehalte von RES zu erwarten war (Tabelle 4). Die Analytik der Fettsäuren zeigte eine leichte Erhöhung des Anteils der mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit zunehmendem RES-Anteil in der Ration. Ansonsten waren die Anteile der Fettsäuregruppen kaum verschieden (Tabelle 5). Alle analysierten Fettsäuren sind im Detail in der Tabelle 10 im Anhang aufgeführt.

Tabelle 4: Analyisierte Gehalte an essenziellen Aminosäuren in den Futtermischungen (g/16 g N)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Arginin	6,35	6,35	6,38	6,01	6,34	6,08	6,39	5,91
Histidin	2,95	2,98	2,97	2,97	2,85	2,79	2,95	2,91
Isoleucin	3,80	3,89	4,01	3,74	3,75	3,62	3,95	3,47
Leucin	7,45	7,43	7,49	7,27	7,48	7,25	7,67	7,14
Lysin	4,79	4,88	4,91	4,56	5,01	4,86	5,24	4,86
Methionin	2,33	2,25	2,31	2,13	2,29	2,16	2,26	2,08
Met + Cys	3,98	3,93	4,13	4,08	3,99	3,92	4,13	3,95
Phenylalanin	4,88	4,83	4,80	4,68	4,88	4,64	4,90	4,43
Threonin	3,73	3,80	3,89	3,82	3,66	3,64	3,91	3,79
Valin	4,31	4,44	4,69	4,45	4,09	4,09	4,46	4,00

Tabelle 5: Analyisierte Fettsäuren (gruppiert) in den Futtermischungen von Versuch 1 (% der analysierten Fettsäuren)¹

	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Gesättigte	14,8	16,8	13,9	13,7
Einfach ungesättigte	22,0	22,3	24,1	24,8
Mehrfach ungesättigte	62,9	60,5	62,0	61,5
n6	55,5	53,5	54,7	54,4
n3	7,4	7,0	7,4	7,0
n6/ n3	7,5	7,6	7,4	7,7

¹ Die einzelnen Fettsäuren sind in Tabelle 10 im Anhang aufgeführt.

2.3. Versuchstiere und deren Haltung

Die beiden Versuche waren bezüglich ihres Aufbaus und der Durchführung gleich. Sie wurden nacheinander in einer dreistöckigen Etageanlage mit ausgestalteten Käfigeinheiten (Big Dutchman Aviplus) in einem Stallgebäude der Versuchsstation für Tierhaltung, Tierzucht und Kleintierzucht der Universität Hohenheim durchgeführt.

Es wurden jeweils 448 Legehennen der Herkunft „Lohmann Brown Classic“ in Kleingruppen zu jeweils acht Tiere eingestallt. Wegen Besonderheiten bei der technischen Ausgestaltung der Käfiganlage bildeten jeweils zwei dieser Kleingruppen eine Versuchseinheit. Die insgesamt 28 Versuchseinheiten wurden randomisiert auf die vier Behandlungen (RS_0, RS_5, RS_10 und RS_15) aufgeteilt, so dass je

Behandlung sieben Wiederholungen vorhanden waren. Die Tiere wurden jeweils als Junghennen im Alter von etwa 20 Wochen von der LSL-Rhein Main (Dieburg) zugekauft, in die Versuchskäfige eingestallt, und zunächst mit einem handelsüblichen Mischfutter gefüttert. Der Versuch begann, wenn die Herde im Mittel eine Legeleistung von 50 % (Versuch 1, 27. Mai 2010) bzw. 40 % (Versuch 2, 25. März 2011) erreicht hatte.

Jeder Versuch umfasste fünf Perioden zu je 28 Tagen. Die Tiere hatten ständig freien Zugang zum Versuchsfutter und zu Tränkewasser. Die Beleuchtungsdauer betrug 14 Stunden pro Tag.

2.4. Datenerfassung

Die Hennen wurden beim Einstellen und bei Versuchsende individuell gewogen. Das Futter wurde regelmäßig aus zuvor gewogenen Behältern bei Bedarf in die Tröge gefüllt und am Ende jeder Periode wurden die Futterreste gewogen. Tierabgänge wurden registriert. Die Eizahl je Käfig wurde täglich erfasst. Die Durchschnittseigewichte wurden jeweils am Ende einer Periode ermittelt. Dazu wurden die Eier eines Wochenendes von jeder Versuchseinheit (16 Hennen) gesammelt und gewogen. Legeleistung, Futteraufwand, Durchschnittseigewichte und Eimasse wurden hieraus errechnet (Übersicht 1).

Übersicht 1: Berechnete Daten

$$\text{Legehennentage (d)} = \sum_{n=1}^{28} X_n$$

X_n = Zahl der Hennen am Tag n der Periode

$$\text{Legeleistung (\%)} = \frac{\text{Anzahl Eier je Käfigeinheit} \times 100}{\text{Legehennentage je Käfigeinheit (d)}}$$

$$\text{Mittleres Eigewicht (g / Ei)} = \frac{\text{Gesamteigewicht (g)}}{\text{Eizahl}}$$

$$\text{Eimasse je Huhn (g)} = \frac{\text{Durchschnittseigewicht (g)} \times \text{Legeleistung (\%)} \times \text{Periodendauer (d)}}{100}$$

$$\text{Futteraufwand (kg Futter / kg Ei)} = \frac{\text{Futterverbrauch (kg)}}{\text{Eimasse (kg)}}$$

Am Ende der zweiten und der vierten Periode wurden Eier zur Bestimmung der Eiqualität entnommen. Die Bestimmung des Fettsäurenmusters im Dotterfett erfolgte zum Ende von Versuch 1. Dabei wurde von jeder Versuchseinheit eine aus 8 Dottern gepoolte Probe analysiert.

2.5. Analysen und Bestimmungen

2.5.1 Futter

Die Gehalte an Weender Rohnährstoffen, Stärke, und aschefreien Detergenzienfasern wurden nach den Methoden des VDLUFA (2006) analysiert. Die Gehalte an Aminosäuren wurden nach Oxidation und Hydrolyse gemäß RODEHUTSCORD et al. (2004) mittels eines Aminosäureanalytators (Biochrom 30, Biochrom Ltd, Cambridge, UK) bestimmt. Die Bestimmung der Fettsäuren erfolgte verändert nach FOLK et al. (1957). Nach der Extraktion durch eine Chloroform-Methanolmischung und Derivatisierung durch methanolische NaOH und anschließender Veresterung mit Bortrifluorid wurde eine gaschromatographische Trennung (Varian Inc. Palo Alto, USA) durchgeführt. Die stationäre Phase bestand hierbei aus (50%-Cyanpropyl)-Methylpolysiloxan. Das Trägergas war Stickstoff (5.0). Die Brenngase für den Flammenionisationsdetektor waren Wasserstoff (5.0) sowie synthetische Luft (20,5% O₂ in N₂). Die Gehalte an Glucosinolaten in den beiden RES wurden im Labor der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft gemäß EU-Methode (EC, 1990) ermittelt.

2.5.2 Eier

Die Merkmale der inneren Eiqualität (Dottergewicht, Dotterfarbe, Eiklarhöhe) wurden nach der zweiten und vierten Periode mit jeweils mindestens 104 Eiern pro Behandlung bestimmt. Das Gewicht des ganzen Eis sowie jedes dazugehörigen Dotters wurde ermittelt. Die Dotterfarbe wurde unter Verwendung des DSM-Farbfächers (Fa. DSM, Basel, Schweiz) eingeschätzt. Die Eiklarhöhe wurde mittels einer auf einem Dreibein montierten Mikrometerschraube ermittelt. Dazu wurde jedes Ei zunächst gewogen, aufgeschlagen, und die Eiklarhöhe in einem Abstand von etwa einem Zentimeter vom Dotter bestimmt und die Haugh-Einheiten berechnet ($HU = 100 \cdot \log(\text{Eiklarhöhe} - 1,7 \cdot \text{Eigewicht}^{0,37} + 7,6)$). Der Dotter wurde anschließend von anhängendem Eiklar befreit und separat gewogen.

Zur Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung wurden je Behandlung 7 Dotterpools (1 Pool bestand aus 8 Dottern aus derselben Wiederholung) gebildet. Die Probenaufbereitung und die qualitative Bestimmung der Fettsäuren (Einzelfettsäuren in % der Gesamtfettsäuren) mittels Gaschromatographie erfolgten nach Steinhilber (2003).

In **Versuch 1** wurden die geruchlichen und geschmacklichen Eigenschaften der Eier untersucht. Der Vergleich wurde zunächst nur zwischen der Behandlung mit der höchsten RES-Zulage und der Kontrolle vorgesehen. Im Falle von geschmacklichen Unterschieden zwischen den Extremgruppen sollten auch die übrigen Behandlungen geprüft werden. In einem ersten Schritt wurden daher die Eier der Behandlungen RS_0 und RS_15 am Ende der zweiten Versuchsperiode mittels Dreieckstest (DIN EN ISO 4120) verglichen. Die Prüfung erfolgte mit 6 Testpersonen in zwei Versuchsrunden. Nachdem bei diesem ersten Sensoriktest keine Unterschiede festgestellt werden konnten, wurden am Ende der vierten Versuchsperiode die Eier derselben Behandlungen mittels Paarweiser Vergleichsprüfung (DIN EN ISO 5494) verglichen. Hierzu wurden etwa 110 Eier je Behandlung verwendet und von zwei Testpersonen bewertet. Bei dem Test wurde ein besonderes Augenmerk auf Geruchsabweichungen gelegt.

Für die Tests wurden die Eier 8 Minuten gekocht, wobei für 1 kg Eimasse zwei Liter Wasser verwendet wurden, und im warmen Zustand geprüft. Die Tester mussten Geschmacksunterschiede zwischen Eiern feststellen, ohne zu wissen aus welcher Behandlungsgruppe die Eier stammten. Konnten sie keine Unterschiede feststellen galt die Nullhypothese: „Alle Eier sind von gleicher Qualität“ als bestätigt.

Die Paarweise Vergleichsprüfung (110 Eier) zielte auch auf Geschmacksunterschiede ab, jedoch war den Testpersonen die Zugehörigkeit der Eier zu den Behandlungsgruppen bekannt.

2.6 Berechnungen und statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm JMP (Firma SAS Institute Inc.) durchgeführt. Die Ergebnisse werden als Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben. Es wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt und die Mittelwerte mittels t-Test verglichen. Das Signifikanzniveau wurde auf $P < 0,05$ festgelegt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Leistungsdaten

Die Versuche verliefen planmäßig und ohne besondere Vorkommnisse. Die Anzahl der Tierabgänge während der Versuche war sehr gering, und ein Einfluss der Behandlung war nicht erkennbar (Tabelle 6). In beiden Versuchen war das Leistungsniveau im Erwartungsbereich. Die Hennen hatten in beiden Versuchen und unabhängig von der Behandlung einen Zuwachs an Lebendmasse von knapp 0,7 kg (Tabelle 11 im Anhang).

In Versuch 1 zeigte sich bei der Auswertung des gesamten Versuchszeitraums bei keinem der Leistungskriterien ein signifikanter Unterschied zwischen den Rationen (Tabelle 6). Die für RS_15 ermittelten Werte waren allerdings um 3 bis 5 % schlechter als die für RS_0, und es deutete sich ein negativer Trend mit zunehmendem RES-Anteil in der Ration insbesondere bei den Eigewichten an. Diese Tendenzen könnten eine Konsequenz der Unterschiede im ME-Gehalt der Rationen gewesen sein. Bei Auswertung der einzelnen Perioden, deren Ergebnisse im Anhang dargestellt sind, wurden signifikante Unterschiede festgestellt, nämlich bei den Eigewichten und dem Futteraufwand in den Perioden 3 und 5 (Tabelle 12 bis Tabelle 15 im Anhang). Bei vorsichtiger Interpretation der Daten zum Futtermittelverbrauch (Tabelle 14 im Anhang) deutet sich an, dass die Hennen insbesondere in der frühen Phase des Versuches auf die zunehmenden Anteile des RES negativ reagierten, während die Unterschiede ab der dritten Periode nicht mehr erkennbar waren.

In einer Untersuchung von ROTH-MAIER und KIRCHGESSNER (1988) zeigte sich ebenfalls ein Rückgang in der Futteraufnahme der Hennen mit zunehmendem Anteil von RES im Futter, wobei der Effekt erst bei einem Anteil von 20 % RES signifikant war. Negative Einflüsse auf die Legeleistung und das Eigewicht wurden von ROTH-MAIER und KIRCHGESSNER (1988) nicht festgestellt. Bei Einsatz von RES bis zu 19 % in der Ration im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot und bei Ausgleich des ME-Gehaltes konnte auch KAMINSKA (2003) keinen negativen Einfluss auf die Legeleistung von Hennen feststellen. Das in dieser Untersuchung eingesetzte Schrot hatte einen Glucosinolatgehalt von 10 mmol/kg fettfreie TM. Eine Untersuchung aus dem Iran berichtet von unbeeinflusster Leistung und Futteraufnahme bei Einsatz von RES im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot (RIYAZI et al., 2008). Allerdings waren die Versuchsdauer mit 12 Wochen und die Anzahl der Wiederholungen mit 3 Gruppen zu je 12 Hennen relativ gering, und die Hennen hatten bei Versuchsbeginn in der 44. Lebenswoche den Leistungspeak bereits überschritten.

In **Versuch 2**, in dem ein energetischer Ausgleich vorgenommen worden war, waren weder signifikante Unterschiede noch Tendenzen erkennbar. Das Leistungsniveau war dem aus Versuch 1 vergleichbar. Auch in den einzelnen Perioden kam es nicht zu signifikanten Unterschieden.

Tabelle 6: Leistung der Legehennen während des gesamten Versuchszeitraums¹ (Mittelwert und Standardabweichung; n=7 Wiederholungen)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Futtermittelverbrauch (g/d)	116 4	116 2	114 3	113 2	114 2	113 3	114 1	111 3
Legeleistung (%)	95 3	96 2	93 3	92 5	95 1	94 4	97 2	95 3
Mittleres Eigewicht (g)	60,7 1,0	59,9 0,7	59,5 1,1	59,3 0,7	61,4 1,9	61,0 0,8	61,1 0,9	60,1 0,9
Eimasse (kg/Henne)	8,0 0,3	8,0 0,2	7,8 0,3	7,6 0,4	8,2 0,4	8,1 0,3	8,3 0,1	8,0 0,2
Futter/Eimasse (g/g)	2,02 0,08	2,02 0,07	2,04 0,01	2,08 0,03	1,90 0,11	1,90 0,05	1,88 0,04	1,91 0,04
Anzahl Abgänge	0	1	1	2	0	0	0	1

¹ Der Versuchszeitraum umfasste 5 Perioden von jeweils 28-tägiger Dauer. Daten für die einzelnen Perioden sind im Anhang in den Tabelle 12 bis Tabelle 15 dargestellt.

3.2 Eiqualität

Während in Publikationen älteren Datums stark fischig riechende Proben einen Anteil von bis zu 27 % der getesteten Eier ausmachten (HOBSON-FROHOCK et al. 1973), wurden in dieser Untersuchung bei dem Dreieckstest nach der zweiten Periode keine Geruchsabweichungen festgestellt. Ebenso ergab die Paarweise Vergleichsprüfung keinen Unterschied zwischen den Behandlungen RS_0 und RS_15. Es wurde somit bestätigt, dass in der verwendeten Herkunft Lohmann Brown Classic der Gendefekt durch die Züchtung effektiv beseitigt wurde. Aussagen zu anderen braunschalige Eier legenden Herkünften können aber nicht gemacht werden.

In den Stichproben der für die Eiqualitätsuntersuchung gewonnenen Eier zeigte sich in Versuch 1 eine signifikant verminderte Einzeleimasse mit zunehmendem Anteil von RES im Futter (Tabelle 7). Dies bestätigt den Effekt, der bei den Leistungsdaten bereits als Tendenz erkennbar war. Korrespondierend zu den Eigewichten waren in Versuch 1 auch die Dottergewichte mit zunehmendem RES-Anteil geringer. Der Dotteranteil betrug etwa 25 % und war von der Behandlung nicht beeinflusst. Von

einer Reduzierung der Einzeleimasse bei Einsatz von RES berichtet auch KAMINSKA, (2003). Die Reduzierung war allerdings erst bei RES-Anteilen in der Ration von mehr als 12 % erkennbar. Andere Kriterien der Eiqualität (außer Geruch) blieben in der Untersuchung von KAMINSKA (2003) durch den RES-Anteil im Futter unbeeinflusst.

Beim zweiten Messtermin in Versuch 1 wurde eine geringfügige, aber signifikante Veränderung der Dotterfarbe festgestellt. Der Unterschied bestand zwischen der Behandlung RS_0 einerseits und den übrigen Behandlungen andererseits, und ein Effekt der Einsatzhöhe von RES war nicht erkennbar. ROTH-MAIER und KIRCH-GESSNER (1988) beobachteten ebenfalls eine dunklere Dotterfärbung bei Einsatz von RES. Die Ursache hierfür ist nicht klar. Der Xanthophyll-Gehalt im RES dürfte nicht hoch genug sein, um die beobachteten Farbunterschiede hervorzurufen.

Tabelle 7: Merkmale der inneren Eiqualität in Versuch 1 (Mittelwert und Standardabweichung)¹

	Messtermin 1				Messtermin 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Eimasse (g)	62 ^a 5	61 ^{ab} 5	59 ^{bc} 4	60 ^c 6	64 ^a 4	62 ^b 5	62 ^{bc} 4	61 ^c 4
Eiklarhöhe (mm)	6,1 1,2	6,3 1,2	6,2 1,1	6,3 1,0	5,3 1,1	5,3 0,9	5,0 0,1	5,3 0,1
Haugh Einheit	76 11	78 9	78 8	78 8	71 20	69 8	68 10	70 10
Dotterfarbe (Skala von 1-15)	12,3 0,5	12,4 0,5	12,2 0,6	12,4 0,6	12,1 ^a 0,5	12,4 ^b 0,6	12,3 ^b 0,6	12,3 ^b 0,5
Dotteranteil (%)	24,6 1,6	24,3 1,6	24,4 1,5	24,3 1,7	25,8 1,7	25,5 1,5	25,5 1,8	25,3 1,7
Schalenstabilität (N)					44 8	45 8	45 8	45 8

¹ Die Anzahl der untersuchten Eier je Behandlung betrug 104 bis 113 (Messtermin 1) und 111 bis 115 (Messtermin 2).

Bei allen übrigen Kriterien der Eiqualität wurden in Versuch 1 keine Unterschiede festgestellt. In Versuch 2 traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen in den untersuchten Kriterien der Eiqualität auf (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Merkmale der inneren Eiqualität in Versuch 2
(Mittelwert und Standardabweichung)**

	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Eimasse (g)	62 5	62 5	61 4	61 5
Eiklarhöhe (mm)	6,3 1,2	6,2 1,0	6,2 1,1	6,5 1,1
Haugh Einheit	78 9	77 8	77 8	79 7
Dotterfarbe (Skala von 1-15)	11,9 0,5	11,8 1,1	12,0 0,5	11,9 0,5
Schalenstabilität (N)	46 9	45 8	45 9	44 8

¹ Mindestens 113 Eier je Wiederholung.

Im Dotterfett dominierten die Fettsäuren C18:1, C18:2 und C16:0 mit jeweils etwa 35, 27 und 21 % der Gesamtfettsäuren ohne einen Unterschied zwischen den Behandlungen (Tabelle 10 im Anhang). Die Summe der einfach ungesättigten Fettsäuren war in RS_5 und RS_15 signifikant höher als in RS_0, die Unterschiede waren aber gering und ließen keinen eindeutigen Trend in Abhängigkeit des RES-Anteils im Futter erkennen (Tabelle 9). Die geringe Beeinflussung des Fettsäuremusters im Dotter durch den RES-Gehalt des Futters ist auf den geringen Fettgehalt im RES zurück zu führen.

Tabelle 9: Zusammenfassende Darstellung zu Gruppen von Fettsäuren des Eidotters im Versuch 1 (% der ermittelten Fettsäuren, Mittelwert und Standardabweichung)¹

	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Gesättigte	30,3 0,7	29,3 1,4	29,8 1,2	29,5 0,9
Einfach ungesättigte	36,3 ^a 0,8	37,4 ^b 0,7	36,6 ^{ab} 0,8	36,8 ^b 0,9
Mehrfach ungesättigte	32,5 0,9	32,1 1,4	32,5 1,0	32,5 0,9
n6	29,2 0,9	29,0 1,3	29,3 1,0	29,4 0,8
n3	3,3 0,2	3,1 0,1	3,2 0,1	3,1 0,1
n6/n3	8,8	9,4	9,2	9,5

¹ Die einzelnen Fettsäuren sind in Tabelle 10 im Anhang aufgeführt.

4. Schlussfolgerungen

In der Gesamtschau lassen die Ergebnisse der beiden Versuche die Schlussfolgerung zu, dass bei einem Einsatz von RES von bis zu 15 % im Futter für braunschalige Eier legende Hennen nicht mit Nachteilen für die Eiqualität gerechnet werden muss, wenn der geringere ME-Gehalt des RES in der Rationsplanung berücksichtigt und ausgeglichen wird. Die in Versuch 1 beobachtete Verminderung des Eigewichtes bei Einsatz von RES trat in Versuch 2 nicht auf. Eine Beeinflussung von Geruch und Geschmack der Eier konnte nicht festgestellt werden.

Hinsichtlich der Leistung reagierten die Tiere in beiden Versuchen unterschiedlich. In Versuch 1, in dem kein energetischer Ausgleich der Rationen vorgenommen wurde, gab es zwar nur wenig signifikante Effekte des RES-Einsatzes. Eine Tendenz zu verminderter Futteraufnahme und Leistung war allerdings vorhanden. Diese Tendenz trat in Versuch 2 nicht auf, und es liegt die Vermutung nahe, dass dies mit dem energetischen Ausgleich der Rationen zusammenhängt. In praktischen Rationen, in denen der ME-Gehalt bei der Optimierung als ein vorrangiges Kriterium berücksichtigt wird, kann RES daher nach den Ergebnissen dieses Projektes bis zu einem Anteil von 15 % eingesetzt werden.

JEROCH et al. (2008b) kamen in ihrer Literaturlauswertung zu der Schlussfolgerung, dass an Hennen, die braunschalige Eier legen, keine Rapsfuttermittel (außer Öl) verfüttert werden sollen, „solange keine Neuzüchtungshybriden mit dem Leberenzym Trimethylaminoxidase in den Legebetrieben vorhanden sind“. Diese Limitierung ist mittlerweile aufgehoben. Dieselben Autoren konstatieren auch, dass bei sehr geringem Glucosinolatgehalt RES ein „problemloses Futtermittel“ für Legehennen ist. Diese Schlussfolgerung wird durch die Ergebnisse dieses Projektes bestätigt.

5. Literaturverzeichnis

- EC (European Commission) (1990) Oilseeds - determination of glucosinolates -high performance liquid chromatography. Official Journal of the European Communities, L170, 33, 27-34.
- HOBSON-FROHOCK, A., LAND, D. G., GRIFFITHS, N. M., CURTIS, R. F., 1973: Egg taints: Association with trimethylamine. *Nature* 243, 304-305.
- HONKATUKIA, M., REESE, K., PREISINGER, R., TUISKULA-HAAVISTO, M., WEIGEND, S., ROITO, J., MÄKI-TANILA, A., VILKKI, J., 2005: Fishy taint in chicken eggs is associated with a substitution within a conserved motif of the FMO3 gene. *Genomics* 86, 225-232.
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O., 2008a: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere (2. Aufl.). Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- JEROCH, H., JANKOWSKI, J., SCHÖNE, F., 2008b: Rapsfuttermittel in der Broiler- und Legehennenfütterung. *Archiv für Geflügelkunde* 72, 49-55.
- KAMINSKA, B.Z., 2003: Substitution of soyabean meal with "00" rapeseed meal or its high-protein fraction in the nutrition of hens laying brown-shelled eggs. *Journal of Animal and Feed Sciences* 12, 111-119.
- KLUTH, H., RODEHUTSCORD, M., 2006: Comparison of amino acid digestibility in broiler chickens, turkeys, and Pekin ducks. *Poultry Science* 85, 1953-1960.
- REZVANI, M., KLUTH, H., BULANG, M., RODEHUTSCORD, M., 2009: Amino acid digestibility of rapeseed meals in caeectomised laying hens. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 131.
- RIYAZI, S.R., EBRAHIM-NEZHAD, Y., NAZER-ADL, K., MAHERI-SIS, N., VAHDATPOUR, T., FOULADI, P., 2008: The effects of replacing soybean meal with different levels of rapeseed meal on performance of commercial laying hens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 3, 448-452.
- RODEHUTSCORD, M., KAPOCIUS, M., TIMMLER, R., DIECKMANN, A., 2004: Linear regression approach to study amino acid digestibility in broiler chickens. *British Poultry Science* 45, 85-92.
- ROTH-MAIER, D.A., KIRCHGESSNER, M., 1988: Zum langfristigen Einsatz von Rapsextraktionsschrot aus 00-Sorten an Legehennen. *Landwirtschaftliche Forschung* 41, 140-150.
- WARD, A.K., CLASSEN, H.L., BUCHANAN, F.C., 2009: Fishy-egg tainting is recessively inherited when brown-shelled layers are fed canola meal. *Poultry Science* 88, 714-721.

6. Anhang

Tabelle 10: Anteile der wichtigsten Fettsäuren im Futter und Eidotter (% der analysierten Fettsäuren) in Versuch 1

	Futter				Eidotter			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
C 16:0	11,8	12,3	11,1	11,0	21,4	20,8	21,1	20,8
C 16:1n7c	-	-	0,2	-	1,4	1,4	1,4	1,3
C 17:0	-	0,1	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2
C 18:0	3,0	4,3	2,8	2,7	8,7	8,3	8,5	8,5
C 18:1n9c	21,2	22,1	21,8	24,6	34,4	35,4	34,5	35,0
C 18:1n7	0,6	-	1,8	-	0,4	0,6	0,7	0,5
C 18:2n6c	55,5	53,5	54,6	54,4	27,3	27,1	27,4	27,6
C 18:3n3	7,2	6,6	7,2	7,0	2,0	1,8	1,9	1,8
C 20:4n6	-	-	-	-	1,9	1,9	1,9	1,8
C 22:6n3	-	-	-	-	1,3	1,3	1,3	1,3

Tabelle 11: Lebendmasse der Hennen (kg) (Mittelwert und Standardabweichung)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Einstellung	1,29	1,29	1,27	1,29	1,33	1,31	1,33	1,34
	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02
Versuchsende	1,96	1,96	1,92	1,94	2,01	2,01	2,02	2,02
	0,06	0,06	0,06	0,04	0,05	0,07	0,06	0,07
Zunahme	0,67	0,67	0,65	0,65	0,69	0,70	0,69	0,69

Tabelle 12: Eigewichte (g) in den einzelnen Perioden (Mittelwert und Standardabweichung)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Periode 1	57,6 0,6	57,0 1,1	57,9 2,1	57,0 0,9	56,9 1,2	57,3 0,9	57,4 1,1	56,9 1,2
Periode 2	58,6 0,9	57,9 1,0	57,3 1,2	57,8 1,1	61,3 1,3	60,9 0,5	61,4 1,1	60,1 1,1
Periode 3	61,8 ^a 1,6	60,8 ^{ab} 0,7	59,9 ^b 0,8	59,8 ^b 1,3	61,4 1,5	61,5 0,7	61,5 0,7	60,8 1,2
Periode 4	62,0 1,5	61,4 0,9	60,8 1,1	60,6 1,0	63,9 6,3	62,6 1,4	62,3 0,7	60,9 1,2
Periode 5	63,3 ^a 1,3	62,6 ^{ab} 1,1	61,5 ^b 1,2	61,4 ^b 0,9	63,6 1,0	62,9 1,0	63,2 1,2	62,1 1,1

Tabelle 13: Legeleistung (%) in den einzelnen Perioden (Mittelwert und Standardabweichung)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Periode 1	91,7 4,6	90,9 3,5	91,0 5,4	89,2 3,4	90,0 3,6	89,9 8,4	91,9 3,6	90,9 3,3
Periode 2	97,5 3,5	97,3 2,0	96,4 3,3	93,3 6,3	95,1 3,1	93,9 5,0	98,0 2,8	93,7 4,4
Periode 3	96,1 2,9	97,0 2,1	94,9 3,6	92,9 5,8	97,5 2,2	95,6 3,1	98,4 2,5	95,3 5,4
Periode 4	93,4 5,6	96,3 3,5	92,4 4,5	91,9 6,6	97,5 3,2	97,6 5,3	100,2 4,6	98,2 4,0
Periode 5	94,0 4,8	97,8 2,2	94,8 2,6	92,2 7,3	96,1 1,8	95,0 2,7	96,6 1,4	95,6 2,1

Tabelle 14: Futtermittelverbrauch (g/Tag) in den einzelnen Perioden (Mittelwert und Standardabweichung)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Periode 1	117 ^a 5	115 ^{ab} 3	113 ^{bc} 4	111 ^c 3	114 5	113 4	112 2	109 3
Periode 2	117 8	115 4	111 5	109 3	113 10	111 5	114 6	110 6
Periode 3	116 4	117 3	117 5	116 4	113 3	112 3	112 2	111 4
Periode 4	116 5	117 6	114 4	116 5	116 3	115 4	117 1	114 3
Periode 5	113 4	113 3	115 2	115 5	116 3	113 3	115 3	112 4

Tabelle 15: Futteraufwand (g Futter/g Eimasse) in den einzelnen Perioden (Mittelwert und Standardabweichung)

	Versuch 1				Versuch 2			
	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15	RS_0	RS_5	RS_10	RS_15
Periode 1	2,23 0,13	2,23 0,14	2,14 0,11	2,18 0,09	2,23 0,18	2,21 0,20	2,12 0,11	2,11 0,10
Periode 2	2,04 0,15	2,05 0,13	2,02 0,03	2,04 0,17	1,94 0,21	1,95 0,15	1,90 0,15	1,95 0,11
Periode 3	1,95 ^a 0,07	1,99 ^a 0,04	2,06 ^b 0,04	2,08 ^b 0,07	1,89 0,04	1,91 0,07	1,85 0,05	1,92 0,12
Periode 4	2,00 0,08	1,97 0,07	2,03 0,05	2,08 0,07	1,87 0,16	1,89 0,07	1,89 0,08	1,91 0,06
Periode 5	1,90 ^a 0,11	1,85 ^{ab} 0,07	1,97 ^b 0,06	2,04 ^b 0,17	1,90 0,06	1,90 0,07	1,89 0,04	1,88 0,06



Herausgeber:

UNION ZUR FÖRDERUNG VON
OEL- UND PROTEINPFLANZEN E.V. (UFOP)

Claire-Waldoff-Straße 7 · 10117 Berlin

info@ufop.de · www.ufop.de