

## Der Einsatz von organischen Calciumverbindungen und von Calciumsilicat im Legehennenfutter

HERMANN VOGT und SIEGFRIED HARNISCH

Institut für Kleintierzucht

### Einleitung

Die Versorgung der Hennen mit Calcium kann evtl. durch den Einsatz von Calciumverbindungen mit gegenüber Calciumcarbonat und Calciumphosphat abweichenden Löslichkeiten verbessert werden. Leichtlösliche Calciumverbindungen sind u. a. organische Calciumverbindungen und schwerlösliche Calciumverbindungen sind u. a. Calciumsilicate.

Von den *organischen Calciumverbindungen* liegen vor allem Versuchsergebnisse über den Einsatz von Calciumlactat vor, die unterschiedliche Effekte auf Legeleistung und Eischalenqualität aufzeigten. Bereits 1946 ersetzte Heywang den gesamten Calciumcarbonatanteil der Rationen (2,3 %) durch Calciumlactat (6,9 %) und fand in 2 Versuchen keine Unterschiede im Eigewicht und Eischalenanteil. Auch Wilkinson (1961) und Balloun und Marion (1962) setzten Calciumlactat als Hauptcalciumquelle in Rationen mit zwei Calciumgehalten (2,25 und 3 % Ca bzw. 2,25 und 2,75 % Ca) ein und bekamen bei abnehmender Legeleistung einmal eine Verringerung der Schalendicke und einmal eine Verbesserung der Eischalenqualität. Bei den Untersuchungen von Kent et al. (1960) führte der Zusatz von 1 oder 2 % Calciumlactat zum Futter zu einer Verbesserung der Legeleistung, allerdings bei niedrigerem Leistungsniveau. Sullivan und Kingan (1961, 1962) setzten bei vier Calciumgehalten 1 % Calciumlactat ein und bekamen nur bei dem mittleren Calciumgehalt (2,8 %) eine Verbesserung der Legeleistung durch Calciumlactat; der Einfluß auf die Schalendicke und das spezifische Gewicht der Schale war inkonsistent. In dem faktoriellen Versuch von Robertson und Francis (1966) blieben zwei Calciumlactatgehalte ohne Einfluß auf Legeleistung, Eigewicht, Eiklarhöhe und Schalendicke.

In niedrigeren Dosierungen oder über das Trinkwasser gegeben scheint Calciumlactat jedoch deutlicher positiv zu wirken. In dem von Essary und Holmes (1966) durchgeführten Versuch führten 0,25 % Calciumlactat im Futter zu besserer Legeleistung und zu einer besseren Bruchfestigkeit der Eier. 2,4 g Calciumlactat je Henne täglich gegeben (dadurch stieg der Calciumgehalt der Ration von 3,15 auf 3,5 %) führte in dem Versuch von Löhle et al. (1972) zu einer Verbesserung der Bruchfestigkeit und der Schalendicke. Schließlich konnten Damm und Willeke (1983) durch Verabreichung von 20 g Calciumlactat je Liter Trinkwasser gegen Ende der Legeperiode den Anteil an Bruch- und Knickeiern von 13,0 auf 8,8 % absenken. Evtl. ist dieser Effekt durch den Lactatanteil des Calciumlactats bedingt (siehe Literaturbesprechung bei Vogt, 1985).

Über den Einsatz anderer organischer Calciumverbindungen liegen erst wenige Untersuchungsergebnisse vor. Wilkinson (1961) setzte Calciumcitrat als Hauptcalciumquelle ein und beobachtete bei gleicher Legeleistung eine Abnahme der Eischalendicke. Der Einsatz von 6 bzw. 12 % Calciumfumarat im Vergleich zu Calciumcarbonat er-

brachte bei den Untersuchungen von Rauch (1969) keinen Vorteil hinsichtlich der Schaleneigenschaften der Eier; die Legeleistung wurde durch die Calciumfumarat-Verfütterung gesenkt. 0,1/0,2/0,4/0,8 % Calciumpropionat beeinflussten in dem sechswöchigen Versuch von Jensen und Chang (1976) Legeleistung, Futteraufnahme, Körpergewichtsveränderung, Lebergewicht und Wasser- und Fettgehalt der Leber nicht.

Die Anregung, sich auch mit dem schwerlöslichen *Calciumsilicat* zu befassen, kam durch die Ergebnisse von Versuchen mit Portlandzement, der ja vor allem aus Calciumsilicaten und -aluminaten in unterschiedlichen Mengenverhältnissen besteht. Ferguson et al. (1974) mischten dem Futter 0/0,25/0,5/1 % Portlandzement bei und beobachteten mit steigendem Zementanteil zunehmendes Schalengewicht und zunehmende Bruchfestigkeit; bei einer in der Tendenz etwas niedrigeren Legeleistung. Auch bei dem Versuche von Scott et al. (1975) verbesserte sich mit steigendem Portlandzementanteil in den Rationen (0/0,5/1/2 %) die Eischalenstabilitätsmerkmale (Eischalenanteil, Eischalendicke, spez. Gewicht), gleichzeitig verschlechterten sich aber signifikant Legeleistung und Futtermittelverwertung; so daß davon ausgegangen werden kann, daß in beiden Versuchen die Verbesserung der Eischalenqualität eine Folge der niedrigeren Legeleistung war. In dem Versuch von Belyavin (1981) hatte der Zusatz einer kieselensäurehaltigen Substanz (86-90 g/100 g TS) zu Legehennenfutter (10-50 g/kg Futter) keinen signifikanten Einfluß auf die Futteraufnahme, die Legeleistung und die Eiqualität. Diese Besprechung schließt jedoch nicht den Effekt von Silizium als essentielles Spurenelement mit ein, da es sich dabei um andere Größenordnungen handelt.

### Versuchsplan

Um weitere Unterlagen zum Einsatz dieser Komponenten zu bekommen, wurde vom 25. November 1983 bis zum 12. Oktober 1984 (bzw. 16. August 1984) ein Legehennenversuch nach folgendem Versuchsplan durchgeführt:

Teil A (322 Tage, 11,3 MJ ME<sub>K</sub>/kg)

Gruppe 1	3,25 %	Calciumcarbonat
Gruppe 2	5,25 %	Calciumacetat
Gruppe 3	6,12 %	Calciumpropionat
Gruppe 4	9,25 %	Calciumlactat
Gruppe 5	5,69 %	tri-Calciumdicitrat

Teil B (266 Tage, 11,3 MJ ME<sub>K</sub>/kg)

Gruppe 1	3,25 %	Calciumcarbonat
Gruppe 6	6,12 %	Calciumfumarat

Teil C (322 Tage, 11,0 MJ ME<sub>K</sub>/kg)

Gruppe 7	3,25 %	Calciumcarbonat
Gruppe 8	9,6 %	Calciumsilicat

Alle Rationen enthielten außer den untersuchten Calciumverbindungen je 5,55 % Calciumcarbonat, so daß jede Ration 2,13 % Calcium aus dem Calciumcarbonat und 1,25 % Calcium aus dem Zusatz enthielt.

Da das Calciumfumarat nur in beschränktem Umfang zur Verfügung stand und die notwendige Calciumsilicatmenge nicht in eine mit den anderen Rationen isoenergetische Ration eingemischt werden konnte, wurde der Versuch in drei Teile mit unterschiedlicher Versuchsdauer bzw. Energiedichte der Rationen zerlegt.

Für die Versuche wurden das Calciumfumarat (19,1 % Calcium, eigenes Analyseergebnis) von der Chemischen Fabrik Marienfelde GmbH, Hamburg und das Calciumpropionat (21,4 % Calcium) als LUPROSIL-SALZ von der BASF, Ludwigshafen bezogen.

Die übrigen organischen Calciumverbindungen wurden über den Handel von der Fa. E. Merck, Darmstadt und das Calciumsilicat über den Handel von der Fa. Riedel-de Haen, Seelze bezogen. Es wurden folgende Qualitäten verwendet:

- Calciumacetat (24,6 % Calcium)  
(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Ca x H<sub>2</sub>O, Mol. Gew. 158,17 wasserfrei,  
Gehalt an (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Ca 90 %, getrocknet, rein,  
Merck Nr. 2052.
- Calciumlactat (13,9 % Calcium)  
C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>CaO<sub>6</sub> x 5H<sub>2</sub>O, Mol. Gew. 308,30, löslich DAB7,  
Merck Nr. 2102.
- tri-Calciumdicitrat (21,5 % Calcium)  
C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>Ca<sub>3</sub>O<sub>14</sub> x 4H<sub>2</sub>O, Mol. Gew. 570,51, Erg B6,  
Gehalt 99 %, Merck Nr. 2092.
- Calciumsilicat (12,5 % Calcium)  
Typanalyse 17 – 20 % CaO, 59 – 65 % SiO<sub>2</sub>.

Die im Futterplan angegebenen Dosierungen beziehen sich auf die Handelsform, nicht auf die Reinsubstanz.

Futtermittelrechtlich sind Calciumacetat, Calciumfumarat und Calciumlactat als mineralische Einzelfuttermittel, Calciumacetat, Calciumcitrat, Calciumlactat und Calciumpropionat als Konservierungsmittel und Calciumsilicat als Fließhilfsmittel zugelassen.

Aus Säureanteil und Energiegehalt der Säuren wurden folgende Energiegehalte kalkuliert und für die Rationsberechnungen verwendet.

Calciumacetat	2361,5 kcal bzw. 9,9 MJ ME/kg
Calciumpropionat	3216,4 kcal bzw. 13,5 MJ ME/kg
Calciumlactat	1893 kcal bzw. 7,9 MJ ME/kg
tri-Calciumdicitrat	1480 kcal bzw. 6,2 MJ ME/kg
Calciumfumarat	2006 kcal bzw. 8,4 MJ ME/kg

Die Rationen waren isonitrogen und rechnerisch isoenergetisch und hatten den gleichen Gehalt an Calcium. Der errechnete Energiegehalt betrug 11,3 MJ ME<sub>k</sub>/kg bei den Rationen 1 bis 6 und 11,04 MJ ME<sub>k</sub>/kg bei den Rationen 7 und 8.

Die in eigener Mischanlage gemischten und in Mehlform verfütterten Rationen hatten die aus der Tabelle 1 ersichtliche Zusammensetzung. Die Ergebnisse der viermal (Ration 6 nur dreimal) während des Versuches durchgeführten Nähr- und Mineralstoffanalysen der Rationen sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

### Versuchstechnik

Der Versuch wurde in den Teilen A und C vom 23 1/2-Wochen-Alter bis zum 69 1/2-Wochen-Alter über einen Zeitraum von 322 Tagen (11 1/2 Perioden zu 28 Tagen) und im Teil B vom 23 1/2-Wochen-Alter bis zum 61 1/2-Wochen-Alter über einen Zeitraum von 266 Tagen (9 1/2 Perioden zu 28 Tagen) durchgeführt. Für den Versuch standen 288 LSL-Junghennen in Einzelkäfighaltung zur Verfügung. Je Versuchsration wurden 36 Hennen eingesetzt; die Hennen wurden in 6er Gruppen gleichmäßig im Versuchsstall verteilt.

Die Beleuchtung betrug in der 21. Woche 9 Stunden, dann wöchentlich 30 Min. mehr bis 14 Stunden erreicht waren, anschließend wöchentlich 15 Min. mehr bis 16 Stunden erreicht waren, weiterhin dann bis Versuchsende 16 Stunden Licht. Das Futter wurde nach Bedarf eingewogen und vierwöchentlich zurückgewogen. Die Eizahl wurde täglich und das Eigewicht jeweils an 4 Tagen von 14 Legetagen ermittelt.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Ration

Ration		1	2	3	4	5	6	7	8
Maisschrot	%	48,8	47,3	47,5	48,8	45,875	45,8	41,35	49,6
Gerstenschrot	%	11	11	11	3,25	11	11	20	—
Sojaöl	%	2,15	1,4	0,4	2,15	2,15	1,8	1,6	4
Sojaextraktionsschrot, dampferhitzt	%	24,45	24,7	24,625	26,2	24,925	24,925	23,45	26,45
Luzerngrünmehl	%	3	3	3	3	3	3	3	3
Calciumcarbonat	%	8,8	5,55	5,55	5,55	5,55	5,55	8,8	5,55
Calciumacetat	%	—	5,25	—	—	—	—	—	—
Calciumpropionat	%	—	—	6,125	—	—	—	—	—
Calciumlactat	%	—	—	—	9,25	—	—	—	—
Tri-Calciumdicitrat	%	—	—	—	—	5,7	—	—	—
Calciumfumarat	%	—	—	—	—	—	6,125	—	—
Calciumsilicat	%	—	—	—	—	—	—	—	9,6
Dicalciumphosphat	%					0,8			
Natriumchlorid	%					0,2			
Natrium-Calcium-Magnesiumphosphat	%					0,4			
DL-Methionin	%					0,125			
Cholinchlorid (50 %ig)	%					0,1485			
Vitamine und Spurenelemente*)	%					0,1265			

\*) Je 1 kg der Ration wurden jeweils zugemischt: 12 500 I.E. Vitamin A, 1562,5 I.E. Vitamin D<sub>3</sub>, 18,75 mg Vitamin E, 5 mg Vitamin K<sub>3</sub>, 2,5 mg Thiamin, 7,5 mg Riboflavin, 15 mg Calcium-D-Pantothenat, 50 mg Nicotinsäure, 5 mg Vitamin B<sub>6</sub>, 1,25 mg Folsäure und 25 µg Vitamin B<sub>12</sub>, (als Rovimix Vitaminkonzentrat 428); 1,5 mg Canthaxanthin (Carophyll Rot 10); 50 mg Mangan, 75 mg Zink, 4 mg Kupfer, 75 mg Eisen und 0,4 mg Jod (Cimbria Spurenelementvormischung).

Tabelle 2: Chemische Analysen der Rationen (in % bezogen auf die Frischsubstanz)

Ration	1	2	3	4	5	6	7	8
Trockenmasse	89,3 ± 0,1	89,0 ± 0,4	89,0 ± 0,1	88,3 ± 0,9	89,1 ± 0,2	88,4 ± 0,2	89,7 ± 0,9	89,5 ± 0,3
Asche	11,9 ± 0,5	12,0 ± 0,5	12,2 ± 0,7	12,2 ± 0,7	12,0 ± 0,9	12,0 ± 0,8	12,1 ± 0,9	16,8 ± 1,1
Rohprotein	16,2 ± 0,8	16,2 ± 0,5	16,6 ± 0,9	16,6 ± 0,6	16,7 ± 0,7	16,3 ± 0,8	16,4 ± 0,7	16,5 ± 0,7
Rohfett (n. Säure- aufschluß)	5,5 ± 0,4	4,6 ± 0,4	3,8 ± 0,4	5,0 ± 0,3	5,3 ± 0,2	5,2 ± 0,6	4,9 ± 0,4	6,8 ± 0,4
Rohfaser	5,5 ± 0,4						4,5 ± 0,6	4,0 ± 0,1
NfE	50,2 ± 1,4						51,8 ± 0,5	45,4 ± 1,8
Stärke	37,6 ± 2,2						37,6 ± 1,4	33,3 ± 0,9
Zucker	3,3 ± 0,1						3,3 ± 0,4	3,0 ± 0,2
Calcium	3,57 ± 0,12	3,62 ± 0,12	3,74 ± 0,24	3,70 ± 0,27	3,59 ± 0,28	3,69 ± 0,34	3,55 ± 0,35	3,60 ± 0,52
Phosphor	0,53 ± 0,07						0,54 ± 0,08	0,57 ± 0,05

Die Eiqualität wurde dreimal während des Versuches (38., 53. und 61. bzw. 68. Lebenswoche) untersucht. Anteil der Eier mit mangelnder Eischalenstabilität, Deformation, Bruchfestigkeit und Eischalendicke wurden zu jedem Termin an jeweils 5 Tagen ermittelt; die Tagesmittelwerte jeder Gruppe wurden als Ausgangswerte für die Varianzanalyse verwendet. Wegen mangelhafter Eischalenstabilität wurden nicht nur die aus dem Stall kommenden Knick- und Bruch Eier, sondern auch die Eier aussortiert, die Haarrisse (Klangprobe!) aufwiesen. Die in den Tabellen angegebenen Werte für Deformation und Bruchfestigkeit beziehen sich auf Eier ohne Eischalenstabilitätsmängel, dagegen beziehen sich die Werte für die Eischalendicke auf alle Eier. Die Schalendicke wurde bei jedem Ei am Äquator, am spitzen und am stumpfen Pol gemessen. Die innere Eiqualität wurde an allen drei Untersuchungsterminen an jeweils 50 Eiern je Gruppe bestimmt; hier wurden die Einzelwerte für die Varianzanalyse verwendet.

#### Versuchsverlauf und Verluste

Der Versuch verlief ohne technische Störungen. Die Verluste betragen nur 2,8% über das gesamte Legejahr; zwischen Verlustursachen und der Rationszusammensetzung waren keine Zusammenhänge erkennbar.

#### Versuchsergebnisse, Teil A und B: Organische Calciumverbindungen

Über die ganze Versuchszeit von 322 (bzw. 266) Tagen wurden die in den Tabellen 3 und 5 aufgeführten Leistungsergebnisse und die in den Tabellen 4 und 5 aufgeführten Eiqualitäten erzielt.

Der relativ umfangreiche Einsatz der organischen Calciumverbindungen führte bei den Gruppen mit Calciumacetat, Calciumpropionat bzw. Calciumlactat im Futter zu einer deutlichen Verminderung der Futtermittelaufnahme um 13 bis 18 g (bzw. um 11 bis 15%), was zu einer Verminderung

von Legeleistung, Eigewicht und täglich gelegter Eimasse führte. Diese Leistungsverminderung entsprach jedoch im Umfang nicht der verminderten Futteraufnahme, d. h. die Tiere versuchten trotz der verminderten Futteraufnahme ihre Leistungen aufrecht zu halten, was zu einer Verbesserung der Futterverwertung um 3 bis 7% führte. Die bei diesen Gruppen beobachteten Verbesserungen der Eischalenstabilitätsmerkmale und der Dotterindices müssen im Zusammenhang mit dieser Leistungsminderung gesehen werden. Die abnehmende Dotterfarbe deutet auf einen negativen Einfluß auf die Resorption der pigmentierenden Carotinoide hin.

Aus diesen Daten darf aber nicht auf negative Effekte beim Einsatz dieser Verbindungen als Konservierungsstoffe geschlossen werden, denn dann erfolgt der Einsatz in anderen Größenordnungen.

Calciumfumarat, das leider nur eine verkürzte Versuchsperiode verfüttert werden konnte, führte ebenfalls zu einer verminderten Futteraufnahme; allerdings in geringerem Umfang wie die drei bisher besprochenen organischen Calciumverbindungen; die übrigen Leistungsparameter wurden in diesem Versuch durch einen Einsatz von 6,12% Calciumfumarat im Legehennenfutter nicht gesichert beeinflusst. Alle drei untersuchten Parameter für die Eischalenstabilität wurden durch diesen Calciumfumaratzusatz zum Futter gesichert um 2,5 bis 6% verbessert. Diese Versuchsergebnisse mit Calciumfumarat stehen im Gegensatz zu den Beobachtungen von Rauch (1969).

Der Einsatz von 3,25% Calciumcarbonat durch 5,69% tri-Calciumdicitrat beeinflusste in diesem Versuch die Leistungsparameter nicht, führte aber zu einer gesicherten Verbesserung der untersuchten Parameter für die Eischalenstabilität um 2,3 bis 9,5%. Dieser Effekt steht im Gegensatz zu den Beobachtungen von Wilkinson (1961) (s. S.127). Die abnehmende Dotterfarbe deutet auch bei dieser Versuchsgruppe auf einen negativen Einfluß höherer

Tabelle 3: Leistungsergebnisse Teil A ( $\bar{x} \pm s$ )

Gruppe	Ca-Verbindung	Gewichtszunahme <sup>a)</sup> g/♀	Futtermittelverbrauch g/♀/d	Legeleistung %	Eimasse g/♀/d	Eigewicht g	Futter je g Eimasse g
1	Carbonat	322 ± 151	118 ± 9 a	91,3 ± 5,3 a	55,9 ± 4,3 a	61,3 ± 3,6 a	2,118 ± 0,187 b
2	Acetat	43 ± 118	100 ± 7 b	84,7 ± 7,2 bc	50,6 ± 4,8 b	59,7 ± 2,6 ab	1,993 ± 0,182 a
3	Propionat	20 ± 105	101 ± 7 b	83,4 ± 6,4 c	49,4 ± 3,6 b	59,1 ± 3,4 b	2,057 ± 0,138 ab
4	Lactat	61 ± 107	105 ± 8 b	88,1 ± 7,3 ab	53,4 ± 4,5 a	60,7 ± 3,3 ab	1,969 ± 0,140 a
5	Dicitrat	284 ± 98	117 ± 9 a	90,2 ± 4,6 a	55,4 ± 3,5 a	61,4 ± 2,3 a	2,114 ± 0,134 b
F-Wert		54,6***	40,5***	10,1***	17,1***	3,77**	6,73***
Grenzdifferenz <sup>b)</sup>		75,6	5,2	4,0	2,7	2,0	0,10

a) Anfangsgewicht 1506 ± 118 g; b) Tukey Test, p = 0,05.

Tabelle 4: Ergebnisse der Eiquantitätsmessungen, Teil A ( $\bar{x} \pm s$ )

Gruppe	Ca-Verbindung	Deformation $\mu\text{m}$	Bruchfestigkeit kg	Schalendicke $\mu\text{m}$
1	Carbonat	49,9 $\pm$ 3,7 d	2,94 $\pm$ 0,48 b	346 $\pm$ 9 c
2	Acetat	45,8 $\pm$ 4,4 bc	3,14 $\pm$ 0,51 a	361 $\pm$ 6 a
3	Propionat	44,2 $\pm$ 4,9 a	3,14 $\pm$ 0,66 a	353 $\pm$ 9 b
4	Lactat	44,9 $\pm$ 4,7 ab	3,15 $\pm$ 0,58 a	358 $\pm$ 7 ab
5	Dicitrat	47,2 $\pm$ 3,3 c	3,25 $\pm$ 0,37 a	354 $\pm$ 6 b
F-Wert		33***	3,2*	13***
Grenzdifferenz <sup>a)</sup>		1,55	0,25	6,3
		Eiklarhöhe mm	Dotterindex %	Dotterfarbe
1	Carbonat	6,4 $\pm$ 1,2	43,9 $\pm$ 2,9 c	12,8 $\pm$ 0,7 a
2	Acetat	6,6 $\pm$ 1,3	45,7 $\pm$ 2,7 a	12,4 $\pm$ 0,8 bc
3	Propionat	6,5 $\pm$ 1,2	44,6 $\pm$ 2,9 bc	12,3 $\pm$ 0,9 bc
4	Lactat	6,3 $\pm$ 1,4	44,8 $\pm$ 3,0 bc	12,2 $\pm$ 1,1 c
5	Dicitrat	6,3 $\pm$ 1,3	44,6 $\pm$ 3,1 b	12,5 $\pm$ 1,0 b
F-Wert		1,84 <sup>o</sup>	10,5***	12,7***
Grenzdifferenz <sup>a)</sup>		0,34	0,77	0,24

a) Tukey-Test, p = 0,05

Tabelle 5: Ergebnisse Teil B (nur 226 Tage) ( $\bar{x} \pm s$ )

Gruppe	Ca-Verbindung	1 Carbonat	6 Fumarat	F-Wert	Grenz- differenz <sup>a)</sup>
Anfangsgewicht	g/♀	1506 $\pm$ 123	1513 $\pm$ 112	0,07 <sup>o</sup>	—
Endgewicht	g/♀		1624 $\pm$ 129		
Gewichtszunahme	g/♀		110 $\pm$ 123		
Futtermverbrauch	g/♀/d	118 $\pm$ 9 a	113 $\pm$ 7 b	6,7**	3,8
Legeleistung	%	93,2 $\pm$ 4,1	92,9 $\pm$ 4,7	0,07 <sup>o</sup>	—
Eimasse	g/♀/d	56,4 $\pm$ 3,5	55,7 $\pm$ 3,7	0,65 <sup>o</sup>	—
Eigewicht	g	60,6 $\pm$ 3,5	60,0 $\pm$ 2,9	0,57 <sup>o</sup>	—
g Futter je g Eimasse		2,10 $\pm$ 0,17	2,03 $\pm$ 0,10	3,9 <sup>o</sup>	0,065
Deformation	$\mu\text{m}$	50,3 $\pm$ 4,5 b	48,2 $\pm$ 4,3 a	6,2*	1,75
Bruchfestigkeit	kg	3,01 $\pm$ 0,40 b	3,20 $\pm$ 0,38 a	10,3**	0,12
Schalendicke	$\mu\text{m}$	346 $\pm$ 9 b	355 $\pm$ 7 a	9,3*	5,9
Eiklarhöhe	mm	6,5 $\pm$ 1,2	6,6 $\pm$ 1,2	0,43 <sup>o</sup>	—
Dotterindex	%	44,0 $\pm$ 2,8	44,7 $\pm$ 2,7	7,7**	0,52
Farbfächer		13,0 $\pm$ 0,7	12,9 $\pm$ 0,9	0,53 <sup>o</sup>	—

a) Tukey-Test; p = 0,05

Tabelle 6: Ergebnisse Teil C ( $\bar{x} \pm s$ )

Gruppe	Ca-Verbindung	7 Carbonat	8 Silicat	F-Wert	Grenz- differenz <sup>a)</sup>
Anfangsgewicht	g/♀	1517 $\pm$ 129	1518 $\pm$ 117	0,003 <sup>o</sup>	—
Endgewicht	g/♀	1832 $\pm$ 204 a	1491 $\pm$ 112 b	109***	64
Gewichtszunahme	g/♀	316 $\pm$ 142, a	-21 $\pm$ 131 b	77***	78
Futtermverbrauch	g/♀/d	118 $\pm$ 10 a	104 $\pm$ 10 b	32***	4,7
Legeleistung	%	92,1 $\pm$ 3,9 a	84,4 $\pm$ 10,7 b	16***	3,8
Eimasse	g/♀/d	55,9 $\pm$ 3,7 a	51,0 $\pm$ 7,3 b	13***	2,7
Eigewicht	g	60,7 $\pm$ 3,6	60,4 $\pm$ 3,7	0,15 <sup>o</sup>	—
g Futter je g Zunahme		2,11 $\pm$ 0,17	2,07 $\pm$ 0,20	0,87 <sup>o</sup>	—
Deformation	$\mu\text{m}$	50,2 $\pm$ 5,4 b	44,7 $\pm$ 3,5 a	42***	1,78
Bruchfestigkeit	kg	3,03 $\pm$ 0,52 b	3,33 $\pm$ 0,49 a	29***	0,12
Schalendicke	$\mu\text{m}$	347 $\pm$ 9 b	363 $\pm$ 9 a	36***	5,8
Eiklarhöhe	mm	6,6 $\pm$ 1,2	6,6 $\pm$ 1,2	0,19 <sup>o</sup>	—
Dotterindex	%	44,2 $\pm$ 2,9	44,9 $\pm$ 2,9	5,3*	0,65
Farbfächer		12,4 $\pm$ 1,0	12,7 $\pm$ 0,9	8,7**	0,20

a) Tukey-Test; p = 0,05

Calciumdicitratgehalte auf die Resorption der pigmentierenden Carotinoide hin.

Während die Verfütterung von 1,25 % Calcium in Form von Calciumacetat, Calciumpropionat bzw. Calciumlactat zu Leistungsdepressionen führte, ergab die Verfütterung von 1,25 % Calcium in Form von Calciumfumarat bzw. Calciumdicitrat ohne Leistungseinbußen gesicherte Verbesserungen der Eischalenstabilität.

#### V Versuchsergebnisse, Teil C: Calciumsilicat

Über die ganze Versuchszeit von 322 Tagen wurden die in der Tabelle 6 aufgeführten Leistungsergebnisse und Eiquantitäten erzielt.

Der Ersatz von 3,25 % Calciumcarbonat durch 9,6 % Calciumsilicat führte zu einer Verminderung des Futterverbrauches um 12 %, wodurch die Gewichtsentwicklung und wie bei den Versuchen mit Portlandzement (s. o.) die Legeleistung gehemmt wurden; Eigewicht und Futterverwertung blieben unbeeinflusst. Die beobachtete Verbesserung der Eiquantität ist als Folge der verminderten Legeleistung anzusehen, ist also nur indirekt auf die Calciumsilicatverfütterung zurückzuführen.

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

#### Zusammenfassung

In einem 322tägigen Versuch mit Legehennen in Einzelkäfighaltung wurden in einer Mais-Gerste-Soja-Grundration isoenergetisch und isonitrogen 2,13 % Calcium als Calciumcarbonat und je 1,25 % Calcium als Calciumcarbonat – Calciumacetat – Calciumpropionat – Calciumlactat – Calciumdicitrat – Calciumfumarat – Calciumsilicat gegeben, d. h. alle Rationen hatten den gleichen Calciumgehalt. Während die Verfütterung von 1,25 % Calcium in Form von Calciumacetat, Calciumpropionat, Calciumlactat bzw. Calciumsilicat zu Leistungsdepressionen führte, ergab die Verfütterung von Calciumfumarat bzw. Calciumdicitrat ohne Leistungseinbußen gesicherte Verbesserungen der Eischalenstabilität.

#### The effect of organic calcium compounds and of calcium silicate in laying hen rations

In a 322-days test with laying hens in single cages 2.13 % calcium as calcium carbonate and each 1.25 % calcium carbonate – calcium acetate – calcium propionate – calcium lactate – calcium fumarate – calcium silicate were given in an isoenergetic and isonitrogen maize-barley-soya basic ration, e. g. all rations had the same calcium content. Whereas the feeding of 1.25 % calcium in form of calcium acetate, calcium propionate, calcium lactate resp. calcium silicate lead to performance depressions, the feeding of calcium fumarate resp. calcium dicitrate resulted in significantly improved egg shell stability without any performance losses.

#### Literatur

Balloun, S. L. und Marion, W. W.: Relative efficacy of calcium lactate and calcium carbonate in promoting sound egg shells. – Poultry Science 45 (1962), S. 1625.

Belyavin, C. G.: Effects of the addition of silico to the diet on the laying hen, with particular reference to egg-shell quality. – Anim. Fd. Sci. Techn. 6 (1981), S. 157–161.

Damme, K. und Willeke, H.: Einfluß einer Ca-Lactat Supplementierung auf den Anteil von Bruch- und Knick-eiern am Ende der Legeperiode. Archiv für Geflügelkunde 47 (1983), S. 17–19.

Essary, E. O. und Holmes, C. E.: Influence of calcium lactate in layer rations on certain egg characteristics. – Poultry Science 45 (1966), S. 1083.

Ferguson, T. M.; Scott, J. T.; Miller, D. H.; Bradley, J. W. und Creger, C. R.: Bone strength of caged layers as affected by Portland Cement and sodium bicarbonate. – Poultry Science 53 (1974), S. 303–307.

Heywang, B. W.: Sources of calcium for laying chickens during hot weather. – Poultry Science 25 (1946), S. 215–222.

Jensen, L. S. und Chang, C. H.: Effect of calcium propionate on performance of laying hens. – Poultry Science 55 (1976), S. 816–817.

Kent, S. E.; Reid, T. F. und Worden, A. N.: The feeding of calcium lactate to laying hens. – Journal of Agricultural Science 55 (1960), S. 137–140.

Löhle, K.; Schramm, R.; Kimmel, D. und Kimmel, R.: Untersuchungen über den Einfluß von Kalziumlaktat- und Vitamin-C-Gaben auf die Eischalenqualität bei Legehennen. – Wiss. Zeitschrift Humboldt-Universität, Berlin, Math.-Naturw. Reihe 21 (1972), S. 147–152.

Rauch, W.: Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß von Calciumfumarat und von Calciumcarbonat auf die Eischalenstabilität. – Archiv für Geflügelkunde 33 (1969), S. 307–315.

Roberson, R. H. und Francis, D. W.: Egg quality factors as affected by ascorbic acid, calcium lactate and magnesium sulfate addition to the rations. – Poultry Science 45 (1966), S. 1119.

Scott, J. T.; Creger, C. R. und Ferguson, T. M.: The effect of dietary cement on egg production and egg shell quality in laying hens. – Poultry Science 54 (1975), S. 2030–2033.

Sullivan, T. W. und Kingan, J. R.: Effect of dietary calcium level, calcium lactate and ascorbic acid on the egg production of S. C. White Leghorn hens. – Poultry Science 40 (1961), S. 1463, 41 (1962), S. 1596–1602.

Vogt, H.: Der Einsatz von Lactose im Legehennenfutter. – Archiv für Geflügelkunde 49 (1985), im Druck.

Wilkinson, W. S.: Effects of level and source of calcium and the addition of antibiotics, vitamin C, zinc and reserpine in laying hen rations. – Poultry Science 40 (1961), S. 1470.

Verfasser: Vogt, Hermann, Dr. agr., Dir. u. Prof. und Harnisch, Siegfried, Dr. agr. Wiss. Oberrat, Wiss. Arbeitsgebiet Fütterung, Institut für Kleintierzucht (Celle) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Institutsleiterin: Prof. Dr. Rose-Marie Wegner.