

## Der Einsatz von Calciumfumarat im Legehennenfutter

HERMANN VOGT und SIEGFRIED HARNISCH

Institut für Kleintierzucht

### Einleitung

Die Versorgung der Hennen mit Calcium kann unter Umständen durch teilweisen Ersatz der schwerlöslichen Verbindung Calciumcarbonat durch Verbindungen leichterer Löslichkeit, z.B. organische Calciumsalze verbessert werden. Organische Calciumverbindungen können darüber hinaus auch bakteriostatische und fungistatische Effekte haben.

In einem ersten Versuch (Vogt u. Harnisch, 1985) ergab die Fütterung von 6,12% Calciumfumarat statt 3,25% Calciumcarbonat (jeweils 1,25% Ca) eine gesicherte Verminderung des Futtermittelsverbrauchs um 5 g/Henne/d und führte ohne Leistungseinbußen zu einer gesicherten Verbesserung der Eischalenstabilität (Erhöhung der Bruchfestigkeit um 0,19 kg, Verminderung der Deformation um 2,1 Mikrometer und Erhöhung der Schalendicke um 9 Mikrometer).

In zwei weiteren Versuchen sollten diese Ergebnisse überprüft, und es sollte untersucht werden, ob es eine optimale Dosierung für den Einfluß auf die Eischalenstabilität gibt.

### Versuchsplan

Bei dem vom 24.09.1985 bis zum 26.08.1986 durchgeführ-

ten ersten Legehennenversuch wurden 0,45...1,80% Calcium in Form von Calciumcarbonat durch die Ca-äquivalente Menge Calciumfumarat ersetzt. Damit ergab sich der folgende Versuchsplan:

Gruppe 1 0,0 % Calciumfumarat  
 Gruppe 2 2,35% Calciumfumarat  
 Gruppe 3 4,70% Calciumfumarat  
 Gruppe 5 7,05% Calciumfumarat  
 Gruppe 6 9,40% Calciumfumarat

Aufgrund der Ergebnisse des ersten Versuches wurden im zweiten Versuch die Dosierungen im mittleren Bereich noch einmal wiederholt.

Bei dem vom 03.07.1987 bis zum 03.06.1988 durchgeführten zweiten Legehennenversuch wurden deshalb 0,90...1,35% Calcium in Form von Calciumfumarat statt Calciumcarbonat gegeben, es ergab sich der folgende Versuchsplan:

Gruppe 1 0,0 % Calciumfumarat  
 Gruppe 3 4,70 % Calciumfumarat  
 Gruppe 4 5,87 % Calciumfumarat  
 Gruppe 5 7,05 % Calciumfumarat

Tabelle 1: Zusammensetzung der Rationen (g/kg)

Ration	1	2	3	4	5	6
Maisschrot	488	476,5	465	459,2	453,5	442
Gerstenschrot	110	110	110	110	110	110
Sojaöl	21,5	20,25	19	18,375	17,75	16,5
Sojaextr.schrot, dampferhitzt	244,5	246,25	248	248,875	249,75	251,5
Luzernegrünmehl	30	30	30	30	30	30
Calciumcarbonat	88	75,5	63	56,8	50,5	38
Calciumfumarat	-	23,5	47	58,75	70,5	94
Sonstige Mineralstoffe und Zusätze <sup>a)</sup>	18	18	18	18	18	18

a)

8 g Dicalciumphosphat, 4 g Magnaphoscal, 2 g Natriumchlorid, 1,25 g DL-Methionin, 1,485 g Cholinchlorid (50%ig), und 1,265 g Vitamine und Spurenelemente<sup>b)</sup>

b)

Je 1 kg der Rationen wurden jeweils zugemischt: 12 000 I.E. Vitamin A, 1500 I.E. Vitamin D<sub>3</sub>, 18 mg Vitamin E, 4,8 mg Vitamin K<sub>3</sub> wl, 2,4 mg Thiamin, 7,2 mg Riboflavin, 14,4 mg Calcium-D-Pantothenat, 48 mg Nicotinsäure, 4,8 mg Vitamin B<sub>6</sub>, 1,2 mg Folsäure und 24 µg Vitamin B<sub>12</sub> (als Rovimix-Vitamin-Konzentrat 428); 1,5 mg Canthaxantin (Carophyll Rot 10); 50 mg Mangan, 75 mg Zink, 4 mg Kupfer, 75 mg Eisen und 0,4 mg Jod (Cimbria Spurenelementvormischung).

Tabelle 2: Nährstoffgehalt der Rationen (g/kg)

Ration	1		2	3	3	4	5	5	6
Versuch	1	2	1	1	2	2	1	2	1
Trockenmasse	894 ± 9	906 ± 11	893 ± 11	888 ± 13	897 ± 6	897 ± 4	885 ± 12	900 ± 10	881 ± 12
Asche	121 ± 10	124 ± 4	118 ± 6	126 ± 7	122 ± 2	118 ± 5	118 ± 3	119 ± 3	127 ± 7
Rohprotein	166 ± 6	166 ± 5	168 ± 5	167 ± 3	164 ± 5	166 ± 8	169 ± 3	164 ± 5	170 ± 4
Rohfett (n. Säureaufschluß)	39 ± 8	48 ± 1	40 ± 5	38 ± 6	42 ± 2	40 ± 2	36 ± 5	38 ± 5	33 ± 3
Rohfaser	48 ± 4	44 ± 3							
N-freie Extraktstoffe	520 ± 13	524 ± 6							
Stärke	368 ± 11	384 ± 4							
Zucker	41 ± 2	34 ± 7							
Calcium	38 ± 4	37 ± 2	36 ± 1	37 ± 1	36 ± 2	37 ± 6	36 ± 2	37 ± 2	36 ± 1
Phosphor	5,6 ± 0,2	5,7 ± 0,1							
pH-Wert		6,4 ± 0,2			5,4 ± 0,3	5,5 ± 0,3		5,5 ± 0,3	
mVal (NaOH)/g Futter		0,027 ± 0,009			0,083 ± 0,010	0,087 ± 0,020		0,090 ± 0,014	

n=4;  $\bar{x} \pm s$   
 Im 2. Versuch wurde der Aminosäuregehalt je 1 kg bestimmt mit: 16,4 ± 1,3 g Asp, 6,8 ± 0,5 g Thr, 9,3 ± 0,2 g Ser, 35,2 ± 1,6 g Glu, 7,9 ± 1,0 g Pro, 7,0 ± 0,4 g Gly, 9,0 ± 0,3 Ala, 7,8 ± 0,9 g Val, 8,3 ± 0,6 g Met + Cys, 6,2 ± 0,8 g Ile, 14,5 ± 1,3 g Leu, 12,8 ± 0,3 g Phe + Tyr, 8,5 ± 0,9 g Lys, 3,9 ± 0,3 g His, 10,0 ± 1,9 g Arg.  
 Sa. d. best. As: 163,6 ± 4,9.

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

Gruppe	Calcium-fumarat g/kg	Gewichtszunahme <sup>a)</sup> g/♀	Futterverbrauch g/♀/d	Legeleistung %	Ei-gewicht g	Ei-masse g/♀/d	Futter je g Eimasse g
1. Versuch							
1	-	309 ± 118 a	120 ± 10 c	88,4 ± 9,8 a	61,2 ± 3,6	54,1 ± 6,6 a	2,251 ± 0,287 ab
2	23,5	275 ± 180 a	118 ± 10 bc	83,0 ± 13,7 ab	61,5 ± 3,9	51,0 ± 8,8 ab	2,378 ± 0,440 b
3	47	215 ± 150 ab	114 ± 9 ab	84,0 ± 11,6 ab	61,5 ± 3,9	51,7 ± 8,1 ab	2,250 ± 0,350 ab
5	70,5	125 ± 142 bc	114 ± 9 ab	87,8 ± 8,2 ab	60,8 ± 3,1	53,2 ± 4,6 ab	2,141 ± 0,160 a
6	94	77 ± 180 c	110 ± 8 a	82,9 ± 9,4 b	60,1 ± 4,3	49,8 ± 6,1 b	2,237 ± 0,278 ab
F-Wert		16,55	9,24	2,96	1,16	2,87	3,36
Signifikanz der Differenzen <sup>b)</sup>		p < 0,001	p < 0,001	p < 0,05	N.S.	p < 0,05	p < 0,01
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		99,5	5,1	5,4	2,1	3,9	0,176
2. Versuch							
1	-	219 ± 119 a	122 ± 8 a	90,4 ± 6,5	61,9 ± 3,6	55,9 ± 4,7	2,189 ± 0,161
3	47	148 ± 136 ab	119 ± 10 ab	91,9 ± 5,4	60,7 ± 4,3	55,8 ± 5,1	2,132 ± 0,153
4	58,75	89 ± 196 bc	117 ± 7 b	88,9 ± 9,0	60,5 ± 3,3	53,9 ± 6,4	2,211 ± 0,400
5	70,5	58 ± 157 c	115 ± 7 b	88,7 ± 6,6	60,3 ± 3,1	53,5 ± 4,7	2,159 ± 0,165
F-Wert		10,10	6,18	2,12	1,78	2,60	0,965
Signifikanz der Differenzen <sup>b)</sup>		p < 0,001	p < 0,001	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		81,0	4,25	3,67	1,68	2,76	-

a) Anfangsgewicht 1. Versuch: 1554 ± 123 g (F = 0,0007°), 2. Versuch: 1456 ± 116 g (F = 0,0006°)  
 b) N.S. = p > 0,05  
 c) Tukey-Test = 0,05; bei - Varianz innerhalb größer als Varianz zwischen, Tukey-Test sinnlos.

Tabelle 4: **Signifikante Regressionen bei den Leistungsparametern (n = 430)**

Y Gewichtszunahme (g/♀)	278 - 2,3606 x <sup>a)</sup>	r = -0,423***	B = 0,179
Y Futterverbrauch (g/♀/d)	121,14 - 0,1031 x <sup>a)</sup>	r = - 0,340***	B = 0,116
Y Eigewicht (g)	61,66 - 0,0156 x <sup>a)</sup>	r = - 0,129**	B = 0,017
Y Eimasse (g/♀/d)	54,62 - 0,0307 x <sup>a)</sup>	r = - 0,144**	B = 0,021

Der quadratische Ansatz war bei diesen Leistungsparametern bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,05 nicht signifikant; ebenso konnten bei der prozentualen Legeleistung und bei dem Futteraufwand je g Eimasse keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Calciumfumaratzusatz berechnet werden.

a) x = Calciumfumaratzusatz in g/kg.

Die Rationen 1, 3 und 5 waren mit den Rationen 1, 3 und 5 des vorhergehenden Versuches identisch.

Das Calciumfumarat für die Versuche wurde von der Chemischen Fabrik Marienfelde GmbH, Hamburg, bezogen. Es enthielt 19,0% Calcium.

Die in eigener Mischanlage gemischten und in Mehlform verfütterten Rationen hatten die aus der Tabelle 1 ersichtli-

che Zusammensetzung. In den Versuchsrationen wurden 0,49 kg Maisschrot + 0,053 kg Sojaöl + 0,53 kg CaCO<sub>3</sub> ersetzt durch 1 kg Calciumfumarat + 0,073 kg Sojaextr.schrot. Die Rationen waren damit isonitrogen, rechnerisch isoenergetisch (11,3 MJ MEN/kg) und hatten den gleichen Calciumgehalt.

Die Ergebnisse der viermal während des Versuches durchgeführten Nährstoff-, Mineralstoff- und Aminosäureanalysen der Rationen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Zur

Tabelle 5: **Ergebnisse der Eischalenstabilitätsmessungen ( $\bar{x} \pm s$ )**

Gruppe	Calcium-fumarat g/kg	Eier mit Schalenmängeln %	Bruchfestigkeit		Deformation		Schalen- dicke µm
			ohne Eier mit kg	mit Schalenmängel kg	ohne Eier mit µm	mit Schalenmängel µm	
<b>1. Versuch</b>							
1	-	10,6 ± 6,7	3,19 ± 0,73	2,88 ± 0,80	47,5 ± 4,5 b	52,9 ± 6,5 ab	355 ± 13 ab
2	23,5	13,7 ± 8,8	3,06 ± 0,56	2,66 ± 0,63	47,6 ± 4,4 b	54,7 ± 6,6 b	354 ± 13 b
3	47	9,1 ± 5,9	3,23 ± 0,54	2,94 ± 0,60	45,0 ± 3,4 a	50,0 ± 5,0 a	362 ± 11 a
5	70,5	8,4 ± 9,7	3,13 ± 0,60	2,88 ± 0,70	45,2 ± 3,9 a	49,8 ± 6,4 a	365 ± 6 ab
6	94	9,5 ± 8,1	3,18 ± 0,59	2,90 ± 0,68	45,2 ± 3,5 a	50,3 ± 6,3 a	358 ± 11 ab
F-Wert Zusatz		1,25	1,00	2,47	5,21	5,95	3,09
Signifikanz der Differenzen <sup>b)</sup>		N.S.	N.S.	N.S.	p < 0,01	p < 0,001	p < 0,05
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		7,39	-	0,31	2,33	3,56	10,9
<b>2. Versuch</b>							
1	-	16,4 ± 15,5	3,59 ± 0,32	3,02 ± 0,72	43,0 ± 2,4	52,4 ± 9,1	361 ± 7
3	47	18,4 ± 14,4	3,60 ± 0,35	2,95 ± 0,67	42,6 ± 2,9	53,2 ± 9,0	364 ± 7
4	58,75	17,1 ± 12,8	3,64 ± 0,36	3,04 ± 0,65	42,4 ± 3,2	52,2 ± 8,1	363 ± 6
5	70,5	17,6 ± 7,3	3,70 ± 0,30	3,05 ± 0,40	42,7 ± 3,1	52,7 ± 5,5	363 ± 8
F-Wert Zusatz		0,07	1,71	0,16	0,31	0,05	0,72
Signifikanz der Differenzen <sup>b)</sup>		N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		-	0,144	-	1,74	7,07	5,46

b), c) siehe Tabelle 3

Beurteilung des Säuregrades der Futtermischungen wurden beim zweiten Versuch pH-Wert und Titrationsacidität einer wässrigen Futtersuspension (5% w/v) bestimmt (s. ebenfalls Tabelle 2). Die Titration mit 0,1 N-NaOH erfolgt elektrometrisch auf pH 7; angegeben ist die zur Neutralisation von 1 g Futter benötigte Kationenmenge in mVal. Durch den Calciumfumarateinsatz senkte sich der Futter pH-Wert von 6,4 auf 5,4 bis 5,5 bzw. erhöhte sich die Titrationsacidität von 0,027 auf 0,083 bis 0,090.

### Versuchstechnik

Die Versuche wurden jeweils vom 22-Wochen-Alter bis zum 70-Wochen-Alter über einen Zeitraum von 336 Tagen (12 Perioden zu 28 Tagen) durchgeführt. Für den 1. Versuch standen 240 und für den 2. Versuch 196 LSL-Junghennen in Einzelkähligaltung zur Verfügung. Je Versuchsration wurden 48 Hennen eingesetzt; die Hennen waren in 6er Gruppen gleichmäßig im Versuchsstall verteilt. Die Beleuchtung betrug in der 20. Woche 9 Stunden, in der 21. Woche 9 1/2 Stunden und in der 22. Woche 12 Stunden Licht, 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, das Eigewicht jeweils an 4 Tagen von 14 Legetagen ermittelt.

Die Eiqualität wurde dreimal während der Versuche (37./52./69. Lebenswoche im 1. Versuch, resp. 39./52./66. Lebenswoche im 2. Versuch) untersucht. Die Eischalenqualität (Anteil der Eier mit mangelnder Eischalenstabilität, Deformation, Bruchfestigkeit, Schalendicke) wurde zu jedem Termin an jeweils 5 Tagen ermittelt; die Tagesmittelwerte jeder Gruppe

wurden als Ausgangswerte für die Varianzanalyse verwendet. Als Eier mit mangelnder Eischalenstabilität wurden nicht nur die aus dem Stall kommenden Knick- und Brucheier, sondern auch solche mit Haarrissen (Klangprobe!) aussortiert. Die Anteile sind daher recht hoch; auf echte Knick- und Brucheier entfällt etwa die Hälfte dieser Eier. Für die Eier mit mangelnder Eischalenstabilität wurde eine Bruchfestigkeit von 0 kg und eine Deformation von 100 Mikrometer eingesetzt. 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 40 Eiern je Gruppe bestimmt; hier wurden die Einzelwerte für die Varianzanalyse verwendet.

Die gemessenen Eiquälitätsmerkmale liegen höher als im Durchschnitt des Versuches, da diese jeweils am Ende und nicht in der Mitte eines Versuchsabschnittes genommen wurden, um bessere Effekte zu erzielen.

### Versuchsverlauf und -ergebnisse

Der Versuch verlief ohne technische Störungen. Die Mortalität betrug im 1. Versuch 4,2% und im 2. Versuch 3,1%; zwischen Verlusthöhe bzw. Verlustursachen und der Fütterung der Versuchsgruppen waren keine Zusammenhänge erkennbar.

Über die gesamte Versuchszeit wurden die in der Tabelle 3 aufgeführten Leistungsergebnisse erzielt; für einige der Leistungsparameter konnten außerdem signifikante Regressionen für die Zusammenhänge zwischen Calciumfumaratzusatz und Leistung berechnet werden (s. Tabelle. 4). Der Calcium-

Tabelle 6: Ergebnisse der Messungen der inneren Eiqualität ( $\bar{x} \pm s$ )

Gruppe	Calciumfumarat g/kg	Eiklarhöhe mm	Dotterindex %	Farbfächer
1. Versuch				
1	-	6,1 $\pm$ 1,1 bc	43,9 $\pm$ 2,9 b	12,8 $\pm$ 0,8 a
2	23,5	5,8 $\pm$ 1,0 c	42,8 $\pm$ 2,8 c	12,3 $\pm$ 0,7 b
3	47	5,9 $\pm$ 1,0 c	44,0 $\pm$ 2,8 b	11,8 $\pm$ 0,9 c
5	70,5	6,4 $\pm$ 1,0 ab	45,0 $\pm$ 3,6 a	11,6 $\pm$ 0,9 c
6	94	6,7 $\pm$ 1,4 a	44,9 $\pm$ 2,9 ab	11,3 $\pm$ 1,1 d
F-Wert Zusatz		14,50	12,70	103,38
Signifikanz der Differenzen <sup>b)</sup>		p<0,001	p<0,001	p<0,001
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		0,36	0,95	0,222
-----				
2. Versuch				
1	-	6,0 $\pm$ 1,0	43,2 $\pm$ 2,3	11,0 $\pm$ 0,6 a
3	47	5,9 $\pm$ 1,0	43,6 $\pm$ 2,5	10,3 $\pm$ 1,2 b
4	58,75	6,0 $\pm$ 1,1	43,2 $\pm$ 2,4	10,2 $\pm$ 0,7 b
5	70,5	6,1 $\pm$ 1,1	43,6 $\pm$ 3,5	10,2 $\pm$ 0,8 b
F-Wert Zusatz		0,63	0,77	29,45
Signifikanz der Differenzen <sup>b)</sup>		N.S.	N.S.	p<0,001
Grenzdifferenz <sup>c)</sup>		-	-	0,28
b) c) siehe Tabelle 3				

fumarateinsatz führte mit steigender Dosierung zu einer linearen Absenkung der Futteraufnahme (-24 g je 1% Zusatz) und dadurch bedingt zu einer kleineren Gewichtszunahme (-1 g je 1% Zusatz) während des Versuches. Mit steigender Dosierung verminderten sich außerdem geringfügig das Eigewicht (-0,16 g je 1% Zusatz) und die täglich gelegte Eimasse (-0,3 g je 1% Zusatz); die Futtermittelverwertung blieb jedoch unbeeinflusst.

Die Ergebnisse der Eischalenstabilitätsmessungen sind zusammengefaßt über die drei Untersuchungstermine aus der Tabelle 5 zu ersehen. Da zwischen Untersuchungsterminen und Rationszusammensetzung keine Wechselwirkungen bestanden, wurde auf die Darstellung der Ergebnisse der Einzeltermine verzichtet. In den untersuchten Eischalenstabilitätsparametern bestanden zwischen den Gruppen nur z.T. gesicherte Unterschiede, d.h. ein Zusatz von Calciumfumarat zu Legehennenfutter verbessert nur z.T. die Eischalenstabilität.

Beim ersten Versuch führten die mittleren Dosierungen, d.h. 47 und 70,5 g Calciumfumarat/kg Futter in der Tendenz numerisch zu um 1,5 bzw. 2,2 Prozentpunkten weniger Eiern mit Schalenmängeln, zu einer um 0,04 kg besseren bzw. 0,06 kg schlechteren Bruchfestigkeit, zu einer um 2,5 bzw. 2,3 Mikrometer gesichert niedrigeren Deformation und zu einer um 7 bzw. 10 Mikrometer gesichert dickeren Eischale, dabei zeichneten sich die Effekte beim letzten Untersuchungstermin deutlicher ab. Numerisch wurde beim 2. Versuch die Bruchfestigkeit um 0,01 bis 0,10 kg, die Deformation um 0,3 bis 0,6 Mikrometer und die Eischalendicke um 2 bis 3 Mikrometer verbessert. Diese numerischen Veränderungen führten jedoch nicht zu einer Veränderung des Anteils an wegen Schalenmängeln aussortierten Eiern.

Werden die drei Versuche zusammen betrachtet (also einschließlich Vogt u. Harnisch, 1985), dann legten von 8 Gruppen die Calciumfumarat im Futter erhielten, je 7 Gruppen Eier mit einer besseren Deformation bzw. mit dickeren Eischalen, 5 Gruppen Eier mit einer besseren Bruchfestigkeit und 4 Gruppen legten Eier mit weniger Schalenmängeln; diese Veränderungen der Eischalenstabilität waren jedoch nur geringfügig und konnten nur zum Teil abgesichert werden.

Die Ergebnisse der Messungen der inneren Eiqualität sind in der Tabelle 6 zusammengestellt. Danach beeinflusste der Calciumfumaratzusatz zum Futter uneinheitlich Eiklarhöhe und Dotterindex, führte aber in beiden Versuchen zu einer helleren Dotterfarbe.

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

## Zusammenfassung

In zwei 322-tägigen Versuchen mit Legehennen in Einzelkähnhaltung wurden in Mais-Gerste-Soja-Grundrationen (isoenergetisch und isonitrogen) 2,35...9,4% bzw. 4,7...7,05% Calciumfumarat statt Calcium-äquivalenter Mengen Calciumcarbonat eingemischt, d. h. alle Rationen hatten den gleichen Calciumgehalt. Mit steigendem Calciumfumarateinsatz verminderten sich Futteraufnahme und Gewichtszunahme, geringfügig auch Eigewicht und täglich gelegte Eimasse. Der Calciumfumaratzusatz führte z.T. zu einer gesicherten Verbesserung der Eischalenstabilität.

## The effect of calciumfumarate in laying hen rations

In two experiments, which each took 322 days, with hens in single cages, in the maize-barley-soya-basic rations (isoenergetic and isonitrogen) were mixed in 2,35...9,4% resp. 4,7...7,05% calciumfumarate instead of calciumequivalent amounts of calciumcarbonate, that is, that all of the rations had the same amount of calcium. With the rising of calciumfumarate, the feed intake and the growth decreased, also a little the weight of the eggs and the daily egg output. The addition of the calciumfumarate partly led to a significant improvement of the stability of egg shell.

## Literatur

Vogt, H., Harnisch, S.: Der Einsatz von organischen Calciumverbindungen und von Calciumsilicat im Legehennenfutter.- Landbauforschung Völkenrode 35 (1985), H. 3, S. 127-131.

Verfasser: Vogt, Hermann, Dr. agr., Dir. u. Prof; 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.