

(Aus dem Institut für Tierernährung und Vorratshaltung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)

Zur Wirksamkeit mikrobieller Phytase zu Legehennenrationen auf Mais- bzw. Weizenbasis

Von H. JEROCH und W. PETER

Zusammenfassung

In zwei Versuchen mit Legehennen wurde die Wirksamkeit einer mikrobiellen Phytase (Natuphos, BASF AG, Ludwigshafen) zu Mais-Soja- und Weizen-Soja-Rationen geprüft. Diese Rationen wiesen einen Gesamt-P-Gehalt von 3,3 g/kg und einen Phytat-P-Gehalt von 2,2 g/kg auf. Beide Mischungen wurden ohne Zusätze, mit Phytase- und mit anorganischer Phosphorergänzung verfüttert. Durch die Ergänzung der Maisration mit Phytase bzw. anorganischem Phosphat konnte das Leistungsniveau auf einem signifikant höheren Niveau gehalten werden. Die gleichen Supplementierungen zur Weizendiät hatten keinen Einfluß auf die Leistungsparameter. Durch die Phytaseergänzung der Rationen wurde nur partiell die Schalenstabilität verbessert.

Schlüsselworte: Legehennen, Mais, Weizen, Phytase, Legeleistung.

The effectiveness of microbial phytase addition to layer rations on maize and wheat basis

Summary

In two feeding trials with laying hens the effectiveness of a microbial phytase addition to maize soybean and wheat soybean rations was tested. Both feed mixtures contained 3.3 g/kg total P and 2.2 g/kg phytate P. Each ration was fed without additions, with phytase addition and with a mineral P supplementation. By phytase or mineral P supplementation to the maize based diet the performance of the hens was kept on a significantly higher level. However, the additions to the wheat based diet did not influence the performance parameters. The hens getting the phytase added ration obtained a better stability of egg shell.

Key-words: laying hen, maize, wheat, phytase, egg performance.

1. Einleitung

In zahlreichen Experimenten mit wachsendem Geflügel, insbesondere Broilerküken, konnte nachgewiesen werden, daß durch Ergänzung der Futtermischung mit mikrobieller Phytase Phytin-P im Verdauungstrakt hydrolisiert wird und so

zur Phosphorversorgung beiträgt (u. a. KIISKINEN und PIIRONEN 1989, PERNEY et al. 1993, SIMONS et al. 1990, SCHÖNER et al. 1991, VOGT 1990, ZYLA et al. 1989). Dadurch ist es möglich, den Zusatz an anorganischem Phosphor um 1,0 bis 1,5 g/kg Futter zu vermindern (JEROCH 1994). Wenngleich die Anforderung der Legehennen an den Phosphorgehalt vergleichsweise zum Broiler geringer ist (WPSA 1984, 1985), reicht dennoch der native P-Gehalt in kommerziellen Mischungen in der Regel zur Bedarfsdeckung nicht aus. Futtermischungen für Legehennen werden deshalb generell mit anorganischem Phosphor supplementiert. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß in neueren Experimenten (HERSTAD 1988, VOGT 1992) geringere Gehalte an Nicht-Phytin-P im Futter gegenüber den Versorgungsempfehlungen der WPSA (1984) eine bedarfsgerechte Phosphorversorgung sicherstellten. Außerdem zeigten die Untersuchungen von VOGT (1992) einen Einfluß der Getreideart bzw. der damit verbundenen unterschiedlichen pflanzeigenen Phytaseaktivität (POINTILLART 1993, SAUVEUR 1983) auf den P-Gehalt im Futter sowie eine erforderliche Ergänzung mit mineralischem Phosphor.

Aus der Sicht einer stärkeren Nutzung des Phytin-Phosphors aus pflanzlichen Rationskomponenten sollte deshalb die Wirksamkeit von mikrobieller Phytase zu Futtermischungen auf der Basis von Mais und Sojaextraktionsschrot bzw. Weizen und Sojaextraktionsschrot ermittelt werden. Hierzu wurden zwei Versuche mit Legehennen brauner Herkünfte durchgeführt.

2. Material und Methoden

Über das Versuchsdesign in den beiden Experimenten informiert Tabelle 1. Im Versuch 1 wurden 60, im Versuch 2 130 Junghennen im Alter von 20 Wochen eingestallt. Vor Versuchsbeginn (21.–29. Lebenswoche) erhielten die Hennen die Versuchsrationen, jedoch ohne Phytase- und mineralische P-Ergänzung. Dieser Zeitraum sollte eine P-Verarmung des Hennenkörpers bewirken, um im Versuchszeitraum eventuell auftretende Effekte früher und deutlicher zeigen zu können. Mit Beginn der eigentlichen Prüfperiode erfolgte die Gruppeneinteilung (Tab. 1).

Tabelle 1
Versuchsdesign

Versuch	Gruppe	Tierzahl	Rationstyp	Phytase-Ergänzung U ¹ /kg	Anorganischer Phosphorzusatz (aP)g/kg
1	I	23	Mais - Soja	–	–
	II	24	Mais - Soja	1000	–
2	I	18	Mais - Soja	–	–
	II	20	Mais - Soja	500	–
	III	19	Mais - Soja	–	1,0
	IV	20	Weizen - Soja	–	–
	V	19	Weizen - Soja	500	–
	VI	19	Weizen - Soja	–	1,0

¹ 1 U (Phytaseeinheit) entspricht der Menge des Enzyms, die ein Mikromol anorganischen Phosphor pro Minute aus Natriumphytat (0,0015 Mol/l) bei 37 °C und einem pH-Wert von 5,5 unter Testbedingungen freisetzt.

Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der verwendeten Futtermischungen sind Tabelle 2 zu entnehmen. In den Rationen mit Phytaseergänzung kam das Präparat Natuphos[®] – ein Fermentationsprodukt von *Aspergillus niger* (BASF AG,

Ludwigshafen) – zur Anwendung. Auf Empfehlung des Herstellers wurden die Hennenrationen im Versuch 1 mit 1000 U/kg und im Versuch 2 mit 500 U/kg supplementiert. Als mineralischer Phosphorträger wurde Monocalciumphosphat verwendet. Die geprüften Zusätze (Phytase, Monocalciumphosphat) wurden jeweils als Bestandteil des Prämix (Tab. 2) den Futtermischungen zugesetzt.

Tabelle 2

Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Mais-Soja-Ration und der Weizen-Soja-Ration

Komponenten und Gehalte (g/kg)	Mais-Soja-Ration Versuch 1	Mais-Soja-Ration Versuch 2	Weizen-Soja-Ration Versuch 2
Mais	720	733	–
Weizen	–	–	735
Sojaextraktionsschrot	160	160	126
Sojaöl	13		31
Calciumcarbonat	91	91	91
Viehsalz	3	3	3
Prämix ¹	10	10	10
DL-Methionin	2	2	2,3
L-Lysin	1,2	1	1,7
Trockensubstanz ²	890,4	892,5	900,2
Umsetzbare Energie (MJ) ³	12,0	11,8	11,8
Rohprotein ²	146,0	151,6	152,4
Lysin	7,7	8,03	8,12
Methionin	4,4	4,39	4,4
Methionin+Cystin	6,7	7,02	7,35
Gesamt-Phosphor ²	3,2	3,3	3,3
Phytat-Phosphor ²	2,1	2,2	2,2
Nicht-Phytat-Phosphor	1,1	1,1	1,1
Calcium ²	35,0	35,0	35,0

¹ Zusätze je kg Futter: 10.000 IE Vitamin A; 2500 IE Vitamin D₃; 5 mg Vitamin E; 3 mg Vitamin K; 1 mg Vitamin B₁; 4 mg Vitamin B₂; 3 mg Vitamin B₆; 10 µg Vitamin B₁₂; 8 mg Pantothenensäure; 30 mg Nikotinsäure; 0,5 mg Folsäure; 500 mg Cholinchlorid; 125 mg Aethoxyquin; 80 mg Mangan; 60 mg Zink; 25 mg Eisen; 5 mg Kupfer; 0,1 mg Kobalt; 0,5 mg Jod; 0,1 mg Selen; 5 mg Flavophospholipol (Flavomyzin)

² Analysenwerte

³ Rechenwerte (European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs 1989)

Die Haltung der Hennen erfolgte einzeln in Käfigen einer Drei-Etagen-Batterie. Als Lichtprogramm kam das für die Legehennenhaltung empfohlene Programm zur Anwendung. Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden täglich erfaßt. Besondere Vorkommnisse bzw. Abweichungen vom Programm traten nicht auf. Während im Versuch 1 auf Tiermaterial der Herkunft Hissex brown zurückgegriffen wurde, kamen im Versuch 2 Legehennen der Herkunft Lohmann brown zum Einsatz. Der Prüfzeitraum betrug im Versuch 1 12 Wochen und im Versuch 2 16 Wochen.

Die Leistungsparameter Eizahl (Legeleistung) und Eigewicht wurden täglich erfaßt. Die Erfassung der anderen Leistungskriterien erfolgte im 14tägigen Rhythmus. Dabei wurden Futtermittelverzehr (durch Rückwaage), Gewichtsentwicklung der Hennen (Einzeltierwägung) sowie Bruchfestigkeit (mit einem mechanischen Bruchfestigkeitsmeßgerät) von einem Zweitagesgelege festgestellt. Die Parameter Futteraufwand und tägliche Eimasse wurden errechnet.

Die Rohnährstoffgehalte der Futtermittelproben wurden nach den allgemein üblichen Verfahren bestimmt. Der Gesamt-P-Gehalt ist spektrophotometrisch nach Mineralisierung der Probe und Umsetzung mit Molybdat-Vanadat analy-

siert worden (LENGERKEN und ZIMMERMANN 1991). Die Analyse des Phytat-Phosphors erfolgte nach der Methode von HARLAND und OBERLEAS (1986).

Bei der biostatistischen Auswertung kam die institutseigene Software zur Anwendung. Da es sich im ersten Versuch nur um einen Vergleich von zwei Gruppen handelt, wurde für den Mittelwertvergleich der t-Test bei Varianzhomogenität (RASCH et al. 1978) bzw. der Welch-Test bei Varianzinhomogenität (RASCH et al. 1978) gewählt. Zum Mittelwertvergleich im zweiten Versuch wurde der Test nach Newman-Keuls angewendet. Es wurde bei allen Vergleichen von einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ausgegangen. Signifikanzen wurden in den nachfolgenden Tabellen mit kleinen Buchstaben gekennzeichnet, wobei gleiche Buchstaben nicht signifikante Unterschiede dokumentieren. Zur Auswertung der Prüfperioden erfolgte eine Zusammenfassung der in den 14tägigen Prüfabschnitten erfaßten Daten, um den gesamten Versuchszeitraum bzw. größere Teilabschnitte (6- bzw. 4-Wochenperioden) darstellen zu können. Im Versuch 1 verstarb eine Henne der Gruppe I am Anfang der Prüfperiode. Die Abgangsursache war nicht bekannt. Dieses Tier wurde nicht mit in die statistische Auswertung einbezogen. Im Versuch 2 traten zwar keine Verluste auf, aber es wurden einige Tiere aufgrund von Krankheiten bzw. sogenannte „Nichtleger“ aus dem Versuch genommen. Versuchsbedingte Ursachen konnten auch hier nicht festgestellt werden. Bei der Ergebnisdarstellung sollte deshalb auf die Anzahl der Tiere je Gruppe (n) geachtet werden.

3. Ergebnisse

Der Futterverzehr war in beiden Versuchen relativ niedrig (Tab. 3). Die Ursache ist sicherlich in der zum Teil unzureichenden Phosphorversorgung zu suchen. Besonders deutlich war der Abfall des Futterverzehrs in den Mais-Soja-Gruppen ohne Ergänzungen, in denen sofort nach Versuchsbeginn ein stetiger Abwärtstrend zu verzeichnen war. Entsprechend folgten die Legeleistungen. Aber auch in den anderen Gruppen war ein Verzehrsrückgang zum Versuchsende festzustellen, möglicherweise ebenfalls wegen suboptimaler Phosphorversorgung. Bei den Gruppen, die die Weizendiät erhielten, fiel der Rückgang in der Futteraufnahme weniger stark aus, was auf die höhere pflanzliche Phytaseaktivität und die damit verbundene verbesserte Phytinphosphorverfügbarkeit des Weizens (SAUVEUR 1983 und POINTILLART 1993) zurückgeführt werden könnte.

Tabelle 3

Futterverzehr (g/Henne/Tag)

Versuch	Gruppe	n	Rationstyp	Zusätze	Versuchsabschnitt			Gesamtversuch
					1	2	3	
1	I	23	Mais - Soja	-	95,9 ^a	90,8 ^a	-	93,3 ^a
	II	24	Mais - Soja	Phytase	108,5 ^b	107,2 ^b	-	107,9 ^b
2	I	18	Mais - Soja	-	107,2 ^a	89,5 ^a	80,8 ^a	94,0 ^a
	II	20	Mais - Soja	Phytase	115,4 ^a	114,0 ^b	104,6 ^b	112,2 ^b
	III	19	Mais - Soja	anorg. P.	111,4 ^a	112,5 ^b	107,4 ^b	110,8 ^b
	IV	20	Weizen - Soja	-	117,0 ^a	113,6 ^a	102,9 ^a	112,2 ^a
	V	19	Weizen - Soja	Phytase	119,2 ^a	121,1 ^a	109,0 ^a	117,4 ^a
	VI	19	Weizen - Soja	anorg. P.	115,8 ^a	114,5 ^a	104,2 ^a	112,4 ^a

In beiden Versuchen wurde in den Gruppen, die die Mais-Soja-Diät ohne Phytase (Versuch 1 und 2) und mineralische Phosphorergänzung (Versuch 2) erhielten, schon kurz nach Versuchsbeginn ein Leistungsabfall festgestellt, der sich

mit fortschreitender Versuchsdauer verstärkte. Vor allem im Versuch 2 mit längerer Dauer war der Abfall besonders deutlich (Tab. 4). Die höheren Leistungen der Gruppen II im Versuch 1 sowie II und III im Versuch 2 sind das Ergebnis einer besseren Energie- und Nährstoffversorgung der Hennen aufgrund des weniger starken Rückgangs im Futtermittelverzehr (siehe Tab. 2). Der geringe Leistungsabfall mit fortschreitender Versuchsdauer könnte auf eine noch nicht ausreichende Phosphorversorgung der Hennen dieser Gruppen hinweisen. Für die Beweisführung fehlt jedoch eine Prüfvariante mit höherer Phosphorversorgung. Zum anderen entspricht ein gewisser Abfall dem Verlauf der Legeleistungskurve.

Zwischen den Gruppen des Weizen-Soja-Rationstyps bestanden keine Unterschiede in der Legeintensität (Tab. 4). Die Supplemente (mikrobielle Phytase, mineralischer Phosphor; siehe Tab. 1) zeigten keine Wirkung.

Tabelle 4
Legeintensität (%)

Versuch	Gruppe	n	Rationstyp	Zusätze	Versuchsabschnitt			Gesamtversuch
					1	2	3	
1	I	23	Mais - Soja	-	81,9 ^a	72,3 ^a		77,1 ^a
	II	24	Mais - Soja	Phytase	90,9 ^a	89,6 ^b		90,2 ^b
2	I	18	Mais - Soja	-	85,2 ^a	62,4 ^a	51,6 ^a	68,2 ^a
	II	20	Mais - Soja	Phytase	89,2 ^a	87,3 ^b	82,3 ^b	86,7 ^b
	III	19	Mais - Soja	anorg. P.	88,6 ^a	88,0 ^b	84,2 ^b	87,3 ^b
	IV	20	Weizen - Soja	-	93,8 ^a	91,9 ^a	87,7 ^a	91,6 ^a
	V	19	Weizen - Soja	Phytase	88,1 ^a	91,5 ^a	85,7 ^a	88,8 ^a
	VI	19	Weizen - Soja	anorg. P.	90,1 ^a	89,4 ^a	80,8 ^a	87,5 ^a

Ein signifikanter Einfluß von Phytase (Versuche 1 und 2) und anorganischem Phosphor (Versuch 2) auf das Merkmal Eigewicht war bei beiden Rationstypen nicht nachweisbar (Tab. 5). Dennoch sollte der geringe Anstieg des Eigewichtes gegenüber den Prüfgruppen ohne Supplemente nicht übersehen werden (Tab. 5). Dieses Ergebnis steht nicht ganz in Übereinstimmung mit den Arbeiten von SIMONS und VERSTEEGH (1992, 1993), die eine signifikante Verschlechterung des Merkmals Eigewicht in einer Mais-Soja-Rationsgruppe ohne Ergänzungen (ähnliche Rationszusammensetzung wie in den hier beschriebenen Experimenten) nachweisen konnten. Weiterhin fällt auf, daß im Versuch 2 insgesamt höhere Eigewichte erreicht wurden, was zum Teil genetisch, aber auch in der längeren Prüfperiode begründet sein kann (Tab. 5).

Tabelle 5
Eigewicht (g), tägliche Eimasse (g/Tier/Tag), Futteraufwand (kg/kg Eimasse) und Körpergewichtsveränderung (g) – Gesamtversuch

Ver-such	Gruppe	Tierzahl	Rationstyp	Eigewicht	Tägliche Eimasse	Futteraufwand	Gewichtsveränderung
1	I	23	Mais - Soja	57,1 ^a	44,2 ^a	2,48 ^a	-66,6 ^a
	II	24	Mais - Soja	57,8 ^a	52,2 ^b	2,08 ^a	+117,2 ^b
2	I	18	Mais - Soja	61,8 ^a	42,6 ^a	2,32 ^a	-197,8 ^a
	II	20	Mais - Soja	63,7 ^a	55,2 ^b	2,04 ^b	-22,8 ^b
	III	19	Mais - Soja	62,8 ^a	54,9 ^b	2,02 ^b	-27,8 ^b
	IV	20	Weizen - Soja	63,4 ^a	58,1 ^a	1,93 ^a	-58,4 ^a
	V	19	Weizen - Soja	62,9 ^a	55,8 ^a	2,11 ^a	+34,7 ^a
	VI	19	Weizen - Soja	63,3 ^a	55,4 ^a	2,03 ^a	+40,0 ^a

Statistisch gesicherte Differenzen im Merkmal „täglich produzierte Eimasse“ waren demzufolge auch nur bei den Maisvarianten aufgrund der schlechten Legeleistung der Kontrollgruppen (ohne Ergänzungen) zu erwarten (Tab. 5). Besonders im Versuch 2 war der Abfall der täglich produzierten Eimasse der Gruppe I (Mais-Soja-Rationstyp ohne Zusätze) von 52,4 g/Henne/Tag (1. Versuchsabschnitt) auf 32,6 g/Henne/Tag (3. Versuchsabschnitt) besonders gravierend. Im letzten erfaßten 14-Tage-Abschnitt erreichten diese Tiere nur noch 31,6 g/Tier/Tag. Durch die Phytasesupplementierung bzw. die anorganische Phosphorergänzung produzierten die Hennen der Gruppen II und III in diesem Abschnitt deutlich mehr Eimasse (Gruppe II: 53,5 g/Tier/Tag und Gruppe III: 54,3 g/Tier/Tag). Bei den drei Gruppen des Weizen-Soja-Rationstyps (Versuch 2) bestanden in der täglichen Eimasseproduktion keine signifikanten Unterschiede zwischen den Prüfgruppen.

Der in enger Beziehung zu Futtermittelverzehr und täglicher Eimasseproduktion stehende Futteraufwand wurde durch die Ergänzungen der Mais-Soja-Ration stark beeinflusst (Tab. 5). Bei diesen Prüfvarianten (Gruppe II/Versuch 1; Gruppen II und III/Versuch 2) bewegte sich der Verbrauch an Futter je kg Eimasse im Normalbereich. Er ist dagegen bei den Gruppen I (unergänzte Maisration) deutlich höher (Versuch 1: 19 %; Versuch 2: 14–15 %). Die Gewichtsveränderungen standen in Beziehung zur Versuchsdauer, zum Rationstyp und zur Futterergänzung (Tab. 5). Bei diesem Kriterium wirkten die geprüften Futterzusätze deutlich (Maisration) bis schwach positiv (Weizenration).

Die Ergebnisse der Bruchfestigkeitsmessungen sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Im Versuch 1 nahm die Bruchfestigkeit der Eischale mit fortschreitender Versuchsdauer in beiden Gruppen deutlich ab. Dieses Resultat wurde im Versuch 2 nicht registriert. Abgesehen von punktuellen signifikanten Verbesserungen der Bruchfestigkeit durch die Supplementierung des Legehennenfutters mit Phytase bzw. anorganischem Phosphor waren bei der Mehrheit der Meßpunkte bestehende Gruppenunterschiede infolge hoher Schwankung der Einzelwerte zufällig.

Tabelle 6

Bruchfestigkeit der Eischale (kp)

Versuch	Gruppe	Rationstyp (Zusätze ¹)	Versuchsabschnitt							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	I	Mais - Soja	3,44 ^a	3,32 ^a	2,29 ^a	- ²	2,27 ^a	2,31 ^a	-	-
	II	Mais - Soja	3,49 ^a	3,78 ^b	2,94 ^b	-	2,22 ^a	2,31 ^a	-	-
2	I	Mais - Soja	3,01 ^a	2,98 ^a	3,22 ^a	3,57 ^a	3,29 ^a	3,21 ^{ab}	2,92 ^a	2,70 ^a
	II	Mais - Soja	3,30 ^a	3,39 ^a	3,61 ^a	3,51 ^a	3,48 ^a	3,72 ^b	3,20 ^a	3,46 ^b
	III	Mais - Soja	2,83 ^a	3,13 ^a	3,19 ^a	3,21 ^a	3,31 ^a	3,06 ^a	2,89 ^a	3,18 ^{ab}
	IV	Weizen - Soja	3,11 ^a	3,05 ^a	3,27 ^a	3,08 ^a	3,25 ^a	3,13 ^a	2,97 ^a	3,19 ^a
	V	Weizen - Soja	3,36 ^a	3,27 ^a	2,86 ^a	3,30 ^a	3,37 ^a	3,25 ^a	3,03 ^a	3,33 ^a
	VI	Weizen - Soja	3,34 ^a	3,44 ^a	3,42 ^a	3,58 ^a	3,24 ^a	3,14 ^a	2,62 ^a	3,27 ^a

¹ Zusätze wie in Tabelle 1 angegeben.

² Aus technischen Gründen konnte zu diesen Terminen keine Messung stattfinden.

4. Diskussion

Der native Phosphorgehalt der Maisration war nicht bedarfsdeckend, so daß ein deutlicher Leistungsabfall eintrat. Zu annähernd gleichem Resultat gelangten SIMONS und VERSTEEGH (1993) mit einer ebenfalls auf Mais basierenden Legehennenration (3,3 g Gesamt-P/kg). Ein weitgehend normaler Legeleistungs-

verlauf wurde durch Ergänzung dieses Rationstyps mit 1000 bzw. 500 U Phytase/kg Futter erreicht. In oben zitierter Arbeit gewährleisteten bereits 200 U Phytase/kg Futter eine gute Leistung. Höhere Supplemente (300 ... 2000 U/kg) ergaben keinen weiteren Effekt, so daß die von uns gewählten Dosierungen (1000 bzw. 500 U/kg) reichlich bemessen waren. In Übereinstimmung mit den Resultaten von SIMONS und VERSTEEGH (1993) und den Ergebnissen aus Bilanzversuchen (VAN DER KLIS und VERSTEEGH 1991, SCHÖNER et al. 1993) wird somit auch bei Legehennen durch mikrobielle Phytase die Phytat-P-Verwertung deutlich verbessert. VAN DER KLIS und VERSTEEGH (1991) ermittelten einen Phytat-P-Abbau von 62 bzw. 56 % bei 3 bzw. 4 % Ca im Hennenfutter.

Bei gleichem Gesamt- und Nicht-Phytat-P-Gehalt zeigte die Phytasezulage zur Weizenration keinen Effekt. Die unergänzte Mischung gewährleistete aufgrund der Phytat-P-Hydrolyse durch futterbürtige Phytase eine ausreichende P-Verwertung. Nach POINTILLART (1993) besitzt Weizen eine hohe Phytaseaktivität (700 U/kg) und Mais praktisch keine Aktivität. Die Wirksamkeit der korn-eigenen Phytaseaktivität des Weizens bestätigen auch die von VOGT (1992) in einem langfristigen Legehennenversuch erzielten Resultate. Während die Weizenration mit 3,5 g Gesamt-P/kg und 2,0 g Nicht-Phytat-P/kg ohne mineralische P-Ergänzung den Bedarf der Hennen deckte, bewirkte die Maisration mit 4,0 g Gesamt-P/kg und 2,3 g Nicht-Phytat-P/kg einen Abfall des Ca- und P-Gehalts in der Tibia im Vergleich zu einigen höheren Versorgungsstufen.

Sowohl aus den Untersuchungen von HERSTAD (1988), SIMONS und VERSTEEGH (1992, 1993) sowie VOGT (1992) als auch aus den eigenen Experimenten resultieren geringere Anforderungen an den P-Gehalt des Futters im Vergleich zu den Versorgungsempfehlungen (WPSA 1984, NRC 1984). Nach den bisherigen Ergebnissen könnte ein mineralischer P-Zusatz entfallen, wenn das Futter mit mikrobieller Phytase ergänzt wird. Dadurch läßt sich die Phosphorausscheidung deutlich reduzieren (JEROCH 1994). Bevor praktische Empfehlungen gegeben werden können, sind weitere Fütterungs- und Bilanzversuche, die die gesamte Legeperiode umfassen, erforderlich.

Danksagung

Für die Phytat-Phosphor-Bestimmung bedanken sich die Autoren sehr herzlich bei Dr. H.-J. LANTZSCH, Institut für Tierernährung der Universität Hohenheim.

Literatur

- HARLAND, B. and D. OBERLEAS, 1986: Anion-exchange method for determination of phytate in foods: Collaborative study. *Journal of the Association of Analytical Chemists* 69, 667-670.
- HERSTAD, O., 1988: Phosphorus requirements and phosphorus allowances for laying hens. 20th Meeting of Working Group No. 2. - Nutrition - June 19-20, Aas, Norway.
- JEROCH, H., 1994: Bisherige Erkenntnisse zum Phytaseinsatz beim Geflügel. *Arch. Geflügelk.* 58, 1-7.
- KIISKINEN, T. and J. PIIRONEN, 1989: Effect of phytase supplementation on utilization of phosphorus in chicken diets. *Proceedings of the 7th European Symposium on Poultry Nutrition*, Lloret de Mar Verona/Spain, 376-380.
- LENGERKEN, J. v. und K. ZIMMERMANN, 1991: *Handbuch Futtermittelprüfung*. Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U. S.), 1984: *Nutrient requirements of poultry*. 8th rev. ed. National Academy Press. Washington, D. C.
- PERNEY, K. M., A. H. CANTOR, M. L. STRAW and K. L. HERKELMAN, 1993: The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poultry Sci.* 72, 2106-2114.
- POINTILLART, A., 1993: Importance of phytases and cereal phytases in the feeding of pigs.

- In: WENK, C. and M. BOESSINGER (Editors): Proceedings of the 1st Symposium Enzymes in Animal Nutrition. Kartause Ittingen, Switzerland, 192-198.
- RASCH, D., G. HERRENDÖRFER, J. BOCK und K. BUSCH, 1978: Verfahrensbibliothek, Bd. 1 und 2, S. 545, Verfahren 3/24/1111, Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- SAUVEUR, B., 1983: Bioavailability to poultry and plant-origin phosphorus. Methodological criticism and results. In: LABIER, M. (Editor): Proceedings of the 4th European Symposium on Poultry Nutrition. Tours, France, 103-113.
- SCHÖNER, F.-J., P. P. HOPPE und G. SCHWARZ, 1991: Vergleich der Effekte von mikrobieller Phytase und anorganischem Phosphat auf die Leistungen und die Retention von Phosphor, Calcium und Rohasche bei Masthühnerküken in der Anfangsmast. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 66, 248-255.
- SCHÖNER, F.-J., P. P. HOPPE, G. SCHWARZ und H. WIESCHE, 1993: Untersuchungen zur Phosphorbilanz von Legehennen bei Einsatz von *Aspergillus-Niger*-Phytase. In: FLACHOWSKY, G. und R. SCHUBERT (Editors). Tagungsbericht. 4. Symposium Vitamine und Mineralstoffe bei Mensch und Tier. Jena/Thüringen, 371-376.
- SIMONS, P. C. M., H. A. J. VERSTEEGH, A. W. JONGBLOED, P. A. KEMME, P. SLUMP, K. D. BOS, M. G. E. WOLTERS, R. F. BEUDEKER and G. J. VERSCHOOR, 1990: Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broiler and pigs. *Brit. J. Nutrition* 64, 525-540.
- SIMONS, P. C. M. and H. A. J. VERSTEEGH, 1992: Het effect van toevoeging van microbiële fytase aan leghennenvoer op technische resultaten en de skelet- en eiscaalkwaliteit. Spelderholt Uitgave No. 568.
- SIMONS, P. C. M. and H. A. J. VERSTEEGH, 1993: Role of phytases in poultry nutrition. In: WENK, C. and M. BOESSINGER (Editors): Proceedings of the 1st Symposium Enzymes in Animal Nutrition. Kartause Ittingen, Switzerland, 181-186.
- SUBCOMMITTEE ENERGY OF THE WORKING GROUP No. 2 - Nutrition - of the European Federation of Branches of the World's Poultry Science Association, 1989: European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. Spelderholt. Centre for Poultry Research and Information Services Beekbergen, The Netherlands.
- VAN DER KLIS, J. D. und H. A. J. VERSTEEGH, 1991: The ileale absorptie van fosfor in lichte witte leghennen big toepassing van microbiële fytase en verschillende calcium gehalten in leghennenvoer. Spelderholt Uitgave No. 563.
- VOGT, H., 1990: Einsatz von Phytase im Broilermastfutter mit unterschiedlichem Phosphorgehalt: 2. Versuch. *Arch. Geflügelk.* 56, 222-226.
- VOGT, H., 1992: Zum Phosphorgehalt im Futter von Käfighennen, *Archiv für Geflügelkunde* 56, 264-270.
- WPSA, 1984: Mineral Requirements for Poultry - Mineral Requirements and Recommendations for Adult Birds. *Wld's Poult. Sci.* 40, 183.
- WPSA, 1985: Mineral Requirements for Poultry - Mineral Requirements and Recommendations for Growing Birds. *Wld's Poult. Sci.* 41, 252-258.
- ZYLA, K., J. KORELESKI and M. KUJAWSKI, 1989: Dephosphorylation of phytate compounds by means of acid phosphatase from *Aspergillus niger*. *J. Sci. Food Agric.* 49, 315-324.

(Manuskript eingelangt am 1. August 1994, angenommen am 26. September 1994)

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Dr. h. c. Heinz JEROCH und Diplomagraring. Wolfgang PETER, Institut für Tierernährung und Vorratshaltung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Emil-Abderhalden-Str. 25 b, D-06108 Halle (Saale)