

## Ist der Einsatz von Enzymen in der Legehennenernährung sinnvoll?

Heiko Tiller (Cuxhaven)

### Einleitung

Enzyme sind nach ihrer Antigennatur und Wirkung sehr spezifische biochemische Verbindungen. Sie haben die Fähigkeit entweder allein oder mit einem Coenzym biologische Reaktionen als Katalysator in Gang zu setzen oder zu beschleunigen. Verdauungsenzyme stellen einen Teil der im Organismus benötigten Enzyme dar.

In den letzten 10 Jahren hat sich in der Entwicklung und Vermarktung von Enzymen als Futterzusatz sehr viel getan. Die Hersteller und Vertriebsfirmen von Futteradditiven haben erkannt, dass hier ein großes Einsatzpotential vorhanden ist. Dabei hat die Forschung bei ihren Fragestellungen zur Enzymwirkung und -effektivität immer Jungtiere - hauptsächlich Ferkel sowie wachsendes Geflügel - im Auge gehabt, denn gerade dort kann eine ungenügende Ausstattung mit Enzymen am ehesten erwartet werden. Entsprechend viele positive Ergebnisse zum Einsatz von Enzymen im Ferkel-, Broiler- und Putenfutter liegen daher aus Literatur und Praxis vor. Bei erwachsenen Tieren wie Legehennen ist die Erwartungshaltung für Effekte wesentlich geringer, denn: Bei Legehennen ist das Verdauungssystem einschließlich des Enzymprofils üblicherweise voll ausgebildet. Anliegen dieser Ausführungen ist, eine Bestandsaufnahme der verfügbaren Erkenntnisse zum Einsatz von fermentativ-ontstechnisch gewonnenen Enzymen oder Enzympräparaten in der Legehennenernährung zu erstellen.

### Welche Ziele werden mit dem Enzymzusatz verfolgt?

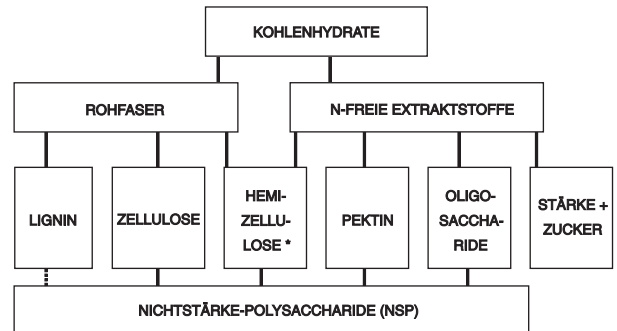
- Ein wichtiges Ziel ist es, verdauungshemmende (antitritive) Effekte von Futterinhaltsstoffen - im wesentlichen lösliche "Nichtstärke-Polysaccharide" (NSP) - durch deren Abbau oder Teilabbau zu erreichen. Dies kann dann mit einer besseren Verfügbarkeit anderer aufgenommener Nährstoffe einhergehen und die Gesamtverwertung des Futters durch das Tier verbessern.
- Hydrolytische Spaltungen von Zellwandkohlenhydraten bzw. unlöslichen NSP, die nicht durch körpereigene Enzyme abgebaut werden können → Verminderung des Käfigeffektes.
- Höhere Ausnutzung des in vielen pflanzlichen Futtermitteln fest gebundenen Phytin-Phosphors.

Enzymdefizite bestehen damit ausschließlich beim pflanzlich gebundenen Phosphor sowie im Bereich einiger Kohlenhydratfraktionen.

Zur Erläuterung sei auf die in der Abbildung 1 dargelegte Einteilung der Kohlenhydrate in pflanzlichen Futtermitteln verwiesen. Analytisch werden die Kohlenhydrate in die allgemein bekannte "Rohfaser" sowie in die weniger bekannten "stickstofffreien Extraktstoffe" (NFE) unterteilt.

Die unter den NFE angeordneten Fraktionen "Stärke" und "Zucker" machen zusammen 60 bis 70 % im Getreide aus und sind analytisch ermittelbar. Nur mit einem erheblichen analytischen Aufwand zu bestimmen sind die Oligosaccharide, Pektine und Hemizellulosen. Letztere müssen mehr der Rohfaser zugeordnet werden und enthalten unter anderem auch die im Hinblick auf Enzym-Zusatzbedarf wichtigen "Pentosane" und "Beta-Glukane". Zellulose ist der

**Abbildung 1: Einteilung von NFE und Rohfaser in pflanzlichen Futtermitteln**



\* enthält lösliche und unlösliche Pentosane und Beta-Glucane

Hauptbestandteil der Rohfaser im Getreide. Oligosaccharide, Pektine, Zellulose und ein Teil der Hemizellulose formen schließlich die "Nichtstärke-Polysaccharide", die Haupt-Zielgruppe für den Enzymeinsatz im Futter.

### Welche Enzyme sind in der Praxis für die Tierernährung verfügbar?

In den Übersichten 1 und 2 sind einige Enzyme und die durch sie katalysierten Verbindungen mit ihren Spaltprodukten dargestellt.

### Übersicht 1: Enzyme zur Spaltung von Hauptnährstoffen

Enzym	Katalysiert die Hydrolyse von
Alpha-Amylase	<u>Stärke</u> in Maltose + Dextrine
Proteasen	<u>Eiweiss</u> in Peptide + Aminosäuren
Lipase	<u>Fett</u> in Fettsäuren + Glyceride

### Übersicht 2: Enzyme zur Spaltung von NSP und Phytin-Phosphor

Enzym	Katalysiert die Hydrolyse von
Zellulase	Zellulose (Beta-1,4 glykosidische Bindung)
Hemizellulase (Xylanase, Arabinase)	Pentosen (z.B. Arabinoxylane)
Beta-Glukanase	Beta-Glukane (Beta 1,3; 1,4 glykosidische Bindung)
Alpha-Galaktosidase	Oligosaccharide (z.B. Stachyose und Raffinose)
Pektinase	Pektine
Phytase	Phytat (für das Tier verfügbarer Phosphor wird freigesetzt)

Zusätze von Alpha-Amylasen, Proteasen und Lipasen, in der genannten Reihenfolge erforderliche Enzyme für die Stärke-, Eiweiß- und Fettsäurespaltung, sind für ausgewachsene Legehennen praktisch überflüssig, da hier das körpereigene Enzymreservoir normalerweise ausreicht.

Bei den Enzymen zur Spaltung von NSP und Phytin-Phosphor kann es hingegen auch für erwachsene Legehennen anders aussehen. Bei den Enzymen zur NSP-Spaltung handelt es sich im wesentlichen um Zellulase, Xylanase, Arabinase, Beta-Glukanase, Alpha-Galaktosidase und Pektinase, die jede für sich ihre spezifische biochemische Reaktion unterstützt und somit gezielt in Futtermischungen einsetzbar ist.

Die Auswahl der Enzyme oder Enzymkombinationen muss sich an der Futterzusammensetzung orientieren. Wer Gerste in höherem Anteil im Futter einsetzen will, sollte den Zusatz von Beta-Glukanase und Xylanase im Futter anstreben, während bei Weizenrationen Pentosane eine wichtige Rolle spielen. Untersuchungen von Choct und Annison aus dem Jahre 1990 (Tab. 1) zeigen die Gehalte von Beta-Glukanen und Pentosanen in verschiedenen Getreidearten. Es wird deutlich, dass Gerste und Roggen die höchsten Anteile an Beta-Glukanen und Pentosanen aufweisen. Dementsprechend erscheint es sinnvoll, in gerstereichen Rationen für Geflügel Xylanasen und Beta-Glukanasen zu kombinieren.

**Tabelle 1: Beta-Glukane und Pentosane in verschiedenen Getreidearten (Angaben in g/kg TS)**

Getreide	Beta-Glukane	Pentosane	Beta Glukane + Pentosane
Reis	0,4	0,0	0,4
Milokorn	1,0	28,4	29,4
Mais	1,2	42,6	43,8
Weizen	5,0	60,5	65,5
Roggen	11,5	89,0	100,5
Triticale	6,5	69,7	76,2
Gerste	33,2	75,5	108,7

\* geschält

Choct und Annison (1990)

**Versuchsergebnisse mit Legehennen**

Die Liste mit publizierten Versuchsergebnissen zum Einsatz von NSP-spaltenden Enzymen im Futter von Legehennen ist im Vergleich zu wachsendem Geflügel wie Broiler und Puten nicht sehr umfangreich. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse aus drei Arbeiten (veröffentlicht zwischen 1988 und 1995) mit hohen Anteilen von Gerste in der Ration zusammengefasst.

Francesch et al. (1995) haben auf Basis einer Ration mit 60 % Gerste neben einer Nullkontrolle drei Steigerungsgruppen mit Zulagen eines Gemisches aus Beta-Glukanase, Xylanase und Pektinase geprüft. Die Leistungsdaten aller drei Steigerungsgruppen unterscheiden sich nicht gesichert von der Gruppe ohne Enzymzulage. Lediglich für die Futtermittelverwertung ergab sich für die Gruppe mit der niedrigsten Enzym-Dosierung ein sogar ungünstigerer Wert. Der Test wurde mit Hennen der Herkunft Shaver 2000 in der Zeit von der 26. - 37. Lebenswoche durchgeführt. Das Leistungsniveau aller Gruppen befand sich auf niedrigem Niveau. Tendenziell ist eine Senkung des täglichen Wasserverbrauchs und damit einhergehend eine Erhöhung der Kot-Trockenmasse erkennbar. Dieser Effekt der Enzyme wird bei wachsenden Jungtieren praktisch immer beobachtet. Die Gruppe mit 0,5 g Enzymzulage/kg Futter schnitt im Hinblick auf die Futtermittelverwertung deutlich schlechter ab (Tab. 3).

**Tabelle 3: Gersterationen und Enzymzusatz bei Legehennen**

Enzymgruppe (g/kg)	0	0,5	0,75	1,0	
Legeleistung	%	84,8	82,7	83,3	84,8
Eigewicht	g	57,1	57,1	57,3	57,7
Tgl. Eimasse	g	48,4	47,2	47,7	49,0
Futtermittelverwertung	kg/kg	1,980 <sup>a</sup>	2,088 <sup>b</sup>	1,990 <sup>a</sup>	1,964 <sup>a</sup>
Wasserverzehr	g/Tag	219,0	206,6	204,6	203,5
Kot-Trockensubst.	%	19,8	21,2	21,9	21,1

Francesch et al. (1995)

In einem Versuch mit Shaver 288-Hennen supplementierten Brenes et al. (1993) eine Gersteration (65 % Gersteanteil) mit 0,2 g Roxazyme G/kg, konnten aber auch hier keine Leistungsverbesserungen nachweisen, wohl aber einen gesichert besseren Zuwachs an Körpermasse in der Zeit von der 22. bis 34. Lebenswoche.

**Tabelle 2: Versuche mit NSP-spaltenden Enzymen bei Legehennen in Gersterationen**

Versuchsansteller	Jahr	Enzymtyp *	Dosierung Enzym (g/kg)	Dosierung Gerste %	Zuchtprodukt	Testperiode (LW)	Effekte auf
Francesch, M., et al.	1995	Beta-Glukanase Xylanase Pectinase (Grindazym GP 5000)	0,5 1,0	60	Shaver 2000	26. - 37.	Leistung o Wasserverzehr - Kot +
Brenes, A., et al.	1993	Zellulase Beta-Glukanase Xylanase (Roxazyme G)	0,2	65	Shaver 288	22. - 34.	Leistung o Zuwachs +
Rotter, B.A., et al.	1990	Zellulase Beta-Glukanase	0,07	58	W.L.-Hähne	über 20	ME (TME) +

\* in Klammern Produktname

Rotter et al. (1990) prüften an einer Ration mit 75 % Gerste den Effekt von Zellulase und Beta Glukanase auf die Umsetzbare Energie des Futters. Mit erwachsenen Leghorn-Hähnen wurde die "Wahre Umsetzbare Energie" und mit wachsenden Broilern die "Scheinbare Umsetzbare Energie" ermittelt (Tab. 4). Der Energieaufschlag bei Enzymeinsatz ist bei wachsenden Tieren groß, bei ausgewachsenen Tieren sehr gering.

**Tabelle 4: Einfluss von Enzymen auf die Wahre und die Scheinbare Umsetzbare Energie**

Gruppe	Wahre ME MJ/kg TS Leghorn-Hähne	Scheinbare ME MJ/kg TS Broiler
75 % Gerste	14,97	11,60
75 % Gerste + Enzym	15,56	14,73

Rotter et. al. (1990)

Im Hinblick auf Enzym-Effekte in Weizen-betonen Rationen bei Legehennen liegen mehr Publikationen aus der neueren Zeit vor. Auch hier ist es erforderlich, eine genaue Analyse der Literatur (Tab. 5) auf signifikante Unterschiede von Merkmalen durch Enzymzusätze vorzunehmen. Die Ergebnisse von Brenes et al. (1993) lassen in dieser Hinsicht keine Aussage zu. Senköylü und Konyali (1997) haben die Wirkung einer Arabinase/Xylanase-Kombination an alten Bovans Brown-Hennen geprüft und keinerlei Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der Enzymzulage-Gruppe feststellen können. Nicht einmal der Schmutzeieranteil ließ sich durch die Enzym-Zulage beeinflussen.

Eine französische Arbeitsgruppe um Frapin et al. (1977, Tab. 6) konnte 1997 in einem Versuch mit jungen ISA Brown-Hennen mit der Zulage eines Enzymkomplexes aus Xylanase und Beta-Glukanase eine Erhöhung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie bei weizenreichen Rationen ermitteln.

**Tabelle 5: Versuche mit NSP-spaltenden Enzymen in Weizenrationen bei Legehennen**

Versuchsansteller	Jahr	Enzymtyp *	Dosierung Enzym (g/kg)	Dosierung Weizen %	Zuchtprodukt	Testperiode (LW)	Effekte auf
Brenes, A., et al.	1993	Zellulase Beta-Glukanase Xylanase (Roxazym G)	0,2	65	Shaver 288	22. - 34.	Leistung o Zuwachs +
Senköylü, N. Konyali, A.	1997	Arabinase Xylanase	0,1	62	Bovans Brown	78. - 88. (nach Mauser)	Leistung o Schmutzeier o
Frapin, D., et al.	1997-1	Xylanase Beta-Glukanase (Rovabio-TM)	0,05-0,075	65,4	ISA Brown	27. - 32.	ME +
Frapin, D., et al.	1997-2	Xylanase Beta-Glukanase (Rovabio-TM)	0,2		ISA Brown	25. - 36.	Leistung o Schmutzeier o
Auclair, E., et al.	1998	Xylanase (Safizym XP-20)	0,012- 0,024	60	ISA Brown	28. - 40.	Leistung +
Oloffs, K., et al.	1999	Arabinase Xylanase (Avizyme 2300)	1	58,34 (2 Sorten)	LSL	32.	ME 1. Sorte + ME 2. Sorte o Kot-Viskosität -
Jamroz, D., et al.	1999	Zellulase Beta-Glukanase Xylanase (Roxazym G)	?	?	Hisex Brown	20. - 55.	Leistung o

Die im zweiten Versuch vorgenommene Zulage desselben Enzymgemisches in flüssiger Form zeigte bei allen erfassten Kriterien keine Vorteile gegenüber der unbehandelten Kontrolle mit 65,4 % Weizen in der Ration.

**Tabelle 6: Der Einfluss von Xylanase und Beta-Glukanase in Weizenrationen auf die Leistung von Legehennen**

VERSUCH 1 (Energietest)

	Alter (Wo.)	Kontrolle	+ Enzym 0,05 g	+ Enzym 0,075 g
Umsetzbare Energie (kcal/kg)	27	3025	3136	3146
	32	3061	3136	3138

VERSUCH 2 (Leistungstest)

Leistungsparameter		Kontrolle	+ Enzym 0,2 g/kg *
Körpergewicht	g	1748 ± 147	1749 ± 145
Futterverzehr/Tag	g	108 ± 9,2	108,7 ± 10,6
Legeleistung	%	94,5 ± 6,5	95,4 ± 4,3
Mittl. Eigewicht	g	57,3 ± 3,7	58,2 ± 3,4
Tägl. Eimasse/	g	54,2 ± 5,5	55,6 ± 3,7
Futterverwertung	kg/kg	2,0 ± 0,2	1,95 ± 0,1
Schmutzeier	%	0,26	0,15

\* keine gesicherten Unterschiede zur Kontrolle Frapin et al. (1997)

Auclair et al. (1998) untersuchten den Effekt von zwei Dosierungen einer Xylanase bei einer Ration mit 60 % Weizen an jungen Hennen im Alter von 28 bis 40 Lebenswochen. Dabei waren in beiden Zulagegruppen gesicherte Vorteile für die Legeleistung zu verzeichnen (Tab.7). Unlogisch erscheint

das deutlich höhere Eigewicht in der Gruppe mit 0,012 g Enzymzulage je kg Futter, während die höhere Zulagegruppe beim Niveau der Kontrollgruppe verbleibt. In jedem Fall ist die Futtermittelverwertung beider Versuchsgruppen gesichert besser als die der Kontrollgruppe.

**Tabelle 7: Die Leistung von Legehennen in Abhängigkeit von Xylanase-Zulagen zu einer Weizenration**

Zusatzmenge (g/kg)	Legeleistung (%)	Mittl. Eigewicht (g)	Tagesverzehr (g/l)	FWW (kg/kg)	Zunahme (g)
0	94,7 <sup>a</sup>	58,4 <sup>a</sup>	112,7 <sup>a</sup>	2,037 <sup>a</sup>	52,7
0,012	95,3 <sup>b</sup>	60,2 <sup>b</sup>	112,9 <sup>a</sup>	1,964 <sup>b</sup>	31,0
0,024	95,3 <sup>b</sup>	58,6 <sup>a</sup>	109,9 <sup>a</sup>	1,986 <sup>b</sup>	47,4

Auclair et al. (1998)

Oloffs et al. (1999) überprüften den Einfluss eines Arabinase/Xylanase-Gemisches in Rationen mit unterschiedlichen Weizensorten (Weizenanteil jeweils 58,34 %) im Hinblick auf die Kotkonsistenz (Viskosität) sowie auf den Gehalt an umsetzbarer Energie im Futter. Dabei zeigte sich für eine Weizensorte ein gesicherter Anstieg des Energiegehaltes im Futter, wenn Enzyme zugesetzt wurden, während für die Sorte B keinerlei Effekt nachgewiesen werden konnte (vergl. Tab. 8). Dies ist möglicherweise auf Unterschiede der beiden Weizensorten im Pentosangehalt zurückzuführen. Die Viskosität der Ausscheidungen nahm bei beiden Weizensorten bei Enzymzusatz tendenziell ab.

**Tabelle 8: Der Einfluss eines Arabinase/Xylanase-Gemisches bei Legehennen in Abhängigkeit von der Weizenherkunft im Futter**

Futtergruppe mit Enzymzulage	Weizensorte A		Weizensorte B	
	-	+	-	+
Viskosität der Exkremente (mPa•s)	2,13	1,88	1,46	-
Umsetzbare Energie (MJ/kg TS)	12,4 <sup>a</sup>	13,4 <sup>b</sup>	12,3 <sup>a</sup>	12,5 <sup>ab</sup>

Oloffs et al. (1999)

In einer Veröffentlichung von Jamroz et al. (1999) wird die Zulage von Roxazyme G zu einer weizenbetonten Ration für Legehennen (Tab.9) beschrieben. Legeleistung und Eimasse waren zwar durch die Enzymzulage tendenziell erhöht. Die Differenz lag aber im zufälligen Bereich, so dass die Schlussfolgerung gezogen werden muss, dass auch hier kein Vorteil durch die Enzymzulage vorhanden ist.

**Tabelle 9: Die Leistung von Legehennen bei Einsatz eines NSP-spaltenden Enzyms in Weizenbetonten Rationen**

		Kontrolle	Kontrolle + Enzym
Legeleistung	%	91,2 <sup>ab</sup>	93,4 <sup>b</sup>
Eimasse	kg	15,2 <sup>ab</sup>	15,5 <sup>b</sup>
Futtermittelverwertung	kg/kg	2,02 <sup>a</sup>	2,01 <sup>a</sup>

Jamroz et al. (1999)

Angesichts der Tatsache, dass in Vergleichsversuchen unter definierten Bedingungen bei vielen Wiederholungen je Versuch die Positivwirkung von Zulagen NSP-spaltender Enzyme bei Legehennen doch wenig effektiv erscheint, muss bei Feldtesten ebenfalls mit der Interpretation von Ergebnissen vorsichtig umgegangen werden. Da die Kosten für den Einsatz NSP-spaltender Enzyme mit DM 2,- bis 3,-/t Futter zu Buche schlagen, ist es gerechtfertigt, zunächst verstärkt umfangreiche Feldstudien zu betreiben, bevor eine komplette Umstellung auf enzymhaltige Legehennenfutter erfolgt.

**Phytase-Einsatz bei Legehennen**

Den monogastrischen Tieren fehlt es am Enzym "Phytase", um den in pflanzlichen Futterrohstoffen gebundenen Phytin-Phosphor nutzbar zu machen.

Ein indirekter Parameter für den Gehalt an Phytin-Phosphor in einem Rohstoff ist der Prozentsatz der Verfügbarkeit von Phosphor. Tabelle 10 zeigt diese Werte für die verschiedenen Rohstoffe pflanzlichen Ursprungs. Die niedrigsten Raten an verfügbarem Phosphor haben danach die Komponenten Mais, Soja- und Sonnenblumenschrot.

**Tabelle 10: Verfügbarkeit von Phosphor in pflanzlichen Futtermitteln**

Futtermittel	P-Verfügbarkeit %
Weizen	55
Gerste	49
Mais	18
Triticale	55
Hafer	24
Soja	15
Raps	22
Sonnenblumen	17
Erbsen	35
Lupinen	20
Ackerbohnen	25

Sauveur (1983)

Die Legehenne hat gegenüber dem wachsenden Küken und hier insbesondere im Vergleich zu Mastküken einen wesentlich geringeren Bedarf an verfügbarem Phosphor. Für die LTZ-Zuchtprodukte wird ein Gehalt von 0,38 % bzw. 0,34 % und 0,30 % verfügbarem Phosphor im Legehennenfutter für die drei Phasen der Legeperiode empfohlen. Ein großer Teil dieser Menge wird ohne Zusatz von mineralischen Phosphorträgern erreicht, insbesondere bei gleichzeitigem Angebot tierischer Eiweißträger. Die Einsatzmöglichkeiten des Enzyms "Phytase" sind daher im Legehennenfutter von vornherein weniger stark gegeben als im Küken-, Broiler- oder Putenfutter.

Die Wirksamkeit ist in verschiedenen Versuchen im Laufe der letzten 10 Jahre auch für Legehennen geprüft worden. Aufgrund der hohen Tierdichte im Lande, die zur Einführung von Dungquoten geführt hat, haben die Niederländer ein besonderes Interesse an der Phytase. Daher hat von Doesum bereits 1992 in einem Legehennenversuch die Effekte einer Zulage von 285 bzw. 420 Phytaseeinheiten auf Leistungsparameter untersucht (Tab. 11). Hier zeigte sich, dass ein Gesamt-Phosphorgehalt von 0,33 % zu massiven Leistungseinbußen und auch zu einer reduzierten Bruchfestigkeit der Knochen führt. Durch die Zulage von 285 Einheiten Phytase konnten die Leistungsminderungen bereits kompensiert werden.

**Tabelle 11: Der Einfluss von Phytase auf die Leistungsparameter von Legehennen**

Gesamt P (%)	Phytase (FTU/kg)	Legeleistung (%)	Tgl. Ei-masse (g)	FWW (kg/kg)	Bruchfestigkeit Knochen (kp)
0,33	-	80	43,0	2,11	22,3
0,45	-	98	56,1	1,99	24,3
0,52	-	96	57,2	1,95	23,5
0,33	285	97	56,7	1,95	23,7
0,33	420	97	56,1	1,99	24,9

van Doesum (1992)

Van der Klis et al. (1997) untersuchten, inwieweit sich ein Phytasezusatz (zwei Dosierungen) zu einer an Phosphor knapp bemessenen Mais-/Sojaration auf die Leistung von LSL-Hennen auswirkte (Tab. 12). Der Gehalt von 0,32 % Gesamt-Phosphor führte zu deutlich reduzierter Leistung, die allerdings bereits durch eine Zulage von 250 Einheiten Phytase ausgeglichen werden konnte. Eine Verdoppelung der Zulage auf 500 Einheiten erbrachte keine Vorteile mehr. Gemessen an Praxiserfahrungen ist der Gesamt-Phosphorgehalt von 0,42 % der zweiten Zulagestufe eher knapp bemessen. Es bleibt Spekulation, ob in dieser Untersuchung ein höherer Gehalt in der Positivkontrolle zu noch höherer Leistung geführt hätte. In der Literatur liegen weitere positive Resultate von Effektivitätsstudien mit Phytase bei Legehennen vor, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

**Hitze- und Lagerstabilität von Enzymen**

Die zur Anwendung kommenden Enzyme werden überwiegend auf Mikropilzen gezüchtet. NSP-spaltende Enzyme werden derzeit hauptsächlich unter Verwendung von Aspergillus-Arten hergestellt. Dies trifft auch auf die Phytase zu. In nativer unbehandelter Form ist eine begrenzte Stabilität der Enzyme gegenüber hohen Temperaturbelastungen wie Konditionieren und Pelletieren zu erwarten. Messungen an Legehennenfuttern in Mehlform haben ergeben, dass bei Lagerung unter Raumtemperatur über einen Zeitraum von 4 Monaten ein Aktivitätsverlust von 10 bis 15 % eintritt. Beim Pelletieren tritt bei einer Temperatur von 75°C bei einer nicht granulierten Phytase ein Verlust von 15 bis 35 % ein. Die Enzymhersteller wissen um dieses Problem und haben daher Lösungen entwickelt, um Enzyme nach der Hitzebehandlung flüssig zu verabreichen.

**Ist ein Energiezuschlag bei Enzymeinsatz gerechtfertigt?**

Von den wenigen Untersuchungen, die an Legehennen vorgenommen wurden, liegen nur zwei vor, die den Einfluss von Enzymen auf eine mögliche Erhöhung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie im Gesamtfutter überprüft haben. Frapin

et al. (1997) konnten, wie zuvor dargelegt, einen Positiveffekt in Höhe von etwa 100 kcal/kg Futter (= 0,4 MJ/kg) ermitteln. Rotter et al. (1990) fanden in ihrem Test mit erwachsenen Hähnen zwar einen tendenziellen, aber ungesicherten positiven Energieeffekt. Ein weiteres Experiment in dieser Richtung wurde in England durchgeführt, weist aber starke methodische Fehler auf und ist daher von der Betrachtung auszuschließen.

Die Enzymindustrie versucht, die positiven Erfahrungen und Ergebnisse, die an wachsendem Junggeflügel ermittelt wurden, direkt auf die erwachsenen Legehennen zu übertragen. In einigen Ländern hat sie die Futtermittelindustrie dazu bewegt, bei Einsatz NSP-spaltender Enzyme einen Energiezuschlag einzurechnen. Dies erfolgt dadurch, dass man dem Futterrohstoff "Enzym" einen Energiewert von beispielsweise 500 MJ/kg zuschlägt. Bei Einsatz von 0,1 % dieses Enzyms im Futter ergäbe sich dadurch ein rechnerischer Zusatzwert an Umsetzbarer Energie von 0,5 MJ/kg Fertigfutter. Diese Vorgehensweise ist aufgrund des einen Ergebnisses von Frapin et al. (1997) sicher nicht gerechtfertigt. Am Markt befindet sich inzwischen eine Vielzahl von Anbietern verschiedener Enzymkombinationen. Wenn die Effekte auf den Energiegehalt immer so deutlich wären, hätte jeder Hersteller bereits eine Vielzahl von Versuchen angesetzt und die positiven Ergebnisse publiziert. Da dies - wie dargelegt - bei Legehennen nicht der Fall ist, muss eindringlich davor gewarnt werden, einen solchen Energiezuschlag generell vorzunehmen, denn in vielen Fällen käme dies einer Energiesenkung um 0,4 - 0,5 MJ/kg Futter gleich.

**Schlussfolgerungen**

- Der Einsatz von NSP-spaltenden Enzymen bei erwachsenen Legehennen läuft in der Praxis an, ist aber anhand der vorliegenden Vergleichsergebnisse aus Exaktversuchen noch nicht so eindeutig zu empfehlen wie bei wachsendem Geflügel.
- Ein Zuschlag von 400 bis 500 MJ Umsetzbarer Energie je kg eines NSP-spaltenden Enzymgemisches ist höchst fragwürdig und sollte im Interesse der tatsächlichen Energiebedarfsdeckung von hochleistenden Legehennen unterbleiben.
- Der Einsatz von Phytase zum Legehennenfutter kann hingegen empfohlen werden. Dies gilt insbesondere dort, wo eine deutliche P-Senkung im Kot eine Quotenerhöhung erlaubt.

**Literatur**

Ist auf Anfrage beim Verfasser erhältlich

**Tabelle 12: Einfluss von P-Gehalt und Phytase-Zulagen auf die Leistung von Legehennen**

P-Gehalt (%)	Phytase-Zusatz (FTU/kg)	Zunahme (g)	Legeleistung (%)	Eigewicht (g)	Futtermittelverzehr (g/Tag)	Futtermittelverwertung (kg/kg)
0,32	0	46 <sup>b</sup>	89 <sup>b</sup>	59,8	102 <sup>b</sup>	1,89
0,42	0	156 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>	61,6	111 <sup>a</sup>	1,89
0,32	250	156 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>	60,5	108 <sup>a</sup>	1,89
0,32	500	188 <sup>a</sup>	93 <sup>a</sup>	61,0	111 <sup>a</sup>	1,92

van der Klis (1997)