

Pflanzlichen Phosphor für das Tier nutzbar machen!

Forderung des gezielten Phytase-Einsatzes in heutigen Fütterungsstrategien bei Schweinen und Geflügel

Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung in Abstimmung mit dem Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie

Zusammenfassung

Der Einsatz von Phytasen erhöht nach aktuellem Wissensstand die Phosphor-Verwertung aus pflanzlichen Futtermitteln. Dies ermöglicht eine Reduzierung des Gesamt-Phosphor-Gehalts der Ration bei gleichzeitiger bedarfsgerechter Versorgung der Tiere und eröffnet ein Einsparungspotential an mineralischem Phosphor. Somit trägt der Phytase-Einsatz maßgeblich zu einer umweltschonenden und nachhaltigen Tierhaltung bei und ermöglicht bei Anwendung moderner N-/P-reduzierten Fütterungsverfahren bei Schwein und Geflügel gegenüber älteren Verfahren eine Reduzierung der P-Ausscheidungen bis über 30 %.

Vorbetrachtung

Grundlegende Überlegungen zum Thema Phosphorbewertung auf Basis des verdaulichen Phosphors in der Schweinefütterung wurden bereits 1/1999 veröf-

fentlicht. In der Praxis kommen dennoch immer häufiger Diskussionen auf, ob eine bereits weit verbreitete Nährstoffreduktion und der Einsatz von Phytase die Tiergesundheit beeinträchtigen könnten. Aus diesem Grund wird im Folgenden der aktuelle Wissensstand zu diesem Themenbereich dargestellt. Auf eine wirtschaftliche Betrachtung wird aufgrund der Vielzahl von erhältlichen Produkten und der stark schwankenden Preise von Rohstoffen am Weltmarkt verzichtet.

Einleitende Überlegung

Phosphor (P) ist für alle Tiere und Pflanzen ein essentielles Element, das in grundlegenden Stoffwechselforgängen der Zellen, wie beispielsweise dem Energiestoffwechsel, eine Schlüsselrolle einnimmt und bei Tieren zudem für die Skelettentwicklung wichtig ist. Dementsprechend sind landwirtschaftlich genutzte Pflanzen und Tiere auf die Zufuhr von P mit Dünger bzw. dem Futter angewiesen. Eine P-Quelle mit einer rela-

tiv hohen P-Verdaulichkeit von, je nach Ursprung, bis zu 80 % stellen tierische Produkte dar (Rodehutschord et al. 1997). Da in der EU bis vor Kurzem der Einsatz von Fleisch- und Knochenmehlen in Futtermitteln untersagt war, dazu ein deutlicher Anstieg der Nutzung kurzfristig nicht zu erwarten ist, stellen pflanzliche Produkte die Hauptquelle für Protein und Phosphor in Futtermitteln für Schweine und Geflügel dar. In den pflanzlichen Produkten ist ein Großteil des enthaltenen P in Form von Phytat (Phytinsäure oder Inositol-Phosphat, InsP_6) gespeichert (Eeckhout und de Paepe 1994). Damit der an Phytat gebundene P für das Tier verfügbar wird, ist eine enzymatische Aufspaltung des Phytats im Verdauungstrakt notwendig. Die enzymatische Ausstattung von Nicht-Wiederkäuern und den im Verdauungstrakt angesiedelten Mikroorganismen erlaubt jedoch nur einen teilweisen und unvollständigen praecaecalen (bis zum Ende des Dünndarms, pc) Abbau von Phytat. Um unter diesen Bedingungen die Ver-

sorgung mit verdaulichem P sicherzustellen, wurden Rationen von Schweinen und Geflügel mit mineralischem Phosphor ergänzt, was in geringerem Umfang auch derzeit noch praktiziert wird. Dies führt jedoch zu Problemen: Zum einen unterliegen die P-Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Nutztiere, mit dem Ziel des Grundwasserschutzes, einer zunehmend strengen Regulierung. Die P-Ausscheidungen müssen daher in vielen Gebieten stark reduziert werden. Zum anderen sind mineralische Phosphatquellen begrenzt, auf der Welt ungleich verteilt und somit teuer.

In der Rationsplanung ist neben der Vermeidung von Überschüssen die Erhöhung der P-Verdaulichkeit aus pflanzlichen Produkten die wirksamste Möglichkeit, den Einsatz von mineralischem P und gleichzeitig die Ausscheidung von für Nutztiere nicht verdaulichem P zu minimieren. Der Zusatz von mikrobiellen Phytasen hat sich seit der Zulassung des ersten kommerziell erhältlichen Phytaseprodukts 1991 sowohl in wissenschaftlichen Studien, als auch im praktischen Einsatz als effektiv und effizient erwiesen, um die P-Verdaulichkeit zu erhöhen und damit einhergehend eine verminderte P-Ausscheidung der Tiere zu erreichen (Sommerfeld 2017; Dersjant-Li et al. 2015). Phytasen sind Enzyme, welche die hydrolytische Spaltung von Phytat (InsP_6) in InsP_5 und einen anorganischen Phosphatrest katalysieren (Sandberg und Andlid 2002). Der dabei abgespaltene Phosphatrest bzw. der darin enthaltene P kann dann vom Tier verwertet werden. Viele Futtermittel enthalten pflanzeneigene Phytasen, sogenannte native Phytasen, die jedoch vergleichsweise anfällig gegenüber einer Inaktivierung bei der Futtermittelkonfektionierung sind. Aufgrund der hohen Variabilität in der Aktivität und der geringen Stabilität wird der Gehalt an nativer Phytase unter praktischen Bedingungen nicht berücksichtigt. Bei der Zugabe von mikrobieller Phytase ist, je nach Produkt, Dosierung

und Milieu im Darm, zudem noch der weitere schrittweise Abbau möglich. Ein kompletter Abbau von Phytat zu Inositol und 6 Phosphatresten findet in der Regel jedoch nicht statt. Im Rahmen der Zulassung als Futtermittelzusatzstoff muss für alle Phytasen zum einen die Wirksamkeit nachgewiesen, zum anderen durch die Europäische Behörde der Lebensmittelsicherheit (EFSA) die Unbedenklichkeit für die Zielspezies, den Endverbraucher – im Falle von Geflügel und Schweinen den Menschen – und die Umwelt eingestuft werden. Anhand des aktuellen Wissensstands ist von negativen Effekten auf die Tiergesundheit durch eine Phytasedosierung über die vom Hersteller empfohlenen Einsatzhöhen nicht auszugehen. Dementsprechend werden auch im Anhang der Verordnung 1931/2003 lediglich Mindestdosierungen zum Erreichen des gewünschten Effekts angegeben (Verordnung (EC) Nr.1831/2003, Annex 1). Allerdings muss für die bedarfsgerechte Rationsplanung sichergestellt sein, dass die Empfehlungen zur Versorgung mit verdaulichem P (vP) eingehalten werden.

Berücksichtigung von Phytasen und Phosphor in der Rationsplanung

Der Phytasezusatz in der praktischen Rationsgestaltung sollte auf Basis des vP kalkuliert werden: Bei konstant gehaltener Gesamt-P-Konzentration führt der Zusatz von Phytase in praxisüblichen Rationen zu einer Erhöhung der Konzentration an vP. Da der P-Bedarf des Tiers durch vP und nicht durch den Gesamt-P gedeckt wird, ermöglicht dies eine Absenkung der Gesamt-P-Konzentration bei gleichzeitiger Abdeckung des Bedarfs. Eine Absenkung der P-Konzentration kann z. B. durch Anpassung und Auswahl der Komponenten oder ein Weglassen des mineralischen P umgesetzt werden. Wenn die Rationsplanung, wie zwischenzeitlich in der Futtermittelbranche üblich, auf Basis des vP erfolgt, kann eine bedarfsgerechte Fütterung mit reduzierter P-Zufuhr und reduzierter P-Ausscheidung realisiert werden. Alternativ können auch die von den Herstellern von Phyta-

seprodukten postulierten Matrixwerte für den Ersatz von mineralischen P-Quellen (Monocalcium, MCP; Dicalciumphosphat, DCP) in der Rationsgestaltung verwendet werden. Hierbei werden tierartspezifisch, je bestimmter zugesetzter Menge an Phytase, Mengen an mineralischem P, der aus der Ration entfernt werden kann, angegeben. Der Effekt eines Phytasezusatzes auf die P-Verdaulichkeit bei Schweinen kann durch die in Abbildung 1 dargestellte Kurve beschrieben werden. Als Einheit wurde in der Darstellung FTU gewählt. Für andere Einheiten (FTY oder U) sind die Zusammenhänge identisch, die Konzentration im Futter ist allerdings auf eine andere Größe bezogen. Wie zu sehen ist, ist im Bereich von bis zu 1.000 FTU/kg Futter der stärkste Effekt auf die P-Verdaulichkeit zu erzielen, während der Effekt von Phytasezulagen über 1.500 FTU/kg einen deutlich geringeren zusätzlichen Nutzen hat. Für Geflügel ist der Kurvenverlauf vergleichbar.

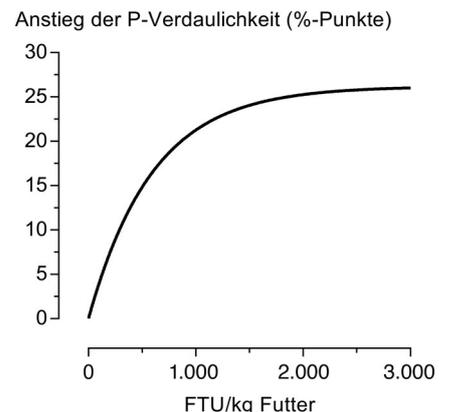


Abbildung 1: Veränderung der P-Verdaulichkeit durch einen Phytasezusatz bei unterschiedlicher Dosierung. Regression basierend auf Daten aus 88 internationalen Versuchen aus den Jahren 2007 bis 2019 (nach Rosenfelder-Kuon et al. 2020b)

Bei Masthähnchenrationen mit Phytatquellen, die eine relativ geringe P-Verdaulichkeit bei einem hohen Anteil an InsP_6 aufweisen, konnte gezeigt werden, dass die Erhöhung des Phytatabbaus durch einen Phytasezusatz stärker ausgeprägt ist als bei Futtermitteln mit einem nativ hohen InsP -Abbau/einer hohen P-Verdaulichkeit (Krieg et al. 2020, Siegert et al. 2019). Bei Schweinen

scheinen die Unterschiede zwischen Phytatquellen weniger stark ausgeprägt zu sein (Rosenfelder-Kuon et al. 2020a, Rosenfelder-Kuon et al. 2020b). Da die P-Verdaulichkeit von Raps- und Sonnenblumenextraktionsschroten beim Geflügel ohne Zusatz von Phytase unter der P-Verdaulichkeit von Sojaextraktionsschrot liegt, ist besonders bei sojaextraktionsschrotfreien Rationen der Zusatz von Phytase essentiell, um eine übermäßige Ausscheidung von nicht verdaulichem P zu vermeiden.

Da kommerziell erhältliche Phytasen in rekombinanten Mikroorganismen produziert werden, ist der Einsatz in der Fütterung nach EG Öko-Verordnung derzeit nicht erlaubt (Verordnung (EG) 834/2007). Da aktuell vor allem in der Öko-Fütterung mit Alternativen zu Sojaextraktionsschrot gearbeitet wird, erschwert das Verbot von Phytase das Erreichen der Ziele von Ressourcenschonung und Umweltschutz. Die positiven Effekte, welche ein Phytaseinsatz in der Tierhaltung nach der EG-Öko Verordnung bringen würde, wurden 2019 im Rahmen einer Biolandtagung unter Mitarbeit des Thünen-Instituts herausgestellt (Zollitsch 2019).

Neben einer Erhöhung der pc P-Verdaulichkeit kann durch den Zusatz von Phytase auch die pc Verdaulichkeit von Aminosäuren und weiteren Mineralstoffen erhöht werden. Dieser Effekt ist in der Literatur, im Gegensatz zum Effekt auf die P-Verdaulichkeit, allerdings nicht einheitlich beschrieben. Mögliche Ursachen für die heterogenen Ergebnisse können hier die Methodik, das Alter der Tiere, die eingesetzten Phytaseprodukte und deren Dosierung oder die Rationszusammensetzung bzw. die geprüften Komponenten sein. Die von den Herstellern angegebenen Matrixwerte für Aminosäuren unterscheiden sich dementsprechend oft hinsichtlich Dosierung und den Effekten auf einzelne Aminosäuren. Bei anderen Mineralstoffen als P wird ebenfalls von positiven Effekten einer Phytasezulage auf die Verdaulichkeit berichtet und es werden entsprechende Matrixwerte angegeben. Die in der Literatur beschrie-

benen Effekte variieren vergleichbar mit den Aminosäuren.

Einfluss auf die Ausscheidungen und Aspekte in der landwirtschaftlichen Praxis

Die Erhöhung der Phosphorverdaulichkeit aus pflanzlichen Quellen durch einen Phytasezusatz bei Schweinen und Geflügel ermöglicht eine entsprechende Reduktion der P-Konzentration in den Rationen und der P-Ausscheidungen. Vor dem Hintergrund der eingangs angesprochenen Problematik hinsichtlich des Einsatzes von mineralischem P in der Tierernährung ist der Einsatz von Phytase daher weitestgehend Standard. Während bei Schweinen die Reduktion der N- und P-Konzentration sowohl im Ferkelaufzuchtfutter, als auch im Mastfutter bereits relativ weit fortgeschritten ist und auch unter praktischen Bedingungen flächendeckend Anwendung findet, ist die N- und die P-reduzierte Fütterung im Allgemeinen bei Geflügel noch nicht ganz so weit fortgeschritten.

Um die von der DLG in Band 199 (DLG 2014) und den angeschlossenen Merkblättern (Bsp. DLG-Merkblatt 418) beschriebenen Verfahren zur N- und P-reduzierten Fütterung von Geflügel und Schweinen zu erreichen, ist der Zusatz von Phytase unabdingbar. So ist beispielsweise für säugende Sauen bei einer stark P-reduzierten Fütterung eine P-Verdaulichkeit von etwa 69 % in der Ration zu erreichen, um zeitgleich die Vorgaben der beschriebenen Verfahren, aber auch dem Bedarf der Tiere, nachkommen zu können. Ohne einen Zusatz von Phytase ist dies in der Fütterung von Schweinen und Hühnern nicht oder kaum zu erreichen. Durch die Anwendung des sehr stark N-/P-reduzierten Fütterungsverfahrens nach DLG lassen sich gegenüber der Universalfütterung die P-Ausscheidungen am Beispiel einer Sau bei 22 verkauften Ferkeln (8 kg Verkaufsgewicht) um ca. 29 % reduzieren (errechnet aus DLG Bd. 199 und DLG Merkblatt 418). In der Hähnchenmast bis 1.600 g Lebendmasse sind im Vergleich

zur Standardfütterung aus DLG (2014) mit der neuen stark N-/P-reduzierten Fütterung dann ebenso etwa 30 % geringere P-Ausscheidungen möglich (DLG-Merkblatt 457).

Um die eingangs erwähnten, in der Praxis immer wieder aufkommenden Diskussionen um eine ausreichende Nährstoffversorgung bei nährstoffreduzierten Fütterungsstrategien bei Schweinen mit Fakten unterstützen zu können, wurde aktuell ein bundesweiter Ringversuch an vier Versuchsstationen durchgeführt. Hierbei wurde die P-Konzentration im Ferkelaufzucht- und Mastschweinefutter unter der durch die DLG beschriebenen sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung in Kombination mit einer gezielten Phytaseergänzung abgesenkt. Die erhobenen Daten zur biologischen Leistung, der Knochenmineralisierung, Blutwerten und Transporterexpression in der Niere, d. h. zu Mechanismen, die der Kompensation einer unzureichenden P-Versorgung dienen, zeigten keine Veränderungen durch die P-Reduktion. Durch die gleichbleibenden Wachstumsdaten und Futtermittelaufnahmemengen in Kombination mit der reduzierten P-Konzentration konnte das sehr hohe Potential zur Reduktion der P-Ausscheidungen bestätigt werden (Stalljohann et al. 2021). Dieser Versuch bestätigt Ergebnisse und Erfahrungen aus früheren Versuchen und der Praxis, in denen gezeigt wurde, dass eine P-Reduktion entsprechend der DLG-Verfahren ohne negative Folgen auf die Tiergesundheit umsetzbar ist.

Die Fermentation von Futtermitteln hat ebenfalls das Potential, die P-Verdaulichkeit zu erhöhen. Dieser Effekt beruht hauptsächlich auf der Verbesserung der Nutzung der nativen, im Futter enthaltenen Phytase (Lyberg et al. 2006) und in relativ geringem Umfang auf von Mikroorganismen bei der Fermentation gebildeten Enzymen. Darüber hinaus ist durch den Zusatz von mikrobieller Phytase vor der Fermentation ein deutlich stärkerer Anstieg der P-Verdaulichkeit während der Fermentation zu erzielen als durch die native Phytaseaktivität.

Literatur

- Dersjant-Li Y., Awati A., Schulze H. und Partridge G. (2014): Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *Science of Food and Agriculture* 95 (5): 878-896.
- DLG-Merkblatt 418 (2019): Leitfaden zur nachvollziehbaren Umsetzung stark N-/P-reduzierter Fütterungsverfahren bei Schweinen. 4. Auflage, DLG e. V., Frankfurt am Main.
- DLG-Merkblatt 457 (2022): Berücksichtigung N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren bei den Nährstoffausscheidungen von Masthähnchen, Jung- und Legehennen. DLG e. V., Frankfurt am Main.
- Eeckhout W. und De Paepe M. (1994): Total phosphorus, phytate-phosphorus and phytase activity in plant feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology* 47 (1-2): 19-29.
- Krieg J., Siegert W., Berghaus D., Bock J., Feuerstein D. und Rodehutsord M. (2020): Phytase supplementation effects on amino acid digestibility depend on the protein source in the diet but are not related to InsP₆ degradation in broiler chickens. *Poultry Science* 99 (6): 3251-3265.
- Lyberg K., Lundh T., Pedersen C. und Lindberg J.E. (2007): Influence of soaking, fermentation and phytase supplementation on nutrient digestibility in pigs offered a grower diet based on wheat and barley. *Animal Science* 82 (6): 853-858.
- Missotten J.A.M., Michiels J., Degroote J. und De Smet S. (2015): Fermented liquid feed for pigs: an ancient technique for the future. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 6(4).
- Rodehutsord M., Faust M. und Hof C. (1997): Digestibility of phosphorus in protein-rich ingredients for pig diets. *Archiv für Tierernährung* 50 (3): 201-211.
- Rosenfelder-Kuon P., Klein N., Zegowitz B., Schollenberger M., Kühn I., Thuringer L., Seifert J. und Rodehutsord M. (2020a): Phytate degradation cascade in pigs as affected by phytase supplementation and rapeseed cake inclusion in corn–soybean meal-based diets. *Journal of Animal Science* 98 (3):1-12.
- Rosenfelder-Kuon P., Siegert W. und Rodehutsord M. (2020b): Effect of microbial phytase supplementation on P digestibility in pigs: a meta-analysis. *Archives of Animal Nutrition* 74 (1): 1-18.
- Sandberg A.-S. und Andlind T. (2002): Phytogetic and microbial phytases in human nutrition. *Food Science + Technology* 37 (7): 823-833.
- Siegert W., Zuber T., Sommerfeld V., Krieg J., Feuerstein D., Kurrle U. und Rodehutsord M. (2019): Prececal amino acid digestibility and phytate degradation in broiler chickens when using different oilseed meals, phytase and protease supplements in the feed. *Poultry Science* 98 (11): 5700-5713.
- Sommerfeld V. (2017): In vivo and in vitro studies of degradation of inositol phosphates in the digestive tract of broiler chickens. Dissertation Universität Hohenheim. <http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2018/1453/>.
- Stalljohann G., Krieg J., Meyer A., Preißinger W., Schneider S. und Weber M. (2021): Bundesweiter Phosphor-Ringversuch – Einfluss einer P-reduzierten Fütterung bei gleichzeitiger Phytasesupplementierung in der Ferkelaufzucht und Schweinemast. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 154-158.
- Verordnung (EG) Nr.843/2007: Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02007R0834-20130701&from=EN>, abgerufen am 31.05.2021.
- Verordnung (EG) Nr.1831/2003, Annex 1: List of additives, Edition 03/2021 (291), released 08.04.2021, https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animal-feed_additives_eu-register_1831-03.pdf, abgerufen am 31.05.2021.
- Zollitsch W. (2019): Phytase-Einsatz in der Ökologischen Monogasterfütterung. 23. Internationale Bioland-Geflügeltagung 2019, https://www.bioland.de/fileadmin/user_upload/Erzeuger/Weiterbildungen/Dokumente/Tagungsreader_Bioland-Gefluegeltagung_2019_Teil2.pdf, abgerufen am 31.05.2021.

**Eine Stellungnahme des
DLG-Arbeitskreises Futter und
Fütterung in Abstimmung mit
dem Ausschuss für Bedarfsnormen
(AfBN) der Gesellschaft für
Ernährungsphysiologie (GfE)**

Autoren:

- Dr. Jochen Krieg, LWK-NRW
Bad Sassendorf
- Prof. Dr. Markus Rodehutsord,
Universität Hohenheim
- Dr. Detlef Kampf, DLG e.V.,
Frankfurt am Main



DLG e.V.

Fachzentrum Landwirtschaft

Eschborner Landstraße 122 · 60489 Frankfurt am Main

Tel. +49 69 24788-0 · Fax +49 69 24788-110

Info@DLG.org · www.DLG.org

© 2022

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder (auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung) sowie Bereitstellung im Ganzen oder in Teilen zur Ansicht oder zum Download durch Dritte nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Marketing