

Kurzbericht

Ökologische Bewertung von Phytase-Zusätzen im Schweinemastfutter*

Georges Chassot, Bundesamt für Umwelt (BAFU), CH-3003 Bern

Mathieu Thérézien und Olivier Jolliet, Center for Risk Science and Communication, Department of Environmental Health Sciences, School of Public Health, University of Michigan, Ann Arbor, MI 48109, USA

Auskünfte: Olivier Jolliet, E-Mail: ojolliet@umich.edu; Georges Chassot, E-Mail: georges.chassot@bafu.admin.ch

In der Schweiz wird zurzeit N- und LP-reduziertes Futter in tausenden Betrieben in der Schweinemast verwendet. Phytase wird dabei im Mischfutter eingesetzt. Durch die Minderung von Stickstoff (N) und Phosphor (P) in der Ration werden die Ausscheidungswerte kleiner und die Umweltwirkungen positiv beeinflusst. Es zeigt sich aber, dass das gleiche Resultat ohne den Einsatz von Phytase erreicht werden kann.

50 – bis 80% des in zahlreichen als Tierfutter eingesetzten Getreidekörnern und Eiweisspflanzen enthaltenen Phosphors liegt in Form von Phytat oder Phytinsäure vor. Monogastrische Nutztiere (Nicht-Wiederkäuer) wie Geflügel oder Schweine können Phytinphosphor jedoch kaum oder gar nicht verwerten, da sie nicht über die dazu notwendige Phytase verfügen. So kann das Schwein das Phytat im Mais zu 0 % und das im Weizen zu 40 % verdauen. Der grösste Teil des über die Nahrung aufgenommenen Phosphors wird somit wieder ausgeschieden. Aufgrund der Affinität von Phytat zu metallischen Kationen (Spurenelemente) und Aminosäuren bildet sich im Magen ein Komplex, der schlecht verdaulich ist und zudem die Ausscheidungen anreichert.

Durch den Einsatz bakterieller Phytase als Futtermittelzusatz lässt sich nicht nur die Verdaulichkeit von Phosphor in pflanzlichen Futtermitteln wesentlich verbessern, sondern auch die Verwertung von Proteinen und Spurenelementen begünstigen, da die Entstehung der Phytat-Komplexe verhindert wird. Somit können den Bedürfnissen des Tieres entsprechende Rationen zusammengestellt werden, die nur wenig Phosphor, Stickstoff und metallische

Kationen enthalten. Diese kommen dann auch in geringeren Mengen in den Ausscheidungen der Nutztiere vor, wodurch sich die Auswirkungen dieser Stoffe (Stickstoff, Phosphor, Schwermetalle) auf Wasser, Luft und Boden potenziell verringern lassen. Allerdings könnte die industrielle Erzeugung von Phytase möglicherweise die Umwelt ebenfalls belasten, da dazu wiederum Rohstoffe, Transporte und Energie notwendig sind.

Ökobilanz schafft Klarheit

Inwieweit lässt sich die Ökobilanz einer Standard-Futtermittelration in der Schweinemast durch Beigabe von Phytase verbessern? Diese Frage wurde 2005 durch Fachleute an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) im Auftrag des BAFU untersucht.

Sämtliche für die Mast eines Schweins von 20 auf 100 kg notwendigen Prozesse wurden im System berücksichtigt. Dazu gehören die landwirtschaftliche Erzeugung der Bestandteile einer Ration - insgesamt sind 200 kg Futtermittel notwendig -, die Aufbereitung und der Transport bis zum Schweinemastbetrieb, die eventuelle Erzeugung herkömmlicher Futtermittelzusätze wie Aminosäuren und schliesslich die Ausbringung des Hofdüngers.

Gegenwärtig gibt es für die industrielle Herstellung von Phytase mehrere Verfah-

ren. Im Allgemeinen werden dazu gentechnisch veränderte Mikroorganismen verwendet. Analog zu anderen industriellen Fermentierungsverfahren mit Mikroorganismen wurde ein Phytase-Herstellungsverfahren modelliert, das aus Produktion und Sterilisierung des Kulturmediums, Fermentierung der Bakterienkulturen und Aufbereitung der Enzyme besteht. Bei diesem Modell wird keine gentechnische Veränderung der Bakterien vorgenommen.

Eine Standardration enthielt 55 % Mais, 26 % Ackerbohnen, 12 % Erbsen und ca. 5 % Sojabohnen, 0,7 % mineralisches Phosphat und 0,1 % Aminosäuren. Die Ration mit Phytase enthielt 67 % Weizen, 16 % Mais, 7 % Erbsen und 7 % Sojabohnen, einen verschwindend kleinen Anteil mineralisches Phosphat und rund fünfmal mehr Aminosäuren als die Standardration. Sämtliche Bestandteile stammten aus inländischer Produktion. Die industriellen Herstellungsverfahren von Aminosäuren und von Phytase waren vergleichbar. Bei der Gülleproduktion und -ausbringung wurde in beiden Varianten von derselben Methode ausgegangen.

Die Ration mit Phytase verbraucht weniger Primärenergie...

Die Ergebnisse zeigen, dass in Bezug auf die fossilen Energieträger die Beigabe von Phytase in einer Ration praktisch keine Rolle spielt. Eine Ration mit

Mit der Methode der Lebenszyklusanalyse (oder Ökobilanz) wird ein ökologisches Inventar der verwendeten Ressourcen und der durch das System erzeugten Emissionen aufgestellt. Nach Umrechnung auf eine Funktionseinheit – in diesem Falle ein kg Gewichtszunahme beim Schwein - werden die Auswirkungen auf natürliche Ressourcen, Klima, Gesundheit des Menschen und des Ökosystems gemäss der Methode «Eco-indicators 99» analysiert und nach drei Schadenskategorien interpretiert, nämlich Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit, Beeinträchtigung der Qualität der Ökosysteme und Verwendung nicht erneuerbarer fossiler Energieträger.

*Originalversion auf Französisch.

Phytase verbraucht rund 30 % weniger nichterneuerbare Primärenergie als die Standardration, was im Wesentlichen an der geringeren Menge Mais zugunsten von Weizen liegt. Phytase trägt somit indirekt zu einem geringeren Energieverbrauch bei, da die Art und die Anteile der Futterpflanzen in den Rationen geändert werden können. Die Studie zeigt, dass eine Ration, die weder Mais noch Phytase enthält, ähnliche Ergebnisse vorweisen würde.

Die Ration mit Phytase führt gegenüber der Standardration bei den Ausscheidungen zu einem deutlich geringeren Eintrag an P (etwa 50 % dank besserer Verwertung), an Stickstoff (über 30 % weniger, zum Teil aufgrund der besseren Verwertung, zum Teil aber auch aufgrund der veränderten Zusammensetzung der Ration) und an Cu (über 30 % weniger). Der Zinkausstoß hingegen bleibt quasi unverändert. Die Emissionen von CO₂, NO_x, N₂O und SO_x in die Luft sind bei der Ration mit Phytase etwa zehn bis 30 % niedriger. Für Ammoniak ist kaum ein Unterschied festzustellen. Die Gewässer werden bei der Ration mit Phytase mit rund 30 % weniger Nitrat belastet. Die Belastung des Bodens durch Schwermetalle aus Düngern und Pestiziden ist wesentlich geringer, was vorwiegend am Ersatz von Mais durch Weizen liegt.

... und verursacht kleinere Umweltwirkungen

Die beiden untersuchten Schadenskategorien (menschliche Gesundheit und Qualität der Ökosysteme) sowie die Bilanz der fossilen Energieträger weisen darauf hin, dass die Ration mit Phytase in Bezug auf Umweltwirkungen günstiger ist als die Standardration. Es kann zwischen der direkten Auswirkung von Phytase auf die Verdaulichkeit von Phosphor und Stickstoff und der indirekten Auswirkung auf die Zusammensetzung der Ration unterschieden werden. Äußerst könnte sich die verbesserte Verdaulichkeit demnach hauptsächlich in der geringeren Auswirkung auf Versauerung und Eutrophierung (NO₃- und PO₄-Eintrag) und auf anorganische Respiration (NH₃-Ausstoß in die Luft). Das aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Ration erzielte positive Ergebnis dürfte sich vor allem in

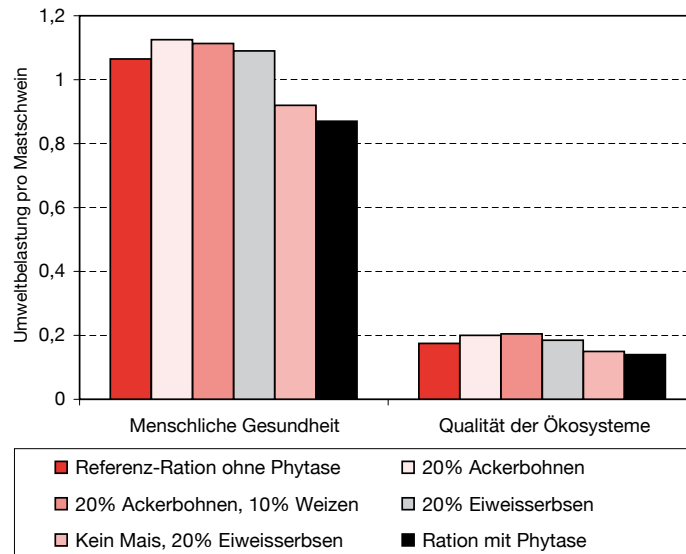


Abb. 1. Vergleich der sechs untersuchten Rationen anhand der zwei Schadensklassen Menschliche Gesundheit und Qualität der Ökosysteme.

einer geringeren Auswirkung bezüglich Krebserregung, organische Respiration und Ökotoxizität zeigen.

Für das untersuchte System ist die Umweltauswirkung der Phytase-Herstellung auf ein kg Gewichtszunahme beim Mastschwein umgerechnet verschwindend klein. Mit einer optimal zusammengestellten Futterration unter Beigabe von Phytase ließe sich somit die Umweltauswirkung einer Standardfütteration verringern und zwar aus zwei wesentlichen Gründen: zum einen durch die niedrige Menge an N und P in den Ausscheidungen – was bereits weithin bekannt ist – und zum anderen aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung der Ration.



Abb. 2. Phytase kann die Auswirkungen pro kg Gewichtszunahme beim Schwein verringern. Dies zeigt sich aber nicht notwendigerweise durch eine geringere Belastung an einem gegebenen Ort, insbesondere wenn im Vergleich zu einer Situation ohne Phytase die Anzahl Tiere pro Hektar zunehmen würde.

Ähnliche Verbesserung ist erreichbar ohne Phytase

Durch die Beigabe von Phytase können potenziell ausgewogene Rationen zusammengestellt werden, die aufgrund der gezielten Auswahl der geeignetsten Bestandteile die Umwelt weniger belasten (Abb. 1). Letztgenannte Verbesserung könnte allerdings auch erreicht werden, indem die Zusammensetzung einer ausgewogenen Ration geändert wird, ungeachtet der Zugabe von Phytase.

Ökologische Beurteilung von Futterrationen

Die Studie lässt keine Schlussfolgerungen über den Einsatz der aus Übersee importierten Eiweispflanzen zu. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Phytase die Auswirkungen pro kg Gewichtszunahme beim Schwein zwar verringern kann, sich dies aber nicht notwendigerweise durch eine geringere Belastung an einem gegebenen Ort zeigt, insbesondere wenn im Vergleich zu einer Situation ohne Phytase die Anzahl Tiere pro Hektar zunehmen würde. Darüber hinaus zeigt sich, dass sich die ökologische Optimierung von Futterrationen für Nutztiere als ein vielversprechendes Forschungsgebiet anbietet.

Literatur

Thérézien M. & Jolliet O. 2005. Evaluation écologique de l'utilisation de phytase dans l'alimentation des porcs à l'engrais. Rapport final. EPFL, 2005. Zugang: <http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/gewaesserschutz/landwirtschaft/phosphor/phosphorbilanz/index.html>