

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# PEGaSus

## Phosphoreffizienz in Huhn und Schwein

Förderkennzeichen: 2817ERA02D

Vorhabenlaufzeit: 09.2017 bis 02.2021

### KURZDARSTELLUNG

Phosphor (P) ist ein unersetzbarer Baustein des Lebens, wird aber in der Landwirtschaft nicht effektiv genutzt bzw. wiederverwertet, was zu weitreichenden Problemen für Böden und aquatische Ökosysteme führt. PEGaSus zielte mit seinem multidisziplinären Ansatz auf einen ausgewogenen P-Kreislauf in der Schweine- und Hühnerhaltung ab, mit dem Ziel einer P-resilienten, ressourcenschonenden und ökonomisch kompetitiven Tierhaltung. Konkret wurden in PEGaSus die Beziehungen zwischen Fütterung, Verdaulichkeit, endogener Verwertung, P-Exkretion, und P-Freisetzung in die Umwelt erforscht. Strategien zu Fütterung, Züchtung, Management und Recycling als auch wissenschafts-basierte politische Maßnahmen wurden entwickelt, um die Effizienz der P-Nutzung in der Schweine- und Hühnerhaltung zu verbessern.

### VORHABENSCHWERPUNKT UND ERA-NET

PEGaSus ist ein im Rahmen des ERA-Net "Sustainable Animal Productions" (ERA-NET SusAn) gefördertes Projekt. Mit dem Fokus auf eine nachhaltige Nutzung von Phosphor im landwirtschaftlichen Kreislauf und den damit verbundenen Aspekten der Wettbewerbsfähigkeit, Umweltwirkung und der sozialen Akzeptanz der europäischen Tierproduktion adressiert PEGaSus alle drei Forschungsschwerpunkte des ERA-NET SusAn Netzwerkes.

### ERGEBNISSE

Es wurde der Verbleib von P in Futtermitteln, Schweinen und Geflügel, Mikrobiota, Gülle, Schlachthofabfällen und Böden nachverfolgt um die Phosphorflüsse in der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette abzubilden (Abbildung 1). Rund um das Thema P leistete das Projekt einen wichtigen Beitrag zur wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit (bioökonomische Modellierung für Futtermittelpflanzen, technische und institutionelle Einschränkungen), zum Umweltschutz (Effizienz der P-Verwendung, P-Umsatz, P-Ausscheidung nach alternativen

Fütterungsstrategien) und zur Bewertung politischer/regulatorischer Aspekte (P-Governance). In PEGaSus wurden Untersuchungen zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource P in verschiedenen Fütterungsszenarien durchgeführt. Besonderes Augenmerk lag dabei auf den Aspekten der Bioverfügbarkeit, Verdaulichkeit und Effizienz von P in der Hühner- und Schweineernährung. Im Projekt wurde die ökonomische Relevanz alternativer Fütterungsstrategien erarbeitet.



Abbildung 1: Landwirtschaftlicher Nährstoffkreislauf.

Die Analyse verschiedener Fütterungsstrategien und Diäten zeigte beispielsweise, dass eine Supplementierung von 250 Phytaseeinheiten pro kg Futter über die Gülle auch die P-Nutzung im Pflanze-Boden-System positiv beeinflussen kann. Die endokrine und transkriptomische Reaktion von Schweinen und Geflügel auf eine variable P-Versorgung bietet zudem Perspektiven für eine Reduktion des mineralischen P-Anteils im Futter. Ein bioökonomisches Optimierungsmodell wurde entwickelt, um die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen aktueller und zukünftiger P-Management-strategien auf Betriebsebene zu quantifizieren und einzuordnen. Angesichts der P-Belastung von Böden und Gewässern innerhalb der EU wurde abgeleitet, dass die aktuellen europäischen Regelungen zum Düngemiteleinsatz die P-Überschüsse und -verluste sehr

viel stärker berücksichtigen sollten. Das Projekt hat dazu beigetragen, neuartige und nachhaltige P-Management-Ansätze bereitzustellen, um die wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit der europäischen Schweine- und Geflügelproduktion in Einklang zu bringen. Die Entwicklung geeigneter technischer, politischer und Governance-Strategien trägt dazu bei, die Umweltwirkungen von P entlang der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette zu minimieren.

### Nutzung von pflanzengebundenen Phosphor

Die Experimente umfassten Analysen zur besseren Nutzung von pflanzengebundenen P (Comfrey, Leguminosen) mit dem Ziel, weitgehend auf eine Supplementierung von mineralischem P in der Tierernährung verzichten zu können. Insbesondere die Nutzung der Beinwellpflanze (Comfrey, *Symphytum spp.*) ist nicht nur als Futtermittel interessant, da ihr ausge dehntes Wurzelsystem auch zu regionalen Nährstoffkreisläufen beitragen kann, z.B. durch die Bindung von Nährstoffen in derzeit überdüngten Böden.

### Genetische Variation der Phosphorhomöostase

Im Projekt wurde erstmals der genetische Beitrag an der Variation der P-Homöostase bei Schweinen erforscht. Die Analysen unterstrichen einerseits die hohe individuelle Vielfalt im Phosphathaushalt und andererseits die komplexe genetische Architektur des Merkmals als Basis zur Entwicklung neuer Zuchtkriterien.

### Physiologie der Phosphorhomöostase

Hühner und Schweine wiesen erhebliche Unterschiede in denjenigen physiologischen Parametern auf, die die P-Homöostase nach einer diätetischen P-Reduzierung aufrechterhalten. Insbesondere zeigte sich dies bei der endokrinen Kontrolle des Mineralstoffhaushalts, der Expression von P-Transportern, der Zusammensetzung der intestinalen Mikrobiota und der nachfolgenden P-Ausscheidung. Die gezielte Ausnutzung der systemspezifischen Grenzen kann für die Umwelt- und Tierforschung im Hinblick auf eine nachhaltige Lebensmittelproduktion und eine verbesserte P-Effizienz, aber auch für Fragen der Governance und Ökonomie von Bedeutung sein.

### FAZIT

Mit seinem Schwerpunkt auf Nutztiere, insbesondere Schweine und Geflügel, hat das PEGaSus Projekt zu einem verbesserten Verständnis der Variation der P-Nutzung beigetragen. Es sind neue Strategien entwickelt und getestet worden, um die nachhaltige Intensivierung von europäischen Schweine- und Geflügelbeständen und die effizientere Nutzung von P im agrarischen Zyklus zu fördern. Die darauf aufbauenden bioökonomischen Szenarien, die ökologische, politische und soziale Aspekte miteinander verbinden, haben wesentlich dazu beigetragen, die Auswirkungen alternativer P-Management-Strategien und -Politiken auf die Betriebswirtschaft und den ökologischen Fußabdruck ganzheitlich zu bewerten.

## PUBLIKATIONEN

Oster, M., Reyer, H., Ball, E., Fornara, D., McKillen, J., Sørensen, K. U., Poulsen, H. D., Andersson, K., Ddiba, D., Rosemarin, A., Arata, L., Sckokai, P., Magowan, E. & Wimmers, K. Bridging Gaps in the Agricultural Phosphorus Cycle from an Animal Husbandry Perspective—The Case of Pigs and Poultry. *Sustainability* 10, 1825, (2018).

Oster, M., Keiler, J., Schulze, M., Reyer, H., Wree, A. & Wimmers, K. Fast and reliable dissection of porcine parathyroid glands – A protocol for molecular and histological analyses. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger* 219, 76–81, (2018).

Reyer, H., Oster, M., Wittenburg, D., Murani, E., Ponsuksili, S. & Wimmers, K. Genetic Contribution to Variation in Blood Calcium, Phosphorus, and Alkaline Phosphatase Activity in Pigs. *Frontiers in Genetics* 10, (2019).

Wubuli, A., Reyer, H., Muráni, E., Ponsuksili, S., Wolf, P., Oster, M. & Wimmers, K. Tissue-Wide Gene Expression Analysis of Sodium/Phosphate Co-Transporters in Pigs. *International Journal of Molecular Sciences* 20, 5576, (2019).

Oster, M., Reyer, H., Keiler, J., Ball, E., Mulvenna, C., Muráni, E., Ponsuksili, S. & Wimmers, K. Comfrey (*Symphytum spp.*) as an alternative field crop contributing to closed agricultural cycles in chicken feeding. *Science of The Total Environment* 742, 140490, (2020).

Siengdee, P., Oster, M., Reyer, H., Viergutz, T., Wimmers, K. & Ponsuksili, S. Morphological and Molecular Features of Porcine Mesenchymal Stem Cells Derived From Different Types of Synovial Membrane, and Genetic Background of Cell Donors. *Frontiers in Cell and Developmental Biology* 8, (2020).

Wubuli, A., Gerlinger, C., Reyer, H., Oster, M., Muráni, E., Trakooljul, N., Ponsuksili, S., Wolf, P. & Wimmers, K. Reduced phosphorus intake throughout gestation and lactation of sows is mitigated by transcriptional adaptations in kidney and intestine. *BMC Genomics* 21, 626, (2020).

Oster, M., Reyer, H., Gerlinger, C., Trakooljul, N., Siengdee, P., Keiler, J., Ponsuksili, S., Wolf, P. & Wimmers, K. mRNA Profiles of Porcine Parathyroid Glands Following Variable Phosphorus Supplies throughout Fetal and Postnatal Life. *Biomedicines* 9, 454, (2021).

Oster, M., Reyer, H., Keiler, J., Ball, E., Mulvenna, C., Ponsuksili, S. & Wimmers, K. Comfrey (*Symphytum spp.*) as a feed supplement in pig nutrition contributes to regional resource cycles. *Science of The Total Environment* 796, 148988, (2021).

#### Projektbeteiligte:

Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN), Deutschland; Agri-Food and Biosciences Institute (AFBI), Großbritannien; Aarhus University (AU), Dänemark; Stockholm Environmental Institute (SEI), Schweden; University Piacenza (UCSC), Italien

#### Kontakt:

Klaus Wimmers, +49-38208-68-600, wimmers[at]fbn-dummerstorf.de, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18055 Dummerstorf, [www.pegasus.fbn-dummerstorf.de](http://www.pegasus.fbn-dummerstorf.de)