

Aus der Professur für Pflanzenbau
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

**Assessment of P efficiency in forage legumes
by utilising recycling fertilizer**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Agrarwissenschaften (doctor agriculturae (Dr. agr.))

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von

M.Sc. Yue Hu

Verteidigung am 17. Oktober 2025

Das Ziel der Dissertation war es, das Verständnis der inter- und intraspezifischen Phosphor-(P)-Effizienz bei Futterleguminosen unter langfristigen P-Düngungsstrategien sowie dem Einsatz verschiedener Recyclingdünger zu vertiefen. Im Rahmen eines seit 1998 laufenden Feldversuchs wurden P-Dynamiken im Boden analysiert sowie Luzerne- und Rotkleeakzessionen unter verschiedenen P-Versorgungsniveaus getestet. Ergänzende Gefäßversuche unter kontrollierten Bedingungen ermöglichten ein vertieftes Verständnis pflanzlicher Reaktionen auf Recyclingdünger. Die Höhe der P-Zufuhr – und nicht die Art des Düngers – erwies sich als der wichtigste Faktor für die Bestimmung der verfügbaren P-Pools im Boden. Organische Dünger, insbesondere Kompost, förderten die P-Aufnahme der Pflanzen stärker als mineralische P-Dünger, was auf ihre höhere P-Nutzungseffizienz sowie zusätzliche agronomische Vorteile zurückzuführen ist. Die Analyse des P-Gehalts in verschiedenen Bodentiefen bis 90 cm hob die Bedeutung der P-Dynamik im Unterboden für das P-Management hervor. Die im Herbst gemessenen, vergleichsweise niedrigen Gehalte an mineralischen Stickstoff (N) im Unterboden – insbesondere beim Anbau von Luzerne – belegen, dass die Kombination von Futterleguminosen mit organischen Düngemitteln kein erhöhtes Risiko für N-Verluste darstellen muss. Struvit erwies sich als vielversprechendes mineralisches Recyclingprodukt für den Leguminosenanbau und zeigte eine P-Nutzungseffizienz, die mit leichtlöslichen mineralischen P-Düngern vergleichbar oder sogar überlegen war. Demgegenüber hob die begrenzte Wirksamkeit aschebasierter Produkte in den Versuchen die Bedeutung einer an Standort und Kulturart angepassten Auswahl von Recyclingdüngern hervor. Der Vergleich der Leguminosenarten und ihrer Akzessionen unter unterschiedlichen P-Versorgungsniveaus zeigte, dass pflanzengenetische Ressourcen und die Wahl der P-Quelle keine unabhängigen, sondern sich ergänzende Strategien für ein nachhaltiges P-Management darstellen. Zwar beeinflusste die genetische Variation die P-Aufnahme, doch hatten die Wahl der Düngemittel dahingehend einen stärkeren Einfluss. Die Ergebnisse dieser Studie liefern umfassende Einblicke in die Dynamik von P-Umwandlungs- und Verlagerungsprozessen im Boden, schaffen eine fundierte Grundlage für die Auswahl geeigneter Luzerne- und Rotkleeherkünfte hinsichtlich Ertrag und P-Effizienz und geben praxisorientierte Empfehlungen für den Einsatz von Recyclingdüngern im Anbau von Futterleguminosen.

Abstract

This PhD study aims to improve the understanding of inter- and intraspecific phosphorus (P) efficiency in forage legumes under long-term P management strategies and different recycling fertilizers. We investigated soil P dynamics in contrasting soil P status influenced by a long-term P management (since 1998) and established a two-year field trial with alfalfa and red clover accessions on this site. Two complementary pot experiments were performed under greenhouse conditions to investigate plant responses to recycling fertilizers. The P application rate, rather than fertilizer type, was the primary determinant of soil labile P pools. Organic fertilizers, particularly compost increased plant P uptake more effectively than inorganic ones, highlighting its P use efficiency and additional beneficial agronomic effects. The analysis of P content in different soil depths until 90 cm underscored the importance of subsoil P dynamics in P management. Low subsoil mineral nitrogen (N) contents in autumn (particularly with alfalfa) reduced the potential risk of N losses when combining forage legumes with organic fertilizers. Struvite was found as a promising mineral recycling product for legume production, demonstrating P use efficiency comparable or superior to conventional fertilizers. The limited effectiveness of ash-based products for legumes in the field and pot experiments underlined the importance of matching recycling fertilizers with crop types and soil conditions. Comparing legume species and accessions under different P supplies revealed that plant genetic resources and P source selection represent complementary rather than independent strategies for sustainable P management. Although genetic variation affected plant performance, fertilizer properties usually had a stronger impact on P efficiency. The results of the study offered insights into the temporal dynamics of soil P transformation and translocation, provided information for selecting alfalfa and red clover accessions based on yield and P uptake, and delivered practical recommendations for using recycling fertilizers in forage legume cultivation.