

Universität Hohenheim  
Institut für Pflanzenernährung  
Prof. Dr. V. Römheld

**Die Bedeutung von Augenbohne (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)  
für den Aufschluß von Rohphosphat durch Perlhirse  
(*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)**

Diplomarbeit von  
Bettina Heider  
Stuttgart-Hohenheim, August 1997

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln  
der Eiselen-Stiftung Ulm

## 6 Zusammenfassung

Rohphosphat wird als alternative P-Quelle zu aufgeschlossenen P-Düngern für den Perlhirse-Anbau auf den sauren Sandböden des Sahel angesehen, bei denen die geringen P-Gehalte wachstumslimitierend sind. Probleme bei der sachgerechten Ausbringung und die langsame Pflanzenverfügbarkeit des schwer löslichen Rohphosphates machte dessen Einsatz für Landwirte bislang unattraktiv. Neuere Felduntersuchungen erforschen die Rohphosphatwirkungen im Perlhirse- und Augenbohne-Anbau an mehreren Standorten in Westafrika. Um die Wirkungsmechanismen einer P-Mobilisierung durch Augenbohne zu verstehen, wurden in der vorliegenden Studie zwei Gefäßversuche unter standardisierten Bedingungen in Gewächshaus und Klimakammer durchgeführt. In einem dreifaktoriellen Experiment wurden während zwei aufeinanderfolgender Anbauperioden die Wirkungen unterschiedlicher Anbausysteme von Augenbohne und Perlhirse (Monokultur, Mischkultur oder Rotation) in Abhängigkeit von zwei P-Düngern (einmalige Gabe von Rohphosphat oder Singlesuperphosphat) und in Abhängigkeit von Böden zweier Standorte Südwest-Nigers untersucht. Dazu wurde die unter- und oberirdische Biomassebildung beider Kulturen 45 Tage nach der Aussaat ermittelt. Bestimmt wurden zudem Nährstoffkonzentrationen in Böden und Pflanzen, Chlorophyllgehalte, sowie aufgelaufene Unkräuter. In einem weiteren Gefäßversuch wurden Wurzelexsudate von Perlhirse und Augenbohne analysiert, um pflanzliche Mechanismen bei der P-Mobilisierung zu verstehen.

Der Boden vom Standort Goberi hatte einen höheren Ausgangs-pH und höhere Basengehalte, aber geringere N- und P-Konzentrationen als der Boden aus Kara Bedji. Im Durchschnitt aller P-gedüngten Behandlungen ergaben sich nur unwesentliche Unterschiede in der Biomasseproduktion zwischen beiden Bodenherkünften. In Goberi reagierten die Pflanzen auf Rohphosphat mit stärkerem Wachstum als in Kara Bedji. Ohne P-Zufuhr erbrachte Kara Bedji-Boden die höheren Erträge.

Superphosphat-Anwendung führte bei beiden Pflanzenarten generell zu höherer ober- und unterirdischer Biomasseproduktion als Rohphosphat, während die Kontrolle ohne P-Düngung die geringsten Erträge aufwies. Die Nachwirkung der einmaligen Rohphosphat-Gabe auf die Erträge war in der zweiten Anbauperiode geringer als die von Superphosphat. Augenbohne als Vorfrucht führte zu geringfügig und nicht signifikant größerer Wurzellänge und höheren Erträgen bei Hirse in der zweiten Anbauperiode als permanenter Anbau von Hirse. Der Anbau von Augenbohne und Perlhirse in Mischkultur erbrachte leicht höhere Gesamt-TM-Erträge

pro Gefäß als der jeweilige Anbau in Monokultur. Perlhirse wies zumindest nach P-Düngung eine höhere Wurzelmasse als Augenbohne auf. Exsudatanalysen wiesen keine Anreicherung von organischen Säuren in der Rhizosphäre nach, die auf eine P-Mobilisierung schließen ließen.

Augenbohne wies die höheren P-Konzentrationen in der Pflanze auf. Die Unterschiede zu Hirse waren in der zweiten Anbauperiode allerdings geringer als in der ersten. Rohphosphatdüngung führte zu höheren P-Gehalten in den Pflanzen als die Kontrollbehandlung. In der zweiten Periode hatten die anfangs mit SSP gedüngten Versuchsvarianten die geringsten P-Konzentrationen, vermutlich durch Verdünnungseffekte verursacht. Die Vorfrucht hatte dabei keine signifikante Wirkung auf die P-Gehalte der Nachfrucht. Stickstoff war in höchster Konzentration in den P-Mangel-Behandlungen zu finden, während geringere Gehalte in den mit P versorgten, gut wachsenden Pflanzen gemessen wurden. P-Düngung stimulierte als Nebeneffekt die Keimung von *Cyperus amabilis* Vahl., einer guten Futterpflanze.

Die einmalige Anwendung von Rohphosphat konnte Erträge von Perlhirse und Augenbohne steigern. In der Folgeperiode waren die Wirkungen schwächer ausgeprägt. Eine wachstumsstimulierende Wirkung der Vorfrucht Augenbohne auf nachfolgende Hirse, die unter natürlichen Bedingungen im Feld häufig gefunden wurde, konnte bei beiden Bodenherkünften lediglich in geringem Maße nachgewiesen werden. Vermutlich wirkte das Topfvolumen sowie die kurze Wachstumsperiode einschränkend. Die von Augenbohne exsudierten organischen Säuren konnten aufgrund ihres Säuremusters und unzureichender Mengen eine P-Mobilisierung nicht verursacht haben.

## 7 Summary

Rock phosphate (RP) is considered as an alternative P source to soluble P-fertilisers for millet production on acid sandy Sahelian soils that are limited in available P. Acceptance by farmers is retarded by application difficulties in the field and by delayed P-availability due to low solubility. In West Africa, the effects of RP on millet and cowpea are recently being tested in multi-locational field trials. The objective of the research presented here was to examine the mechanisms of P-mobilisation by cowpea in two pot experiments in a greenhouse and a growth chamber. The effects of the following three-factors were tested during two subsequent cropping cycles: (1). three millet-cowpea cropping system (sole crops in monoculture; crop rotation; intercropping), (2) two P- sources (RP; single superphosphate) applied once before the first cropping cycle, and (3) soils from two sites of Southwest Niger. Biomass dry matter yield above- and below-ground, soil nutrient, plant nutrient and chlorophyll concentrations and number of weeds were determined at 45 days after sowing. In a second trial P-mobilisation by root exudates was investigated.

The soil collected from the Goberi site was higher in pH and base concentration but lower in N and P than the soil from Kara Bedji. No significant effects on dry matter yields were found between soils when only fertilised treatments were considered. Without P-fertiliser dry matter yields were higher on Kara Bedji soil. The effect of RP was more pronounced on Goberi soil.

P-fertilisation increased overall dry matter yields of both crops compared to the control, super singlephosphate being superior to RP. The residual effect of the RP application on dry matter yields during the second cropping cycle was greater for super singlephosphate than for RP. The rotation with cowpea improved root length and yield of the second millet crop only slightly when compared to continuous millet. Intercropping yielded slightly more total dry matter per pot than either of the sole crops. With P-application millet produced more root dry matter than cowpea. Analyses of root exudates did not indicate any P-mobilisation by organic acids in the rhizosphere.

P-concentrations in plants were higher in cowpea than in millet. The difference was lower in the second cropping cycle. RP-fertilisation increased plant P concentrations relative to the control. During the second cycle, plant P-concentrations were lowest in SSP-treatments due to dilution effects. No significant crop rotation effect was detected. P-fertilisation had a negative effect on plant N-concentrations and a positive effect on germination of *Cyperus amabilis* Vahl., a good fodder grass.

To conclude, a single application of RP could significantly increase millet and cowpea yields. The residual effect in the second cropping cycle was smaller than the effect in the first cycle. Field reports of millet yields benefiting from preceding cowpea crops could not be confirmed on either soil, probably due to the small pot size and the restricted growing period. Due to the type and the low quantities of organic acids in cowpea root exudates, the exudates most probably did not cause a P-mobilisation.