

Bioporen: Ihre Bedeutung für das Wachstum der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen

Kautz, T.¹, Athmann, M.¹ und Köpke, U.¹

Keywords: Unterboden, Nährstoffakquisition, Bioporen, Wurzelwachstum, mehrjährige Futterpflanzen

Abstract

The subsoil (i.e. the soil beneath the ploughed soil layer) provides a large potential reservoir of nutrients for crops but the conditions for nutrient acquisition are generally adverse due to low organic matter contents, low nutrient concentration in the soil solution, low microbial activity and high bulk density. However, the structural heterogeneity of the subsoil including biopores created by roots and earthworms requires a more detailed view on nutrient acquisition processes. First results from the DFG research unit 'Crop Sequence and the Nutrient Acquisition from the Subsoil' have shown that cultivation of perennial fodder crops with taproot systems can result in enhanced biopore density in the subsoil and increased root-length density of subsequent crops. Observations with endoscopes revealed that 80-90 % of roots growing in biopores established contact with the pore wall thus potentially accessing the nutrients stored therein.

Einleitung und Zielsetzung

Der Unterboden, d.h. der Boden unterhalb der bearbeiteten Ackerkrume, fand als potentieller Ort der Nährstoffakquisition der Kulturpflanzen bisher nur wenig Beachtung. Die Nährstofferschließung und -nachlieferung aus der Festphase des Unterbodens kann bis heute nicht präzise vorhergesagt werden. Literaturdaten zeigen, dass der Unterboden ein erhebliches Nachlieferungspotenzial aufweist, der Anteil der aus dem Unterboden aufgenommenen Nährstoffe aber in Abhängigkeit der Bodenfeuchte und der Nährstoffkonzentrationen im Oberboden zwischen <10 % und >70 % variieren kann (Kautz *et al. im Druck*). Ein umfassendes Verständnis für die Prozesse der Nährstoffakquisition aus dem Unterboden fehlt jedoch.

Im Vergleich zum Ap-Horizont weist der Unterboden in der Regel eine höhere Lagerungsdichte, relative Nährstoffarmut, geringere Gehalte organischer Substanz und geringere mikrobielle Aktivität auf. Dementsprechend sind die Voraussetzungen für die Nährstoffmobilisierung und -aufnahme aus dem Unterboden ungünstiger als in der gepflügten Krume. Die heterogene Struktur des Unterbodens macht dabei eine detaillierte Sicht auf die an der Nährstoffakquisition aus dem Unterboden beteiligten Prozesskomponenten erforderlich. Insbesondere die von Pflanzenwurzeln bzw. tiefgrabenden Regenwürmern generierten Bioporen können effiziente Ausbreitungswege für Pflanzenwurzeln darstellen. Zudem sind die Bioporen-Auskleidungen bzw. -Verfüllungen in der Regel reich an diversen Pflanzennährstoffen, so dass sie als mögliche *hot spots* der Nährstoffakquisition im Unterboden gelten. Bisher ist aber noch nicht quantifiziert, in welchem Ausmaß die Erhöhung der Bioporendichte (z.B. durch angepasste Fruchtfolgegestaltung) zu einer intensiveren Erschließung des Unterbodens beiträgt.

¹ Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, Deutschland, tkautz@uni-bonn.de, <http://www.iol.uni-bonn.de>

Methoden

Im Rahmen der DFG-FOR 1320 ‚Crop Sequence and the Nutrient Acquisition from the Subsoil‘ werden Nährstofftransformations- und -transportvorgänge im Unterboden landwirtschaftlich genutzter Flächen unter Einbeziehung der Wurzel- und Bioporenentwicklung, der Gefügedynamik, mikrobieller Aktivität und Wassertransportdynamiken beschrieben und quantifiziert. Auf einem tiefgründigen Lössboden (Campus Klein Altendorf, Universität Bonn) wurden Feldversuche mit dem Ziel angelegt, durch den Anbau von perennierenden Futterpflanzen (Luzerne, Wegwarte, Rohrschwingel; Nutzungsdauer 1-3 Jahre) Bioporen unterschiedlicher Größe und Dichte im Unterboden zu generieren. Neben *on site*-Untersuchungen der Nährstoffgehalte, des Bodengefüges, der Wasserbewegungen und des Spross- und Wurzelwachstums wurden ungestörte Bodensäulen aus dem Feldversuch entnommen, die u.a. für Mikrokosmosversuche mit Isotopen-Markierung sowie zur Untersuchung der Bodenstruktur mit bildgebenden Verfahren dienen. Die Ergebnisse werden zur Entwicklung von Modellen auf der Pflanzen- und der Feldskala genutzt.

Ergebnisse und Diskussion

Erste Ergebnisse der Forschergruppe zeigen, dass bereits zweijähriger Anbau von Futterpflanzen mit allorhizen Wurzelsystemen zu einer Erhöhung der Bioporendichte im Unterboden und zu größeren Wurzellängendichten bei in den Folgejahren angebauten Nachfrüchten führen kann (Perkons *et al.* 2013). Auch für die Wasserversorgung der Nutzpflanzen können Bioporen vorteilhaft sein: So entzog Sommerweizen nach mehrjährigem Anbau von Luzerne in Trockenperioden mehr Wasser aus dem Unterboden (z.B. etwa doppelt so viel aus 95-105 cm Bodentiefe; Gaiser *et al.* 2012) und wies größere Transpirations- und Photosyntheseraten auf (Küpper *et al.* 2012) als nach Anbau einjähriger Referenzpflanzen mit homorhizem Wurzelsystem. Aus endoskopischen Untersuchungen in Bioporen geht zudem hervor, dass 80 – 90 % der in Bioporen wachsenden Wurzeln Kontakt zur Porenwand aufnehmen (Athmann *et al.* 2013) und somit die dort vorhandenen Nährstoffe nutzen können. In Zukunft wird sich die Gruppe verstärkt mit der Frage beschäftigen, wie sich Bioporen in Abhängigkeit ihrer Vorprägung, insbesondere der Besiedlung mit tiefgrabenden Regenwürmern, unterscheiden und welche Auswirkungen die Poreneigenschaften auf Wachstum und Nährstoffaufnahme von Kulturpflanzenwurzeln haben.

Literatur

- Athmann, M., T. Kautz, U. Köpke (2013): Charakterisierung des Wurzelwachstums in Bioporen mit in situ Endoskopie. In: WiTa-Tagungsband 2013
- Gaiser, T., U. Perkons, P.M. Küpper, D.U. Puschmann, S. Peth, T. Kautz, J. Pfeifer, F. Ewert, R. Horn and U. Köpke (2012): Evidence of improved water uptake from subsoil by spring wheat following lucerne in a temperate humid climate. *Field Crops Res.* 126: 56-62.
- Kautz, T., W. Amelung, F. Ewert, T. Gaiser, R. Horn, R. Jahn, M. Javaux, A. Kemna, Y. Kuzyakov, J.-C. Munch, S. Pätzold, S. Peth, H. W. Scherer, M. Schloter, H. Schneider, J. Vanderborght, D. Vetterlein, A. Walter, G. L. B. Wiesenberg and U. Köpke (2012): Nutrient acquisition from arable subsoils in temperate climates: a review. *Soil Biol. Biochem.* DOI: 10.1016/j.soilbio.2012.09.014.
- Küpper, P. M., P. M. Antar, T. Kautz und U. Köpke (2012): Photosynthese- und Transpirationsraten von Sommerweizen und Futtermalve in Abhängigkeit von Feldfutter-Vorfrüchten und deren Anbaudauer. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 24: 140-141.
- Perkons, U., P. M. Küpper, T. Kautz, T., U. Köpke (2013): Bioporen im Unterboden: Genese und pflanzenbauliche Nutzung. In: WiTa-Tagungsband 2013.