

Schaffen Zwischenfrüchte großlumige Bioporen in Unterböden?

Kemper R¹, Döring TF¹ & Athmann M²

Keywords: Bioporendichte, Wurzelstücke, Pfahlwurzel, Lupine, Ölrettich.

Abstract

Perennial fodder crops are known to enhance the density of large-sized biopores in the subsoil, while studies on biopores created by cover crops are limited. The aim of the field experiments at the organic research farm Wiesengut was to determine the biopore density after growing cover crops and to assess the potential of biopore genesis. Biopore density was generally high in all treatments but did not differ from the control (bare fallow). The numbers of calculated root pieces from cover crops per m² were lower than the biopore densities measured. It can be assumed that biopores were not created by cover crops and that the potential of biopore genesis by cover crops is limited.

Einleitung und Zielsetzung

Zwischenfrüchten werden viele für Ackerbausysteme wichtige Funktionen zugeschrieben. So wird auch die Bildung großlumiger Bioporen genannt, Zwischenfrüchte werden für „bio-tillage“ empfohlen (Zhang und Peng, 2021). Großlumige Bioporen erfüllen wichtige Funktionen in Ackerböden wie verbesserter Gasaustausch, erhöhte Wasserinfiltration, Erleichterung der Unterboden-Durchwurzelung, Wasser- und Nährstoffaufnahme aus tiefen Bodenschichten sowie Nährstoffbereitstellung an der Bioporenwandung (Kautz, 2015; Xiong et al., 2022). Der Anbau von Futterpflanzen kann die Bioporendichte im Unterboden erhöhen und so die Durchwurzelung der Nachfrüchte in tieferen Bodenschichten fördern (Han et al., 2015). Studien zur Bioporengenesen von Zwischenfrüchten sind rar. Ziel dieser Untersuchung war es, die Bioporendichte nach dem Zwischenfruchtbau zu erfassen, sowie das Bioporengenesepotenzial der Zwischenfrüchte anhand von Wurzelstücken zu berechnen.

Methoden

In den Jahren 2018 und 2019 wurden Feldversuche mit verschiedenen Zwischenfruchtarten und -mischungen (Tabelle 1) am Campus Wiesengut der Universität Bonn in Hennef (Sieg) angelegt. Die Auenböden auf Kies sind sandige bis schluffige Lehme mit einer Mächtigkeit von ca. 1 m. Details zu Standort und Versuchsanlage finden sich in Kemper et al. (2020). Die Zwischenfrüchte wurden mit einer Parzellensämaschine (Reihenabstand 17 cm) jeweils Mitte August nach Pflugeinsatz (23 cm tief) und Saatbettbereitung gesät. Zur sicheren Bestandesetablierung wurden die Versuche in beiden Jahren beregnet. Zur Erfassung der Bioporendichte wurden 0,25 m² Bodenfläche in 40 cm Tiefe im März 2019 und August 2020 freigelegt. Mit einem Spachtel wurde die Fläche aufgebrochen, loser Boden wurde abgesaugt. Mit einer Kamera (Nikon 7100D, 16 mm Brennweite, Blende 11) wurde die Fläche in einem abgedunkelten Rahmen in

¹ Fachgebiet Agrarökologie und Organischer Landbau, Universität Bonn, Auf dem Hügel 6, 53121, Bonn, Deutschland, rkemper@uni-bonn.de, www.aol.uni-bonn.de

² Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213, Witzenhausen, Deutschland

60 cm Höhe fotografiert. Die Fotos wurden mit der Software RootPainter (Smith et al., 2022) analysiert, die Anzahl und Durchmesser der Bioporen erfasst.

Tabelle 1: Zwischenfruchtvarianten im Feldversuch

Zwischenfrucht	Sorte bzw. Mischungsverhältnis	Abkürzung	Saatstärke [kg ha ⁻¹]
Kontrolle	Schwarzbrache	KO	-
Grünroggen	Bonfire	GR	120
Inkarnatklee	Linkarus	IK	30
Lupine	Boruta	LU	120
Ölrettich	Siletina	OR	25
Lupine-Grünroggen	50:50	LU_GR_50_50	60; 60
Ölrettich-Grünroggen	50:50	OR_GR_50_50	2,5; 60
Ölrettich-Inkarnatklee-Grünroggen	33:33:33	OR_IK_GR_33_33_33	8,3; 10; 40
Sandhafer	Pratex	SH	80
Winterrübsen	Jupiter	WRU	15
Phacelia	Beehappy	PH	12

Monolithe wurden im Oktober 2018 und 2019 wie in Kemper et al. (2022) beschrieben entnommen. Die Wurzeln wurden ausgewaschen, gescannt und mit WinRhizo nach Durchmesser klassifiziert. Die Berechnung der Wurzelstücke erfolgte wie bei Perkons (2018): die Wurzellängen wurden summiert und durch die Höhe des Monolithen (10 cm) geteilt, um die theoretische Anzahl an Wurzelstücken bei vertikalem Wurzelwachstum zu erhalten. Diese Maßzahl ermöglicht eine Bewertung des Bioporengenesepotenzials. Wurzelstücke von Phacelia, Sandhafer und Rübsen wurden nur 2018 erfasst. Für die Bioporendichte wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse berechnet und mit dem Dunnett-Test wurden die Zwischenfrüchte gegen die Kontrolle getestet.

Ergebnisse

Tabelle 2: Berechnete Wurzelstücke je m² verschiedener Zwischenfrüchte in drei Durchmesserklassen in der Bodenschicht 40-50 cm 2018/19 sowie 2019/20.

Kultur	2018/19			2019/20		
	1-2 mm	2-5 mm	>5 mm	1-2 mm	2-5 mm	>5 mm
GR	149	12	0	38	6	0
IK	1	0	0	3	0	0
LU	136	44	0	1	0	0
LU_GR_50_50	154	13	0	0	0	0
OR	53	9	0	9	0	0
OR_GR_50_50	45	1	0	4	0	0
OR_IK_GR_33_33_33	19	0	0	2	0	0
PH	53	1	0			
SH	28	0	0			
WRU	51	4	0			

Sowohl in beiden Versuchsjahren als auch in allen drei Durchmesserklassen unterschied sich keine Zwischenfrucht-Variante in der Bioporendichte von der unbewachsenen Kontrolle (Abbildung 1). Bei der Anzahl der berechneten Wurzelstücke je m² wies das Jahr 2018/19 höhere Werte auf als 2019/20 (Tabelle 2). Wurzelstücke > 5 mm wurden in keinem Versuch gemessen. Insgesamt wiesen Grünroggen und Lupine sowie deren Mischung das höchste Bioporengenesepotenzial auf, wobei bei Poren > 2 mm nur die Lupine im ersten Versuchsjahr höhere Werte aufwies.

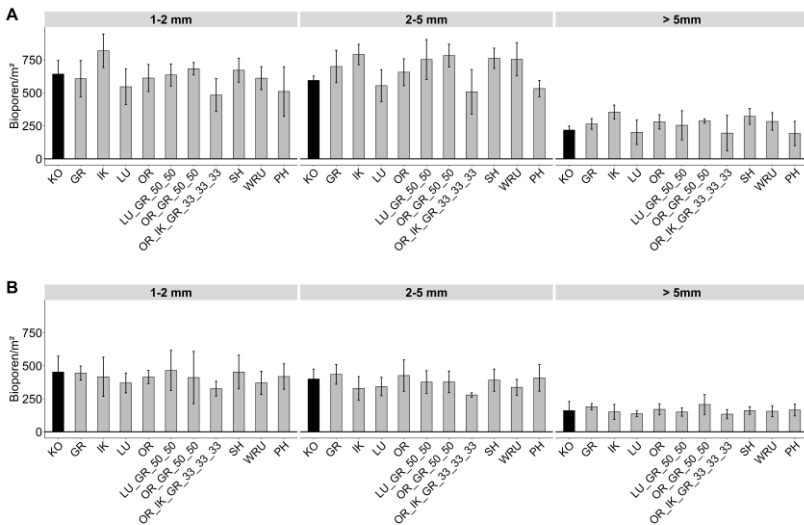


Abbildung 1: Bioporendichte (m⁻²) nach Durchmesser unter Zwischenfrüchten in 2018/19 (A) und 2019/20 (B) in 40 cm Tiefe. Die Zwischenfrüchte (grau) wurden mit dem Dunnett-Test gegen die Kontrolle ohne Zwischenfrucht (schwarz) getestet.

Diskussion

Auffällig war die insgesamt hohe Bioporendichte am Wiesengut. Diese ist vermutlich Folge langjähriger ökologischer Bewirtschaftung und Bioporengenesese durch Regenwürmer. Die nicht signifikanten Unterschiede zur unbewachsenen Kontrolle und die berechneten Wurzelstücke, insbesondere > 2 mm Durchmesser, sprechen gegen eine Bioporengenesese durch Zwischenfrüchte in 40 cm Bodentiefe. Vermutlich ist deren Vegetationszeit von wenigen Monaten zu kurz, um hinreichend dicke Pfahlwurzeln zu bilden. Für > 2 mm wurden für Wegwarte 53 und für Luzerne 115 Wurzelstücke je m² in 45-55 cm Tiefe gefunden (Perkons, 2018). Mit den Ergebnissen aus 2018/19 scheint am ehesten die Lupine mit 44 Wurzelstücken je m² Bioporen generieren zu können. Studien mit kruziferen Zwischenfrüchten zeigten, dass diese Bioporen bilden und von nachfolgender Soja genutzt werden können (Williams und Weil, 2004). Es wurden jedoch nur einzelne Poren mit Minirhizotronen untersucht, nicht aber Bioporendichte und -durchmesser erfasst. Somit ist nicht auszuschließen, dass auch in unseren Versuchen einzelne Bioporen durch Zwischenfruchtwurzeln gebildet wurden, jedoch in der gesam-

ten Bioporendichte von geringer Relevanz sind. Untersuchungen zur Wurzelmorphologie bei abruptem Wechsel der Lagerungsdichte von Burr-Hersey et al. (2017) zeigten, dass Örtlich von einer dicken Pfahlwurzel zu mehreren dünnen Wurzeln in der verdichteten Zone wechselt, was die Bioporengese im dichteren Unterboden beeinflussen würde.

Schlussfolgerungen

Es wurde deutlich, dass in einem bereits gut durchporteten Boden Zwischenfrüchte mit einer kurzen Anbaudauer in 40 cm Tiefe kaum zusätzlich Bioporen schaffen können. Die Tendenz, dass in spezialisierten ökologischen Acker- und Gemüsebaubetrieben Zwischenfrüchte den mehrjährigen Feldfutterbau ersetzen sollen, ist daher im Hinblick auf die Bildung von Bioporen und damit die Verbesserung der Unterbodenstruktur kritisch zu sehen. Weitere Untersuchungen an anderen Standorten sind wichtig, um unsere Ergebnisse zu bestätigen.

Danksagung

Danke an das Team des Wiesenguts und die Studierenden für Hilfe in Feld und Labor. Bei der BLE und dem BÖLN bedanken wir uns für die Förderung des Projekts MIKODU.

Literatur

- Burr-Hersey, J.E.; Mooney, S.J.; Bengough, A.G.; Mairhofer, S.; Ritz, K. (2017) Developmental morphology of cover crop species exhibit contrasting behaviour to changes in soil bulk density, revealed by X-ray computed tomography. *PloS one* 12:e0181872. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181872>
- Han, E.; Kautz, T.; Perkons, U.; Uteau, D.; Peth, S.; Huang, N.; Horn, R.; Köpke, U. (2015) Root growth dynamics inside and outside of soil biopores as affected by crop sequence determined with the profile wall method. *Biology and Fertility of Soils* 51:847–856. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-015-1032-1>
- Kautz, T. (2015) Research on subsoil biopores and their functions in organically managed soils: A review. *Renewable Agriculture and Food Systems* 30:318–327. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170513000549>
- Kemper, R.; Bublitz, T.A.; Müller, P.; Kautz, T.; Döring, T.F.; Athmann, M. (2020) Vertical Root Distribution of Different Cover Crops Determined with the Profile Wall Method. *Agriculture* 10:503. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10110503>
- Kemper, R.; Döring, T.F.; Legner, N.; Meinen, C.; Athmann, M. (2022) Root traits in cover crop mixtures of blue lupin and winter rye. *Plant and Soil*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05366-9>
- Perkons, U.K. (2018) Bioporengese durch homo- und allorhize Kulturpflanzen: Einfluss auf das Wurzelwachstum der Nachfrüchte. Dissertation. Universität Bonn, Bonn
- Smith, A.G.; Han, E.; Petersen J.; Olsen, N.A.F.; Giese, C.; Athmann, M.; Dresbøll, D.B.; Thorup-Kristensen, K. (2022) RootPainter: Deep Learning Segmentation of Biological Images with Corrective Annotation. *New Phytologist*. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.18387>
- Williams, S.M.; Weil, R.R. (2004) Crop Cover Root Channels May Alleviate Soil Compaction Effects on Soybean Crop. *Soil Science Society of America Journal* 68:1403–1409. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.1403>
- Xiong, P.; Zhang, Z.; Peng, X. (2022) Root and root-derived biopore interactions in soils: A review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpn.202200003>
- Zhang, Z.; Peng, X. (2021) Bio-tillage: A new perspective for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research* 206:104844. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104844>