

# Investigation of plant root and earthworm induced effects on properties and functions of pore networks with non-invasive X-ray computed tomography

Sebastian K. Pagenkemper, M.Sc.

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h.c. R. Horn

## Kurzfassung

Die Interaktion von Wurzeln, Bodenorganismen und Bodenstruktur sind der Schlüsselbereich für die Nährstoffacquisition von Pflanzen aus dem Unterboden und kann auf verschiedenen Skalen untersucht werden. In Hinblick auf die Bedeutung der Eigenschaften der Bodenstruktur (Porosität, Konnektivität, Kontinuität und Tortuosität von Poren) auf Funktionen (zugängliche Oberflächen, Luft- und Wasserleitfähigkeit), die das Pflanzenwachstum beeinflussen können, ist die Röntgenstrahl-Computertomographie (XRCT) als nicht-invasive Methode besonders geeignet, um die dreidimensionale Verteilung der Morphologie und Geometrie von Porennetzwerken zu erfassen. Aufbauend auf einer Sensitivitätsanalyse der XRCT-Technik wird in der vorliegenden Arbeit daran anschließend die dynamische Entwicklung der Unterbodenstruktur in Abhängigkeit der Einflüsse von Pflanzenwurzeln und Regenwürmern auf einer räumlichen und zeitlichen Skala dokumentiert und die entsprechenden Unterschiede quantifiziert.

Hierzu wurden Bodenmonolithen und kleinere Stechzylinder aus dem mehrjährigen Feldversuch bei Bonn (NRW, Deutschland) entnommen und die Effekte der Vorfrüchte Luzerne, Rohr-Schwingel und Wegwarte über eine Anbaudauer von jeweils 1, 2 und 3 Jahren auf die Bodenstruktur und somit auf Eigenschaften von Porennetzwerken (vergleichend mit Labormessungen) durch XRCT-Analytik erfasst. Der Unterbodenbereich wurde zur Berücksichtigung der Pedon-Skala mit großen Monolithen (20 cm Durchmesser, 70 cm Höhe) aus Tiefen von >45 cm entnommen. Weiterhin ist in einem Mikrokosmos-Experiment mit XRCT und Endoskopie untersucht worden, welchen Einfluss die Bodenfauna auf Bioporennetzwerke hat und wie die Unterschiede zu Effekten durch Pflanzenwurzeln sind. Zusätzlich wurden aus den Tiefen 45, 60 und 75 cm Bodenkerne (5 cm Durchmesser, 4 cm Höhe) entnommen, um diese auf kleinerer Skala zu untersuchen. Für die Bodenkerne sind zusätzlich zur XRCT-Untersuchung physikalische Kenngrößen im Labor (Luftkapazität und Luftleitfähigkeit) gemessen worden, um diese mit den morphologischen und geometrischen Parametern zu vergleichen, welche die Modelle für die Simulation von Transportprozessen in Böden unterstützen sollen.

Die Untersuchung der Monolithen (mit jeweils 2 Wiederholungen) der Vorfrüchte nach zwei Jahren Kultivierung zeigte, dass XRCT eine hohe Sensitivität aufweist, um die unterschiedlichen Wurzelarchitekturen und Effekte von Luzerne, Rohr-Schwingel und Wegwarte auf die Bodenstruktur zu differenzieren. Es konnten zwar Unterschiede zwischen den Wiederholungen, aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Vorfrüchten hinsichtlich Porosität und Porenoberfläche ermittelt werden. Es zeigte sich, dass für die Berücksichtigung von Effekten im Bereich der Drilo- und Rhizosphäre kleinere Ausschnitte der Monolithen untersucht werden mussten, um diese strukturellen Veränderungen auf kleinerer Skala zu erfassen. Hierfür eigneten sich kleinere Probenvolumen, da sie eine höhere Auflösung des XRCT ermöglichen, so dass das an die Biopore angrenzende Porennetzwerk im umliegenden Bereich vollständiger dargestellt und ausgewertet werden konnte. Außerdem konnte nachgewiesen werden, dass sich strukturelle Veränderungen durch Regenwürmer und Wurzeln stark voneinander unterscheiden. Regenwürmer verwenden bereits existierende Bioporennetzwerke, wobei sie diese entweder verstopfen oder freimachen, was Auswirkungen auf die Kontinuität hat. Ebenso wurde festgestellt, dass an ca. 80 % der untersuchten Porenwände Ablagerungen durch Regenwürmer angebracht worden sind, was zu einer generellen Verengung der Bioporen geführt hat. Dies kann Prozesse auf der kleinen Skala z. B. laterale Diffusion beeinflussen. Signifikante Effekte auf die Strukturentwicklung haben sich erst nach 3 Jahren auf der kleinen Skala für die untersuchten Proben gezeigt. Luzerne und Wegwarte haben Trends zu einem Anstieg von Porosität, Porenoberfläche und Tortuosität erkennen lassen, was ein Hinweis auf eine Entwicklung von Schrumpfrissen und lateralen Poren ist.