

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kom. I/III
Titel der Tagung: Böden - eine endliche Ressource
Veranstalter: DBG, Sept. 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Kleinskalige Lagerungsdichteverteilung im Umfeld von Regenwurmgängern

Rogasik H.¹, S. Schrader², I. Onasch¹, J. Kiesel¹, H.H. Gerke¹

Keywords: Regenwurmgänge, Lagerungsdichteverteilung Drilosphäre, Tomographie

Problem- und Zielstellung

Regenwurmgänge sind nicht nur präferentielle Fließwege sondern auch Transferzonen des Wasser- und Stoffaustausches mit der Bodenmatrix. Diese Fragestellung ist hochkomplex, methodisch sehr anspruchsvoll und nicht ausreichend untersucht, besonders was die Auswirkungen der Regenwurmtätigkeit auf das Bodengefüge in der Mikroskala (mm/cm - Auflösung) betrifft. Zielstellung dieses Beitrages ist die mikroskalige morphologische Charakterisierung des Bodengefüges im Umfeld von Regenwurmgängern, d.h. in der Drilosphäre.

Material und Methode

Es wurden fünf zylindrische Bodensäulen, 110 mm x 250 mm (DxH) aus dem krumennahen Unterboden einer Löß-Parabraunerde mit definierter Lagerungsdichte (1.35 Mg m^{-3}) und definiertem Wassergehalt (0.27 Mg Mg^{-1}) hergestellt, mit je einem Individuum *Lumbricus terrestris* inokuliert, mit 2 g trockenem Birkenlaub versehen und anschließend in einer Klimakammer bei 15°C für sieben Wochen dunkel gelagert. Nach Versuchsende wurde je Bodensäule ein

¹ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Institut für Bodenlandschaftsforschung, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg; hrogasik@zalf.de

² von Thünen-Institut (vTI), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

70 mm hohes Segment lückenlos röntgen-computertomographisch mit einer Auflösung von $0.25 \times 0.25 \times 0.625 \text{ mm}^3$ (Basisvoxel) gescannt. Die Auswertungen wurden an ausgewählten, 110 mm x 0.625 mm (DxH) großen Horizontalscheiben durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Während der Versuchsdauer wurden von den Regenwürmern Gänge mit unterschiedlicher Intensität, Kontinuität, Konnektivität und Tortuosität gegraben (Abb. 1 und 2a); der Boden wurde dabei lateral aber auch vertikal verpresst. In den Horizontalscheiben ist die resultierende Verdichtungszone (Drilosphäre) als heller Randbereich zu erkennen (Abb. 2b).

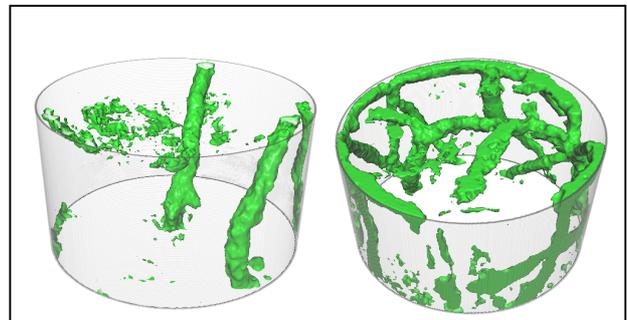


Abb. 1: 3D-Visualisationen von Regenwurmgängern (grün) in ausgewählten Bodensäulen

Zur Quantifizierung der Lagerungsdichteverteilung in der Drilosphäre wurden um das Zentrum der Regenwurmgänge zunächst schrittweise zunehmend größere zylindrische Volumina = ROIs (**R**egion **O**f **I**nterest) angeordnet (Abb. 2c) und durch die Mittelwerte der Hounsfield-Einheiten (HE) der Basisvoxel charakterisiert. Auf Grundlage dieser kumulativen Größen wurden dann die HE-Werte (Gleichung 1) sowie die Lagerungsdichten (Gleichung 2) für alle ROI-Mäntel (RM_i) berechnet und über dem mittleren Radius der ROI-Mäntel aufgetragen (Abb. 3 und 4). Die Datensätze ließen sich mit einer logistischen Funktion anpassen ($B = 0.99$). Die Regenwürmer veränderten das Bodengefüge innerhalb eines zylindrischen Volumens mit einem Durchmesser von 2-3 cm, der Drilosphäre.

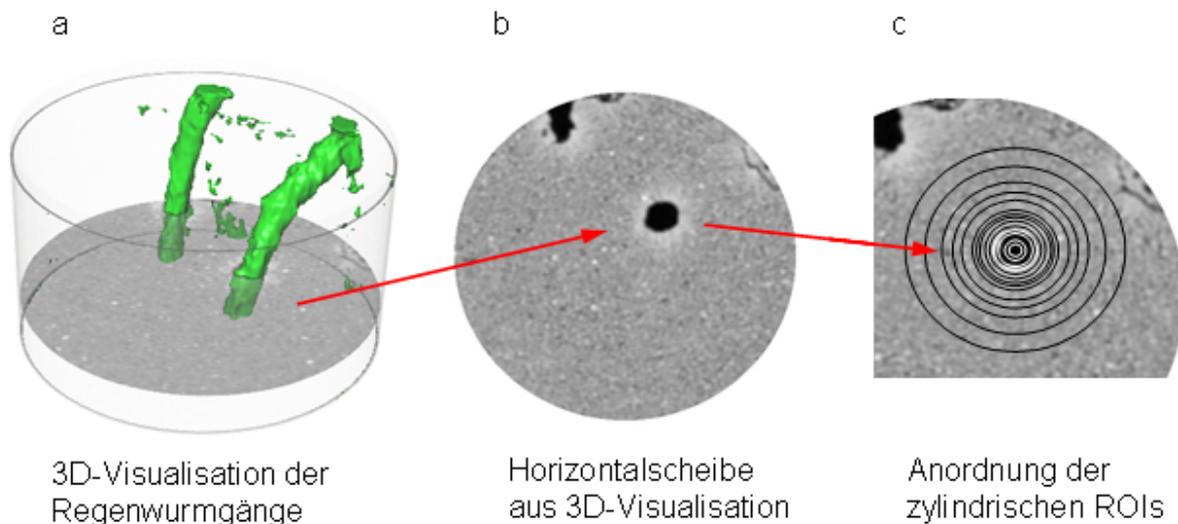
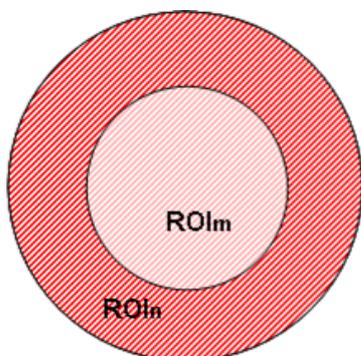


Abb. 2: 3D-Visualisation von Regenwurmgingen mit selektierter Horizontalscheibe und Darstellung der konzentrisch, um den Regenwurmgang, angeordneten ROI's

Die Drilosphäre nahe des Regenwurmanges war im Vergleich zum Ausgangszustand (ohne Regenwurmtätigkeit) hoch verdichtet; die Lagerungsdichtedifferenz (ΔLD) betrug 0.34 Mg m^{-3} (Abb.4).

Mit zunehmender Entfernung vom Regenwurmang nahm die Lagerungsdichtedifferenz dann asymptotisch ab und erreichte am Übergang von der Drilosphäre zur unbeeinflussten Bodenmatrix den Wert „Null“. Der ROI-Mantelansatz charakterisiert die mittlere Lagerungsdichteverteilung im Umfeld des Regenwurmanges. Die Zonen unterschiedlicher LD-Verteilung umschließen den jeweiligen Regenwurmang immer

vollständig (Abb.5). Der ROI-Mantel mit der maximalen LD-Klasse von $1.55\text{--}1.65 \text{ Mg m}^{-3}$ (rot) lässt eine Beeinträchtigung des Wasser- und Stofftransfers zwischen Regenwurmang und Bodenmatrix erwarten. Werden jedoch die gewählten LD-Klassen, losgelöst von der Geometrie des ROI-Ansatzes, auf die Basisvoxel innerhalb der Horizontalscheiben bezogen, zeigt sich ein realistischeres Bild der kleinräumigen Gefügeheterogenität (Abb. 5 und 6). Es treten lokal teilweise noch höhere maximale Lagerungsdichten auf, jedoch sind diese vermutlich nicht relevant hinsichtlich der Austauschprozesse.



$$HE_{RM} = \frac{HE_{ROI_n} V_{ROI_n} - HE_{ROI_m} V_{ROI_m}}{V_{ROI_n} - V_{ROI_m}} \quad [1]$$

$$p_{bRM} = \frac{\rho_w \rho_s (HE_{RM} + 1024)}{\rho_w (HE_{FS} + 1024) + 1024 \rho_s w_{RM}} \quad [2]$$

ROI-Mantel (RM) = $ROI_n - ROI_m$

(Rogasik et al., 2003; Schrader et al., 2007)

Abb. 3: ROI-Mantelansatz mit Gleichungssystemen zur Ableitung der HE-Werte und Lagerungsdichten

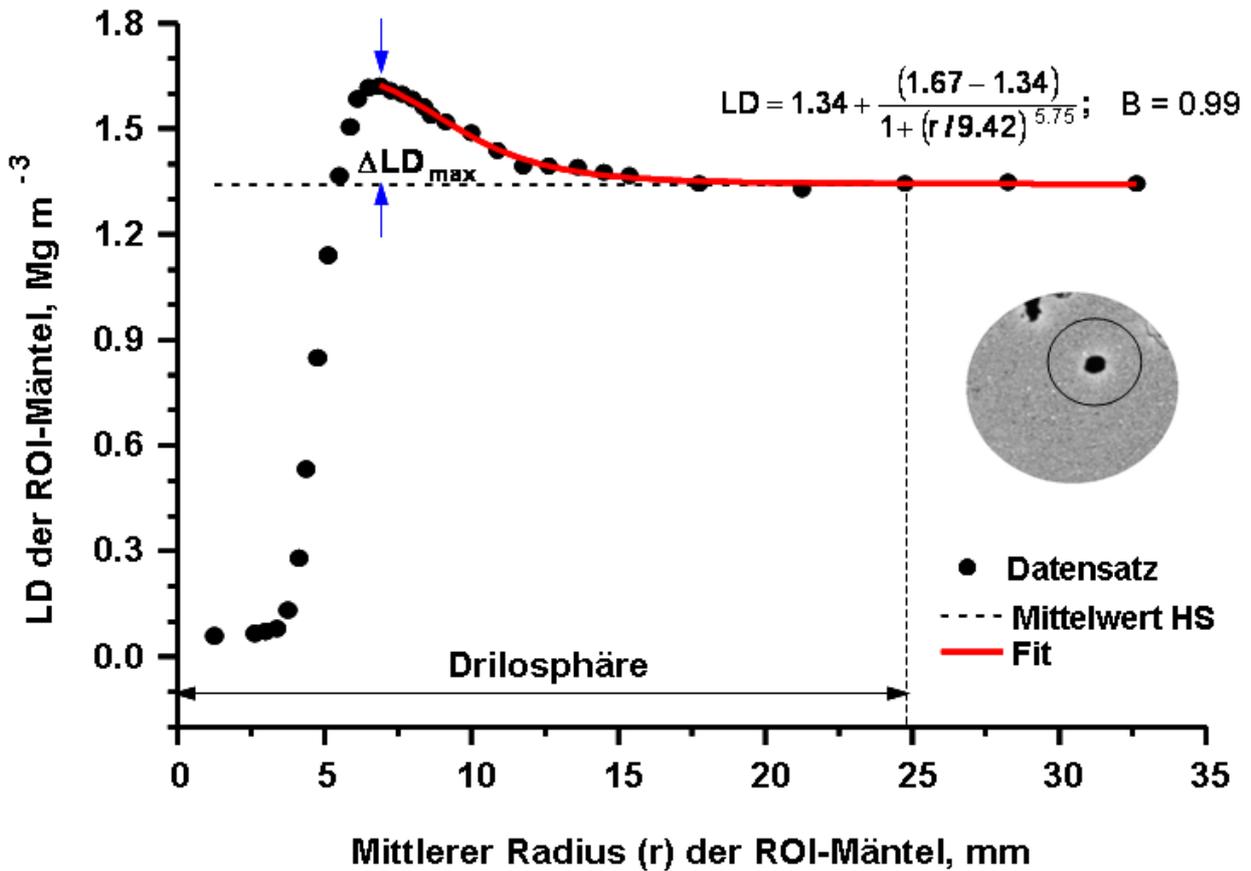


Abb.4: Lagerungsdichteverteilung der ROI-Mantel in der Drilosphäre mit logistischer Fit-Funktion

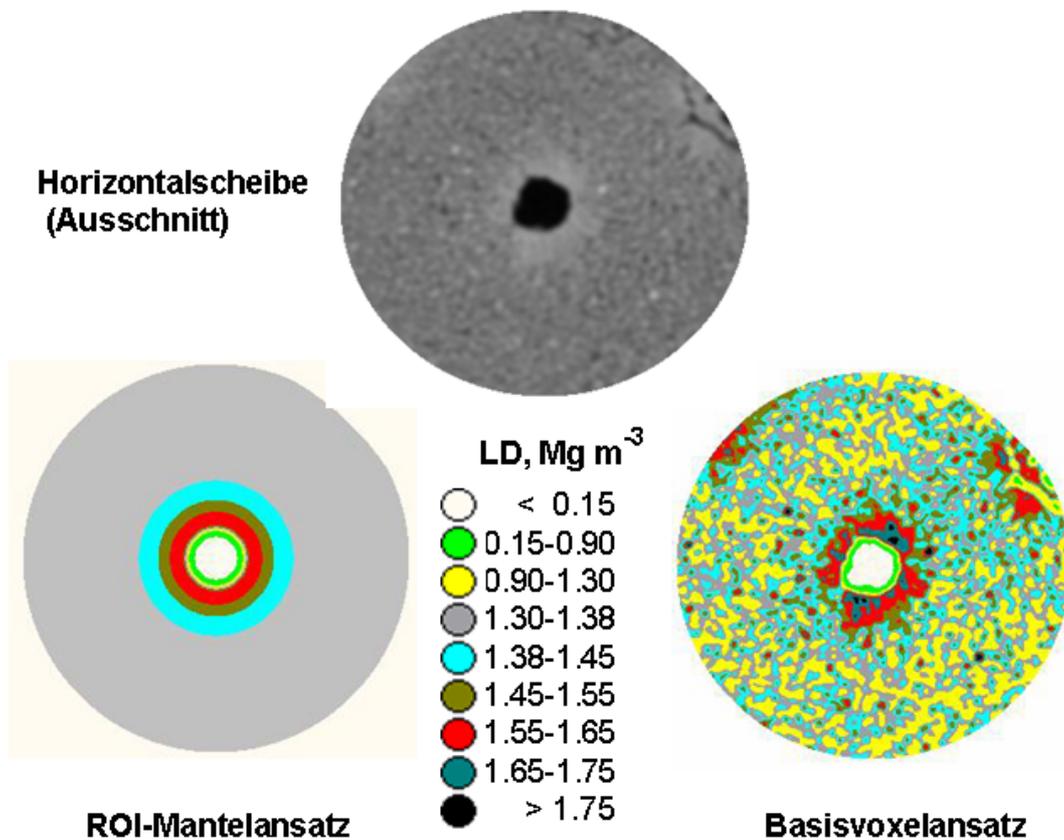


Abb. 5: Vergleich der mittels ROI-Mantel- und Basisvoxelansatz abgeleiteten Lagerungsdichteverteilung in der Drilosphäre (Bezugsbasis: Horizontalscheibe)

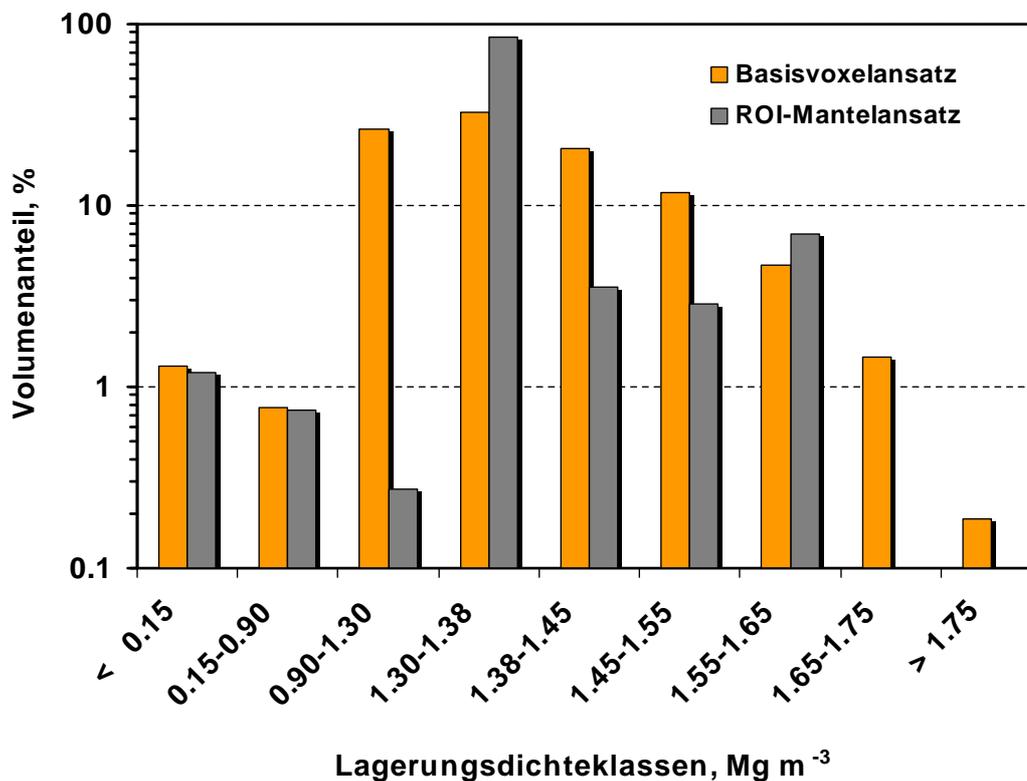


Abb. 6: Vergleich des nach ROI-Mantel- und Basisvoxelansatz berechneten Volumenanteils der klassifizierten Lagerungsdichten in der Drilosphaere

Die bei den ROI-Mänteln ursprünglich geschlossene Zone höchster Lagerungsdichte (rot) umschließt den Regenwurmang nicht komplett. Es existieren Schwächezonen niedrigerer Lagerungsdichte, die einen Transfer von Wasser- und Nährstoffen zwischen Regenwurmang und Bodenmatrix wahrscheinlich zulassen werden (Abb. 5).

Fazit

Die gleichen Analysen müssen noch an Segmenten aus anderen Tiefenpositionen der Säulen (Variation von Richtung und Orientierung der Regenwurmgänge) und auch an Säulen mit anderer Gefügestruktur durch die Wurmaktivität erfolgen. Durch Bilanzrechnungen kann der Transport von Boden als Folge der Grabetätigkeit des Regenwurmes quantifiziert werden. Mit diesem methodischen Beitrag zur kleinskaligen morphologischen Charakterisierung des Bodengefüges im Umfeld von Regenwurmängen lassen sich zudem wichtige Randbedingungen für den Wasser- und

Stofftransfer zwischen Regenwurmang und Bodenmatrix definieren.

Literatur

Rogasik, H., I. Onasch, J. Brunotte, D. Jegou & O. Wendroth. 2003. Assessment of soil structure using X-ray computed tomography. In: Mees, F., Swennen, R., Van Geet, M. & Jacobs, P. (eds). *Applications of X-ray Computed Tomography in the Geosciences*. Geological Society, London, Special Publications, **215**, 151-165.

Schrader, S., H. Rogasik, I. Onasch & D. Jégou. 2007. Assessment of soil structural differentiation around earthworm burrows by means of X-ray computed tomography and scanning electron microscopy. *Geoderma* **137** (3-4), 378-387.