

Tagungsbeitrag zu:
Bodenbiologische Indikatoren für eine nachhaltige Bodennutzung
Kommission III „Bodenbiologie und Bodenökologie“ der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Sitzung 28.-29. Februar 2008 in Osnabrück
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation), <http://www.dbges.de>

Charakterisierung der Effekte von Regenwürmern auf die Wasserverteilungs- und Nährstoffdynamik in urbanen Böden

Silvia Pieper^{1,3,*}, Oliver Mohnke², Katia Prokoph², Gerd Wessolek³ und Gerd Weigmann¹

ABSTRACT

The influence of soil fauna on turnover processes and nutrient cycling in terrestrial habitats is fairly well studied. By contrast, the impact of the burrowing, feeding and excreting activity of soil animals on the physical characteristics of soils is far from being understood, even less if we consider anthropogenically shaped environments like urban habitats. Urbanization, though, is a major ongoing land use change worldwide and it is of particular interest to understand the functioning of urban ecosystems and the provision of ecosystem services useful to man in urban areas (e.g. provision of clean drinking water, reduction of flood risk, mitigation of climate change consequences) all linked to the capacity of urban soils to infiltrate, conduct, filter and store water from the soil surface. Aim of the subproject FAUNA within the research group was to characterize the functional impact of soil animals on turnover processes and on the water distribution dynamics in urban soils.

¹) FU Berlin, Institut für Biologie, Bodenzoologie und Ökologie ²) TU Berlin, Institut für Angewandte Geowissenschaften ³) TU Berlin, Institut für Ökologie, Standortkunde/Bodenschutz, Salzufer 12, D-10587 Berlin
*present address silvia.pieper@uba.de

In a series of experiments with mesocosms in field and lab, we studied how the burrowing activity of endogeic earthworms and the mixing of soil particles with excretion products may modify the structure of the soil horizons, the water distribution patterns and the processes of nutrient release in urban soils. The set up of mesocosms equipped with electrodes for the measurements of Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Time Domain Reflectometry (TDR) probes allowed to trace in situ and noninvasively subsequent desiccation, infiltration and rewetting processes in the soils. The soil animals greatly modified the infiltration and the storage of water in the soils. This occurred interestingly not in reducing the specific actual hydrophobicity of the soils, but by changing the pore size distribution, increasing the saturated water conductivity and enhancing clearly the water contents in the urban soil horizons.

Keywords: urban soil fauna, earthworms, hydraulical soil parameter, electrical resistivity tomography

Schlüsselworte: Regenwürmer urbaner Standorte, hydraulische Bodenparameter, electrical resistivity tomography

EINLEITUNG

Die Forschergruppe INTERURBAN (DFG 409) hatte zum Ziel, die Wasser- und Stoffdynamik in urbanen Habitaten zu charakterisieren, insbesondere die bodenbiologischen Umwandlungsprozesse und die räumliche Heterogenität und zeitliche Dynamik des Wasser- und Stofftransportes der Stadtböden. Ergebnisse der Freilanduntersuchungen haben die außerordentliche Bedeutung von heterogenen Bodenbereichen herausgestellt, insbesondere von mosaikartig auftretenden hydrophoben Arealen, die den Fließquerschnitt der urbanen Böden deutlich vermindern (Täumer et al., 2006). Es war daher von besonderem Interesse für das Teilprojekt FAUNA, die Einflüsse von urbanen Bodentierarten auf die Ausbildung und den Fortbestand von heterogenen (hydrophoben) Bodenbereichen zu untersuchen und die Auswirkung der Bodentieraktivität auf die hydraulischen Eigenschaften der urbanen Böden zu erfassen. In einer Serie von

Labor- und Freilandexperimenten mit Mesokosmen wurde versucht mit Hilfe von nicht-invasiven Methoden und 'klassischen' Stechzylinder-Beprobungen, die Wasserverteilungsdynamik kleinräumig darzustellen und die Effekte von grabenden Bodentieren auf die Speicherung und den Transport von Wasser, Nähr- und Schadstoffen zu charakterisieren.

MATERIAL UND METHODEN

In drei aufeinander folgenden Studien wurden Mesokosmen (MK, 50*50*50 cm) mit repräsentativen urbanen Böden befüllt (s. Tab. 1), z.T. mit Regenwürmern bestückt (v. a. endogäische Arten, 40 *Aporrectodea caliginosa*, 10 *A. longa*, 6 *Lumbricus rubellus*) über mehrere Monate langsam ausgetrocknet und anschließend wiederbefeuchtet. Zwei der acht Mesokosmen waren mit Elektroden zur räumlichen Messung des elektrischen Widerstandes (Electrical Resistivity Tomography ERT), und alle MK mit TRD-Sonden (Time Domain Reflectometry) ausgestattet, so dass die Austrocknungs- und Wiederbefeuchtungsprozesse *in situ* verfolgt werden konnten. Die Versuche wurden mit einer hochauflösenden Beprobung mit Stechzylindern beendet. Der erste experimentelle Durchgang fand im Sommer 2005 im Freiland statt (mit einem sandigen, nicht hydrophoben Ah-Horizont einer Pararendzina aus dem Tiergarten in Berlin), der zweite anschließend im Winter

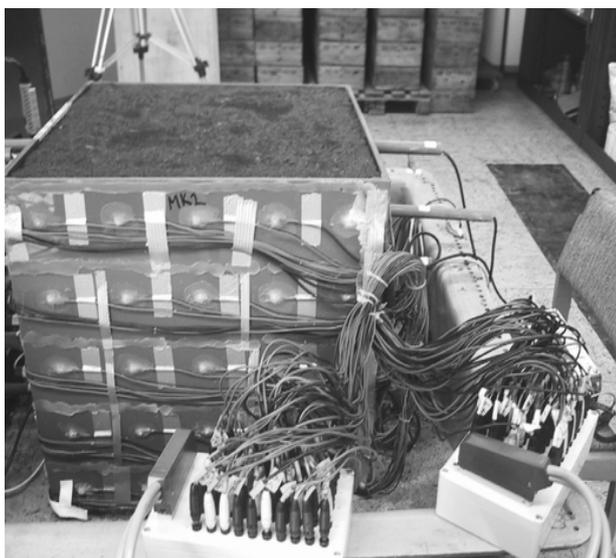


Abb.1: Mesokosmos im Labor mit Elektroden zur Messung des elektrischen Widerstandes (ERT) und TDR-Sonden

Tab. 1: Versuchsserien und Bodenvarianten

Durchgang	Dauer (Monate)	Exposition	Boden	org. Anteil 550 °C (%)	pH CaCl2
1	5	Freiland	Tiergarten	4.1	6.8
2	4	Labor	Rieselfeld	4.7	4.8
3	7	Freiland	Rieselfeld	4.7	4.8

2006 (Laborversuch, sandiger hydrophober Ah-Horizont einer kolluvialen Braunerde aus den Berliner Rieselfeldern). Der dritte Durchgang, der im Frühjahr bis zum Herbst 2006 folgte, wurde als Freilandversuch mit hydrophoben Rieselfeldboden durchgeführt (Tab. 1).

ERGEBNISSE

Die Regenwürmer hatten deutliche Effekte auf die Wasser- und Nährstoffverteilung in den urbanen Böden.

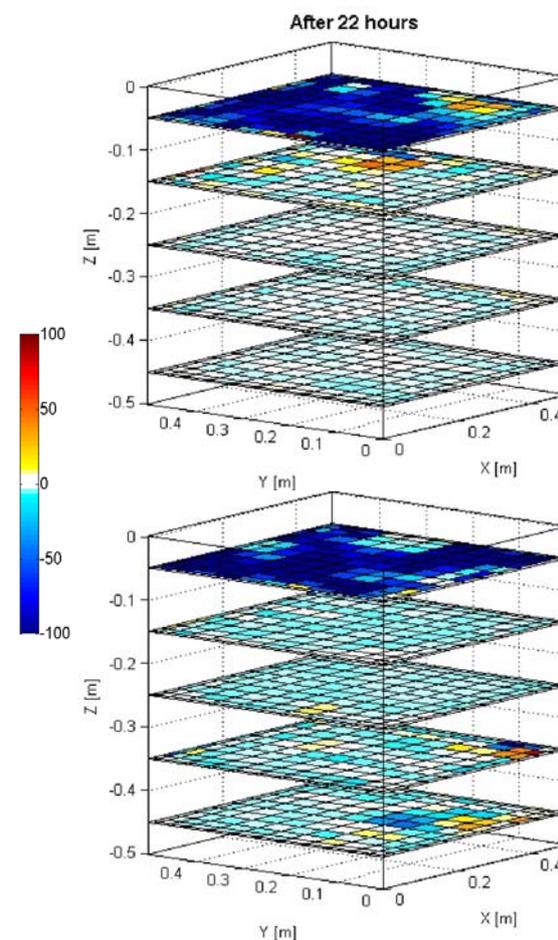


Abb. 2: Veränderungen des elektrischen Widerstandes nach Bewässerung im 2. Versuch mit Rieselfeldboden. MK A) ohne Regenwürmer B) mit Regenwürmern. Die dunkleren Areale in der Abbildung weisen auf eine Verminderung des el. Widerstandes hin, da nach der Austrocknung eine Bodenwiederbefeuchtung aufgezeichnet wird

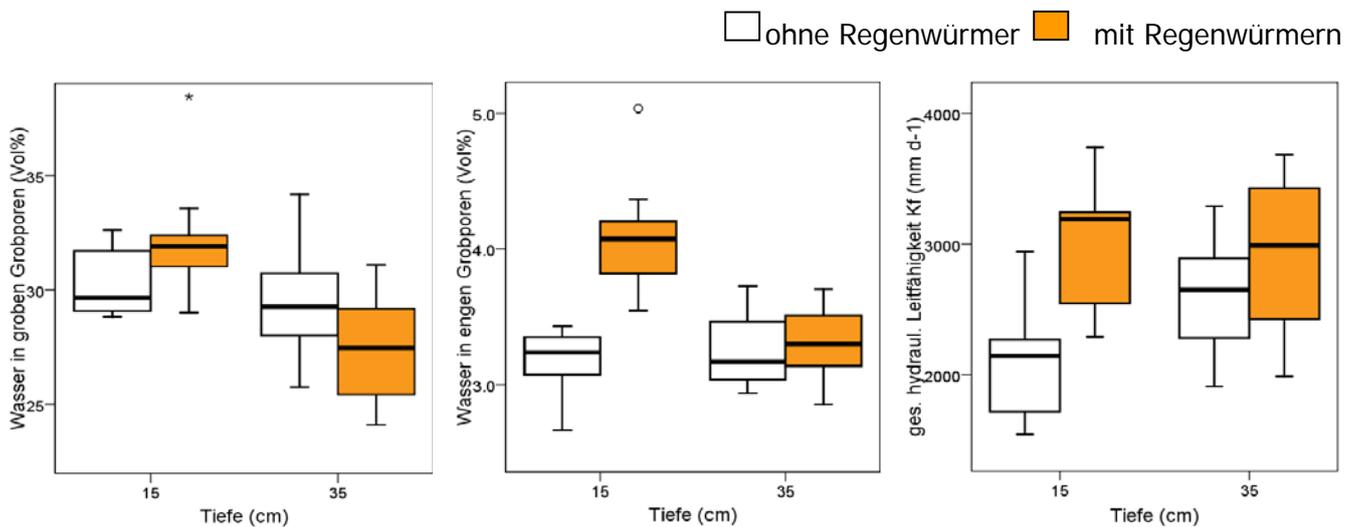


Abb. 3: Einfluss der Regenwürmer auf hydraulische Bodenparameter in verschiedenen Tiefen der MK. Veränderung des Wassergehaltes zwischen pF 0 und pF 1.8 (A, ~grobe Grobporen) und zwischen pF 1.8 und pF 2.5 (B ~enge Grobporen) C) gesättigte hydraulische Leitfähigkeit

Mittels ERT konnten nicht-invasiv die Veränderungen des el. Widerstandes sehr gut kleinräumig verfolgt werden und durch 2D bzw. 3D-Inversionsmodelle graphisch dargestellt werden. Beispielhaft werden in Abb. 2 die Veränderungen des elektrischen Widerstandes nach der Bewässerung der ausgetrockneten Mesokosmen der zweiten Serie 4 Monate nach Versuchsbeginn gezeigt.

Die Messungen korrelierten gut mit den gravimetrisch bestimmten Wassergehalten bei der Stechzylinder-Beprobung. Offensichtlich erhöhen die endogäisch lebenden Regenwürmer die Wasserspeicherfähigkeit der Böden (höhere Wassergehalte in allen Schichten der MK mit Regenwürmern vs. MK ohne Tiere, ANOVA, $p = 0.02$, Daten hier nicht dargestellt) und verändern durch ihre Grabaktivität die Größenverteilung der Bodenporen in den verschiedenen Horizonten der MK.

In Anwesenheit der Regenwürmer ist die hydraulische Leitfähigkeit in 15 cm Tiefe erhöht (s. Abb. 3C, U-Test, $p = 0,01$), und der Anteil an Grobporen vergrößert (15 cm Tiefe, U-Test, $p = 0.08$ für grobe und $p < 0.001$ für enge Grobporen vs. Kontrollen ohne Tiere, Abb. 3 A/B).

Durch die Aktivität der Regenwürmer wurde die Entstehung von hydrophoben Bodenbereichen nicht vollständig verhindert (Daten

hier nicht dargestellt), es fand jedoch eine deutlich homogenere Infiltration von Wasser nach einer Austrocknung des Oberbodens statt.

In den Mesokosmen ohne Regenwürmer war der sehr starke hydrophobe Boden so wasserabweisend, dass der auftretende Niederschlag erst gestaut und dann durch präferentiellen Fluss rasch abfloss, ohne dass der Bodenkörper –auch nicht in tieferen Schichten– das Wasser aufnehmen konnte (s. auch Abb. 2).

Auswirkungen der Regenwurmaktivität waren auch in der veränderten Verteilung und der gesteigerten Mobilisierbarkeit von Nähr- und Schadstoffen in den urbanen Böden deutlich nachzuweisen und zwar element- und horizontspezifisch. Die Verfügbarkeit von z.B. K, Ca, Mg und Zn war in Anwesenheit der Regenwürmer im Oberboden erhöht (s. Calcium, Abb. 4A nächste Seite, U-Test, $p < 0.05$ in 5 und 15 cm Tiefe).

Die Mobilisierbarkeit von Kohlenstoff als *dissolved organic carbon* dagegen war bis 15 cm Tiefe deutlich vermindert (DOC, Abb. 4B, U-Test, $p < 0.05$ in 5 und 15 cm Tiefe). Ähnliche Effekte auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen und DOC in urbanen Böden konnten auch in Experimenten mit anderen Vertretern der Bodenfauna nachgewiesen werden (Pieper & Weigmann, 2008).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Regenwürmer urbaner Standorte haben einen großen Einfluss auf die Wasserhaltefähigkeit der von ihnen besiedelten Böden. Darüber hinaus steigern sie die Verfügbarkeit von Nährstoffen und vermindern den Austrag an gelöstem Kohlenstoff aus urbanen Böden.

Die Aktivität von endogäischen Regenwürmern führt zu einer erhöhten Menge an Wasser, welches nach einer Trockenperiode bei Wiederbewässerung gespeichert werden kann. Dies erfolgt offenbar nicht über die drastische Verminderung der hydrophobischen Bodeneigenschaften, sondern über eine Veränderung der Porengrößenverteilung,

welche verglichen mit Systemen ohne Tiere zu einer homogeneren Wiederbefeuchtung der Böden mit einer höheren gesättigten Wasserleitfähigkeit und deutlich gesteigerten Wassergehalten führt.

LITERATUR

Pieper, S. & G. Weigmann (2008): Interactions between isopods and collembolans modulate the mobilization and transport of nutrients from urban soils. *Appl. Soil Ecol.* 39, 109-126

Täumer, K., H. Stoffregen & G. Wessolek (2006): Seasonal dynamics of preferential flow in a water repellent soil. *Vad. Zone J.* 5, 405-411.

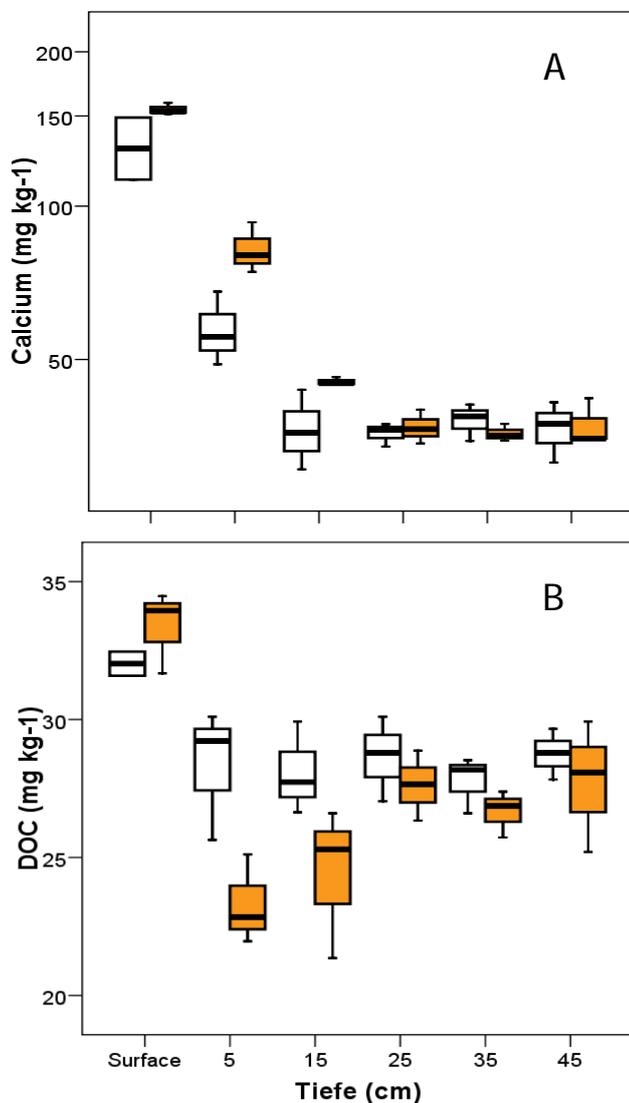


Abb. 4: Einfluss der Regenwurmaktivität auf die Konzentrationen von **A)** Calcium und **B)** gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) im wässrigen Extrakt der Böden in verschiedenen Tiefen der Mesokosmen