

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft „Boden - eine endliche Ressource“, 05.-13.09.09 Bonn
Kommission III, Thema: Bodenorganismen in Raum und Zeit
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Ein Test mit endogäischen Regenwürmern zur Prüfung der Bodenqualität

Fründ, H.-C.¹; Wallrabenstein, H.,
Leißner, S.; Schacht, H.; Blohm, R.

Summary

A laboratory based test system was developed, in which the endogeic earthworm *Aporrectodea caliginosa* serves as bioindicator for soil quality. The system uses soil filled 2D terraria. Moisture is standardized to water holding capacity. Earthworm activity is measured as trace area of burrows and earthworm casts at the terrarium glass plate. Test results for 17 soils are presented.

Schlüsselworte: Bodenqualität, Testsystem, Regenwurm, Lumbricidae

Einleitung

Es wurde ein Bodenqualitätstest mit endogäischen Regenwürmern entwickelt, welcher ganzjährig anwendbar ist und kurzfristig zu Ergebnissen führt. Das Verfahren nutzt die Sensitivität des Regenwurms gegenüber pH, Textur, Feuchtigkeit, aversiven Stoffen und der Qualität organischer Substanzen im Boden. Als Testgefäße dienen Beobachtungsküvetten.

Schritte zum standardisierten Test

Die Testentwicklung führte zu einem System mit hoher Bodenfeuchte ($>WK_{max}$), dem Besatz mit 3 Würmern, einer Woche Laufzeit und zur Auswertung der an den Scheiben ablesbaren Gang- und Losungsfläche in verschiedenen Böden (Leißner et al. 2008, Fründ et al. 2009a). Dargestellt wird hier die Regenwurmaktivität in 16 verschie-

denen Böden. Außerdem wird die Frage angesprochen, ob es einen Einfluss auf die Gang- und Losungsfläche hat, wenn die Würmer im Test zwischen zwei verschiedenen Bodensubstraten wählen können.

Es wurden zwei Testverfahren durchgeführt:

- Mono-Test: ein Bodensubstrat in der Küvette, je Boden vier Wiederholungen.
- Wahl-Test: verschiedene Bodensubstrate in linker und rechter Küvettenhälfte in vier Wiederholungen.

Methode

Die Küvetten bestehen aus 4 mm Floatglas im DIN-A4-Format. Die Scheiben werden mit 5 mm Holzleisten auseinander gehalten. Die untere Begrenzung stellt eine 3 cm hohe Vlies-schicht dar. Der zu untersuchende Boden wird luftgetrocknet und auf 2 mm gesiebt. Der Boden wird in die Küvetten eingefüllt und von oben auf eine Lagerungsdichte von 0,8 (humose Waldböden) bis 1,2 g/cm³ (Sandböden) verdichtet.

Die Böden werden für mindestens drei Tage in einem Wasserbad kapillar aufgewässert (bis zur Gewichtskonstanz). Das Wasser in dem Wasserbad steht bis zu 2/3 in der Vliesschicht. Die Abbildung 1 zeigt eine Küvette während des kapillaren Aufstiegs.

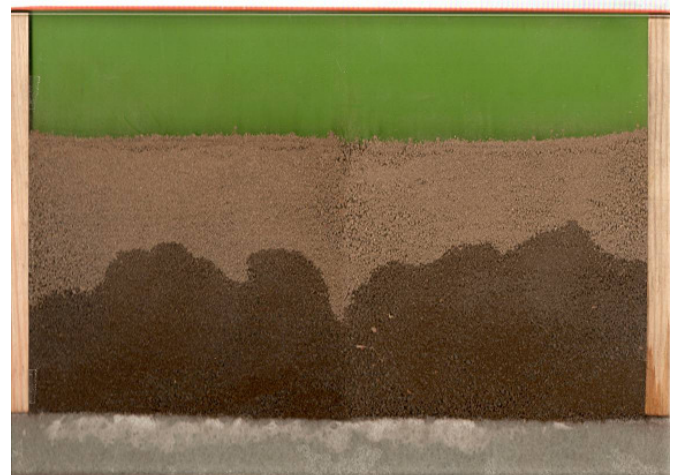


Abb.1: Küvette mit Doppelbefüllung (Wahltest) beim kapillaren Wasseraufstieg.

¹ Fachhochschule Osnabrück, Postfach 1940, 49009 Osnabrück, hc.fruend@fh-osnabrueck.de

Nach der Wassersättigung, werden die Küvetten aus dem Wasserbad genommen und pro Küvette drei endogäische Regenwürmer

(*Aporrectodea caliginosa*) eingesetzt. Entsprechend den Empfehlungen für das Experimentieren mit Regenwürmern (Fründ et al. 2009b) wurden die Regenwürmer per Handauslese an einem Grünlandstandort (SI) gesammelt und 7 bis 60 Tage bei 15 °C in feldfeuchtem Boden zwischengehältert. Verwendet wurden adulte Regenwürmer mit einem Gewicht zwischen 0,5 und 1,9 g (Lebendgewicht ohne Darmentleerung). Die Besatzdichte entspricht einer Abundanz von ca. 214 Regenwürmer/m², bezogen auf die Grundfläche der Küvette. Die Küvetten wurden mit perforiertem Klebeband verschlossen und für drei Tage senkrecht, verdunstungsgeschützt bei 15 °C gelagert.

Nach drei Tagen wurden die sichtbaren Spuren auf der Vorder- und Rückseite der Küvetten auf Folien übertragen. Des Weiteren wurden Aufenthaltsort, Zustand und Gewicht der Regenwürmer notiert. Die Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt aus einer Küvette mit Gängen und Losungen. Der Wassergehalt wurde am Ende des Versuches bestimmt.

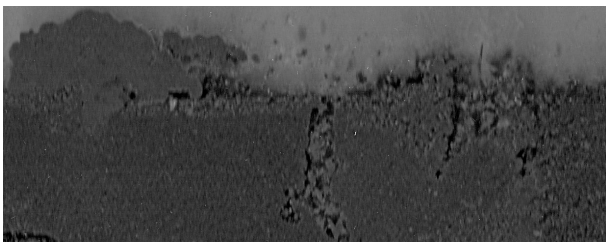


Abb. 2: Ausschnitt aus der Küvette mit Gängen und Losungen.

Die Folien wurden eingescannt (75x75 dpi) und mit dem Computer ausgewertet. Es wurde ein Programm entwickelt (Excel und Visual Basic), das die einzelnen Farbpixel analysiert und aufsummiert. Abb. 3 zeigt eine abgezeichnete Folie, Abb. 4 zeigt das vom PC aufbereitete Folienbild.

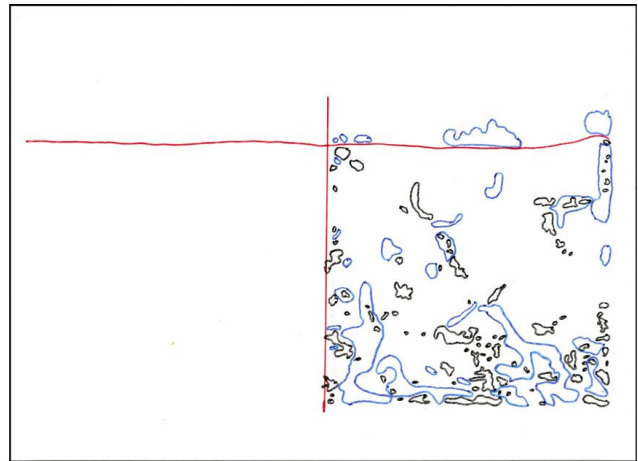


Abb. 3: Auf Folie abgezeichnetes Spurenbild

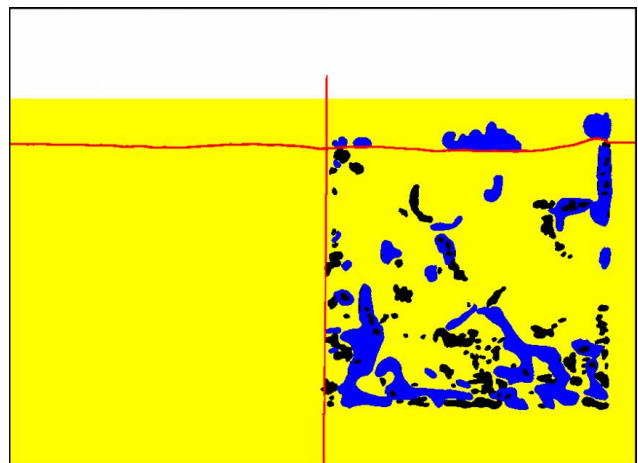


Abb. 4: Vom PC aufbereitetes Folienbild mit automatischer Flächenausfüllung.

Die Flächengröße der Pixel wird entsprechend der Scan-Auflösung in cm² umgerechnet. Die Flächenanteile der Gänge und der Losungen können dann berechnet werden, Tabelle 1 zeigt eine Beispieltabelle.

Tab. 1: Auswertungstabelle als Beispiel für kombinierte Befüllung (Wahl-Test)

Füllhöhe [cm]	Losung oben links [cm ²]	Losung oben rechts [cm ²]	Losung aus A in A [cm ²]	Losung aus A in B [cm ²]
15	0	11	0	0
Losung aus B in A [cm ²]	Losung aus B in B [cm ²]	Gänge in A [cm ²]	Gänge in B [cm ²]	Spuren % in B
0	54,2	0	42,2	100

Ergebnisse

Tabelle 2 zeigt den Vergleich der zwei Testverfahren (Mono-Test und Wahl-Test). Die Ergebnisse im Wahltest entsprechen weitgehend denen im Mono-Test. Dies spricht dafür, dass die ablesbare Spurenfläche substrattypisch ist

und vom Angebot eines Vergleichsbodens nicht wesentlich beeinflusst wird.

Tab. 2: Vergleich der Spurenentwicklung in einem Boden (Mono-Test) und in zwei Böden nebeneinander (Wahl-Test). Boden A1: Nr. 15 Grünland Cu-,Zn-belastet, B1: Nr. 5 Obstplantage, A2: Nr. 16 Wald mit Braunkohlenasche gekalkt, B2: Nr. 13 Wald dolomitisch gekalkt

Testtyp	Spuren	Boden [cm ²]		Signifikanz
		A1	B1	
Mono-Test einzelne Küvetten	Gang	12,2	23,7	p=0,009**
	Losung	3,3	9,7	p=0,001**
Wahl-Test verschiedene Böden in einer Küvette	Gang	4,9	30,9	p=0,028*
	Losung	1,8	14,4	p=0,035*

Testtyp	Spuren	Boden [cm ²]		Signifikanz
		A2	B2	
Mono-Test einzelne Küvetten	Gang	10,8	14,1	p=0,318 n.s.
	Losung	2,2	6,2	p=0,031*
Wahl-Test verschiedene Böden in einer Küvette	Gang	13	20,5	p=0,303 n.s.
	Losung	3,4	8,2	p=0,354 n.s.

In Abbildung 5 ist die im Mono-Test ermittelte Spurenfläche von 16 Böden aufgeführt, sortiert nach der Größe der Gangflächen. Die Bodeneigenschaften sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

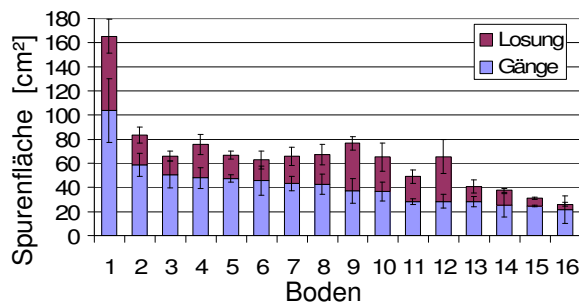


Abb. 5: Spurenfläche je Küvette bei 16 Böden im Mono-Test

Die getesteten Böden unterschieden sich signifikant in der nach drei Tagen beobachtbaren Gang- und Losungsfläche. Besonders intensiv wurde ein tonig-schluffiger Ackerboden mit engem C/N-Verhältnis von den Regenwürmern durchwühlt (Boden 1). Eine geringe Spurenentwicklung wurde in sauren Böden (pH < 4,5; Nr. 13, 14, 16) und in einem Schwermetall belasteten Auenboden

(Nr. 15) gefunden. Die nicht gekalkte Variante der Waldböden (Nr. 17) wurde von den aufgelegten Regenwürmern vollständig gemieden. Die Tiere blieben während der drei Tage auf der Bodenoberfläche bzw. hielten sich am oberen Rand der Küvette auf. Ein direkter Zusammenhang zwischen mikrobieller Biomasse und Regenwurmaktivität ist aus Tabelle 3 nicht erkennbar.

Tab. 3: Eigenschaften der untersuchten Böden (vgl. Regenwurmsspuren in Abb. 5)

Nr	Boden	Corg [g/kg]	C/N Verhältnis	pH in CaCl ₂	Cmik (CFE) [µg C/g TB]
1	Acker (Tu3)	18	9,0	5,5	335,6
2	Baumschulanlage (Su2)	20	15,2	4,9	86,4
3	Baumschulanlage (Su3)	32	15,4	4,6	193,8
4	Baumschulanlage (Su2)	47	20,3	5,3	212,7
5	Obstplantage (Sl2)	24	13,1	6,2	317,8
6	Baumschulanlage (Su2)	16	17,9	5,5	32,4
7	Acker (Ut4)	17	12,6	7,6	200,0
8	Salbeifeld (Ut3)	14	10,2	5,8	191,8
9	Baumschulanlage (Ls3)	46	18,7	6,0	244,0
10	Grünland (Ts2)	19	9,7	7,0	542,9
11	Grünland (Tl)	24	9,5	7,2	567,1
12	Grünland (Ts2)	25	10,6	6,1	545,8
13	Wald gekalkt (Ut4)	119	18,7	4,4	500,4
14	Baumschulanlage (Su2)	24	18,0	4,1	60,0
15	Grünland (Sl2)*	71	n.a.	5,0	n.a.
16	Wald mit Braunkohlenasche (Lu)	85	17,6	4,0	347,6
17	Wald nicht gekalkt (UT4)	111	19,8	3,0	670,2

Schlussfolgerungen

Das Testsystem schafft für Regenwürmer optimale Wassergehalte, welche meistens über 100% WK_{max} liegen. *A. caliginosa* entwickelt deutlich unterschiedliche Spurenflächen bei verschiedenen Bodensubstraten.

Der Test kann als Wahl-Test mit Vergleich zweier Böden in einer Küvette und als Mono-

Test mit nur einem Boden durchgeführt werden.

Anwendungsgebiete eröffnen sich vor allem für die Prüfung von Bodenzusätzen und Meliorationsmaßnahmen.

Literatur

Fründ HC, Wallrabenstein H, Leißner S, Blohm R, 2009a: Developing a soil quality test with 2D terraria and *Aporrectodea caliginosa*. Tagungsbeitrag zu: Workshop „Experimenting with Earthworms“, Kommission III der DBG, FH Osnabrück, Universität Trier, 20.-21.03.2009, Trier, Berichte der DBG, <http://www.dbges.de>

Fründ HC, Butt K, Capowiez Y, Eisenhauer N, Emmerling C, Ernst G, Potthoff M, Schädler M, Schrader S, 2009b: Using earthworms as model organisms in the laboratory: recommendations for experimental implementations. *Pedobiologia*, doi:10.1016/j.pedobi.2009.07.002 (im Druck)

Leißner S, Fründ HC, Schacht H, Blohm R, 2008: Standardisierung und Validierung eines Bodenqualitätstests auf Basis der Bodennutzung durch Regenwürmer. Tagungsbeitrag zu: Bodenbiologische Indikatoren für eine nachhaltige Bodennutzung, Kommission III, Sitzung 28.-29. Februar 2008 Osnabrück, Berichte der DBG, <http://www.dbges.de>

Homepage Regenwurm-Bodentest:

<http://www.al.fh-osnabrueck.de/RBT.html>

Wir danken dem Ministerium für Wissenschaft und Kultur Niedersachsen für die Förderung (Programm AGIP)