

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>

Standardisierung und Validierung eines Bodenqualitätstests auf Basis der Bodennutzung durch Regenwürmer

Sebastian Leißner, Heinz-Christian Fründ¹, Henning Schacht, Rainer Blohm

ZUSAMMENFASSUNG

Das Erschließen eines Bodensubstrats durch Regenwürmer kann in Beobachtungsküvetten protokolliert werden. Auf dieser Grundlage wird ein einfach durchzuführender Bodenqualitätstest entwickelt, bei dem endogäische Regenwürmer die biologische Qualität eines Bodens anzeigen. Die Kuvette wird jeweils zur Hälfte mit Testboden und mit Referenzboden gefüllt. Die Standard-Testbedingungen werden beschrieben. Für die Auswertung der Beobachtungsprotokolle wurde ein EDV-Programm entwickelt. Zur Darstellung der Ergebnisse wird ein Präferenzindex vorgeschlagen. Die statistische Prüfung erfolgt mit dem paarweisen t-Test. Erste Ergebnisse zur Entwicklung der Merkmale im Zeitverlauf, zum Einfluss des Vitalitätszustands der Versuchstiere, zum Vergleich mit dem Kompostwurm *Eisenia fetida* sowie zur Wirkung verschiedener Nährstoffzugaben werden dargestellt. Die Regenwürmer reagieren auf verschiedene Substrate, Bodenparameter und Zusätze. Das kann im Kuvettentest mit wenig Technik und Aufwand quantifiziert werden.

SCHLÜSSELWORTE

Bodentest, endogäische Regenwürmer, *Aporrectodea caliginosa*, Bodengesundheit

¹ Fachhochschule Osnabrück, Fakultät A&L, HC.Fruend@fh-osnabrueck.de

EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Angeregt durch Experimente von Emmerling (1999) und Marhan et al. (2006) wird ein Bodenqualitätstest mit endogäischen Regenwürmern entwickelt, welcher ganzjährig anwendbar ist und in einem Zeitraum von wenigen Wochen zu Ergebnissen führt. Das in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Emmerling (Trier) entwickelte Verfahren nutzt die Sensitivität des Regenwurms gegenüber pH, Textur, Nährstoffversorgung, Feuchtigkeit, aversiven Stoffen und der Qualität organischer Substanz im Boden.

SCHRITTE ZUM STANDARDISIERTEN TEST

Für die Versuche wurden Beobachtungsküvetten mit Glasscheiben (30 cm x 21 cm x 1,5 cm) verwendet (Abb. 1). Diese wurden in eine linke und rechte Hälfte unterteilt und mit zwei zu vergleichenden Bodensubstraten befüllt (jeweils 315 cm³).

Eingesetzt wurde der endogäische Regenwurm *Aporrectodea caliginosa*. Für die Einstellung optimaler Bedingungen wurden verschiedene Lagerungsdichten und Wassergehalte getestet. Im Ergebnis wurde die Lagerungsdichte der Bodensubstrate auf 1,4 g/cm³ und der Wassergehalt auf 70% der WKmax. eingestellt. Die aktuelle Wasserspannung konnte mit Minitensiometern überwacht werden.



Abb. 1: Versuchsküvette. Die horizontalen Linien sind Hilfslinien für die kontrollierte Verdichtung des Substrats

METHODEN

Es wurden vier Wiederholungen je Versuch angesetzt. Bei Versuchsbeginn wurden vier Regenwürmer küvettenmittig auf die Bodenoberfläche gesetzt. Anschließend wurde die Küvette bei 15°C im Dunkeln gelagert. Die

Auswertung erfolgte nach ein und zwei Wochen durch das Abzeichnen von Losungsspuren und Gangsystemen auf eine Folie. Die Folien wurden eingescannt, die Flächen ausgefüllt (Abb. 2) und von einem im Projekt entwickelten EDV-Programm verarbeitet. Das Programm arbeitet auf Basis der Summierung einzelner Farbpixel. Die Flächengröße eines Pixels wurde entsprechend der Scan-Auflösung in mm² umgerechnet. Die Flächenanteile konnten dann berechnet werden.

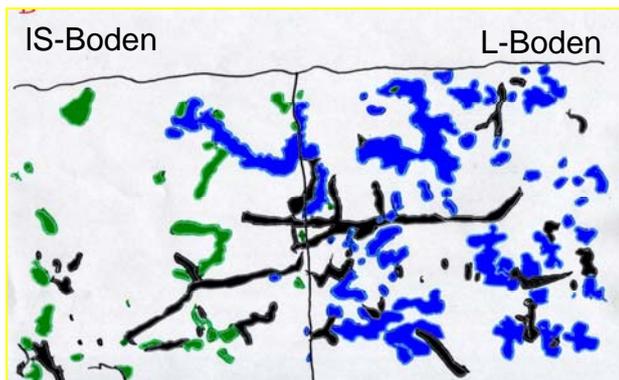


Abb. 2: Kuvettenfolie mit ausgefüllten Flächen nach 15 Tagen Inkubation in einem Sand-Lehm Vergleichspaar. schwarz = Gänge, blau = Losung aus L-Boden, grün = Losung aus IS-Boden (vgl. Abb. 3: 14 Tage)

ERSTE ERGEBNISSE

Entwicklung der Merkmale im Zeitverlauf

Es wurden unterschiedliche Bodenarten, ein Lehm und ein schwach lehmiger Sand, zu verschiedenen Zeitpunkten miteinander verglichen. (Abb.: 3)

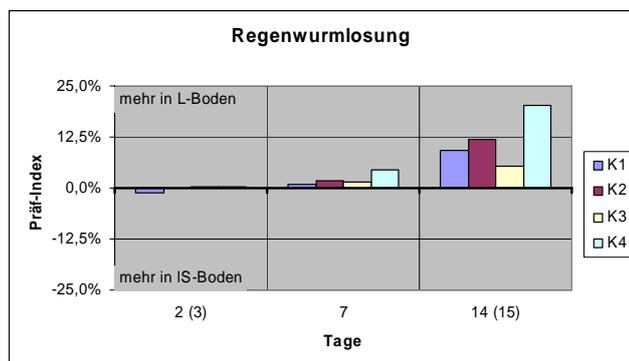


Abb. 3: Vergleich von unterschiedlichen Bodenarten an verschiedenen Zeitpunkten. Die vier Replikate des Ansatzes sind jeweils für sich dargestellt (K1 bis K4)

Der Präferenzindex gibt prozentual an, in welchem Boden sich mehr Losungsspuren befinden. Nach zwei Wochen waren deutlich

mehr Losungsspuren im Lehm Boden zu erkennen.

Der Präferenzindex für ein Merkmal in einer Kuvettenhälfte ist definiert als:

$$\text{Präf-Index(A)}[\%] = \left(\frac{\text{Fläche in Hälfte A}}{\text{Gesamtfläche}} - 0,5 \right) * 100$$

Der Wertebereich reicht von -50 % bis + 50 %. Ein Präferenzindex von Null bedeutet Indifferenz.

Vergleich verschiedener Arten und Vitalitätszustände

In Abbildung 4 wird die Gang- und Losungsproduktion von *A. caliginosa*, in verschiedenen Vitalitätszustände sowie von *Eisenia fetida* miteinander verglichen (Aktivitätszustände von *A.caliginosa*: Ac0=eingerollte; Ac1=träge; Ac2=vitale). Bei den Bodensubstraten handelte es sich um einen schwach lehmigen Sand und einen Lehm.

Nach 7 Tagen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Vitalitätszuständen festgestellt. Eindeutig war das abweichende Verhalten von *E. fetida*. Anders als bei dem in Abb. 3 dokumentierten Versuch änderte sich hier der Präferenzindex zwischen 7. und 14. Versuchstag nicht.

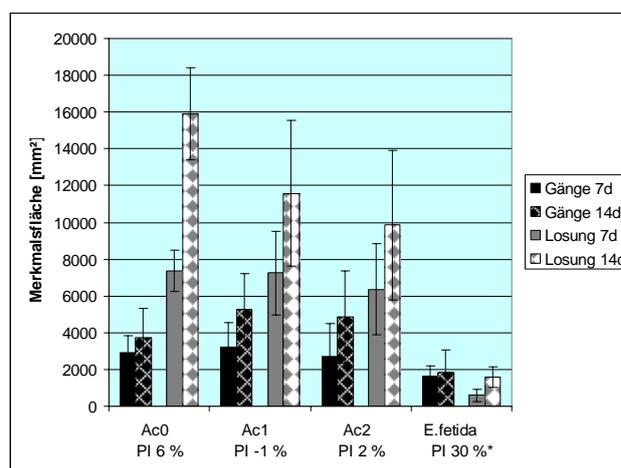


Abb. 4: Spuren-Gesamtfläche bei verschiedenen Vitalitätszuständen von *A. caliginosa* (Ac0...Ac2) und *E. fetida* in einem IS / Lehm Vergleichspaar nach 7 Tagen und nach 14 Tagen. Mittelwerte aus 4 Wiederholungen ± Standardabweichung. PI = Präferenzindex bezogen auf Summe Gänge und Losung (14d) in lehmigem Sand.

Wirkung zugegebener Substrate

Es wurde die Wirkung verschiedener Zusätze (Glucose, Trypticase-Soja-Bouillon, Pferdemist) in einem künstlichen Boden (OECD) getestet. Tabelle 1 zeigt den Vergleich zwischen Glucose und Pferdemist.

Tab. 1: Spuren von 4 *A.caliginosa* in mit Glucose bzw. Pferdemist versetztem OECD-Boden nach 7 Tagen (K1-K4 = Replikate; PI = Präferenzindex; p(t) = Wahrscheinlichkeit für Differenz = 0 im t-Test paarweise Beobachtungen)

	Gänge [mm ²]		Losung [mm ²]		Gän.+Los. [mm ²]	
	Glucose	Pf.Mist	Glucose	Pf. Mist	Glucose	Pf. Mist
K 1	1897	711	276	0	2172	711
K 2	2864	170	230	26	3094	196
K 3	2881	671	375	13	3256	685
K 4	2026	606	159	40	2184	647
PI	+32 %		+43 %		+33 %	
mittl. Diff.	1877		240		2117	
p (t)	0,013		0,019		0,010	

Es wurden signifikant mehr Gänge und Losungsspuren in der mit Glucose versetzten Hälfte gefunden.

Tabelle 2 zeigt den Vergleich zwischen Trypticase-Soya-Bouillon und Pferdemist. Die mit Pferdemist versetzte Hälfte wies signifikant mehr Gänge und deutlich mehr Losungsspuren auf. Die stark unterschiedliche Gesamt-Losungsproduktion in den verschiedenen Replikaten ist die Ursache für die fehlende Signifikanz dieses Parameters im paarweisen Vergleich der Kuvettenhälften.

Tab. 2: Spuren von 4 *A.caliginosa* in mit Trypticase-Soya-Bouillon (TSB) bzw. Pferdemist versetztem OECD-Boden nach 7 Tagen

	Gänge [mm ²]		Losung [mm ²]		Gän.+Los. [mm ²]	
	TSB	Mist	TSB	Mist	TSB	Mist
K 1	390	3245	0	108	390	3353
K 2	417	3879	0	68	417	3947
K 3	557	2831	63	2492	620	5323
K 4	1901	2170	472	1556	2373	3726
PI	-29 %		-39 %		-31 %	
mittl. Diff.	2215		922		3137	
p(t)	0,049		0,195		0,020	

DISKUSSION

Als Ergänzung zu dem *E.fetida*-Fluchttest für ökotoxikologische Prüfungen (ISO/DIS

17512) bieten sich für den hier vorgestellten Test Anwendungen an, die auf eine Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit abzielen. Zum Beispiel Standortvergleiche, Prüfungen von Bodenzusätzen, sowie der Besiedelbarkeit von Waldböden nach Kalkungsmaßnahmen oder von Böden nach der Dekontamination:

Der Zeitbedarf für die Durchführung und Auswertung pro Küvette liegt bei ca. 1,2 Stunden. Wünschenswert für den Vergleich verschiedener Versuche ist der Einsatz von Standardreferenzböden (LUFÄ, Refesol oder OECD-Boden).

FAZIT

Die Regenwürmer reagieren auf verschiedene Substrate, Bodenparameter und Zusätze.

Die Versuche können mit wenig Technik und Aufwand durchgeführt werden.

DANK

Wir danken dem Land Niedersachsen (AGIP-Programm) für die Finanzierung.

LITERATUR:

Emmerling C, 1999: Experimente zur Individualentwicklung von Regenwürmern in rekultivierten tertiären Kippsubstraten der Niederlausitz und Möglichkeiten der Förderung durch organische Reststoffe. – Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 89: 225-228.
 ISO/DIS 17512-1:2005-06, 2005: Bodenbeschaffenheit - Fluchttest für die Bestimmung der Bodenqualität und der Chemikaliengtoxizität - Test mit Regenwürmern (*Eisenia fetida*) - Beuth-Verlag, Norm-Entwurf
 Marhan S, Khopade PM, Butenschön O, Haase S, Kandeler E, Scheu S, 2006: Food requirements and preferences of endogeic earthworms. – Abstracts 8th International Symposium on Earthworm Ecology, 4.-9. September 2006, Krakau (Polen): 141