

Tagungsbeitrag zu: Gemeinsame Sitzung
Kommission III DBG und Fachgruppe 4
Bundesverband Boden
Titel der Tagung: Boden und Standort-
qualität – Bioindikation mit Regenwür-
mern
Veranstalter: DBG, BVB, Fachhochschule
Osnabrück
Termin und Ort: 25.-26. Februar 2010,
Osnabrück
Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation)
<http://www.dbges.de>

Verfahrensvorschlag bodenbiologi- sche Standortindikation

Heinz-Christian Fründ¹

Zusammenfassung

Der Beitrag soll auf Möglichkeiten hinweisen, mit einfachen Beobachtungen bei Feldbegehungen eine erste Einschätzung des ökologischen Bodenzustandes zu gewinnen. Das Vorkommen von Regenwürmern als Schlüsselorganismen im Boden zeigt sich häufig in Spuren an der Bodenoberfläche wie Regenwurmlosung oder Strehhäufchen. Es werden Vorschläge gemacht, wie entsprechende Beobachtungen systematisiert werden können. Aufbauend auf dem Befund der Feldbegehung wird eine stufenweise Ergänzung um weitere Erhebungen vorgeschlagen mit dem Ziel, das Vorhandensein und die Ursachen einer schädlichen Bodenveränderung zu erkennen.

Schlüsselworte

Bodenzustand, Regenwürmer, Losungsspuren, Feldmethoden

Einleitung

Bioindikation mit Regenwürmern ist ein fester Bestandteil in vielen behördlichen Umweltmonitoringprogrammen (Barth et al. 2000, Wagner et al. 1997). Dafür werden detaillierte Informationen verlangt, zu

deren Erhebung Spezialisten beauftragt werden müssen (Box 1).

Bestandsaufnahme
- Auslesen/Austreiben von 10 Bodenblöcken
- Artbestimmung (im Labor)
- Tabellarisch-statistische Aufbereitung
Labortests (Vermeidung, Küvette)
- Versuchstiere vorhalten
- Versuche ansetzen, Wartezeit, auswerten
Chemische Analytik
- Probestiere sammeln
- Entkoten, gefriertrocknen, aufschließen
- Messen und auswerten

Box 1 Anforderungen an das Biomonitoring mit Regenwürmern

Bodenbeobachtung ist jedoch nicht nur Teil der staatlichen Umweltüberwachung sondern dient auch zur Orientierung für den Bodennutzer (v.a. Land- und Forstwirte): Wo treten Probleme auf? Wie reagiert der Boden auf die Bewirtschaftung? Für diese alltägliche Kontrolle des Bodenzustands sind die Methoden des staatlichen Umweltmonitorings zu teuer und zu anspruchsvoll. Die Spatendiagnose (Diez & Weigelt 2000, Beste et al. 2001) und das Konzept der Waldhumusformen (KA5, www.humusformen.de) bietet Ansätze für eine Beurteilung des Bodenzustands mit einfachen Feldmethoden. Hier soll darauf hingewiesen werden, dass bereits eine Beobachtung der Bodenoberfläche wertvolle Hinweise auf den ökologischen Bodenzustand geben kann.

Biogene Spuren an der Bodenoberfläche

Als biogene Spuren können an der Bodenoberfläche Poren bzw. Grablöcher, Losung bzw. Bodenauswurf, Strehhäufchen (Middens) anecischer Regenwürmer sowie Algen- und Flechtenkrusten erkannt werden. Für die bodenökologische Beurteilung sind die traubig-krümeligen Losungsaggregate der Regenwürmer und die Middens des Tauwurms *Lumbricus terrestris* und anderer anecischer Regenwürmartens besonders bedeutsam. Die biogenen Spuren sind nicht zu allen Zeiten im Jahr gleich gut sichtbar. Die ersten zwei Wochen nach einer Bodenbearbeitung sind für die Erfassung von Regenwurmsspuren nicht geeignet. Im Sommer ist die Kartierbarkeit von Regenwurmsspuren trockenheitsbedingt und durch die obligato-

¹ Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fachhochschule Osnabrück,
Email: hc.fruend@fh-osnabrueck.de

rische Ruhephase einiger Arten eingeschränkt (Ehrmann 2003, Edwards & Bohlen 1996: 199).

Kartierung von Regenwurmspuren

Der entscheidende Schritt für die Nutzung der während einer Feldbegehung beiläufig zu beobachtenden Regenwurmspuren ist die Herstellung eines Flächenbezugs. Hierfür hat sich die Nutzung eines Zählrahmens bewährt. Bei dem von uns verwendeten Rahmen wurde aus einem Sperrholzbrett ein inneres Quadrat mit 15 cm Kantenlänge ausgesägt. Die ausgesägte Öffnung ist mit einem Raster aus Nylonfäden im Abstand von 3 cm überzogen, so dass sich 25 Kleinquadrate à 9 cm² ergeben (Abb. 1). Der Rahmen wird auf der Untersuchungsfläche vier bis sechs mal mindestens 2 m weit geworfen, und an der Stelle des Auftreffens wird in jedem Kleinquadrat das Vorhandensein von Regenwurmlosung und/oder Middens und/oder Poren > 2 mm Durchmesser protokolliert. Wenn die Erfassung der Middens das Hauptziel der Beobachtung ist, kann durch entsprechendes Falten eines Zollstocks eine größere rechteckige Bezugsfläche geschaffen werden (Fründ et al. 2006).

	1	2	3	4	5
A		X			
B		X	X		
C		X			
D	X				
E				X	

Abb. 1 Schemaskizze eines Zählrahmens mit Eintragung von Regenwurmlosung in 6 von 25 Kleinquadraten. Kantenlänge eines Kleinquadrats = 3 cm.

Eine andere Möglichkeit der Spurenquantifizierung besteht darin, in einem Transekt entlang eines ausgelegten Maßbandes die Position von Regenwurmspuren zu protokollieren. Wenn dabei eine bestimmte Beobachtungsbreite festgelegt wird (z.B. 5 cm jederseits des Maßbandes) lässt sich aus den Beobachtungen auch eine Spurendichte pro m² errechnen (Abb. 2).

Spurenerfassung als Schritt der bodenbiologischen Standortindikation

Das Vorhandensein von Losungshäufchen ist ein sicherer Hinweis auf das Vorkommen von Regenwürmern. Ebenso deuten Funde von Middens sicher auf die Präsenz von *Lumbricus terrestris* oder einer anderen anecischen Art hin. Anders herum ist der Nachweis aber nicht eindeutig: aus dem Fehlen der entsprechenden Spuren kann nicht auf das Fehlen von Regenwürmern geschlossen werden. Auch hängt die Menge der Regenwurmspuren an der Bodenober-

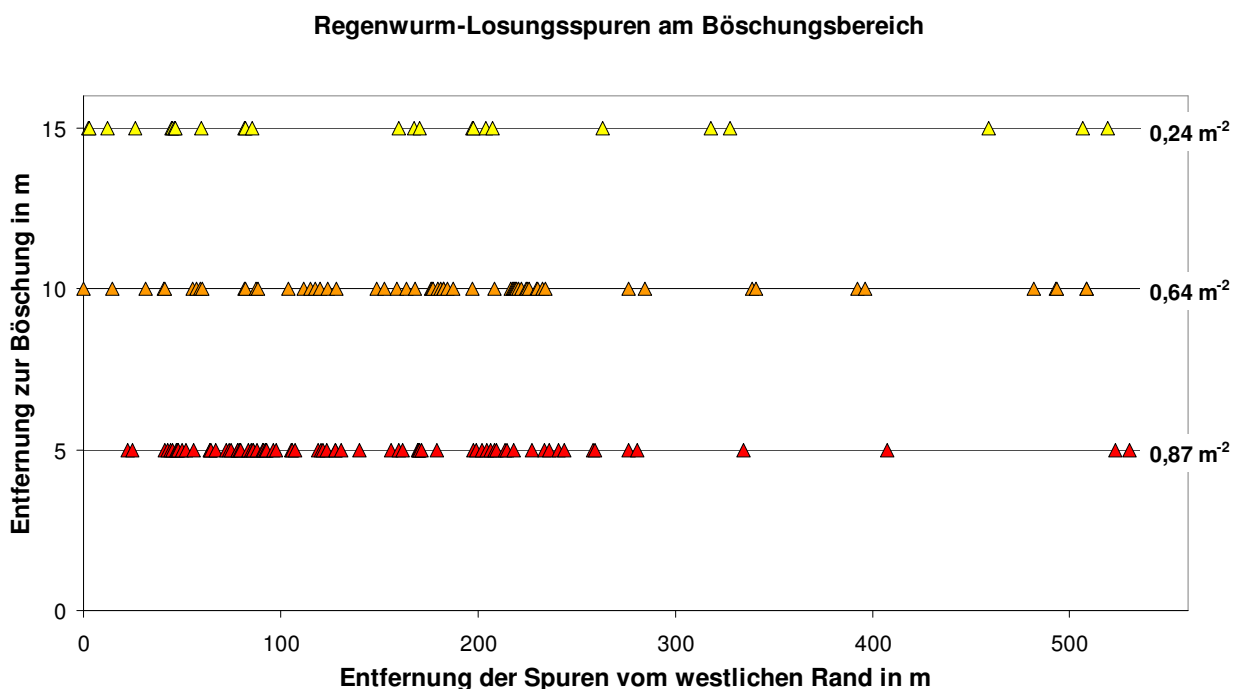


Abb. 2 Regenwurm-Losungshäufchen an drei Transekten in unterschiedlicher Entfernung zur randlichen Böschung bei einem Acker nach Rekultivierungsarbeiten (Aufnahme durch P. Schönewolf, Okt. 2006)

fläche von mehreren Faktoren ab und kann deshalb nicht unbedingt mit der Größe der Regenwurmpopulation gleich gesetzt werden (Scullion et al. 2007). Die aus dem Vorkommen von Regenwürmern ableitbaren Schlussfolgerungen über den Bodenzustand lassen sich in drei Stufen ableiten:

1. Regenwürmer fehlen. Dies kann durch ungünstige Bodeneigenschaften (pH, toxische Stoffe, Textur) oder durch dauerhaft ungünstige Klimabedingungen bedingt sein.
2. Regenwürmer kommen reichlich vor aber die ökologische Gruppe der endogäischen Arten fehlt. Diese Situation begründet einen Verdacht auf toxische Belastung im Mineralboden, z.B. durch Schwermetalle (Fründ et al. 2005).
3. Regenwürmer sind häufig mit mehreren Arten und ökologischen Typen. Dies deutet auf eine günstige Basenversorgung des Bodens, einen aktiven Stoffumsatz und ein für den Wasser- und Lufthaushalt günstiges Porensystem im Boden hin.

Es wird deshalb ein stufenweises Vorgehen bei der Boden- und Standortbewertung vorgeschlagen. Vom Befund der Feldbegehung mit Beobachtung der Bodenoberfläche, ergänzt durch eine Gefügesprache (Weyer & Boeddinghaus 2009) werden jeweils unterschiedliche Folgeschritte abgeleitet.

1. Befundstufe A

Merkmale: $\geq 5-6$ Losungshäufchen je Zählrahmen (Quadrat $15 \times 15 \text{ cm}^2$), > 1 Streuhäufchen (Midden) je m^2 , > 2 Regenwürmer je Spatenstich

Schlussfolgerung: Regenwürmer zahlreich und aktiv, guter Bodenzustand. In der Regel sind in diesem Fall keine weiteren Untersuchungen erforderlich.

2. Befundstufe B

Merkmale: Weniger als 2 Losungshäufchen je m^2 , Midden nur vereinzelt oder fehlend, 3-5 Regenwürmer in 5 Spatenstichen

Schlussfolgerung: Verdacht auf spärliche Besiedlung mit Regenwürmern.

Als Ursachen kommen in Frage: ungünstige Standortbedingungen? Boden zu trocken? Bewirtschaftungseffekte? In diesem Fall sollte die Feldbegehung zu einem anderen Zeitpunkt wiederholt werden. Zur Abklärung des Befundes sollten vertiefende Felduntersuchungen durchgeführt werden: pH-Messung, normgerechte Erfassung der Regenwurmpopulation (ökologische Typen, Dominanzverhältnisse). Weitere Hinweise auf den bodenökologischen Zustand des Bodens geben Laboruntersuchungen: Mikrobielle Biomasse, ökophysiologische Quotienten, Regenwurm-Küvettentest mit *A. caliginosa* (Wallraabenstein et al. 2010).

3. Befundstufe C

Merkmale: Keine Losungshäufchen, keine Midden, Pflanzenreste bilden eine Lage oder Matte auf der Bodenoberfläche, kein Regenwurm in 5 Spatenstichen
Schlussfolgerung: Verdacht auf Fehlen von Regenwürmern auf Grund von Versauerung oder toxischer Beeinträchtigung des Bodens. Zur Abklärung des Befundes ist die Untersuchung des Vorkommens und der Tiefenverteilung der Enchyträen sinnvoll, die als Anneliden ebenfalls in direktem Kontakt mit der Bodenlösung stehen, im Artenspektrum aber auch Säurezeiger umfassen. Darüber hinaus sind ökotoxikologische Labortests und Schadstoffanalytik sinnvolle nächste Schritte zur Klärung des Verdachts auf eine schädliche Bodenveränderung

Schlussfolgerungen

Bodenbeobachtung in Monitoringprogrammen ist aufwändig und erfordert Spezialisten.

Für die alltägliche Bodenbeobachtung der Bodenbewirtschaftler werden einfache Feldmethoden gebraucht, die „nebenher“ eine Beurteilung des Bodenzustands ermöglichen.

Als einfache Feldmethoden sind die Wald-Humusformendiagnostik und die Spatenprobe eingeführt.

Unter günstigen Bedingungen lässt sich eine reiche Regenwurmbesiedlung durch ein-

fache Feldbeobachtung anhand von Lösungsspuren und Mittens feststellen.

Eine reiche Regenwurmbesiedlung zeigt gute Bodenqualität an.

Ein stufenweises Vorgehen Feldbegehung → Felduntersuchung → Laboruntersuchungen ermöglicht die gezielte Nutzung von Regenwürmern als Bioindikatoren in Verbindung mit weiteren Kenngrößen der Bodenqualität.

Literatur

Barth N, Brandtner W, Cordsen E, Dann T, Emmerich KH, Feldhaus D, Kleefisch B, Schilling B, Utermann J, 2000: Boden-Dauerbeobachtung – Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., König, W. und G. Einsele (Hrsg.): Handbuch Bodenschutz, Bd.3, 32. Lfg. XI/00.

Beste A, Hampl U, Kussel N, 2001: Bodenschutz in der Landwirtschaft. Einfache Bodenbeurteilung für Praxis, Beratung und Forschung. Ökologische Konzepte 101. SÖL. Bad Dürkheim. 111 p.

Diez T, Weigelt H, 2000: Bodenstruktur erkennen und beurteilen. Sonderdruck dLz agrarmagazin (3. geänderte Auflage 2000).

Edwards CE, Bohlen PJ, 1996: Biology and ecology of earthworms, 3rd edition. London etc.: Chapman & Hall

Ehrmann O, 2003: Vorkommen von anezischen Regenwürmern in zwei unterschiedlich strukturierten Kleinlandschaften Südwestdeutschlands. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 102 (I): 271-272.

Fründ HC, Frerichs C, Rück F, 2005: Bewertung Schwermetall belasteter Böden mittels Regenwürmern - Siedlungsdichte und Vermeidungsverhalten im Fluchttest. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 107: 191-192.

Fründ HC, Dierend W, Schacht H, Schütt C, 2006: Biologische Bodeneigenschaften in Obstbau- und Baumschulbetrieben bei ökologischer und integrierter Bewirtschaftung und verschie-

dener organischer N-Düngung. Erwerbs-Obstbau 48: 130-138

KA5, Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Hrsg.: AG Boden, Stuttgart: Hirzel

Scullion J, Neale S, Philips L, 2007: Earthworm casting and burrowing activity in conventional and organic grass-arable rotations. European Journal of Soil Biology 43, Suppl 1: S216-S221

Wagner G, Klein B, Klein T, Müller P, Paulus M, 1997: Umweltprobenbank. In: Fränzle O, Müller F, Schröder W: Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung, Kap. VI-3.2. Ecomed

Wallrabenstein H, Fründ, H.-C. ; Leißner, S.; Blohm, R., 2010: Prüfung der Bodenqualität mit Regenwürmern im Labor. Tagungsbeitrag zu: Gemeinsame Sitzung Kommission III DBG und Fachgruppe 4 Bundesverband Boden Titel der Tagung: Boden und Standortqualität – Bioindikation mit Regenwürmern Veranstalter: DBG, BVB, Fachhochschule Osnabrück 25.-26. Februar 2010, Osnabrück, Berichte der DBG <http://www.dbges.de>

Weyer T, Boeddinghaus R, 2009: Bestimmungsschlüssel zur Erkennung und Bewertung von Bodenschadverdichtungen im Feld. Hrg. Ministerium für Umwelt, und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/karte_boden.pdf