

Vergleichbarkeit von Daten zur Schwermetalltoxizität: Freiland- und Laboruntersuchungen an Enchytraeiden

Anneke Beylich

Einleitung

Bei Schwermetallanalysen von Böden ist die Angabe von Gesamtgehalten üblich. Die meisten Prüfwerte sowie die Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBODSCHV 1999) beziehen sich auf Königswasser extrahierbare Gehalte (hier vereinfachend als Gesamtgehalte bezeichnet). Auch die in ökotoxikologischen Tests ermittelten Effektkonzentrationen werden auf Basis der Gesamt- bzw. der nominellen Gehalte ermittelt. Bei gleichen Gesamtgehalten können jedoch die bioverfügbaren Anteile je nach Bodeneigenschaften unterschiedlich sein. Dies ist eine Ursache für die mangelnde Vergleichbarkeit von Daten zur Schwermetall-Toxizität, die an verschiedenen Böden gewonnen wurden.

Ein wesentlicher Aspekt der hier vorgestellten Arbeit war es, zwischen Freiland- und Laboruntersuchungen an Enchytraeiden (Kleinringelwürmern) Zusammenhänge herzustellen. Der Vergleich von Daten verschiedener Böden war dafür essentiell. Daher wurden neben den Gesamtgehalten auch die NH_4NO_3 extrahierbaren Gehalte (\approx mobile Gehalte) ermittelt. Diese werden hier als Näherung der bioverfügbaren Schwermetallgehalte gesehen im Sinne der „environmental availability“ (HERRCHEN ET AL. 1997).

Methoden

Der Schwermetallaufschluss erfolgte mit Königswasser bzw. NH_4NO_3 im Wesentlichen nach DIN 19730 und DIN 11466 mit anschließender Messung im Flammen-AAS. Die Enchytraeiden wurden lebend durch Nassextraktion ohne Wärmezufuhr aus den Proben gewonnen. Die Laborversuche wurden mit *Enchytraeus christenseni* im Standardboden 2.2 der LUFA Speyer durchgeführt. Details siehe BEYLICH (2001).

ehemals:

Freie Universität Berlin, AG Ökotoxikologie und Biochemie, Ehrenbergstraße 26-28, 14195 Berlin
aktuell:

IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH,
Sodenkamp 59, 22337 Hamburg

Untersuchungsgebiet und Böden

Bei den untersuchten Standorten handelte es sich um ehemalige Rieselfeldflächen im Norden Berlins. Die Berieselung der Flächen mit Abwässern wurde um 1985 eingestellt. Die Flächen wurden danach eingeebnet und aufgeforstet. Die Böden sind u.a. mit PAK, PCB und Schwermetallen belastet. Es wurden sechs Rieselfeldflächen sowie eine nicht berieselte Forstfläche untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Vier der untersuchten Flächen zeigen eine hohe Schwermetallbelastung (RefB, nPAK, T14, nPCB), während die übrigen drei Flächen eher geringe Schwermetallgehalte aufweisen (Abb. 1 und 2). Die mobilen Zinkanteile liegen erheblich höher als die mobilen Kupferanteile. Ursache dafür ist möglicherweise, dass die Mobilisierung von Zink bereits bei etwas höheren pH-Werten einsetzen kann als bei Kupfer (HORNBERG & BRÜMMER 1993).

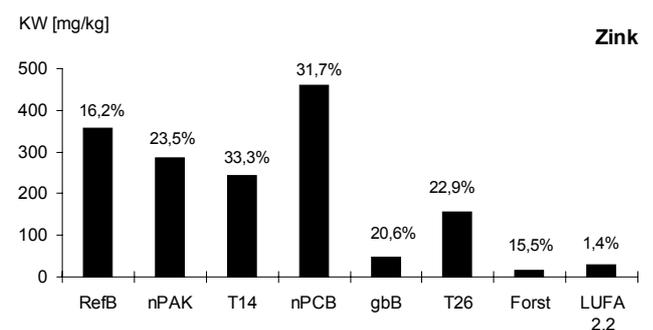


Abb. 1: Zinkgehalte der Rieselfeldböden und des Standardbodens LUFA 2.2. Säulen: Königswasserextrakt; Prozentangaben: Anteil des NH_4NO_3 -Extrakts am Königswasserextrakt

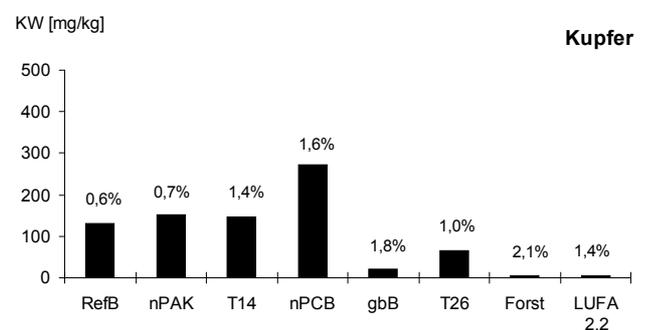


Abb. 2: Kupfergehalte der Rieselfeldböden und des Standardbodens LUFA 2.2. Säulen: Königswasserextrakt; Prozentangaben: Anteil des NH_4NO_3 -Extrakts am Königswasserextrakt

Die pH-Werte (CaCl_2) der Böden lagen überwiegend zwischen 4 und 5 (Tab. 1).

Tab. 1: Bodeneigenschaften der untersuchten Flächen und des Standardbodens LUFA 2.2

Fläche	pH-Wert (CaCl ₂)	Humusgehalt (% TG)	Bodenart
RefB	4,7-4,9	4,6-5,3	schwach lehmiger Sand
nPAK	3,7-4,9	4,8-6,8	schwach lehmiger Sand
T 14	4,1-4,3	5,7-6,3	schwach lehmiger Sand
nPCB	4,2	7,9	schwach lehmiger Sand
gbB	4,9-5,2	0,8-1,2	Sand
T 26	4,8	2,5-3,8	schwach lehmiger Sand
Forst	3,0-3,1	14,2	schwach lehmiger Sand
LUFA 2.2	5,0-5,8	5,3	schwach lehmiger Sand

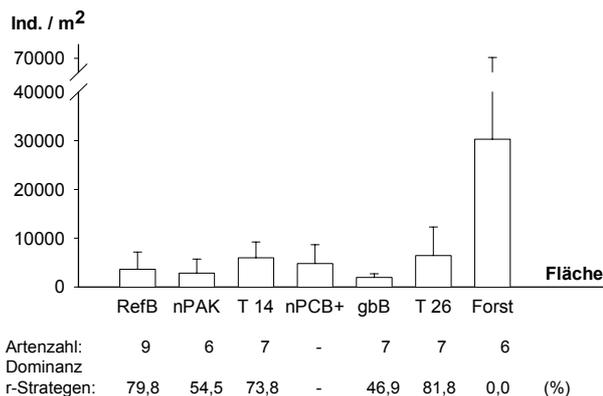


Abb. 3: Abundanzen, Artenzahl und Anteil der r-Strategen der Enchytraeiden auf den untersuchten Flächen. Mittelwerte unterschiedlicher Anzahlen Probenahmeterminale. Fehlerbalken = Standardabweichung.

Die Abundanzen der Enchytraeiden auf den Rieselfeldflächen sind im Vergleich mit der Forstfläche sehr niedrig. Die Artenzahl liegt auf allen Flächen unter 10. Auf den Rieselfeldflächen fällt eine starke Dominanz der r-Strategen auf, die auf der Forstfläche nicht vorkommen. In den Proben der am höchsten belasteten Fläche nPCB verendeten die Tiere, sofern vorhanden, bei der Extraktion.

Tab. 2: Verhältnis der Zinkgehalte der Rieselfeldböden zu den im Laborversuch ermittelten LC₅₀- und EC₅₀-Werten. +: LC₅₀/ EC₅₀ überschritten

Fläche	Gehalt > EC ₅₀		Gehalt > LC ₅₀	
	gesamt	mobil	gesamt	mobil
RefB	+	+	+	-
nPAK	+	+	+	-
T 14	+	+	-	-
nPCB	+	+	+	+
gbB	-	-	-	-
T 26	+	+	-	-
Forst	-	-	-	-
EC₅₀ (mg/kg)	75,9	16,7	271,8	81,4

In Laborversuchen wurden für Zink die Letalkonzentration mit einem Effekt von 50% (LC₅₀) sowie die Effektkonzentration für die

Reproduktion (EC₅₀) ermittelt. Beide Werte können sowohl auf den Gesamtgehalt als auch auf den mobilen Gehalt bezogen angegeben werden. In Tab. 2 sind diese Werte zu den Zinkgehalten der Rieselfeldböden in Beziehung gesetzt. Die EC₅₀-Werte werden auf den meisten Flächen überschritten. Für die LC₅₀-Werte ergeben sich Unterschiede zwischen mobilen und Gesamtgehalten: nur bei Betrachtung ersterer ergibt sich eine Trennung der höchstbelasteten Fläche nPCB von allen anderen Flächen. Der Vergleich der Werte mit Literaturdaten zeigt, dass bei unterschiedlichen Werten bezogen auf die Gesamtgehalte die Werte bezogen auf mobile Gehalte sehr ähnlich sein können (Tab. 3).

Tab. 3: Vergleich der ermittelten EC₅₀-Werte mit Literaturdaten zu verschiedenen *Enchytraeus*-Arten

Quelle	Wert	mg/kg (gesamt)	mg/kg (mobil)	Art	Boden
BEYLICH 2001	EC ₅₀	76	17	<i>E. christenseni</i>	LUFA 2.2
POSTNUMA & NOTENBOOM 1996	EC ₅₀	254	18	<i>E. crypticus</i>	OECD Kunstboden
LOCK & JANSSEN 2001	LC ₅₀	147	-	<i>E. albidus</i>	Freiland Sand, pH 4,5
BEYLICH 2001	LC ₅₀	272	81	<i>E. christenseni</i>	LUFA 2.2
SPURGEON & HOPKIN 1996	LC ₅₀	591	83	<i>Eisenia fetida</i> (Lumbricidae)	OECD Kunstboden
BBodSchV 1999	Vorsorge	60	-	-	Sand

Fazit

Nicht nur bei Freilanduntersuchungen und ökotoxikologischen Tests, sondern auch bei der Ableitung von Prüfwerten im Sinne der BBodSchV für den Pfad Boden-Bodenorganismen sollte die Bioverfügbarkeit der Schwermetalle berücksichtigt werden.

Literatur

- BBodSchV (1999):** Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Bundesgesetzblatt, Teil 1 36: 1554-1583.
- BEYLICH, A. (2001):** Untersuchungen an Enchytraeiden (Oligochaeta) zum Einfluss auf Bodenfeuchte und pH-Wert auf die Toxizität von Schwermetallen im Freiland und in Laborversuchen. Hrg.: Freie Universität Berlin, Dissertation. Berlin, 172 S. <http://www.diss.fu-berlin.de/2002/50>
- LOCK, K.; JANSSEN, C.R. (2001):** Modeling zinc toxicity for terrestrial invertebrates. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20 (9): 1901-1908.
- POSTHUMA, L., NOTENBOOM, J. (1996):** Toxic effects of heavy metals in three worm species (*Eisenia andrei*, *Enchytraeus crypticus* and *Enchytraeus albidus*: Oligochaeta) exposed in artificially polluted soil substrates and contaminated field soils. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven, The Netherlands.
- HERRCHEN, M.; DEBUS, R.; PRAMANIK-STREHLOW, R. (HRSG.) (1997):** Bioavailability as a key property in terrestrial ecotoxicity assessment and evaluation. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 125 S.
- SPURGEON, D.J.; HOPKIN, S.P. (1996):** Effects of variations of the organic matter content and pH of soils on the availability and toxicity of zinc to the earthworm *Eisenia fetida*. *Pedobiologia* 40: 80-96.

Mein Dank gilt dem Institut für Landschaftsentwicklung der TU Berlin (AG Prof. B.-M. Wilke) für die Durchführung der Schwermetallanalysen