

Einfluß von anthropogenen Schadstoffen auf terrestrische Invertebraten:

1. Enchytraeen (Oligochaeta) als Indikatoren belasteter Rieselfeldflächen

Michael Heck und Rudolf K. Achazi

Synopsis

The city of Berlin is surrounded by about 12,000 ha of partially closed down sewage farms. The soil of these areas is heavily contaminated by anthropogenic pollutants, like PAH, PCB and heavy metals. The enchytraeid community of these areas is characterized by "pioneer" species of wide ecological adaptability. The number of species and the population density of the different sewage fields decreases with the extent of pollution, thus indicating unsuitable living conditions for enchytraeids. Ten years of reforestation did not lead to an enchytraeid community typical for forests. Comparable enchytraeid communities are also present in other urban habitats like the soils of road shoulders.

Laboratory tests with two species (*Enchytraeus crypticus*, *Enchytraeus albidus*) confirmed the toxicity of the soil of different sewage fields. Reproduction was strongly impaired or totally obviated. However no effects on reproduction could be registered in tests with soil spiked with benzo(a)pyrene up to 100 mg/kg soil (dw) after 3.5 months of aging. Aqueous extracts of soils toxic to enchytraeids did not effect the reproduction rate of these test species in the agar-agar test system. Therefore the toxic components of these soils are not water soluble.

Enchytraeidae, Rieselfelder, Besiedlungsstruktur, Reproduktion, Benzo(a)pyren

Enchytraeidae, sewage farms, community structure, reproduction, benzo(a)pyrene

1. Einleitung

In dem vom BMFT geförderten Verbundprojekt »Ökotoxikologische und bodenökologische Untersuchungen zur Wirkung und Verteilung von organischen Stoffgruppen in ballungsraumtypischen Ökosystemen« werden seit September 1993 auf stillgelegten Rieselfeldern der Stadt Berlin Erhebungen zur Schadstoffbelastung (Poly-

aromatische Kohlenwasserstoffe PAK, Polychlorierte Biphenyle PCB, Schwermetalle) und der Auswirkung ausgewählter Schadstoffe auf bodenbiologische Prozesse in Rieselfeldböden durchgeführt. Als Teilbereich des Verbundprojekts wurden zur Beurteilung der bodenbiologischen Aktivität derartiger Böden Enchytraeengemeinschaften auf verschiedenen hoch belasteten Flächen im Norden, Süden und Westen von Berlin untersucht. Schwerpunkt der Untersuchung sind die Flächen im Norden von Berlin (Buch), die nach 100-jähriger Nutzung vor etwa zehn Jahren aus der landwirtschaftlichen Nutzung herausgenommen und mit verschiedenen Gehölzen aufgeforstet wurden.

Enchytraeen sind eine Bodentiergruppe, die vielfältige Standorte zu besiedeln vermag (GRAEFE, 1993). Für die bodenbiologische Bedeutung und ihre Indikatoreignung aufgrund von Artenzusammensetzungen und Siedlungsdichten verschiedenster Flächen in der Region Berlin liegen bereits Daten vor (HECK & RÖMBKE 1990, 1992, HECK & al. 1992).

Im Rahmen des Projekts wurden (a) Freilanderhebungen auf unterschiedlich belasteten Rieselfeldarealen und Vergleichsstandorten vorgenommen und (b) Laboruntersuchungen zur subakuten und akuten Toxizität von unterschiedlich belasteten Rieselfeldböden im Vermehrungstest nach WESTHEIDE & BETHKE-BEILFUSS (1991) mit den Arten *Enchytraeus crypticus* und *Enchytraeus albidus* durchgeführt. Als Kontrollböden wurde ein vergleichsweise gering belasteter Ackerboden aus Berlin (NB = Neutralboden) und der Standardboden LUFA 2.2 (LUFA Speyer) eingesetzt. Zur näheren Analyse der toxischen Wirkung eines hochbelasteten Bodens (GB) wurden Vermehrungstests in Bodenmischungen dieses Bodens mit einem unbelasteten Boden (LUFA 2.2) und mit wäßrigen Extrakten dieses Bodens im Agar-Agar-Testsystem nach WESTHEIDE und BETKE-BEILFUSS (1991) durchgeführt. (c) Zur Prüfung der Toxizität der PAK wurde die Leitsubstanz dieser Gruppe, Benzo(a)pyren (BaP), einem mittelhoch belasteten Rieselfeldboden (RefB = Referenzboden) zudotiert. Nach einer Alterungs-

zeit von 3,5 Monaten wurde der Effekt der aufdotierten Böden auf die Reproduktion von *Enchytraeus crypticus* überprüft. Durch den Alterungsprozess sollte eine Altlastensituation simuliert werden, die durch eine relativ stabile Anlagerung der organischen Schadstoffe an die organische Bodenmatrix gekennzeichnet ist.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsflächen

Im ersten Untersuchungszeitraum des Projekts wurde die Enchytraeenzönose auf verschiedenen Arealen der ehemaligen Rieselfelder bei Buch im Norden von Berlin und der noch im Betrieb stehenden Rieselfelder Großbeeren im Süden und Karolinenhöhe im Westen in ein bis vier Durchgängen erfaßt. Die Schadstoffbelastung der Flächen, deren Belastung im Rahmen des BMFT-Verbundprojekts erhoben wurde, unterscheidet sich erheblich.

Die Probeflächen bei Buch sind wie folgt charakterisiert:

- (gbB) sehr gering belasteter Boden, Pappelbestand;
- (RefB) Referenzboden: durchschnittlich belastet, hauptsächlich Queckerasen;
- (nPCB) hohe Grundbelastung mit polychlorierten Biphenylen, schütterer Vegetation, kümmernder Blaufichtenbestand;

- (nPAK) hohe Grundbelastung mit polyaromatischen Kohlenwasserstoffen, gutwüchsiger Pappelbestand;
- (T7) mittlere Belastung, Blaufichtenbestand;
- (T14) mittlere Belastung, Fichtenbestand;
- (T20) geringe Grundbelastung, gutwüchsiger Pappelbestand;
- (T23) mittlere Belastung, guter Pappelbestand;
- (T26) gering belastet, vegetationslos, sehr sandig;
- (F) Eichen-Kiefernforst unmittelbar südlich von nPCB und T7;
- (S) Straßenrand bei gbB.

Die Beprobungsflächen bei Großbeeren sind drei eng benachbarte Probepunkte auf einem ausgedehnten, ackerbaulich benutzten Rieselfeld:

- (GB) vegetationslos, hoch belastet;
- (GB1) und (GB2) guter Winterroggenbestand.

Die Probenflächen in Karolinenhöhe (K1 und K2) liegen auf mit Klarwasser berieselten und Grünfüttererbauten Rieselfeldern.

2.2. Erfassung der Enchytraeengemeinschaften

Bodenproben wurden mit einem Stechzylinder (Durchmesser 5,6 cm) bis in eine Tiefe von 16 cm genommen und in 4 Teilproben unterteilt. Aus den Teilproben wurden die Enchytraeen im Labor mit einer modifizierten Naßextraktion nach O'CONNOR isoliert. Die Tiere wurden lebend unter dem Mikroskop bestimmt. Pro

Tab. 1:

Schadstoffbelastung (mg/kg) und pH-Werte der Böden (Pflugsohle) der verschiedenen Rieselfeldflächen in Großbeeren (GB) und Berlin-Buch (alle übrigen Bezeichnungen) und der Standardböden NB (Ackerboden aus dem Norden von Berlin) und LUFA 2.2 (Standardboden der LUFA Speyer)

∑PAK: Summe der PAK nach EPA 610; ∑PCB: Summe der PCB nach Ballschmiter & Zell

Tab. 1:

Contaminants (mg/kg) and pH values of soils (plough layer) of different sewage fields in Großbeeren (GB) and Berlin-Buch (all other abbreviations) and of standard soils NB (arable soil from north of Berlin) and LUFA 2.2 (standard soil from the LUFA Speyer).

∑PAK: total PAH according EPA 610; ∑PCB: total PCB according to Ballschmiter & Zell

Boden	∑PAK	BaP	∑PCB	Cd		Cr	Pb	pH 0,01M CaCl ₂
				Bodenlös.	(gesamt)			
gbB	1,1	<0,05	0,1	1,1			52	5,3
RefB	1,8	0,1	0,1	3,7			82	5,5
nPCB	2,1	0,2	0,8	24,7	2,0	814	116	4,4
nPAK	5,5	0,6	0,2	6,5			334	4,8
T7	3,3	0,3	0,4	9,3		863	155	4,5
T14	2,9	0,3	0,5	32,9		826	211	5,4
T20	1,2	0,1	0,2	5,8		243	53	5,2
T23	4,4	0,4	0,5	11,6		884	209	4,9
T26	1,2	0,1	0,1	1,5		41	126	6,1
GB	9,2	0,9	2,2	63	0,2	350	879	5,6
NB	0,8	0,1	1,2	3,7			82,2	5,3
LUFA 2.2	uB	uB	uB					5,8

Fläche wurden 5 Parallelproben je Termin genommen. Die Anzahl der Fangtermine pro Fläche beträgt 1 bis 4. Für die Flächen, auf denen bislang nur 1 Probenreihe untersucht wurde, sind noch Abweichungen der Siedlungsdichte und der Artenzahl zu erwarten, die das Gesamtbild jedoch nicht grundsätzlich verändern werden. Die dominanten Arten sind aber auch dort mit großer Wahrscheinlichkeit erfaßt.

2.3. Reproduktionsuntersuchungen im Boden-Testsystem

Die Reproduktionsuntersuchungen wurden in Kunststoffgefäßen in 25 g Boden durchgeführt. Die gesiebten (2 mm) Böden wurden mit aqua dest. auf 60 % der maximalen Wasserkapazität angefeuchtet und mit 10 adulten, 25-30 Tage alten Enchytraeen aus der Laborzucht (*Enchytraeus crypticus* oder *Enchytraeus albidus*) besetzt. Die Tiere wurden ad libitum mit Haferflocken gefüttert. Der Reproduktionserfolg wurde nach 30 Tagen (*E. crypticus*) bzw. 45 Tagen (*E. albidus*) bestimmt. Es wurden je 7 Parallelen angesetzt. Verdunstetes Wasser wurde alle 2-3 Tage durch aqua dest. ersetzt. Die Hälterung erfolgte im Dauerdunkel bei 22-24 °C.

Die Kontamination des Rieselfeldbodens (RefB) mit Benzo(a)pyren (BaP) erfolgte in mehreren Schritten: (a) Lösen der Substanz in Aceton, (b) Aufbringen der BaP-Lösung auf Quarzsand, (c) einstündiges Mischen, (d) Abdampfen des Acetons über 24 h, (e) halbstündiges Mischen mit etwa einem Zehntel der Gesamtbodenmenge, (f) halbstündiges Einmischen in die restliche Bodenmenge. Es wurden folgende Konzentrationen hergestellt: 1, 10 und 100 mg BaP/kg Boden (dw). Die Menge an zugemischtem Quarzsand betrug etwa 1 %. Der Boden wurde 3,5 Monate im Freien unter einer Überdachung gelagert und regelmäßig angefeuchtet.

2.4. Reproduktionsuntersuchungen mit Bodenextrakten im Agar-Testsystem

Die Bodenextrakte aus den Böden GB und RefB wurden mit aqua dest. in einem Mischungsverhältnis von 1 Teil lufttrockenem, gesiebt (2 mm) Boden und 2 Teilen aqua dest. hergestellt. Die Boden-Wasser-Mischung wurde 1 h in einem Glaskolben bei Zimmertemperatur gerührt, dann 23 h im Kühlschrank bei 10 °C gelagert und vor Verarbeitung nochmals kurz geschüttelt. Die Bodenfestphase wurde von der wässrigen Phase durch Filterung über ein Membranfilter (Porenweite 40 µm) getrennt. Aus dieser < 40 µm-Fraktion wurde durch eine weitere Filterung über ein 0,2 µm Membranfilter eine partikelfreie < 0,2 µm-Fraktion hergestellt. Ein Teil der Fraktionen wurde mit 50 % und 75 % aqua dest. verdünnt, um etwaige toxische Effekte zu vermindern. Mit der 40 µm- und 0,2 µm-Fraktion, sowie den Verdünnungen, wurden jeweils Kulturschalen mit 1,5 %

Agar-Agar gegossen. Die Schalen wurden mit je 10 adulten Enchytraeen (*Enchytraeus crypticus*) besetzt. Die Tiere wurden mit Haferflocken gefüttert und bei 20 °C im Dauerdunkel gehältert. Einmal pro Woche wurden einige Tropfen aqua dest. zugesetzt, um ein Eintrocknen des Agars zu verhindern. Es wurden je 5 Parallelversuche durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1. Freilandhebungen

Mit Ausnahme der Fläche nPCB (hohe Belastung mit polychlorierten Biphenylen, vergl. Tab. 1) sind alle geprüften Rieselfeldareale von Enchytraeen besiedelt. Obwohl die stillgelegten Flächen in Berlin Buch, in denen etwa 1985 Aufforstungsversuche unternommen worden waren, als auch die landwirtschaftlich genutzten Flächen in Großbeeren und auf der Karolinenhöhe zeigen, daß Rieselfeldböden vor allem durch Pionierarten unter den Enchytraeen besiedelt sind (Tab. 2). Diese zeichnen sich zumeist durch ein hohes Vermehrungspotential, sowie eine relativ hohe Trockenheitsresistenz aus und stellen an die Nahrungsgrundlage nur geringe Ansprüche. Allerdings sind die meisten Pionierarten nicht sehr säuretolerant und fehlen deshalb in versauerten Forsten oder sind dort selten (siehe F, Tab. 2).

Während der untersuchte Straßenrand (S) eine ähnliche Besiedlungsstruktur wie die benachbarten Rieselfeldflächen aufweist, unterscheidet sich der angrenzende Forst davon erheblich. Hier sind die Arten vertreten, die für Berliner Forsten typisch sind (HECK & RÖMBKE, 1990, 1992). Solche forsttypischen Arten sind auf den Rieselfeldarealen nicht vertreten, auf denen die Aufforstung relativ erfolgreich war. Eine Ausnahme stellt nur die Fläche T20 dar, eine Pappelanpflanzung, in der neben den Pionierarten euryöke Forstarten dominieren. Typisch für Rieselfelder scheint das Fehlen acidophiler Enchytraeenarten zu sein, da sie auch dann nicht auftreten, wenn der pH-Wert des Bodens ihren Anforderungen entspricht.

Auf der Mehrzahl der stillgelegten Rieselfeldareale in Berlin-Buch sind die Artenzahlen und die Besiedlungsdichten geringer als im angrenzenden Eichen-Kiefernforst und auf den Rieselfeldern der Karolinenhöhe, die noch in Betrieb sind. Die Besiedlungsstruktur kann als lückenhaft bezeichnet werden.

3.2. Einfluß von Rieselfeldböden auf die Vermehrung von Enchytraeen in Labortests

Die stark belasteten Böden der Rieselfeldareale GB, nPCB und nPAK weisen ein hohes toxisches Potential auf, das die Vermehrung von *Enchytraeus crypticus* unter Laborbedingungen stark bis vollständig einschränkt. Die Reproduktion in den niedriger belasteten Rieselfeld-

Probenflächen	nPCB	nPAK	T23	GB	GB1	T26	T7	RefB	gbB	S	GB2	T14	T20	K1	K2	F
Pionierarten																
<i>Enchytraeus cf buchholzi</i>	40,4	50,0	77,2	85,0	3,5	57,1	59,0	27,8	7,9	56,9	2,2	5,5	24,6	29,0		
<i>Enchytraeus norvegicus</i>	59,6	50,0			4,0	22,9	27,7	50,0	10,8		2,1	3,1	11,8	5,9	3,4	
<i>Enchytraeus cf bigeminus</i>			22,8	15,0	58,5	14,8				18,5		2,3	6,1	1,1	0,4	
<i>Henlea ventriculosa</i>					33,2	2,9		16,7	3,6	8,3	2,9	1,6	0,1	0,1		
<i>Buchholzia appendiculata</i>								0,7	1,4	48,4	0,5	5,2	11,7	1,0	2,9	
<i>Fridericia bulboides</i>								1,4		1,9	6,7	5,9	10,1	4,5		
<i>Henlea perpusilla</i>					0,4				4,3	13,4	0,9		12,5	16,8		
<i>Enchytraeus minutus</i>						1,9			3,2			12,9	15,2	10,0		
Freiflächenarten																
<i>Enchytronia annulata</i>												65,6				
<i>Fridericia cf singula</i>						1,0	5,3	2,8								
<i>Fridericia callosa</i>							3,4	0,7						1,6		
<i>Fridericia sp. 1</i>							0,9	15,4								
<i>Fridericia leydigi</i>							1,3			0,5		1,1		0,3		
<i>Fridericia regularis</i>										3,6						
<i>Fridericia bisetosa</i>											11,3	3,9				
<i>Fridericia cf bulbosa</i>							0,3									
<i>Fridericia sylvatica</i>											1,1		2,1	6,3		
<i>Achaeta pannonica</i>													3,0	4,0		
<i>Marionina libra</i>												2,3				
<i>Marionina communis</i>													3,6	2,0		
euryöke Forstarten (zumeist schwach acidophil bis neutrobasophil)																
<i>Achaeta affinoides</i>												1,0				
<i>Cognettia sphagnetorum</i>														0,2	35,0	
<i>Achaeta bohémica</i>											0,6					
<i>Achaeta camerani</i>													2,0		5,7	
<i>Enchytronia parva</i>												43,0				
<i>Achaeta cf dzwilloi</i>																0,4
<i>Fridericia ratzeli</i>													4,7		0,2	
acidophile Forstarten																
<i>Marionina clavata</i>																36,5
<i>Marionina cambrensis</i>																8,2
<i>Achaeta bibulba</i>																8,0
<i>Marionina sp. 1</i>																0,5
<i>Achaeta brevivasa</i>																0,2
<i>Achaeta aberrans</i>																0,1
Anzahl Probenserien	2	2	1	2	2	2	4	1	1	1	2	1	1	3	3	1
1000 Individuen/qm	0	4,7	2,2	9,1	8,0	45,5	8,9	8,2	5,8	37,2	21,6	79,8	28,4	26,8	25,2	64,2

Tab. 2:

Dominanzanteile (in %) der auf den Flächen gefundenen Enchytraearten. Anteile unter 0,1% und nicht identifizierbare Enchytraeen sind nicht berücksichtigt.

Tab. 2:

Dominance values (in %) of enchytraeid species at the sites. Neither species present in numbers below 0.1% nor unidentified enchytraeidae were taken into account.

böden RefB und gbB ist im Vergleich zum Ackerboden (NB) kaum und zum unbelasteten LUFA 2.2 Boden um etwa 30% eingeschränkt (Fig. 1). Für *E. albidus*, eine Art, die eine wesentlich längere Entwicklungszeit aufweist als *E. crypticus*, ergibt sich ein ähnliches Bild. Diese Art vermehrt sich jedoch im leicht mit Schwermetallen belasteten Ackerboden besser als im LUFA 2.2 Boden.

Bodenmischungen des stark toxischen Großbeerener Bodens GB mit dem unbelasteten LUFA 2.2-Boden zeigen, daß eine signifikante Hemmung der Vermehrung von *E. crypticus* auch noch dann gegeben ist, wenn 20% des GB-Bodens zum LUFA 2.2-Boden hinzuge-mischt werden (Abb. 2b). Das Hinzumischen von 10% GB zu LUFA 2.2 führt nach 15 Tagen eine signifikante Förderung der Vermehrung (Abb. 2a) Art. Geringere Beimischungen haben keinen Effekt auf die Vermehrung.

3.3. Die Auswirkung von Bodenextrakten auf die Vermehrung von *Enchytraeus crypticus* im Agar-Testsystem.

Die Vermehrung von *E. crypticus* im Agar-Testsystem, das mit Extrakten des mittelhoch belasteten Referenzbodens RefB der Rieselfelder in Berlin-Buch und des hoch belasteten Bodens in Großbeeren GB angesetzt wurde, ist im Vergleich zur Kontrolle nicht herabgesetzt. (Abb. 3). Die unter den Extraktionsbedingungen möglicherweise gelösten Schadstoffe des Großbeerener Bodens, die im Boden-Testsystem drastische Effekte hervor-rufen, beeinflussen die Reproduktion also nicht. Dies trifft auch auf die Partikel zu, die sich in der <40 µm-Fraktion befinden.

3.4. Vermehrungstest in einem mit Benzo(a)pyren aufdotierten Rieselfeldboden

Erhöhung der Benzo(a)pyren – Konzentration im Rieselfeldboden RefB bis 100 mg/kg führen nicht zu einer Vermehrungsreduktion von *E. crypticus* (Abb. 4), sondern zu einem leichten Anstieg der Reproduktionsrate. Weder die Elterntiere noch die Embryonalentwicklung scheinen im durchgeführten Versuch von der mutagenen Substanz in einem Zeitraum von 30 Tagen negativ beeinflusst zu werden.

4. Diskussion

Stark anthropogen beeinflusste Flächen wie Rieselfelder, die den Charakter von Altlastenstandorten aufweisen, werden von Enchytraeen besiedelt. Diese können dort zur bodenbiologischen Aktivität beitragen. Im Vergleich zu Forststandorten ist die Siedlungsdichte auf den Rieselfeldarealen mit Ausnahmen sehr gering. Die Besiedler sind in der Regel euryöke Arten (Pionierarten). Im Stadtgebiet sind diese Arten auf verschiedenen Flächentypen weit verbreitet (HECK & RÖMBKE 1992).

Labortests mit den hoch belasteten Böden nPCB, nPAK und GB zeigen, daß die auffällig niedrigen Populationsdichten dieser Flächen ihre Entsprechung im toxischen Potential für Enchytraeen haben, da sie die Vermehrungsrate der robusten »Laborenchytraeen« *E. crypticus* und *E. albidus* stark einschränken oder vollständig unterbinden. Diese Laboruntersuchungen zeigen gleichzeitig, daß die reduzierte Vermehrungsrate nicht die Folge von Nahrungsmangel sein kann, da Futter im Testsystem jederzeit zur Verfügung stand. Gestützt wird die

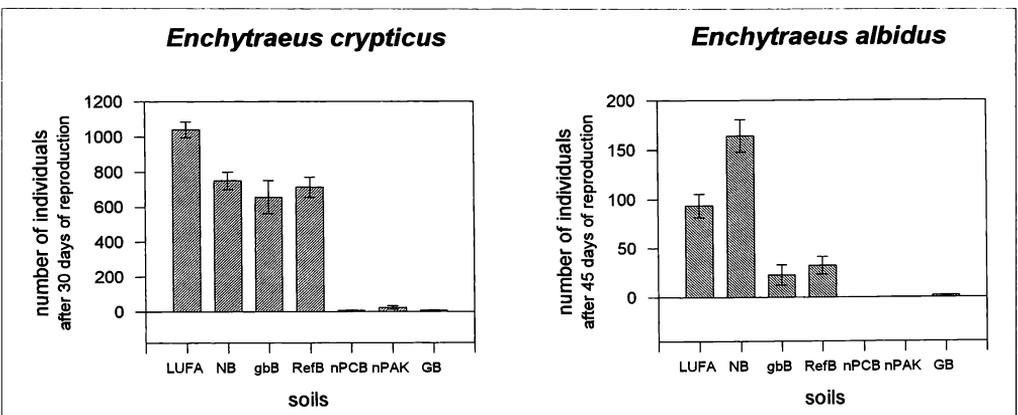


Abb. 1: Vermehrung von *Enchytraeus crypticus* und *Enchytraeus albidus* in den gering belasteten Standardböden LUFA 2.2 und NB und in verschieden stark belasteten Rieselfeldböden. (Mittelwerte \pm Standardfehler, n = 7)

Fig. 1: Reproduction of *Enchytraeus crypticus* and *Enchytraeus albidus* in the very low contaminated standard soils LUFA 2.2 and NB and in contaminated soils of different sewage fields. (mean \pm standard error, n = 7)

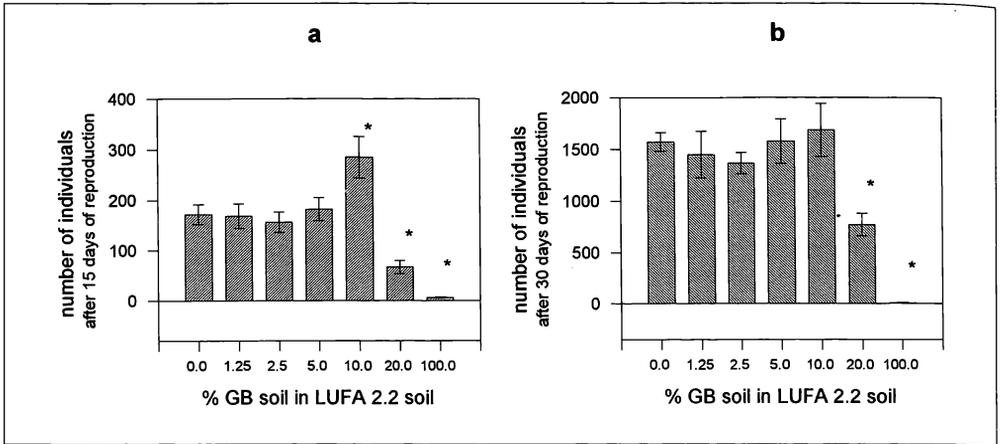


Abb. 2:

Vermehrung von *Enchytraeus crypticus* nach 15 Tagen (a) und 30 Tagen (b) in Bodenmischungen eines hoch belasteten Rieselfeldbodens GB und des unbelasteten Standardbodens LUFA 2.2 (* = T-Test $p < 0,05$, Mittelwert \pm Standardfehler, $n = 7$)

Fig. 2:

Reproduction of *Enchytraeus crypticus* after 15 days (a) and 30 days (b) in soil mixtures of the heavily contaminated soil of a sewage farm GB and the uncontaminated standard soil LUFA 2.2 (* = t-test $p < 0,05$, mean \pm standard error, $n = 7$)

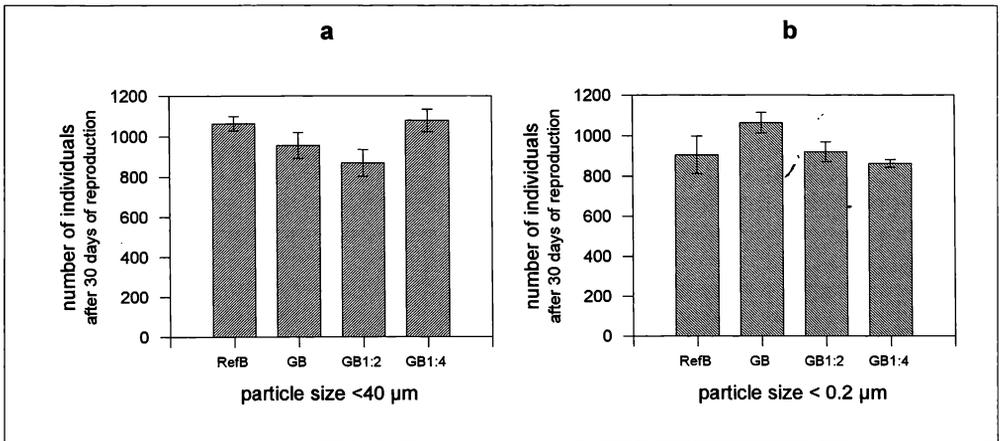


Abb. 3:

Vermehrung von *Enchytraeus crypticus* im Agar-Testsystem angesetzt mit der <40 µm-Fraktion (a) und der <0,2 µm-Fraktion (b) von Bodenextrakten eines hoch (GB) und eines mittelhoch (RefB) belasteten Rieselfeldbodens (1:2 und 1:4 = Verdünnung von GB mit aqua dest., Mittelwert \pm Standardfehler, $n = 3$ bis 5)

Fig. 3:

Reproduction of *Enchytraeus crypticus* in the agar test system in presence of the <40 µm-preparation (a) and the <0,2 µm-preparation of soil extracts of heavily (GB) and moderately (RefB) contaminated soils of sewage fields (1:2 und 1:4 = dilution of GB with aqua dest., mean \pm standard error, $n = 3$ to 5)

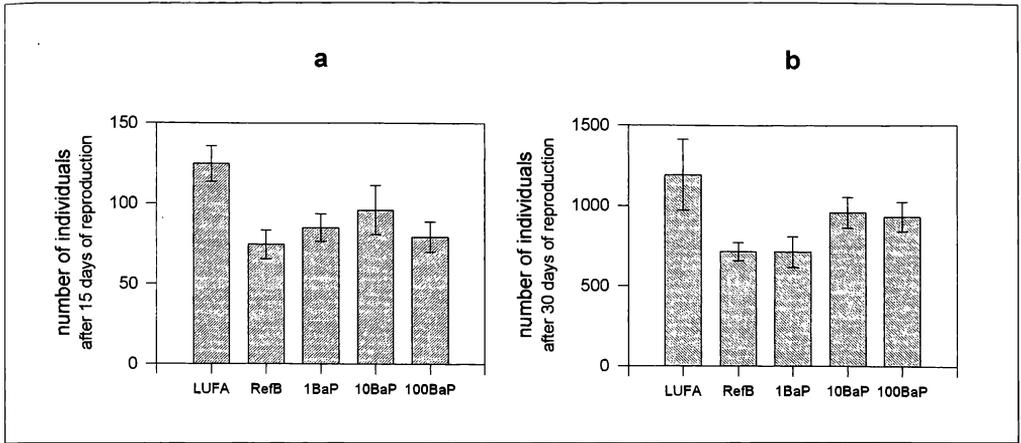


Abb. 4:
Vermehrung von *Enchytraeus crypticus* nach 15 Tagen (a) und 30 Tagen (b) in einem mit Benzo(a)pyren aufdotierten gering belasteten Rieselfeldboden RefB nach einer Alterungszeit von 3,5 Monaten. (Mittelwert \pm Standardfehler, n=7)

Fig. 4:
Reproduction of *Enchytraeus crypticus* after 15 days (a) and 30 days (b) in the moderately contaminated soil of a sewage field (RefB) spiked with benzo(a)pyrene after an aging period of 3.5 months (mean \pm standard error. n = 7)

se Annahme durch die Tatsache, daß die Böden der Standorte gbB und RefB, die im Freiland ebenfalls schlecht besiedelt sind, die Fortpflanzung von *E. crypticus* im Vergleich zum Ackerboden NB nicht einschränken. Auch der pH-Wert des Bodens und damit eine möglicherweise erhöhte Bioverfügbarkeit von Schwermetallen kann nicht der Grund sein, da der pH-Wert des enchytraeeneindlichen GB-Bodens höher als der des Neutralbodens ist.

Der mögliche Einfluß der organischen Schadstoffe auf Enchytraeen wurde am Beispiel von Benzo(a)pyren (BaP) untersucht. Diese Muttersubstanz hochkarzinogener Metabolite wird als Leitsubstanz für die Gruppe der PAK verwendet. Auch in stark überhöhten Konzentrationen im Vergleich zum Freiland rief BaP weder subletale Effekte (Reduktion der Vermehrungsrate) noch letale Effekte hervor. Dies entspricht dem Befund von VAN STRAALEN & VERWEIJ (1991) der zeigen konnte, daß bei der Assel *Porcellio scaber* erst bei der sehr hohen Konzentration von 125 mg/kg BaP im Futter negative Effekte im Wachstum der Tiere eintraten. Im Boden ist die Substanz sehr stark an die Bodenmatrix gebunden und damit geringer bioverfügbar (VAN STRAALEN et al. 1991).

Vermehrungstests im Agar-Testsystem, in denen Extrakte des toxischsten Boden (GB) dem Agarmedium zuge-

fügt waren, zeigen, daß sich das toxische Potential nicht aufgrund der wasserlöslichen Bodeninhaltsstoffe erklären läßt, da die Vermehrungsfähigkeit in diesen Versuchen nicht eingeschränkt war. Allerdings zeigen Versuche mit Cd, daß auch Agar die Bioverfügbarkeit stark reduziert. Enchytraeen kommen im Lückensystem des Bodens nicht nur mit der Bodenlösung in Kontakt, sie fressen auch organische Bodenpartikel, aus denen während des Verdauungsvorgangs organische und anorganische Schadstoffe freigesetzt werden dürften. Die Enchytraeeneindlichkeit der Böden bestimmter Rieselfeldstandorte wird durch diese Ergebnisse untermauert, ihre Ursache jedoch nicht geklärt.

Literatur

- GRAEFE, U., 1993: Die Gliederung von Zersetzer-gesellschaften für die standortökologische Ansprache. Mittl. Dt. Bodenkund. Ges. 69, 95–98
- HECK, M., W. KRATZ, D. NÜß, U. RINK & G. WEIGMANN, 1992: Untersuchungen zur Bioindikatoreignung von Bodentieren und bodenökologischen Prozessen für die Bewertung des Zustandes urbaner Waldökosysteme in Berlin. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz Berlin (Hrsg.): Abschlußbericht FE-Vorhaben »Ballungsraumnahe Waldökosysteme«: 172 S.

- HECK, M. & J. RÖMBKE, 1990: Enchytraeiden-Gemeinschaften Berliner Forststandorte. Zool. Beitr. N.F. 33: 433-458.
- HECK, M. & J. RÖMBKE, 1992: Struktur von Enchytraeengemeinschaften (Oligochaeta: Enchytraeidae) verschiedener Forsten und Grünflächen in Berlin. Verh. Ges. Ökol. 21: 149-152
- VAN STRAALLEN, N.M. & R.A. VERWEIJ, 1991: Effects of Benzo(a)pyrene on Food Assimilation and Growth Efficiency in *Porcellio scaber*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 46: 134-140.
- VAN STRAALLEN N.M., R.A. VERWEIJ & T.C. VAN BRUMMELEN, 1991: PAH Concentrations in Forest Floor Invertebrates in the Vicinity of a Blast Furnance Plant. In: GARRIGUES P. & M. LAMOTTE (ed.): Polycyclic Aromatic Compounds. Proc. 13. Intern. Symp. PAH: 1001-1006.
- WESTHEIDE, W. & BETHKE-BEILFUSS, D., 1991: The sublethal enchytraeid test system: guidelines and some results. Modern Ecology: Basic and applied aspects. eds. G. ESSER & D. OVERDIEK, Elsevier, Amsterdam, 497-508

Supported by the BMFT (FKZ 070TX08D).

Adresse

Prof. Dr. Rudolf K. Achazi
Freie Universität Berlin, Institut für Tierphysiologie-AG
Ökotoxikologie-
Grunewaldstraße 34, 12165 Berlin
Tel.: +49 30 8383926, Fax: +49 30 3834640

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Heck Michael, Achazi Rudolf K.

Artikel/Article: [Einfluß von anthropogenen Schadstoffen auf terrestrische Invertebraten: 1. Enchytraeen \(Oligochaeta\) als Indikatoren belasteter Rieselfeldflächen 527-534](#)