Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Bioindikatoren

Ergebnisse des Symposiums: Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen
8. bis 11. März 1981 in Köln

Die Tiere des Bodens als Leitformen dür anthropogene Umweltveränderungen

Dunger, Wolfram

1982

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-173003

Visual Library

Decheniana – Beihefte (Bonn) 26, 151–157 (1982)

Die Tiere des Bodens als Leitformen für anthropogene Umweltveränderungen

Wolfram Dunger

Kurzfassung

Bodentiere eignen sich zur Indikation sowohl langfristiger Prozesse und historischer menschlicher Eingriffe als auch aktueller anthropogener Umweltveränderungen im Bereich des Bodens. Stark toxische Gase (Stickstoffoxide, Chlorgase) können die Tiergemeinschaften des Bodens direkt schädigen und zu Veränderungen der Strukturparameter führen. Die Mehrzahl der Immissionen wirkt jedoch nur indirekt über die Beeinflussung biotischer und abiotischer Eigenschaften des Bodens auf die Fauna ein. Unter rauchgeschädigten Koniferenbeständen steigt das Dekompositions-Potential der Bodenfauna gewöhnlich stark an.

Abstract

Soil animals indicating anthropogenous alterations of environment

Soil animals exhibit indication of both long term processes and historical cultivation as well as nowadays alterations of the soil environment. Highly toxic gases (N-oxides, Cl) may be directly noxious to soil animal cenoses and may cause changes in structural parameters. Most of the immissions have but an indirect influence on the soil fauna. They are firstly injurious to other biotic and abiotic soil properties. The potential decomposition by animal activity usually increases in coniferous forest soils after they are demaged by industrial immission.

1. Historische Umweltveränderungen

Die vom Menschen in historischer Zeit verursachten und teilweise noch heute wirksamen Umweltveränderungen werden noch immer zu wenig untersucht, obwohl sie doch gerade geeignet sind, die Langzeitwirkung unseres heutigen Tuns begründet einzuschätzen. Ursächlich hängt dies wohl mit methodischen Problemen zusammen. Von bodenkundlicher Seite wird mit Recht darauf hingewiesen (EHWALD 1980), daß sich Aktivitäten früherer Generationen im terrestrischen Bereich am besten aus dem Langzeitgedächtnis der Böden erschließen lassen. Nicht nur ihre mineralische Grundausrüstung, sondern auch ihre während der Entwicklung der Biogeozönosen geprägten Eigenschaften, wie die Bildung von Horizonten oder Ton-Humus-Komplexen, haben eine lange Löschzeit. Die Untersuchung dieser Bodeneigenschaften ist jedoch aufwendig und das Ergebnis nicht immer eindeutig, so daß das Auffinden tierischer Leitformen für historische Umweltbeeinflussungen durchaus nicht nur akademisches Interesse hat.

In die konservative Boden-Umwelt am stärksten eingepaßt sind jene euedaphischen Bodentiere, die einerseits ihren gesamten Lebenszyklus in den Bodenhohlräumen vollbringen und andererseits zu groß und zu empfindlich sind, um in Substraten außerhalb des Bodens ein geeignetes Habitat zu finden, d. h. besonders die Kleinhöhlenbewohner (euedaphische Mikroarthropoden) des Bodens. Für sie gilt die bereits von KÜHNELT (1957) herausgestellte Hemmung des Austausches als hervorstechende Umweltqualität. Während die Vegetation und die epedaphische Tierwelt mehr oder weniger rasch und intensiv auf Änderungen der Umweltverhältnisse reagieren, können euedaphische Gruppen der Bodenfauna durchaus über ein Jahrhundert einen früheren Status konservieren.

Der Nachweis dieser Indikationseigenschaft von Mikroarthropoden ist in verschiedenen Zeitdimensionen möglich. Relativ kurzfristige Beobachtungen wurden an der Besiedlung einer Braunkohlenhalde angestellt. Hier zeigte die euedaphische Collembolen-Synusie, 14 Jahre nach der Melioration, noch immer in einem 2. Pionierstadium, die Trägheit der Bodenbildungsprozesse an, während die Vegetation bereits in ein 4. (Vorwald-)Stadium und die epedaphische Collembolen-Synusie sogar in ein entsprechendes 5. Stadium getreten waren (DUNGER 1968). Längerfristig bieten sich Vergleiche von Tiergesellschaften an, die im Boden eines relativ naturnahen Laubwaldes und eines benachbarten und auf gleichem Standort 100 Jahre zuvor gegründeten Fichtenforstes leben. Die Differenz zwischen den epedaphischen Collembolengesellschaften erwies sich als deutlich größer im Vergleich zur Differenzierung der euedaphischen Gesellschaften (DUNGER 1972). Letztere deuten noch nach 100 Jahren auf die „Laubwaldvergangenheit" des Standortes und dementsprechende Bodeneigenschaften hin.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Über noch weitere Zeiträume läßt sich diese Indikation an Standorten ermitteln, an denen alte Kulturen bereits sehr lange aufgegeben wurden. Ein südexponierter Kalkhang bei Jena, der vom 14. bis 18. Jahrhundert als Weinberg genutzt wurde, weist in der epigäischen (MÜLLER et al. 1978) wie in der epedaphischen Fauna (DUNGER, PETER & TOBISCH 1980, DUNGER & STEINMETZGER 1981) eine der heutigen Vegetation (Wirtschaftswiese, Halbtrockenrasen, Gebüschgürtel) entsprechende Gliederung auf. Ähnlich verhalten sich auch die Synusien der epedaphischen Collembolen, wogegen die euedaphischen Collembolen noch heute im Bereich des alten Weinberges eine typische, einheitlich durchgehende „Weinbergsynusie" bilden (DUNGER 1975). Diese erlaubt, auch ohne Zuhilfenahme der hier zufällig vorhandenen historischen Dokumente, die jahrhundertelange anthropogene Beeinflussung des Gebietes zu erkennen.

Von einer systematischen Nutzung dieser Leitformen bzw. Leitgesellschaften sind wir noch weit entfernt. Am gründlichsten hat GHILAROV (1965, 1978) auf die Bedeutung der Bodenfauna für die Bodendiagnostik hingewiesen.

2. Aktuelle Umweltänderungen: Immission von Gasen und Stäuben

Der Fremdstoffeintrag durch die Luft nimmt einen hohen, teilweise noch immer steigenden Stellenwert innerhalb der Arten der Umweltbelastung ein. An diesem Beispiel seien Möglichkeiten der Nutzung von Bodentieren als Leitformen für aktuelle Umweltveränderungen besprochen.

2.1. Methodische Voraussetzungen

Die Feststellung, welche Mengen gasförmiger (Industrie-, Verkehrs-) Emissionen einen Lebensort betreffen, wird über die Frage der Anwendung adäquater Meßtechnik hinaus dadurch kompliziert, daß sowohl Ausstoßzeiten und -mengen als auch Zeitanteile und Stärken der Windrichtung variieren. Eindeutiger ist der biotische Effekt erfaßbar, der sich primär in (bestimmten Arten) der Vegetation äußert. Unabhängig vom Grad der auftretenden Vegetationsschäden interessiert jedoch die Frage, ob die biotischen Prozesse im Boden-Subsystem ihrerseits von der Immission betroffen und beeinträchtigt werden. Nur in wenigen Fällen erscheint es aussichtsreich, Bodentiere über diesen funktionellen Zusammenhang hinaus als Monitor-Organismen in Anspruch zu nehmen, so z. B. dort, wo sich die Vegetation hierfür nicht eignet. In solchen Fällen ist die Beobachtung einzelner Populationen von Bodentieren angebracht; zur Beurteilung der biotischen Gesamtsituation des Bodens ist jedoch die Betrachtung eines breiteren Ausschnittes der Bodenfauna vorzuziehen.

Zur Beurteilung der dekompositorischen Prozesse im Boden bietet sich zwar primär z. B. die Bodenatmung als effektiver Parameter an; es fällt jedoch schwer, hieraus einen von der Meßtechnik unbeeinflußten Mittelwert der mikrobiotischen Aktivität zu erhalten (MÜLLER & MÜLLER 1980). Idealanforderungen an Indikatoren des biotischen Bodenzustandes wären: Eindeutige Erfaßbarkeit der aktiven Stadien, Empfindlichkeit gegenüber Noxen, Reaktionsfähigkeit auf die Bildung neuer Nischen durch günstigen Voltinismus (1–4 Generationen/Jahr), enge Korrelation zur mikrobiotischen Gesamtaktivität (z. B. durch Steuerung dieser Leistungen), Differenzierung nach Lebensformen, Ernährungstypen u. a., gute Erfaßbarkeit infolge hoher Individuendichte und eindeutiger Bezug auf den untersuchten Lebensort durch absolute Ortstreue. Diese Forderungen erfüllen am besten die Mikroarthropoden wie Collembolen und Milben (besonders Oribatiden) des Bodens, in gewissem Maße auch die Lumbriciden. Negativ auf die Brauchbarkeit dieser Gruppen als Indikatoren wirken sich die bereits erwähnte „konservative Haltung" der euedaphischen Bodentiere, weiter der oft noch nicht genügende taxonomische Erforschungsgrad dieser Gruppen (und damit die unabdingbare Mitwirkung eines Spezialisten) und die bei weitem zu geringe Kenntnis der Autökologie der einzelnen Arten wie auch der Regulationsprozesse zwischen den Populationen auf der Ebene des jeweiligen Ökosystems aus. Eine bessere Durchforschung dieser Grundlagen bietet bessere Chancen für die Verwendung von Bodentieren als wichtige Indikatoren. Noch immer ist nachteilig spürbar, daß diese Gruppen während der Phase der „Inventarisierung der Natur" vernachlässigt wurden.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

2.2. Populationen als Leitformen

Populationen einzelner Arten von Bodentieren werden selten als Indikatoren herangezogen, soweit sie im Bodenverband leben. An Bewohnern von „sols suspendus", besonders von Moos- und Flechtenpolstern, die der Immission direkt ausgesetzt sind, scheinen solche Beobachtungen aussichtsreicher. LEBRUN, WAUTHY, LEBLANC & GOOSSENS (1977, 1978) fanden, daß die Oribatide *Humerobates rostrolamellatus* gegen SO_2 toxikointolerant reagiert, wobei eine Abhängigkeit von weiteren Faktoren (Luftfeuchtigkeit) besteht. Diese Art stirbt trotz Wachstums der Flechten ab, erweist sich also als Bioindikator mit höherer Sensität. Daneben gibt es unter den Oribatiden der Flechten toxikotolerante Arten, die sich trotz der Immission vermehren, keine Reaktion zeigen bzw. nur mit Seltenwerden des Habitats zurückgehen (ANDRÉ 1977). Der Mechanismus der Schädigung ist jedoch noch immer unbekannt. Gut züchtbare Bodentiere, wie einige microphytophage Nematodenarten, können als sensitive Indikatoren gegen xenobiotische Substanzen im Labortest eingesetzt werden (KÄMPFE, GÜNTHER & NEUSCHULZ 1980). Ähnliche Bedeutung hat der von GRAFF (1957) zur biologischen Prüfung von Abwässern vorgeschlagene Regenwurmtest *(Dendrobaena subrubicunda)*. Entsprechende Immissions-Testverfahren sind auf dieser Ebene noch nicht bekannt.

Als akkumulative Indikatoren wurden Bodentiere dagegen schon mehrfach mit Erfolg herangezogen. Dies zeigt sich besonders eindrucksvoll an der Analyse der Wirkung von Verkehrsimmissionen. Untersuchungen an der Immissionszonierung an Straßenrändern ergaben, daß einige Pflanzenarten am intensivsten und schnellsten, die epigäische Fauna langsamer und die endogäischen Mikroarthropoden zunächst überhaupt nicht reagieren (LAPINJA, MELEZIS & SPUN'GIS 1980). Gleichzeitig zeigt sich, daß z. B. *Lumbricus terrestris* immittierte Stoffe im Körper anreichert, und zwar Blei 11mal, Cadmium 5,9mal, Kupfer 5,5mal und Zink 2,8mal so stark als in einer immissionsfreien Kontrolle (CZARNOWSKA & JOPKIEWICZ 1980). Im Sinne der eingangs betonten Trennung zwischen epigäisch und endogäisch aktiven Bodentieren ist hierbei zu berücksichtigen, daß *Lumbricus terrestris* stets die Nahrung von der (kontaminierten) Bodenoberfläche aufnimmt und daher auch bei Anwendung von Pestiziden mehr dieser Stoffe im Körper speichert als z. B. *Allolobophora caliginosa*, ein mehr von bodeneigenen organischen Stoffen lebender Regenwurm (DAVIS 1971).

2.3. Indikation auf der Ebene von Zoozönosen oder Okosystemen

Mit dem Heranziehen von Zoozönosen oder Ökosystem-Konnexen zur Bioindikation vergrößert sich die Aussagemöglichkeit, aber auch der Bearbeitungsaufwand. Eine *direkte* Giftwirkung auf Mitglieder der Gemeinschaften scheint hierbei nur in besonderen Fällen eine Rolle zu spielen. Solche Beispiele sind entweder von Gemeinschaften bekannt, die nicht im Bodenverband leben (corticole Microarthropoden; LEBRUN 1976), oder als Folge der Einwirkung hochtoxischer Immissionen wie Stickstoffoxide (GÓRNY 1972, 1976) oder Chlorgase (VANĚK 1967), vielleicht auch von hochkonzentrierten Schwefeloxiden. In solchen Fällen zeigen die Gemeinschaftsstrukturen gewöhnlich im 1. Stadium einer nichtletalen Intoxikation Dominanzverschiebungen und nicht selten auch ansteigende „richness". Bei Anhalten der Immission können sich die ökosystemaren Konnexe auf niederer Diversitätsstufe neu stabilisieren. Das nunmehr stärker „homogenisierte" Ökosystem wird jedoch dabei gegenüber neuen Noxen zunehmend weniger elastisch. Die Mehrzahl der immissionsbelasteten Bodenflächen wird von schwächer toxischen oder geringer konzentrierten Gasen oder Stäuben betroffen. Hier erreichen die Schadstoffe die Bodentiergemeinschaften nicht direkt, sondern

(1) über die geänderten physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens,
(2) über Änderungen der Vegetation bzw. des Bestandesabfalles,
(3) über Änderungen der mikrobiologischen Aktivität oder
(4) über neue biologische Wechselbeziehungen.

In Abb. 1 wird versucht, an einigen ausgewählten Beispielen die mögliche Wirkung von Kraftwerks-Immissionen auf den Lumbricidenbesatz zu demonstrieren. Das Standortpaar D zeigt für Lausitzer Waldböden ohne Immission charakteristische Verhältnisse (oben: Fraxino-Ulmetum, unten: Fichtenforst). Das Standortpaar C (Neißetal bei Görlitz) stand zur Untersuchungszeit (DUNGER, DUNGER, ENGELMANN & SCHNEIDER 1972) seit 60 Jahren unter dem Immissionseinfluß von nur mäßig kalkhaltiger Braunkohlen-Flugasche, der zeitweise 10 t/ha · Jahr überstieg und zu einer 20–25 cm mächtigen Bodenauflage führte. Die gasförmige Einwirkung (SO_2) verursachte in diesem Stadium noch keine Schädigung. Die aktuelle

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Produktionskraft der auf armem Rumburger Granit stockenden Forstbestände erhöhte sich sogar infolge des Flugascheneinflusses. Der Lumbricidenbestand des Arunco-Aceretums (C oben) ist durch den Flugaschenhorizont nur wenig eingeschränkt, im standortsfremden Fichtenforst dagegen einseitig und arm. Die Flugasche wirkt hier sicher nicht toxisch. Dies zeigt auch der für Laub- und Fichtenwald gleich hohe Bestand der Enchytraeiden. Als Ursache der minimalen Lumbricidendichte im Fichten-Forst kommt hier vor allem dessen Nahrungsarmut für Lumbriciden in Betracht.

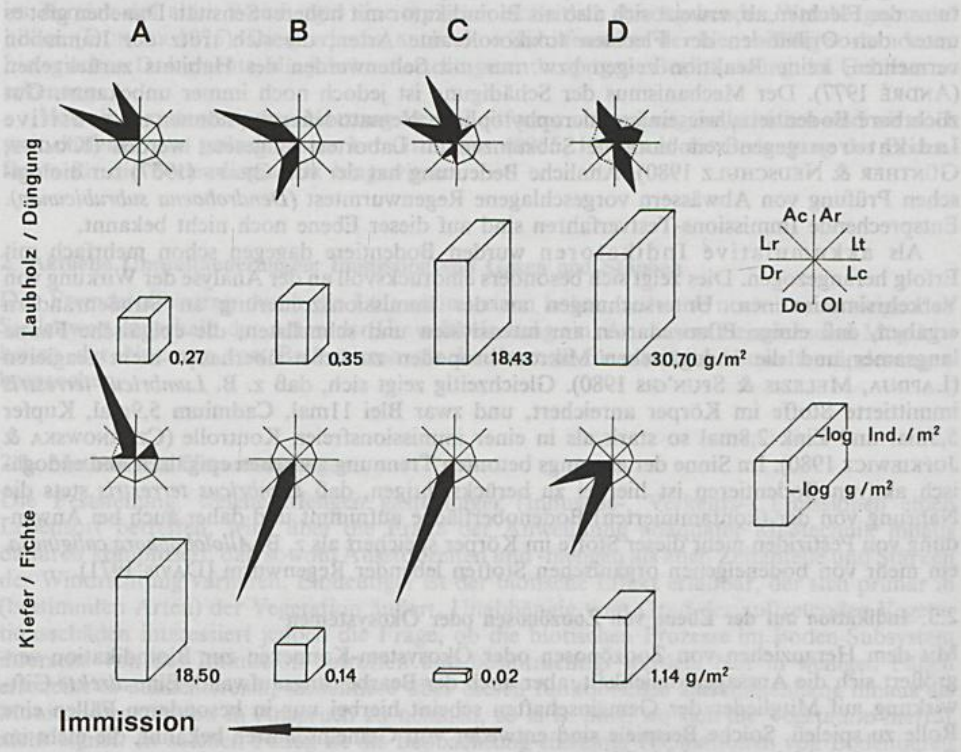

Abbildung 1. Lumbricidenbestände in Böden mit unterschiedlicher Belastung durch Immissionen aus Kohlekraftwerken.

Standort A: Schadzone Ia (Burgkemnitz, Dübener Heide), oben Buchenforst, unten stark geschädigter Kiefernforst.

Standort B: Schadzone Ib, geschädigter Kiefernforst (Jösigk, Dübener Heide), oben N-gedüngte Parzelle, unten unbehandelt.

Standort C: Flugascheneinfluß ohne aktuellen Rauchschaden (Neißetal südl. Görlitz), oben Arunco-Aceretum, unten Fichtenforst.

Standorte D: Ohne meßbare Immission (Oberlausitz), oben Fraxino-Ulmetum, unten Fichtenforst 40jährig.

Nach Werten von DUNGER & ENGELMANN (1969) (A und B), DUNGER et al. (1972) (C), DUNGER (1968 und 1979) (D).

Artenbezeichnungen:

A	c	*Allolobophora caliginosa*	L	c	*Lumbricus castaneus*
A	r	*Allolobophora rosea*	O	l	*Octolasium lacteum*
L	t	*Lumbricus terrestris*	D	o	*Dendrobaena octaedra*
L	r	*Lumbricus rubellus*	D	r	*Dendrobaena rubida*

Die Untersuchungen der Standortpaare A und B haben orientierenden Charakter und bedürfen der Vertiefung. Sie kennzeichnen die Lumbricidenbestände in Forstflächen der Dübener Heide, und zwar im Stadium der sehr starken (Standortpaar A) bzw. der starken Schädigung (Standortpaar B) durch SO_2. Bedeutsam ist hier eine Bestandesveränderung durch

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

die Kombination von 2 Immissions-Faktoren. Einerseits schädigt SO_2 die Kiefer und verursacht damit eine Auflichtung des Kronenschlusses. Andererseits ruft die Flugasche eine Aufkalkung hervor, die zu einer pH-Verschiebung von 3,5 auf etwa 7 führt. Bereits am weniger geschädigten Standort B zeigte sich der Beginn tiefgreifender Änderungen:

(1) In der Kraut- und Strauchschicht treten neue Pflanzenarten z. T. deckend auf *(Fragaria, Melampyrum, Taraxacum, Rhamnus, Sorbus, Sambucus).*
(2) Die Fruktifikationsdichte der Mykorrhiza-Pilze nimmt stark ab (DÖRFELT & BRAUN 1980).
(3) Die eumyzetische Rohhumusdecke lockert sich auf und nimmt an Mächtigkeit ab; der Anteil an mildem, gesättigtem Humus wächst. Im ganzen vollzieht sich also ein Wechsel in Richtung der Mull-Humusbildung mit hohem bakteriellen Anteil (FEILER 1970).
(4) Der Nematodenbesatz zeigt eine Umschichtung durch Zurücktreten der Semiparasiten und Zunahme der sapro- und euryphagen, besonders der bacteriophagen Arten (BASSUS 1968).
(5) Die im Rohhumus normalerweise dominierenden mycetophagen Kleinarthropoden sind hier schwächer vertreten (DUNGER & ENGELMANN 1969).
(6) Auch an der epedaphischen Fauna, insbesondere den bodenlebenden Käfern, läßt sich der Einfluß der Standortumprägung mehr oder weniger deutlich ablesen (TIETZE 1980, FEILER 1970).

Die Prozesse kommen bereits in Gang, ohne daß eine Änderung des Lumbricidenbestandes etwa auslösend mitbeteiligt wäre, wie der Kiefernstandort B (unten) ausweist. Eine zusätzliche N-Düngung (Ammoniak) intensiviert das Aufkommen der Krautschicht in einer benachbarten Bestandesfläche und schafft Voraussetzungen für das Hinzutreten von *Lumbricus rubellus* (Standort B oben). Völlig andere Verhältnisse zeigen sich erst im Stadium der sehr intensiven Schädigung des Kiefernforstes (Standort A unten). Erst hier kann ein humusdynamisch wirkungsvoller Lumbricidenbesatz festgestellt werden, sowohl unter dem Blickwinkel der Biomasse als auch des hohen Anteiles von Mineralbodenformen *(Allolobophora caliginosa).* Erst das Hinzutreten dieser Arten sichert die Durchmischung des Auflagenhumus mit dem Mineralboden und damit die Bildung eines echten Mull-Humustyps. Ein angrenzender Buchenbestand, der gleicher Immission unterliegt (Standort A oben) erlaubt die Schlußfolgerung, daß der für beide A-Flächen gleiche Ca-Einfluß für die Entwicklung dieser Lumbriciden im Schadgebiet mindestens nicht allein ausschlaggebend ist. Da sich der Kronenschluß des Buchenbestandes trotz der hohen Immission praktisch nicht geändert hat und damit lichtbedürftige Kräuter als Produzenten gut zersetzlicher Streuanteile nicht aufkommen, erfährt der schwache Lumbricidenbestand des Buchenwald-Moders praktisch keine Änderung.

Dieses Beispiel zeigt einige Möglichkeiten der Nutzung von produktionsbiologisch dominanten Arten der Bodenfauna als Leitformen für aktuelle bodenbiologische Prozesse. Sie sind auf der Grundlage einer relativ wenig aufwendigen pedozoologischen Felddiagnose (DUNGER 1968) durchführbar. Daneben hat aber auch die Analyse einiger Ausschnitte des Bestandes der euedaphischen Kleinhöhlenbewohner (durch den Spezialisten und mit hohem Arbeitsaufwand) Berechtigung und Bedeutung für die Suche nach Leitformen bzw. Leitgesellschaften zur Indikation anthropogener Beeinflussung. Bei solchen Untersuchungen stößt man, wie eingangs betont, besonders im Bereich der rezedenten Arten immer wieder auf die Tatsache, daß die echte Bodenfauna – so wie das umgebende Bodenmilieu – ein Langzeitgedächtnis hat. Es ist ein bislang weltweit noch offener Wunsch, daß Vorlaufforschung und praktische Arbeitskapazität der Bodenzoologen in nicht zu ferner Zeit erlauben, die bereits heute absehbaren Möglichkeiten zur Kontrolle von Tieren des Bodens als Leitformen für anthropogene Veränderungen auch praktisch zu nutzen.

3. Zusammenfassung

Langfristige und historische Umweltveränderungen durch den Menschen können aus dem „Langzeitgedächtnis" der endogäisch lebenden Bodentiere noch nach über 100 Jahren abgelesen werden. Die Grundlage hierfür bildet die lange Löschzeit einiger charakteristischer Bodeneigenschaften und die Hemmung des Austausches in den Kleinhöhlen des Bodens, die diesen Gruppen als Lebensraum genügen.

Die Indikation aktueller anthropogener Umweltveränderungen wird am Beispiel der Reaktion von Bodentieren auf Industrie- und Verkehrs-Immissionen dargelegt. Einzelne

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Populationen von Bodentieren haben bisher nur in wenigen Fällen ihre Eignung als sensitive Indikatoren erwiesen. Als akkumulative Indikatoren kommen dagegen vor allem Lumbriciden und andere relativ großkörperige Arten der Bodenfauna in Betracht.

Polytypische Populationen, Zoozönosen und Ökosystem-Konnexe bieten eine breitere Basis der Bioindikation. Unmittelbar auf endogäisch lebende Tiergemeinschaften wirkende Schäden üben offenbar nur hochtoxische Gase wie Stickstoffoxide oder Chlorgase aus. Die Mehrzahl der Industrie-Immissionen beeinflussen im wesentlichen die Bodentiergemeinschaft über Änderungen der Vegetation, der Bodeneigenschaften oder der biotischen Wechselbeziehungen. Als Beispiel wird das Verhalten von Lumbriciden näher dargestellt. Selbst bis zu 25 cm hohe Flugaschen-Auflagen unter nicht geschädigten Forstbeständen beeinträchtigen die Aktivität der Regenwürmer nicht deutlich. In Kiefernwäldern mit starkem Rauchschaden bewirkt das Zusammenwirken von Bestandesauflichtung und Aufkalkung des Rohhumus eine grundsätzliche Änderung der bodenbiologischen Dynamik. Die Lumbriciden, besonders die für die Bodendurchmischung wichtigen Mineralbodenformen, besiedeln solche Standorte erst nach Ausbildung einer starken Kraut- und Strauchschicht, dann aber in hoher Siedlungsdichte. In geschädigten Koniferenbeständen erhöht sich somit gewöhnlich die Dekompositionsleistung und besonders der Anteil der Bodentiere wesentlich im Vergleich zu einem normalen Nadelwaldboden. Diese Prozesse und die Nutzung von Bodentieren zu ihrer Indikation bedürfen jedoch noch weiterer Klärung.

Literatur

André, H. (1977): Introduction à l'etude écologique des communautés de microarthropodes corticoles soumises à la pollution atmosphérique. II. Recherche de bioindicateurs et d'indices biologiques de pollution. – Ann. Soc. r. Zool. Belg. **106**, 211–224.

Bassus, W. (1968): Über Wirkungen von Industrieexhalaten auf den Nematodenbesatz im Boden von Kiefernwäldern. – Pedobiologia (Jena) **8**, 289–295.

Czarnowska, K. & K. Jopkiewicz (1980): Earthworms as bioindicators of heavy metals contamination of soils in urban Warsaw area, in: Bioindikation **3**, M.-L.-Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beitr. 1980/20 (P 10), 69–74.

Davis, B. N. K. (1971): Laboratory studies on the uptake of dieldrin and DDT by earthworms. – Soil Biol. Biochem. **3**, 221–233.

Dörfelt, H. & U. Braun (1980): Untersuchungen zur Bioindikation durch Pilze in der Dübener Heide (DDR), in: Bioindikation **4**, M.-L.-Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beitr. 1980/27 (P 11), 15–20.

Dunger, W. (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. Ein Beitrag zur pedozoologischen Standortdiagnose. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **43**, 2, 1–256.

– & H.-D. Engelmann (1969): Zur Bedeutung bodenzoologischer Untersuchungen im Rauchschadgebiet Dübener Heide. – Mskr. unpubl.

– I. Dunger, H.-D. Engelmann & R. Schneider (1972): Untersuchungen zur Langzeitwirkung von Industrie-Emissionen auf Böden, Vegetation und Bodenfauna des Neißetales bei Ostritz/Oberlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **47**, 3, 1–40.

– (1972): Systematische und ökologische Studien an der Apterygotenfauna des Neißetales bei Ostritz/Oberlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **47**, 4, 1–42.

– (1975): On the delimination of soil microarthropod coenoses in time and space, in: Vaněk (ed.), Progress in Soil Zoology, Acadamia Prague, 43–49.

– (1979): Bodenzoologische Untersuchungen an rekultivierten Kippböden der Niederlausitz. – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **52**, 11, 1–20.

–, H.-U. Peter & S. Tobisch (1980): Eine Rasen-Wald-Catena im Leutratal bei Jena als pedozoologisches Untersuchungsgebiet und ihre Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae). – Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz **53**, 2, 1–78.

– & K. Steinmetzger (1981): Ökologische Untersuchungen an Diplopoda einer Rasen-Wald-Catena im Thüringer Kalkgebiet. – Zool. Jb. (Syst.), **108**, 519—553.

Ehwald, E. (1980): Veränderlichkeit der Umweltkomponenten unter der Einwirkung von Naturfaktoren und der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung. – Sitzungsber. Akad. Wiss. DDR Berlin, im Druck.

Feiler, A. (1970): Untersuchungen über die Bodenfauna rauchgeschädigter Fichten- und Kiefernbestände am Beispiel des Elbsandsteingebietes und der Dübener Heide. – Diss. Techn. Univ. Dresden.

Ghilarov, M. S. (1965): Zoologičeskij metod diagnostikii počv. (Zoologische Methoden der Bodendiagnostik). – 1. Aufl. Moskau (Nauka).

– (1978): Bodenwirbellose als Indikatoren des Bodenhaushaltes und von bodenbildenden Prozessen. – Pedobiologia (Jena) **18**, 300–309.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

GÓRNY, M. (1972): Badania zoocenologiczne gleb borów sosnowych w sasiedztwie zakładów azotowych w Puławach. (Zoozönologische Untersuchungen von Kiefernwaldböden in der Nähe der Stickstoffwerke von Puławy.) – Materiały z XIX Zjazdu Neukowego Pol. Tow. Gleboznawczego, Puławy, 216–218.
– (1976): Einige pedo-ökologische Probleme der Wirkung von industriellen Immissionen auf Waldstandorte. – Pedobiologia (Jena) **16**, 27–35.
GRAFF, O. (1957): Regenwurmtest zur biologischen Prüfung von Abwässern. – Wasser u. Nahrung (Düsseldorf) 4/1956–1957, 3–7.
KÜHNELT, W. (1957): Die Tierwelt der Landböden in ökologischer Betrachtung. – Verh. Deutsch. Zool. Ges. Graz 1957, 39–103.
KÄMPFE, L., B. GÜNTHER & N. NEUSCHULZ (1980): Reaktionen freilebender Nematoden auf xenobiotische Substanzen, in: Bioindikation **3**, M.-L.-Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beitr. 1980/20 (P 10), 61–68.
LAPINJA, I. M., V. P. MELEZIS & V. V. SPUN'GIS (1980): Issledovanie počvennych mikroarthropod u avtomagistralej Latvijnskoj SSR. (Untersuchungen der Mikroarthropoden an Straßen der Lettischen Soz. Sowjetrepublik), in: Zagrjaznenie prirodnoj sredy bybrosami avtotransporta (Kontamination der natürlichen Umgebung durch Emissionen des Straßenverkehrs). Akad. Nauk. Latv. SSR., Riga, Zinatne, 51–79.
LEBRUN, Ph. (1976): Effets écologiques de la pollution atmosphérique sur les populations et communautés de microarthropodes corticoles (Acariens, Collemboles et Ptérygotes). – Bull. Ecol. (Paris) **7**, 417–430.
–, G. WAUTHY, CH. LEBLANC & M. GOOSSENS (1977): Tests écologiques de toxitolérance au SO_2 sur l'Oribate corticole Humerobates rostrolamellatus (Grandjean 1936) (Acari: Oribatei). – Ann. Soc. r. Zool. Belg. **106**, 103–200.
–, J. M. JACQUES, M. GOOSSENS & G. WAUTHY (1978): The effect of interaction between the concentration of SO_2 and the relative humidity of air on the survival of the bark-living bioindicator mite *Humerobates rostrolamellatus*. – Water, Air and Soil Pollution (Dordrecht) **10**, 269–275.
MÜLLER, G. & G. MÜLLER jun. (1980): Die Bodenatmung als Indikator, in: Bioindikation **1**, M.-L.-Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beitr. 1980/24 (P 8), 52–62.
MÜLLER, H. J., R. BÄHRMANN, W. HEINRICH, R. MARSTALLER, G. SCHÄLLER & W. WITSACK (1978): Zur Strukturanalyse der epigäischen Arthropodenfauna einer Rasen-Katena durch Kescherfänge. – Zool. Jb. Syst. **105**, 258–334.
TIETZE, F. (1980): Änderung der Faunenstruktur in unterschiedlich immissionsbelasteten Zootopen der Dübener Heide am Beispiel ausgewählter Arthropoden, in: Bioindikation **5**, M.-L.-Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beitr. 1980/28 (P 12), 34–43.
VANĚK, J. (1967): Industrieexhalate und Moosmilbengesellschaften in Nordböhmen, in: GRAFF & SATCHELL (eds), Progress in Soil Biology, Braunschweig (Vieweg) und Amsterdam (North-Holland Publ. Comp.), 331–339.

Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. habil. Wolfram Dunger, Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz – Forschungsstelle –, DDR-8900 Görlitz, Am Museum 1.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: BH_26

Autor(en)/Author(s): Dunger Wolfram

Artikel/Article: Die Tiere des Bodens als Leitformen dür anthropogene Umweltveränderungen 151-157