

Metabiotische Steuerung der Diversität im System Bodenbiozönose/Humusform

von

U. Graefe*

Im Gegensatz zu vielen Prozessen der Bodentypengese, wie Verbraunung, Tonverlagerung, Podsolierung, Versalzung, auf die Organismen nur geringen Einfluß haben, werden Prozesse der Humusformengese, z.B. Streuanlieferung, Streuzerkleinerung, Durchmischung, Humifizierung und Mineralisierung, überwiegend durch die Tätigkeit von Organismen gesteuert. Die Unterschiede in der räumlichen und zeitlichen Ausdehnung der Prozesse führen zu einer weitgehend unabhängigen Musterbildung: einerseits kann der gleiche Bodentyp verschiedene Humusformen aufweisen, andererseits kommt die gleiche Humusform bei sehr unterschiedlichen Bodentypen vor. Entsprechend manifestiert sich die Bindung zwischen Bodenorganismen und Böden nicht auf der Ebene der Bodentypen, sondern auf der Ebene der Humusformen (vgl. DUNGER 1998).

Die Humusform ist definiert als typische Kombination verschiedener Humushorizonte. Humushorizonte entstehen durch die Tätigkeit von Organismen und bilden zugleich den Lebensraum für Organismen. Die Beziehung zwischen Organismen, die einen Humushorizont erzeugen, und anderen, die darin leben, läßt sich als metabiotische Abhängigkeit auffassen. In der älteren Literatur wird der Begriff Metabiose für Bisysteme verwendet und als Verhältnis zweier Arten beschrieben, bei dem die eine Art der ihr zeitlich folgenden anderen die Lebensbedingungen schafft (SCHAEFER & TISCHLER 1983). Nach WAID (1997, 1999), der den Begriff auf Mehrartensysteme erweiterte, ist die Metabiose eine Form der ökologischen Abhängigkeit, in der ein Organismus oder eine funktionelle Gruppe von Organismen die Umwelt verändern muß, bevor ein anderer Organismus oder eine funktionelle Gruppe von Organismen in der Lage ist, darin zu leben und sich zu entwickeln. In dieser Definition eignet sich der Metabiosebegriff auch für komplexere Systeme, wie sie Bodenbiozönose und Humusform darstellen. Die biozönotische Abhängigkeit resultiert aus der indirekten oder zeitlich entkoppelten Interaktion, die über Habitatveränderungen stattfindet.

Metabiosis is a form of ecological dependence in which one organism or a functional group of organisms must modify the environment before the second organism or a functional group of organisms is able to live or thrive in it.

J. S. WAID, 1997

Organismen, die metabiotische Veränderungen der Umwelt auslösen, werden Metabionten genannt (WAID 1997). Strenggenommen verändern zwar alle lebenden Organismen ihre Umwelt, sie tun das aber in sehr unterschiedlich dimensionierten räumlichen und zeitlichen Einflusssphären. Für das System Bodenbiozönose/Humusform läßt sich eine Hierarchie aufstellen. Metabionten 1. Ordnung sind die Pflanzen, die mit ihrem Bestandesabfall das Ausgangssubstrat der Humusform erzeugen. Von der Streuqualität hängt ab, wie schnell die Zersetzung erfolgt und welche Bodenorganismen sich daran beteiligen. Metabionten 2. Ordnung sind Bodenwühler, die organische Substanz in den Boden einmischen. Von ihrer Aktivität hängt u.a. die Tiefenverteilung der biologischen Prozesse im Boden ab. Auf Ackerböden betätigt sich auch der Mensch als Metabiont 2. Ordnung. Streuzerkleinernde aber nicht einmischende Organismen gehören zu den Metabionten 3. Ordnung. In dieser Hierarchie sind die höherrangigen Metabionten jeweils die Ordner, die die Zusammensetzung und Aktivität der untergeordneten Metabionten steuern.

Einen allgemeinen Rahmen für die Gliederung von Humusformen haben GRAEFE & BELOTTI (1999) vorgeschlagen. Dieser Vorschlag, der die metabiotische Steuerung durch Organismen berücksichtigt, orientiert sich an diagnostischen Humushorizonten und ist auch für landwirtschaftlich genutzte Standorte anwendbar. Tab. 1 zeigt den Gliederungsvorschlag in der englischen Version.

* IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 62, D-22337 Hamburg
e-mail: ifab.hamburg@t-online.de

Tabelle 1: Übersicht der Humusformen (verändert nach GRAEFE & BELOTTI 1999).

	Mull humus forms			Moder humus forms		
Aeromorphic humus forms	A-Mull	L-Mull	F-Mull	A-Moder	H-Moder	F-Moder
Aerohydromorphic humus forms	A-Hydromull	L-Hydromull	F-Hydromull	A-Hydromoder	H-Hydromoder	F-Hydromoder
Hydromorphic humus forms	Anmoor		Saprimoor	Mesimoor		Fibrimoor

Tabelle 2: Entsprechung von Zersetzergesellschaftstypen (nach GRAEFE 1993, 1998) und Humusformen (nach GRAEFE & BELOTTI 1999).

	Mull humus forms		Moder humus forms
	Lumbricetalia		Cognettietalia
Aeromorphic humus forms	Lumbricion		Achaeto-Cognettion Achaeto-Cognettietum
	Fridericio-Lumbricetum	Stercuto-Lumbricetum	
	Enchytraeion		
	Fridericio-Enchytraeetum	Buchholzio-Enchytraeetum	
Aerohydromorphic and hydromorphic humus forms	Eiseniellion		Cognettion sphagnetorum
	Eisenielletum	Octolasietum tyrtaei	Cognettietum sphagnetorum

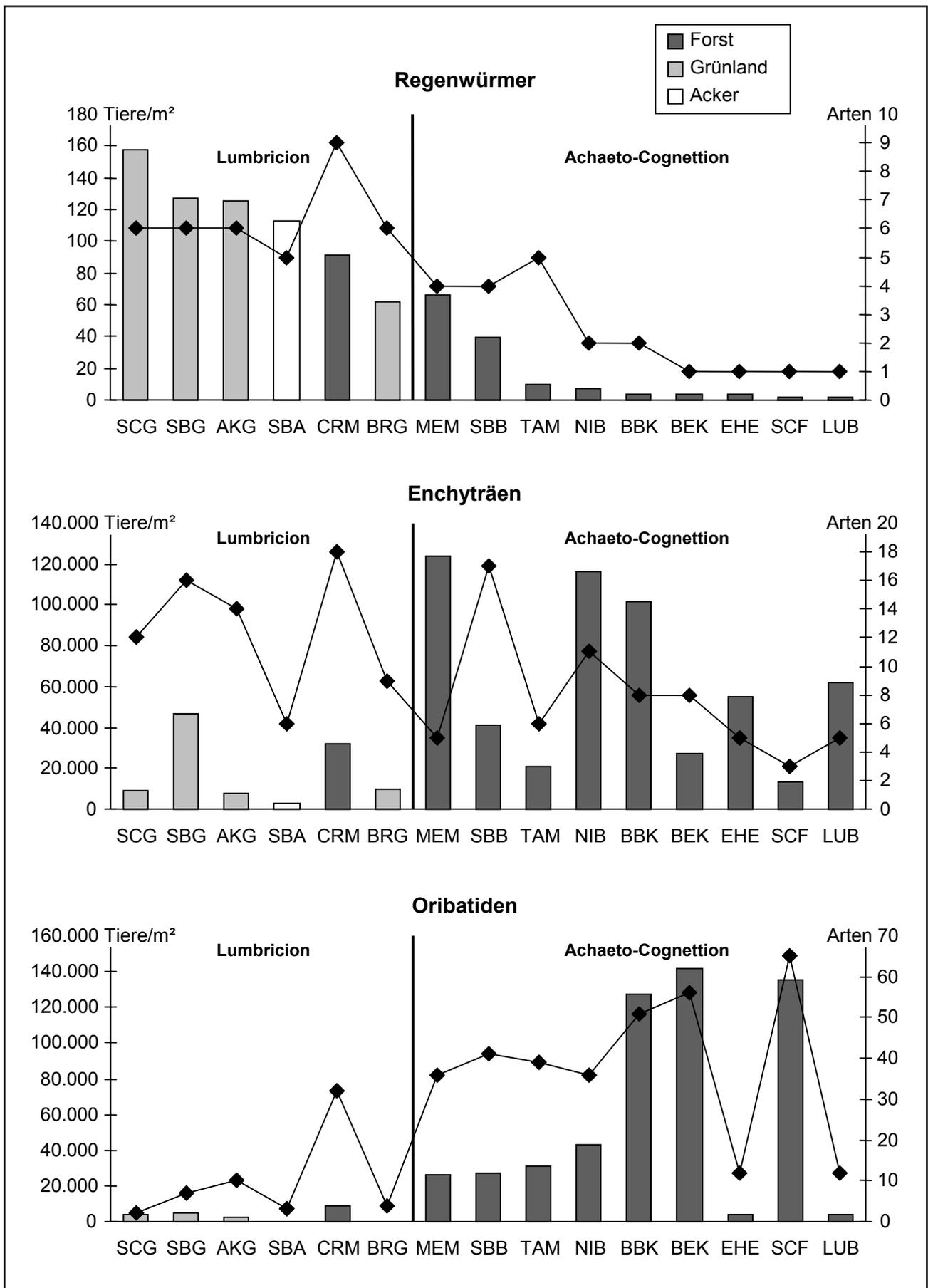


Abbildung 1: Siedlungsdichten (Balken) und Artenzahlen (Linien) der Regenwürmer, Enchyträen und Oribatiden an 15 Standorten des UBA-Vorhabens „Bodenbiologische Bodengüte-Klassen“ nach Daten aus RÖMBKE et al. (2000).

Die Zweiteilung auf der obersten systematischen Ebene in Mull-Humusformen und Moder-Humusformen folgt dem entscheidenden Kriterium, ob Bodenwühler (Metabionten 2. Ordnung) vorkommen oder fehlen. Von dieser Alternative hängt ab, ob sich ein turbativ geprägter Ah-Horizont entwickelt oder ein Oh-Horizont. Wichtige Bodenwühler sind im gemäßigten Klimabereich vor allem anecische und endogäische Regenwurmarten. Mit ihnen vergesellschaftet leben viele mineralbodenbewohnende Arten der Mesofauna, die regelmäßig fehlen, wenn diese Regenwurmarten nicht vorkommen. Auf der biozönotischen Seite entsprechen den Humusformen Mull und Moder die Zersetzergesellschaftstypen Lumbricetalia und Cognettietalia (Tab. 2).

Es gibt relativ wenige Untersuchungen, die den Vergleich von mehreren Gruppen der Makrofauna und der Mesofauna an einer größeren Zahl von Standorten ermöglichen. Eine ist kürzlich von RÖMBKE et al. (2000) im Rahmen des UBA-Vorhabens „Bodenbiologische Bodengüte-Klassen“ durchgeführt worden. An 15 Standorten unterschiedlicher Nutzung (10 Wald, 4 Grünland, 1 Acker) wurden Nematoden, Oribatiden, Raubmilben, Enchyträen, Regenwürmer, Isopoden, Diplopoden und Chilopoden erfaßt. Abbildung 1 enthält eine von mir vorgenommene Gegenüberstellung der 15 Standorte auf der Grundlage der veröffentlichten Daten. Ausgewählt wurden drei Tiergruppen, Regenwürmer, Enchyträen und Oribatiden, sowie zwei Parameter, die Siedlungsdichte und die Artenzahl. Die Sortierung der Standorte erfolgte, anders als im Originalbericht, nicht nach Nutzungstypen, sondern nach der Artenzusammensetzung. Als erstes Sortiermerkmal diente das Vorkommen höherrangiger Metabionten, also endogäischer oder anecischer Regenwurmarten, und als zweites die Gesamtabundanz der Regenwürmer.

Die Analyse der Artenzusammensetzung ergibt, daß sich die Standorte auf zwei Zersetzergesellschaftstypen verteilen. Das Lumbricion, gekennzeichnet durch das Vorkommen endogäischer und anecischer Regenwurmarten, ist an allen 4 Grünlandstandorten ausgebildet, aber auch auf dem Acker und an einem Waldstandort. An den 9 anderen Waldstandorten ist ein Achaeto-Cognettion entwickelt. Während die Artenzahlen bei den Regenwürmern und Oribatiden parallel zur Siedlungsdichte abnehmen, ist das Bild bei den Enchyträen uneinheitlich. Im Lumbricion besteht die Tendenz zu hohen Artenzahlen und niedrigen Siedlungsdichten, im Achaeto-Cognettion verhält es sich eher umgekehrt. Deutlich zeigt sich der Antagonismus zwischen Makrofauna und Mesofauna bei den Regenwürmern einerseits, den Enchyträen und Oribatiden andererseits.

In der Gegenüberstellung wird die Problematik sichtbar, wenn man in der Bodenbiologie mit der Diversität argumentieren will. Die Schwierigkeit besteht darin, daß die taxonomische Diversität nur für einzelne Gruppen feststellbar ist, nicht aber für die Bodenbiozönose als Ganzes. Die Diversität einer einzelnen Gruppe ist jedoch keine unabhängige Größe, sondern wird von der Aktivität der anderen Organismen im Boden beeinflusst. Eine hohe Diversität der Oribatiden z.B. steht im Zusammenhang mit der geringen Diversität der Regenwürmer und umgekehrt. Dabei erfolgt die Steuerung metabiotisch über die Ausformung der Humushorizonte. Für die Auswahl von Indikatorgruppen zur Charakterisierung des Systemzustands ist die metabiotische Rangordnung von ausschlaggebender Bedeutung.

Literatur

- DUNGER, W. (1998): Die Bindung zwischen Bodenorganismen und Böden und die biologische Beurteilung von Böden. Bodenschutz 3: 62-68.
- GRAEFE, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 69: 95-98.
- GRAEFE, U. (1998): Annelidenzönosen nasser Böden und ihre Einordnung in Zersetzergesellschaften. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 88: 109-112.
- GRAEFE, U., BELOTTI, E. (1999): Strukturmerkmale der Bodenbiozönose als Grundlage für ein natürliches System der Humusformen. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 89: 181-184.
- RÖMBKE, J., DREHER, P., BECK, L., HAMMEL, W., HUND, K., KNOCH, H., KÖRDEL, W., KRATZ, W., MOSER, T., PIEPER, S., RUF, A., SPELDA, J., WOAS, S. (2000): Bodenbiologische Bodengüte-Klassen. UBA-Texte 6/00, 276 S.
- SCHAEFER, M., TISCHLER, W. (1983): Wörterbücher der Biologie, Ökologie. 2. Aufl. Fischer, Jena.
- WAID, J. S. (1997): Metabiotic interactions in plant litter systems. In: CADISCH, G., GILLER, K. E. (Eds), Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition. CAB International, Wallingford, pp. 145-153.
- WAID, J. S. (1999): Does soil biodiversity depend upon metabiotic activity and influences? Applied Soil Ecology 13: 151-158.