

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

REFERATE

Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft

„Nachhaltige Bodennutzung im 3. Jahrtausend“

04. bis 12. September 1999 in Hannover

Band 91

Heft 2

1999

Die Empfindlichkeit von Bodenbiozöosen gegenüber Änderungen der Bodennutzung

von

GRAEFE, U.

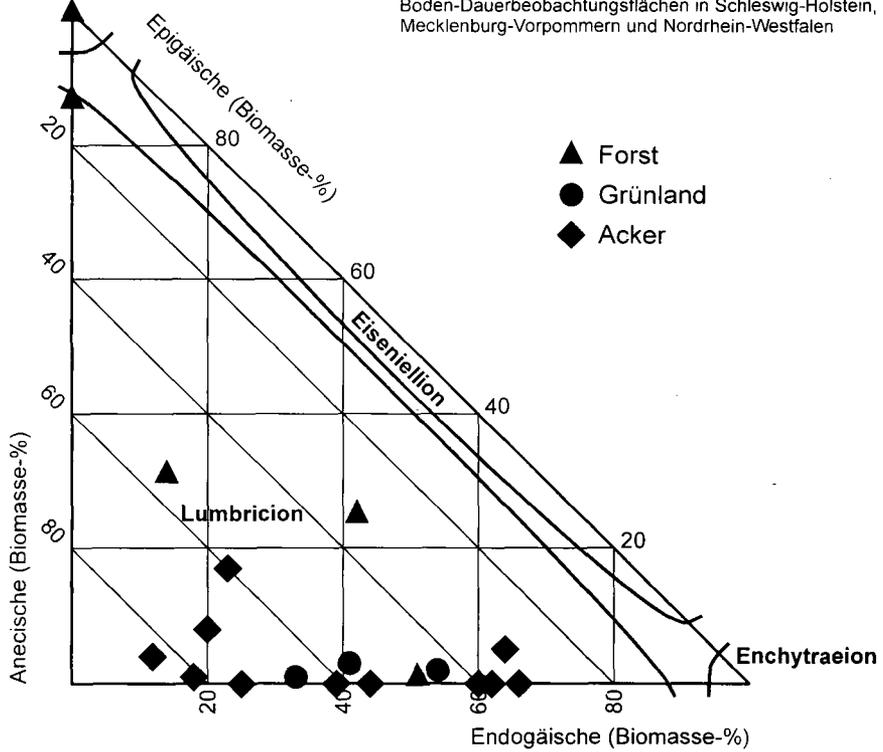
Wie Bodenbiozöosen auf Änderungen der Bodennutzung reagieren, kann nur selten im direkten Vorher-Nachher-Vergleich beobachtet werden. Meistens wird der Raum-für-Zeit-Ansatz angewendet, d.h. vergleichbare Flächen verschiedener Nutzung werden gleichzeitig betrachtet. Wir wollen diesen Ansatz noch etwas erweitern und auch Standorte unterschiedlicher Nutzung vergleichen, die zur gleichen Bodenform gehören, also einer vergleichbaren Bodenbildungsdynamik unterworfen waren. Es ist davon auszugehen, daß innerhalb einer Region Böden der gleichen Bodenform während ihrer Entstehung eine ähnliche Bodenbiozönose gehabt haben. Wir gehen außerdem davon aus, daß sich Bodenbiozöosen auf der Ebene der Lebensgemeinschaft typisieren lassen, auch wenn man die Artenzusammensetzung nicht vollständig erfassen kann. Die Bodenbiozönose erscheint uns heute als ein System, in dem die Organismen auf unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen operieren, so daß insgesamt eine enkaptisch geschachtelte, hierarchische Organisation resultiert (WEIDEMANN 1997). Dieses bedeutet in der Konsequenz, daß die jeweiligen Ausprägungen des Systems Rückschlüsse auf Eigenschaften der darin eingeschlossenen Untersysteme gestatten. Für die hierarchische Gliederung gibt es mehrere Vorschläge, z.B. die Einteilung in ein makrotrophisches, mesotrophisches und mikrotrophisches System (HEAL & DIGHTON 1985). Zum Makrosystem gehören Pflanzenreste und bodenwühlende Tiere, das Mesosystem setzt sich aus Pilzen, Kleinarthropoden und Enchytraen zusammen, dem Mikrosystem gehören Bakterien und Protozoen an (vgl. KOEHLER 1999).

Die Typisierung der gesamten Lebensgemeinschaft geschieht zweckmäßigerweise durch eine Kombination von Indikatorgruppen, die verschiedene Systemebenen repräsentieren. Weil in genesteten Systemen die höhere Ebene einen steuernden Einfluß auf die untere Ebene ausübt, muß dabei das Makrosystem vorrangig vor dem Meso- und dem Mikrosystem berücksichtigt werden. Unumstritten ist die Rolle der Regenwürmer, die das Makrosystem vertreten. Als Repräsentanten des Mesosystems haben sich vor allem die Enchytraen (Kleingelwürmer) bewährt, die außerdem den Vorteil haben, zur Bodenlösungsfauuna zu gehören und insofern auch zu dem Milieu des Mikrosystems, den wassergefüllten Poren und Wasserfilmen, sehr enge Beziehungen aufzuweisen. Übersichten typischer Bodenbiozöosen, soweit sie durch charakteristische Artenkombinationen der Regenwürmer und Kleingelwürmer belegbar sind, finden sich bei GRAEFE (1993a, 1998). Die hierarchische Gliederung erfolgte in Analogie zum System der Pflanzengesellschaften. Der in diesem Zusammenhang verwendete Ausdruck „Zersetzergesellschaft“ verweist auf die ökosystemare Funktion der Bodenbiozönose als Gegenpart zu den Primärproduzenten.

Die unterschiedlichen Typen der Bodenbiozönose können auf einem Dreieckdiagramm auch graphisch dargestellt werden (Abb. 1 und 2). Das Lebensformtypen-Diagramm der Regenwürmer ist wie ein Bodenartendiagramm aufgebaut. Den Rahmen bilden die prozentualen Anteile der drei Lebensformtypen an der gesamten Regenwurmbiomasse eines Standorts. Eingetragen sind die in Mitteleuropa dominierenden Zersetzergesellschaftstypen auf der Ebene des Verbands. Den größten Bereich nimmt das *Lumbricion* ein. Epigäische, endogäische und anecische (tiefgrabende) Regenwürmer kommen in unterschiedlichen Anteilen zusammen vor. Das *Eiseniellion* ist die Zersetzergesellschaft nasser Standorte. Zu seinen Kennzeichen gehört das Fehlen tiefgrabender Regenwurmart. Im *Achaetocognettion* an stark sauren Standorten kommen auch die endogäischen Regenwürmer nicht mehr vor. Schließlich kennen wir Standorte, die nur von endogäischen Arten besiedelt sind. Häufig handelt es sich um mechanisch gestörte, mehr oder weniger nährstoffangereicherte Böden. Die darin lebende Artengemeinschaft wird zum *Enchytraeion* gestellt.

* IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 62, D-22337 Hamburg

Achaeto-Cognettion



Damit haben wir eine Grundlage, um Bodenbiozöosen verschiedener Standorte und Nutzungsformen zu vergleichen. Eine Datenbasis hierfür liefern die Ergebnisse bodenzoologischer Untersuchungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen, die in den Ländern Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt wurden (GRAEFE et al. 1998). Abbildung 1 zeigt ein Diagramm, auf dem nur Standorte mit lehmigen Substraten eingetragen sind. Es handelt sich überwiegend um schleswig-holsteinische Flächen auf Parabraunerden und Pseudogleyen aus Geschiebelehm. Da die forstliche Nutzung in diesem Datensatz unterrepräsentiert ist, wurden zusätzlich noch vier Forstflächen aus Nordrhein-Westfalen eingetragen. Hierbei handelt es sich um Böden (Terra fusca und Braunerde) aus Kalkverwitterungslehm bzw. Schiefergebirgslehm.

Die Darstellung zeigt, daß sich die Bereiche der drei Nutzungsformen im Lumbricion überlappen. Eine Nutzungsänderung hat demnach an Lehmstandorten auf die Artenzusammensetzung nur geringe Auswirkung. Natürlich fehlen auf dem Acker die typischen Streubewohner des Waldes. Insofern ist die Aussage zu relativieren. Aber sie gilt für die Fauna des Mineralbodens, nicht nur für Regenwürmer sondern auch für Enchyträen. Ähnliches ist auch für andere Tiergruppen schon festgestellt worden, z.B. für Collembolen (LARINK 1995) und für Nematoden (DE GOEDE & BONGERS 1994). Man wird wohl annehmen können, daß sich auch Mikroorganismen nicht grundsätzlich anders verhalten. Offenbar reagieren Bodenorganismen auf Nutzungsänderungen nicht direkt. Sie reagieren auf die veränderten Prozesse und daraus resultierende Boden Zustandsänderungen. Landwirtschaftliche Nutzung ist meistens mit einer Kompensation der Bodenversauerung durch Kalkung und Düngung verbunden. Wie weit unter Wald die Bodenversauerung fortschreitet, hängt von der Höhe des Säureeintrags und von der Pufferkapazität des Bodens ab. Der schlecht gepufferte Standort auf Schiefergebirgslehm (an der Spitze des Diagramms) beherbergt eine artarme Zersetzer-gesellschaft. Diesem Zustand nahe ist auch

Achaeto-Cognettion

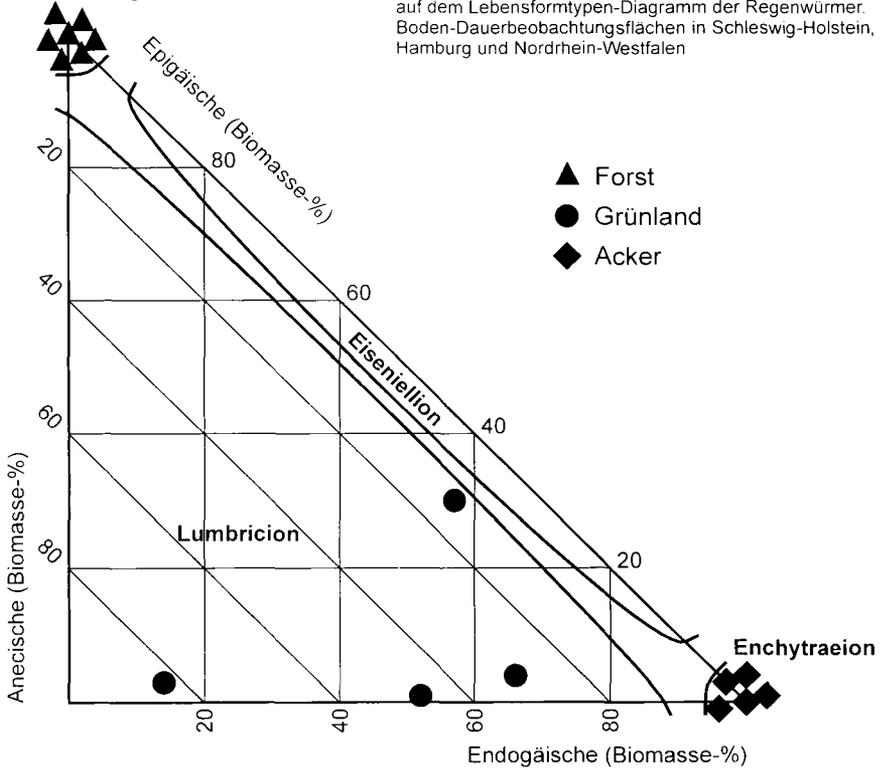


Abb. 2: Position von Standorten mit sandigen Substraten auf dem Lebensformtypen-Diagramm der Regenwürmer. Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein, Hamburg und Nordrhein-Westfalen

der Forststandort auf Geschiebelehm. Er befindet sich gewissermaßen auf der Kippe. Dort hat sich ein kleinräumiges Mosaik entwickelt aus *Achaeto-Cognettion* und *Lumbricion*. Die besser gepufferten Forststandorte auf Kalkverwitterungslehm heben sich dagegen kaum von den anders genutzten Standorten ab.

Auf dem Diagramm in Abbildung 2 sind Standorte mit sandigen Substraten eingetragen. Die drei Nutzungsarten unterscheiden sich sehr deutlich. Das *Lumbricion* ist nur im Grünland entwickelt. Dagegen gehören die Bodenbiozönosen der Forststandorte alle zum *Achaeto-Cognettion*, die der Ackerstandorte gehören alle zum *Enchytraeion*. Die Empfindlichkeit gegenüber Änderungen der Bodennutzung wird also sehr stark von der Art des Substrats beeinflusst. Die Bodenbiozönosen in Sandböden reagieren empfindlicher als die in Lehm Böden. Das erklärt sich damit, daß Sandböden in der Regel schlechter gepuffert sind und deshalb schneller versauern. Sie haben auch eine geringere Strukturstabilität. Die Bodenbearbeitung wirkt sich negativ vor allem auf tiefgrabende Regenwürmer aus, weil diese im Sandboden ihr zerstörtes Gangsystem weniger leicht wieder aufbauen können.

Dreieckdiagramme eignen sich für eine vergleichende Darstellung von qualitativen Merkmalen der Bodenbiozönose. Sie beschreiben die Dominanzverhältnisse zwischen verschiedenen Lebensformen, Strategietypen oder auch Zeigerwertgruppen (vgl. GRAEFE & SCHMELZ 1999). Allerdings vermitteln sie kein Bild von quantitativen Merkmalen wie Abundanz oder Biomasse. Hierfür bieten sich andere Visualisierungsformen an, z.B. die eines Ökogramms mit den Koordinaten Siedlungsdichte der Kleinringelwürmer und Biomasse der Regenwürmer. Eine solche Darstellung, die am Beispiel von Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein die Einflüsse unterschiedlicher Boden-nutzungen und Substrate auf Aktivitätsparameter der Mesofauna und der Makrofauna zeigt, findet sich bei GRAEFE (1997).

Im Zusammenhang mit dem Bodenschutzrecht wird von seiten der bodenschutzfachlichen Politikberatung die Frage an die Wissenschaft gestellt, wie Böden nach ihrer Eignung als Lebensraum für Bodenorganismen bewertet werden können. Ist es möglich, „Bodenbiologische Boden-Güteklassen“ zu definieren? Läßt sich die „Leistungsfähigkeit“ von Böden für die Erfüllung der Funktion als Lebensraum bestimmen? Die Fragen rühren an ein Dilemma. Wir sehen, daß sich Bodenbiozösen leicht von einem in den anderen Zustand überführen lassen. Auch aus dem ärmsten Boden kann durch Düngung, Kalkung und die Art der Bodennutzung ein ausgezeichneter Lebensraum für Regenwürmer und andere Bodentiere entwickelt werden. In der leichten Veränderbarkeit liegt die besondere Indikatorqualität der Bodenbiozönose. Welcher Zustand ist nun aber schützenswert? Ist das ein Bodenzustand mit hoher Artenzahl, hoher biologischer Aktivität oder hoher Diversität? Ist nicht der relativ unbeeinflusste naturnahe Zustand schützenswert? Muß dann nicht auch unter Umständen ein für viele Organismen ungeeigneter Boden vorrangigen Schutz genießen?

Die Bodenbiologie ist in der Lage, Bewertungsverfahren für die Empfindlichkeit von Bodenbiozösen und für den Grad der Hemerobie zu liefern. Unter den Nutzungsarten weist die forstliche Nutzung die größte Naturnähe auf. Sie gibt uns Hinweise auf die potentiell natürliche Bodenbiozönose. An Standorten auf Sand entspricht diese dem *Achaeto-Cognettietum*. Die nutzungsbedingten Veränderungen sind in diesem Fall reversibel. Würden Acker und Grünland sich selbst überlassen, streben die Bodenbiozösen in diesen Zustand zurück. Davon kann man aber nicht immer ausgehen. Im Zuge einer Umweltverträglichkeitsstudie wurden Veränderungen der Bodenbiozönose beschrieben, die einerseits durch Kalkstaubeinträge eines Zementwerkes, andererseits durch meliorative Eingriffe in ein Hochmoor ausgelöst werden (GRAEFE 1993b). Aus dem ursprünglichen, artenarmen *Cognettietum sphagnetorum* entsteht durch Entwässerung, Düngung und Grünlandnutzung ein artenreiches *Fridericio-Lumbricetum*. Wird der Moorboden wiedervernäßt und aus der Nutzung genommen, entwickelt sich ein ebenfalls artenreiches *Octolasietum tyrtaei*. Sowohl die Kalkstaubeinträge als auch die zeitweilige Grünlandnutzung bewirken, daß sich die typische Bodenbiozönose des Hochmoores in die eines basenreichen Niedermoors verwandelt. Diese Veränderungen sind über lange Zeiträume praktisch irreversibel. Das Beispiel soll zeigen, daß wir im Zusammenhang mit dem Schutz der Funktion des Bodens als Lebensraum für Bodenorganismen weg kommen müssen von den Begriffen Eignung, Leistungsfähigkeit und Bodengüte, hin zu den Kriterien Empfindlichkeit, Naturnähe und Reversibilität.

Die bodenzoologischen Untersuchungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen erfolgten im Auftrag des Landesamts für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU), der Landesanstalt für Ökologie (LÖBF) und des Landesumweltamts Nordrhein-Westfalen (LUA), der Umweltbehörde Hamburg und des Geologischen Landesamts Mecklenburg-Vorpommern.

Literatur

- DE GOEDE, R.G.M., BONGERS, T. (1994): Nematode community structure in relation to soil and vegetation characteristics. *Applied Soil Ecology* 1: 29-44.
- GRAEFE, U. (1993a): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 69: 95-98.
- GRAEFE, U. (1993b): Veränderungen der Zersetzergesellschaften im Immissionsbereich eines Zementwerkes. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 72: 531-534.
- GRAEFE, U. (1997): Auswirkungen unterschiedlicher Bodennutzungen auf das Bodenleben. *Bodenschutz heute - Materialien zum Bodenschutz der Arbeitsgruppe „Böden in Schleswig-Holstein“ der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, Band 2: 40-41.
- GRAEFE, U. (1998): Annelidenzösen nasser Böden und ihre Einordnung in Zersetzergesellschaften. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 88: 109-112.
- GRAEFE, U., ELSNER, D.-C., NECKER, U. (1998): Monitoring auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen: Bodenzoologische Parameter zur Kennzeichnung des biologischen Bodenzustandes. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 87: 343-346.
- GRAEFE, U., SCHMELZ, R.M. (1999): Indicator values, strategy types and life forms of terrestrial Enchytraeidae and other microannelids. *Newsletter on Enchytraeidae* 6: 59-67.
- HEAL, O.W., DIGHTON, J. (1985): Resource quality and trophic structure in the soil system. In: FITTER, A.H. (ed.) *Ecological Interactions in Soil*. Blackwell, Oxford, 339-354.
- KOEHLER, H. (1999): Ökosystem Boden. In: KOEHLER, H., MATHES, K., BRECKLING, B. (Hrsg.) *Bodenökologie interdisziplinär*. Springer, Berlin, Heidelberg, 9-26.
- LARINK, O. (1995): Gibt es bei Collembolen typische Ackerarten? *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 75: 15-18.
- WEIDEMANN, G. (1997): Organische Bodensubstanz und Bodenözönose - Qualitäten, Korrelationen und Wechselbeziehungen. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 85: 703-706.