

Gibt es bodentyp-spezifische Tiergesellschaften?

von

Graefe, U.*

Wir wollen die Frage, ob es bodentyp-spezifische Tiergesellschaften gibt, auf der Suche nach der Antwort zunächst etwas auseinandernehmen. Gibt es denn überhaupt "Tiergesellschaften", ähnlich wie Pflanzengesellschaften, als interspezifische Verbindung der Tierarten eines Lebensraumes? Der Begriff "Gesellschaft" assoziiert in erster Linie gesellschaftliches Leben, also die Interaktion der Gesellschaftsglieder. Wenn von "Tiergesellschaften der Wälder", "Arthropodengesellschaften" usw. die Rede ist, handelt es sich eher um Taxozönosen, also um phylogenetisch begründete Einheiten. Zwischen den Individuen einer Taxozönose gibt es aber keine ihnen eigene gesellschaftliche Bindung. Der so benutzte Gesellschaftsbegriff ist deshalb nicht sehr treffend. Das gilt entsprechend auch für den Ausdruck "Synusie", sofern er als Synonym für Taxozönose verwendet wird.

Anders sieht es aus, wenn wir funktionelle Einheiten betrachten. Die beiden grundlegenden Funktionen im Ökosystem, die Primärproduktion und die Zersetzung, werden von Strukturen getragen, die gesellschaftlich organisiert sind, d.h. die starke Interaktionen der beteiligten Organismen aufweisen. Die Interaktionen der Pflanzen im Wettbewerb um Licht, Wasser, Nährstoffe und Raum führen zur Ausbildung der Pflanzengesellschaft. Einerseits erfolgt eine externe Steuerung durch Standortsfaktoren, andererseits aber werden diese Faktoren von der Vegetation selbst verändert, so daß auch eine interne Steuerung oder Selbstorganisation die Pflanzengesellschaft formt. Es gibt ein Geflecht positiver und negativer Rückkopplungen. Positive Rückkopplungen treiben die Sukzession voran und bewirken, daß die Vegetation in verschiedenen Erscheinungsformen auftritt, die wir als konkrete Pflanzengesellschaften benennen können. Negative Rückkopplungen überwiegen in Phasen der Stabilität, wenn sich das System im Gleichgewichtszustand hält und Störungen abgepuffert werden (vgl. DEANGELIS et al. 1986).

Ebenso läßt sich das System auch auf der Seite der Zersetzung beschreiben. Die Interaktionen der Bodentiere und Mikroorganismen bei der Zersetzung des Bestandabfalls manifestieren sich in der Ausbildung der Humusform. Die Humusform ist einerseits das Produkt der Zersetzer, andererseits aber auch ein dominanter Umweltfaktor, der die Lebensbedingungen der Zersetzer steuert. Es handelt sich also um eine rückgekoppelte oder kybernetische Beziehung. Von besonderer Bedeutung sind die positiven Rückkopplungen, die beim Humusformenwandel zu beobachten sind. Die regelhaft zusammengesetzte Interaktionsgemeinschaft von Bodentieren und Mikroorganismen nennen wir "Zersetzer-gesellschaft". Humusform und korrespondierende Zersetzer-gesellschaft bilden einen eigenständigen Teilkomplex im Ökosystem, der die Kennzeichen von Selbstorganisation aufweist (GRAEFE 1994).

Abbildung 1 zeigt die graphische Modellierung dieses Ökosystemkonzepts. Pflanzen- und Zersetzer-gesellschaft sind in der Sprache der Systemtheorie "Holons". Ein Holon ist ein selbstreguliertes offenes System, das eine eigenständige Einheit in der Systemhierarchie bildet. Es enthält die untergeordneten Subsysteme und ist selbst Teil einer übergeordneten Einheit. Die Interaktionen innerhalb eines Holons sind stärker als die zwischen verschiedenen Holons der gleichen Ebene (MÜLLER 1992).

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

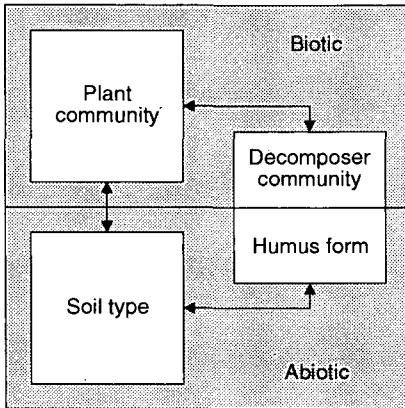


Abb. 1: Aggregierte Ökosystemuntereinheiten.
Fig. 1: Aggregated subunits of ecosystems
(Graefe 1973b).

Die eingangs gestellte Frage wollen wir nun umformulieren und jetzt also fragen: Gibt es bodentyp-spezifische Zersetzergesellschaften? (Der Begriff Zersetzergesellschaft ist international als "decomposer community" seit langem eingeführt, wird aber im deutschen Sprachraum nur sehr zögerlich verwendet. Dabei spielen offenbar Denkmuster eine Rolle, die durch die Abgrenzung der Fachdisziplinen vorgegeben sind.) Die Frage erinnert etwas an die unter Ökologen lange kontrovers geführte Diskussion, ob es zwischen Tiergemeinschaften und Pflanzengesellschaften Koinzidenzen gibt. Wir wollen beides im Zusammenhang betrachten, sowohl die Beziehung zwischen Zersetzergesellschaft und Pflanzengesellschaft als auch die zwischen Zersetzergesellschaft und Bodentyp. (Die Beziehung zwischen Zersetzergesellschaft und Humusform betrachten wir wegen des hohen Integrationsgrades von vornherein als gegeben, obwohl Humusformen noch nicht für alle Ökosystemtypen definiert sind.)

Zuvor müssen wir uns aber damit auseinandersetzen, wie denn die Zersetzergesellschaft zu bestimmen sei, und zwar konkret im deskriptiv-klassifikatorischem Sinne. Denn ohne eine Gliederung ihrer Erscheinungsformen ist mit dem abstrakten Modell der Zersetzergesellschaft allein noch nicht viel anzufangen. Der Weg über eine Inventur aller beteiligten Organismen ist wegen der großen Artenvielfalt praktisch nicht begehbar. Weder die Bodenzoologie wäre dazu in der Lage, noch die Bodenmikrobiologie, die mit der Erfassung von Zönosen erhebliche Schwierigkeiten hat. Andererseits ist eine vollständige Inventur aber auch nicht notwendig. Aus dem Systemcharakter, dem hohen Grad an Integration ("connectivity", vgl. TREPL 1994) folgt ja gerade, daß die Zersetzergesellschaft auch an Teilausschnitten typisiert und identifiziert werden kann. Hier sind jetzt die Taxozönosen gefragt. Sie stellen selbst zwar kein System dar, sind aber als Indikatoren für das System sehr wohl brauchbar.

Ich erinnere an die pedozoologisch-standortkundlichen Arbeiten von VOLZ, der bereits eine Klassifikation der tierischen Bodenlebensgemeinschaften propagierte (VOLZ 1967). Aus Untersuchungen an Böden, in denen mal Regenwürmer, mal Insektenlarven, mal Diplopoden oder andere auffällig dominierten, leitete er ab, daß je nach Standortstyp unterschiedliche Gruppen geeignet seien, Kriterien für die Gliederung von Bodenlebensgemeinschaften zu erarbeiten. Dieser Klassifikationsversuch steht insofern nicht ganz auf eigenen Füßen, als die Auswahl der Tiergruppe an die Standortstypologie anderer Disziplinen gebunden ist. Soll dagegen standortsunabhängig die gesamte Palette der Tiergruppen einbezogen werden, wäre das Verfahren wiederum zu aufwendig.

Eine praktikablere Alternative ist die Festlegung auf eine Indikator-Taxozönose, was jedoch nicht heißen soll, daß dafür nur eine bestimmte in Frage kommt. Für vergleichende Untersuchungen entsteht dadurch ein objektiver Rahmen. Zur Voraussetzung gehört natürlich, daß die Zönose in weiten Bereichen präsent ist. Sie darf auch nicht zu artenarm sein. Denn eine wesentliche Information, die die Zönose liefern kann, bildet sich aus dem Wissen über das ökologische Verhalten der Arten. Je mehr Arten zugrunde liegen, um so größer ist die Redundanz der Information und um so sicherer und differenzierter lassen sich ökologische Aussagen ableiten. Bei sehr artenreichen Gruppen wird dieser Vorteil allerdings durch den höheren Bestimmungsaufwand wieder zunichte gemacht. Das Optimum liegt deshalb im mittleren Bereich. Als Indikator-Taxonose haben sich vor allem die Anneliden bewährt (GRAEFE 1993a, b). Auf die Eignung anderer Taxozönosen wird weiter unten noch eingegangen.

Nach diesen Vorüberlegungen fällt es nicht schwer, die gestellte Frage zu beantworten: Gewiß gibt es bodentyp-spezifische Gesellschaften. Zu einem Podsol unter Kiefernbestockung beispielsweise gehört eine sehr spezifische Zersetzer-gesellschaft, die mit diagnostischen Merkmalen aus der Annelidenzönose bestimmt werden kann. Genauso könnte man Tschernosem und Federgras-Steppe oder beliebige andere Beispiele nennen. Das muß hier nicht weiter belegt werden, denn es ist relativ trivial.

Aber: Der Bodenkundler bezeichnet den Boden auch dann noch als Podsol, wenn der Wald gerodet, der Boden gedüngt und die Fläche in Grünland umgewandelt worden ist. Die ursprüngliche Annelidenzönose verschwindet dann und eine völlig andere tritt auf. Exemplarisch sei das hier an zwei Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein dargestellt (Abb. 2). Der Bodentyp ist jeweils Podsol. Eine Fläche (BDF 02) wird als Forst, die andere (BDF 26) als Weidegrünland genutzt. Die Zahl der gemeinsamen Arten ist Null.

Wir müssen also eine Einschränkung vornehmen. Die Koinzidenz zwischen Bodentyp und Zersetzer-gesellschaft gilt nur, wenn die zum Bodentyp gehörende Bodenbildungsdynamik vorhanden ist. Der Zeitfaktor spielt eine Rolle. Der Bodentyp ist das ökosystemare Langzeitgedächtnis. Er integriert oft einen Zeitraum von einigen tausend Jahren. Die Zersetzer-gesellschaft dagegen ist der Teilkomplex, der auf veränderte Bedingungen zuerst reagiert.

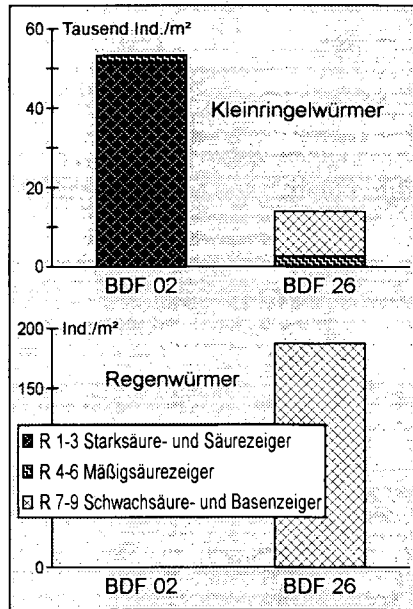


Abb. 2: Annelidenzönosen von zwei Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schl.-Holstein, Bodentyp Podsol, Nutzungstyp Forst (02) und Grünland (26).
Fig. 2: Annelid coenoses of two long-term soil observation sites in Schleswig-Holstein, soil type Podsol, land use forest (02) and pasture (26).

Auch die zweite Einschränkung, die die räumliche Dimension betrifft, hängt mit Unterschieden in der Entwicklungsgeschwindigkeit zusammen. Die Zersetzer-gesellschaft verändert sich oft kleinräumig und mosaikartig, z.B. im Stammbaufbereich von Bäumen. Es sei hier auf ein Beispiel verwiesen, das im anderen Zusammenhang schon dargestellt und diskutiert wurde (GRAEFE 1994). Bei derartigen Verhältnissen bleiben Bodentyp und Waldgesellschaft zunächst unverändert, der Bodentyp, weil er nicht so schnell reagiert, und die Waldgesellschaft, weil die räumliche Bezugsgröße eine andere ist.

Aus alledem wird deutlich, daß die Zersetzer-gesellschaft ein eigenständiges Muster bildet, das sich innerhalb einer von den anderen Teilkomplexen unabhängigen Raum- und Zeitskala bewegt. An der Koinzidenz zwischen den Teilkomplexen sehen wir, daß sich das Ökosystem im Zustand des stationären Gleichgewichts befindet. Die Diskrepanz zwischen den Mustern unterschiedlicher Teilkomplexe weist dagegen auf Veränderungstendenzen hin und bedeutet, daß das Ökosystem einem anderen "Attraktorbereich" zustrebt. Hierin liegt das Indikationspotential der Zersetzer-gesellschaft, das es für die ökosystemare Umweltbeobachtung zu nutzen gilt (vgl. BEYLICH et al. 1994).

Die Frage der Benennung von Zersetzer-gesellschaften sei an dieser Stelle kurz gestreift. In der Pflanzensoziologie, die hier als Vorbild dienen kann, werden die Vegetationstypen meistens nach dominanten Arten der obersten Schicht benannt (z.B. Buchenwälder, *Vagetalia*). Denn diese wirken oft als "Ordner" im Sinne von HAKEN (1981), weil sie anderen Arten die Lebensbedingungen vorgeben. Bei den Zersetzer-gesellschaften sind solche Ordner ebenfalls bekannt. Man bezeichnet sie

auch als Schlüsselarten. Diese Rolle wird vor allem von mineralbodenbewohnenden Regenwürmern eingenommen. Der früher vorgelegte Gliederungsvorschlag (GRAEFE 1993a) versucht, die Schlüsselarten und Ordner kenntlich werden zu lassen und verwendet deshalb Charakterarten aus der Annelidenzönose für die Benennung der Gesellschaftseinheiten.

Den quantitativ größten Anteil an den Zersetzungsprozessen haben die Mikroorganismen. Den Versuch zu unternehmen, Zersetzergesellschaften durch Bestimmung von Mikroorganismenzönosen zu differenzieren, würde hingegen bedeuten, das Problem vom schwierigsten Ende her anzupacken. Beim indikatorischen Verfahren mit Bodentieren ist darum ein wichtiger Gesichtspunkt, möglichst nahe an die Hauptakteure heranzukommen. Die unmittelbare chemische Umwelt der Mikroorganismen ist die Bodenlösung. Das gilt auch für den Teil der Bodenfauna, den wir Bodenlösungsauna nennen. Die Anneliden gehören dazu. Im phylogenetischen Sinne sind sie noch Wassertiere, denn eine wasserabweisende Körperoberfläche ist erst innerhalb der Arthropodenevolution entstanden. Die Reaktionen der Anneliden auf toxisch wirkende Ionenkonzentrationen und chemischen Streß im Wurzelraum (GRAEFE 1991) sind deshalb auch für Mikroorganismen repräsentativ.

Ebenfalls zur Bodenlösungsauna gehören andere wichtige Tiergruppen, z.B. die Nematoden, deren Eignung für die biologische Kennzeichnung von Böden schon getestet wurde (DE GOEDE & BONGERS 1994). Es dürfte keine großen Schwierigkeiten bereiten, die Bewertungssysteme mit Anneliden und mit Nematoden aufeinander abzustimmen und kompatibel zu gestalten. Auch weitere Tiergruppen ließen sich in das System einbauen. Ein erster Schritt in diese Richtung könnte darin bestehen, die ökologischen Indizes und Zeigerwertbegriffe zu harmonisieren, damit sie bei möglichst vielen Bodentiergruppen einheitlich anwendbar sind. Dabei sollte auch das in der Botanik entwickelte Indikationssystem (ELLENBERG et al. 1992) berücksichtigt werden. Im Ökosystem ist schließlich alles vernetzt. Das ökologische Informationssystem sollte sich das zum Vorbild nehmen.

Die Untersuchungen auf den Boden-Dauerbeobachtungsflächen BDF 02 und BDF 26 wurden im Auftrag des Geologischen Landesamts Schleswig-Holstein durchgeführt.

Literatur

- BEYLICH, A., FRÜND, H.-C., GRAEFE, U. (1994): Ökosystemare Umweltbeobachtung und Bioindikation mit Zersetzergesellschaften. Umweltbundesamt Wien (Hrsg.): Ecoinforma 5: 389-401.
- DE ANGELIS, D.L., POST, W.M., TRAVIS, C.C. (1986): Positive feedback in natural systems. Springer-Verlag, Berlin New York. 290 p.
- DE GOEDE, R.G.M., BONGERS, T. (1994): Nematode community structure in relation to soil and vegetation characteristics. *Applied Soil Ecology* 1: 29-44.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage. *Scripta Geobotanica* 18: 258 S.
- GRAEFE, U. (1991): Ein Enchyträentest zur Bestimmung der Säure- und Metalltoxizität im Boden. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 66: 487-490.
- GRAEFE, U. (1993a): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 69: 95-98.
- GRAEFE, U. (1993b): Veränderungen der Zersetzergesellschaften im Immissionsbereich eines Zementwerkes. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 72: 531-534.
- GRAEFE, U. (1994): Humusformengliederung aus bodenzoologischer Sicht. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 74: 41-44.
- HAKEN, H. (1981): Erfolgsgeheimnisse der Natur - Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart. 255 S.
- MÜLLER, F. (1992): Hierarchical approaches to ecosystem theory. *Ecological Modelling* 63: 215-242.
- TREPL, L. (1994): Zur Theorie urbaner Biozönosen - Einige Hypothesen und Forschungsfragen. *Geobot. Kolloq.* 11: 17-32.
- VOLZ, P. (1967): Vorarbeiten für ein System der tierischen Boden-Lebensgemeinschaften. In: GRAFF, O. & SATCHELL, J.E. (eds.), *Progress in Soil Biology*. Vieweg, Braunschweig. 575-584.