

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 28 (1987)
Heft: 3

Artikel: Arbeitsbericht über vergleichende Bodenfauna-Untersuchungen im Jura als Beitrag zur Erforschung biotischer Kompartimente in Geoökosystemen
Autor: Glasstetter, Michele / Leser, Hartmut
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088686>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ARBEITSBERICHT ÜBER VERGLEICHENDE BODENFAUNA-UNTERSUCHUNGEN IM JURA ALS BEITRAG ZUR ERFORSCHUNG BIOTISCHER KOMPARTIMENTE IN GEOÖKOSYSTEMEN

MICHELE GLASSTETTER und HARTMUT LESER

1 Geoökosystemforschung in Basel und biotische Kompartimente

Die Geoökosystemforschung bildet seit mehr als einem Jahrzehnt einen der *Forschungsschwerpunkte* der Physiogeographie in Basel.¹ Schwergewichtig wurden dabei die abiotischen Kompartimente im Geosystem untersucht, weil sich damit zahlreiche methodische und forschungspraktische Probleme verbanden. Inzwischen kann die Geosystemforschung in topischer Dimension – jedenfalls was die Grundzüge der Methodik angeht (*T. Mosimann* 1984) – als konsolidiert bezeichnet werden.

Ökosystemforschung in sensu stricto erfordert aber auch den Einbezug biotischer Kompartimente in das *Geoökosystemmodell*. Dies ist immer noch eine Forschungsfront, an der gearbeitet wird. Eine theoretische Arbeit (*H. Leser* 1986) gibt dazu gewisse methodische Vorlagen. *R. Bono* (1986) behandelte in einer Dissertation – ebenfalls in der Regio Basiliensis – Regenwurm-Taxazönosen in ihrem abiotischen Umfeld. Diese Arbeit diente, neben einer von unserem Institut mitbetreuten Zoologearbeit (*D. Junack* 1978), als Anregung dazu, diese Thematik erneut aufzugreifen und in einem neueren methodischen Kontext zu untersuchen. *M. Glasstetter* versucht dies im Rahmen der Dissertation "Vergleich der Bodenfauna zweier geoökologischer Elementarlandschaften im Tafel- und Faltenjura und ihre Beziehungen zum Stoffhaushalt der Geosysteme dieser Gebiete."²

2 Ansatzprobleme: Wie bezieht man die biotischen Kompartimente in das Geoökosystemmodell mit ein?

Die Ansatzprobleme bestehen aus zwei Ebenen, der theoretischen und der forschungspraktischen Ebene. In der Theorie weisen zahlreiche Ökosystemdefinitionen auf den Gesamtzusammenhang zwischen Leben und Lebensumwelt hin. Die z.T. recht unscharfen *Definitionen*, die in den Geo- und Biowissenschaften verwendet wurden, erfuhren aus geoökologischer Sicht eine Ordnung (*H. Leser* 1984). Legt man diese Definitionen zugrunde, wird ein Ökosystemmodell, das sowohl abiotische als auch biotische Kompartimente in einem raumbezogenen Funktionszusammenhang darstellen möchte, methodisch und forschungspraktisch sehr anspruchsvoll. Man könnte es nun dabei bewenden lassen und

Prof. Dr.rer.nat. Hartmut Leser, Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut der Universität Basel, Klingelbergstrasse 16, CH-4056 Basel
Michèle Glasstetter, Geographisches Institut der Universität Basel, Klingelbergstrasse 16, CH-4056 Basel

ein graphisches Modell zeichnen, wie es z.B. Abb. 1 repräsentiert. Es stellt sich jedoch sofort die Frage nach der forschungspraktischen Realisierung. Das heißt: Jedes graphische Zeichen im Modell steht für einen Sachverhalt in der ökologischen Wirklichkeit der Lebensumwelt. Dieser Sachverhalt wäre zu messen oder auf sonst irgendeine Weise quantitativ darzustellen, auf seinen Funktionszusammenhang mit den anderen Kompartimenten hin zu prüfen und der Befund in das Modell einzufügen.

Dem Feldforscher stellt sich eine Reihe von Problemen, die es nicht ohne weiteres erlauben, all jene Fakten zu erheben, die zum Ausfüllen des Modells führen. Dazu gehören u.a.:

- Ein Teil der Kompartimente (vorzugsweise im biotischen Bereich des Modells) ist nicht exakt quantitativ darzustellen.
- Die Funktionsbeziehungen zwischen Bios und Geos sind unklar und entziehen sich z.Z. einer meßtechnischen Erfassung, obwohl man um die Existenz dieser Beziehungen weiß (d.h. sie an Indikatoren beobachtet hat).
- Es stellen sich eine Reihe Größenordnungsprobleme, weil die biotischen Kompartimente ökologisch zwar sehr wichtig sind, in der Realität aber oft durch eine Vielzahl Kleinstlebewesen wirken, die sich forschungspraktisch nur schwer zu den abiotischen Größen in Beziehung setzen lassen.

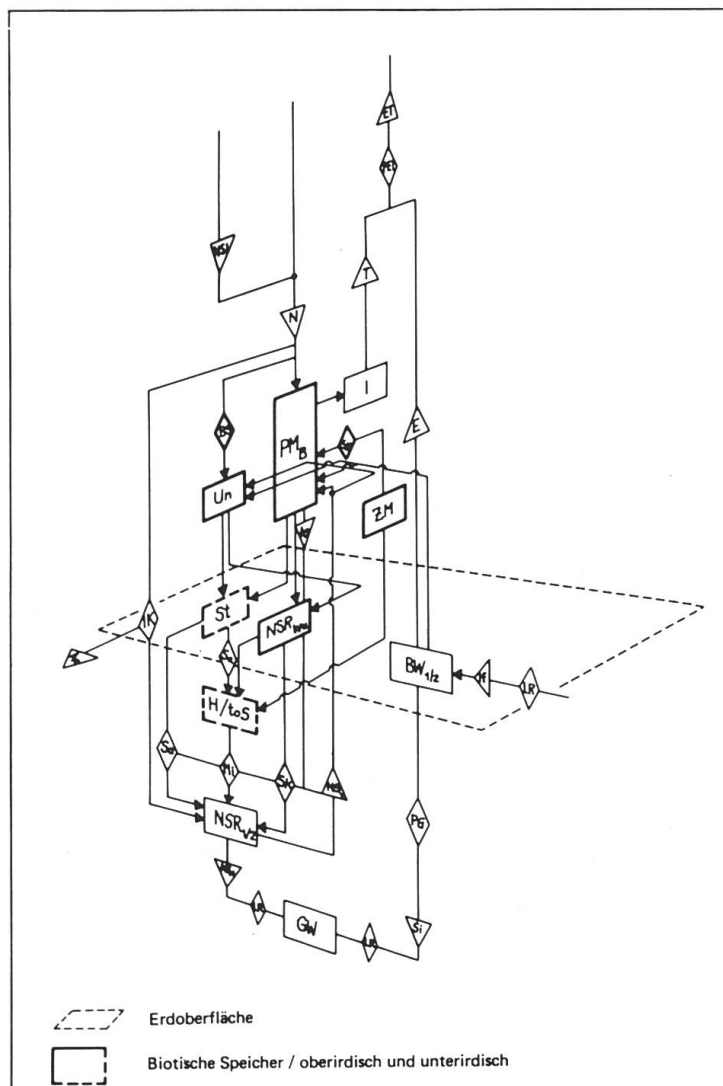


Abb. 1 Das Modell eines "vollständigen" "Ökosystems".

Das von H. Leser (1986 a, b) vorgestellte Modell wird bewußt als "vollständiges" Ökosystem apostrophiert, da es sich nur im Rahmen der vorgegebenen geoökologischen Zielstellung als "vollständig" erweist. Demzufolge wäre es per definitionem ein Geoökosystem. Das vorgestellte Modell verwendet die topische Dimension als Filter für die aufzunehmenden (oder auszuschließenden) Kompartimente des Systems.

Abkürzungsverzeichnis:

STRUKTURREGLER:

LR = Lage im Relief; PG = Porengrößenverteilung und Gesamtporenvolumen; BS = Baumschicht

KAPAZITÄTSREGLER:

IK = Infiltrationskapazität; SK = Sorptionskapazität; Sa = Saprovore

INTENSITÄTSREGLER:

PET = Potentielle Evapotranspiration; Sy = Symbionten; Mi = Mineralisierungsrate

SPEICHER:

WF = Bodenfauna; ZM_O = Zoomasse, oberirdisch; PM_B = Phytomasse Bäume; Un = Unterwuchs; ZM = Zoomasse; St = Streu; NSR_{WU} = Nährstoffreservoir Wurzeln; H/toS = Humus/tote organische Substanz

Das Forschungsproblem besteht nun darin, *methodische Brücken* zu finden. Dabei kann es sich um Tiergruppen handeln, die von ihrer Größenordnung her räumlich sinnvoll zu erfassen sind — eine unabdingbare Vorgabe *raumbezogener ökologischer Forschung*. Sie sollten zudem in stofflichen Beziehungen zu den abiotischen Faktoren im System stehen. Sowohl die Arbeiten von *D. Junack* (1978) als auch die von *R. Bono* (1984, 1986) zeigten, daß die Lumbricidentaxazönosen für solch einen Einbezug in ein Geoökosystemmodell geeignet sind. Die dafür wesentliche Frage des räumlichen Bezugs wurde von *R. Bono* (1986) grundlegend geklärt. Darauf nimmt Abb. 2 Bezug. In der Forschung sollte es nun darum gehen, die im Bodenfauna-Modell (das hier wiederum ein rein theoretisches ist; Abb. 3) gezeigten Parameter daraufhin zu prüfen, inwieweit sie real erfaßbar sind und damit in das Geoökosystemmodell eingefügt werden können. Dieses Modell wurde für die vorliegende Untersuchung modifiziert (Abb. 4).

3 Die Untersuchungsgebiete (Abb. 5)

Sie ordnen sich in einem größeren Raumzusammenhang an³, der hier nicht weiter diskutiert werden muß. Beide Räume stellen *Einzugsgebiete* dar, die von der pedologischen Grundausrüstung her gleich oder jedenfalls sehr ähnlich sind, die aber klimatisch beträchtliche Unterschiede aufweisen (siehe u.a. Beitrag *M. Dipner* und *T. Jenne* in diesem Heft sowie *C. Eggenberger* 1986)⁴. Daraus leiten sich beträchtliche Unterschiede im abiotischen Prozeßgeschehen der Geoökosysteme ab, was sich schließlich auch auf die biotischen Kompartimente auswirken muß.

Bei den *Böden* handelt es sich um Schuttdecken-Rendzinen bis Rendzina-Braunerden sowie, auf eher tonig-lehmigen Substraten, um Kalklehm-Braunerden. Sie sind in einem kleinräumig differenzierten Muster verbreitet, woraus relativ kleinräumige Pedotope und damit auch Geoökotope resultieren. Diese Kleinräumigkeit findet sich auch bei den Klimatopen wieder (*C. Eggenberger* 1986), so daß sich für die biotischen Faktoren ein äußerst vielfältiges Angebot an physikalischen und chemischen Randbedingungen ergibt. Auf letztere weist auch die Diplomarbeit von *M. Dipner* (1986) hin.

Die *kleinräumigen Verteilungsmuster der abiotischen Faktoren* erweisen sich als wichtiges methodisches Problem der bioökologischen Forschung im Gebiet. Die Methodik der Erfassung biotischer Kompartimente muß nämlich auf diese Kleinräumigkeit Bezug nehmen, will sie zu einer raumbezogenen Aussage über den Zusammenhang Bios/Geos gelangen. In diese Richtung forscht *M. Glasstetter*. Der gegenwärtige Stand der Untersuchung wird — im Sinne eines Werkstattberichtes — in Kapitel 4 dieses Artikels dargestellt.

sche Substanz; $NSR_{1/2}$ = Nährstoffreservoir der Humusdecke und des Oberflächennahen Untergrundes; GW = Grundwasser; $BW_{1/2}$ = Bodenwasser total und pflanzenverfügbar; I = Interceptionspeicherung

PROZESSE

ET = Evapotranspiration; E = Evaporation; T = Transpiration; N = Niederschlag; NSI = Nährstoffinput; A_s = Stammabfluß; A_o = Oberflächenabfluß; If = Interflow; NS_A = Nährstoffauswaschung; NS_V = Nährstoffaufnahme durch Vegetation; Si = Sickerung

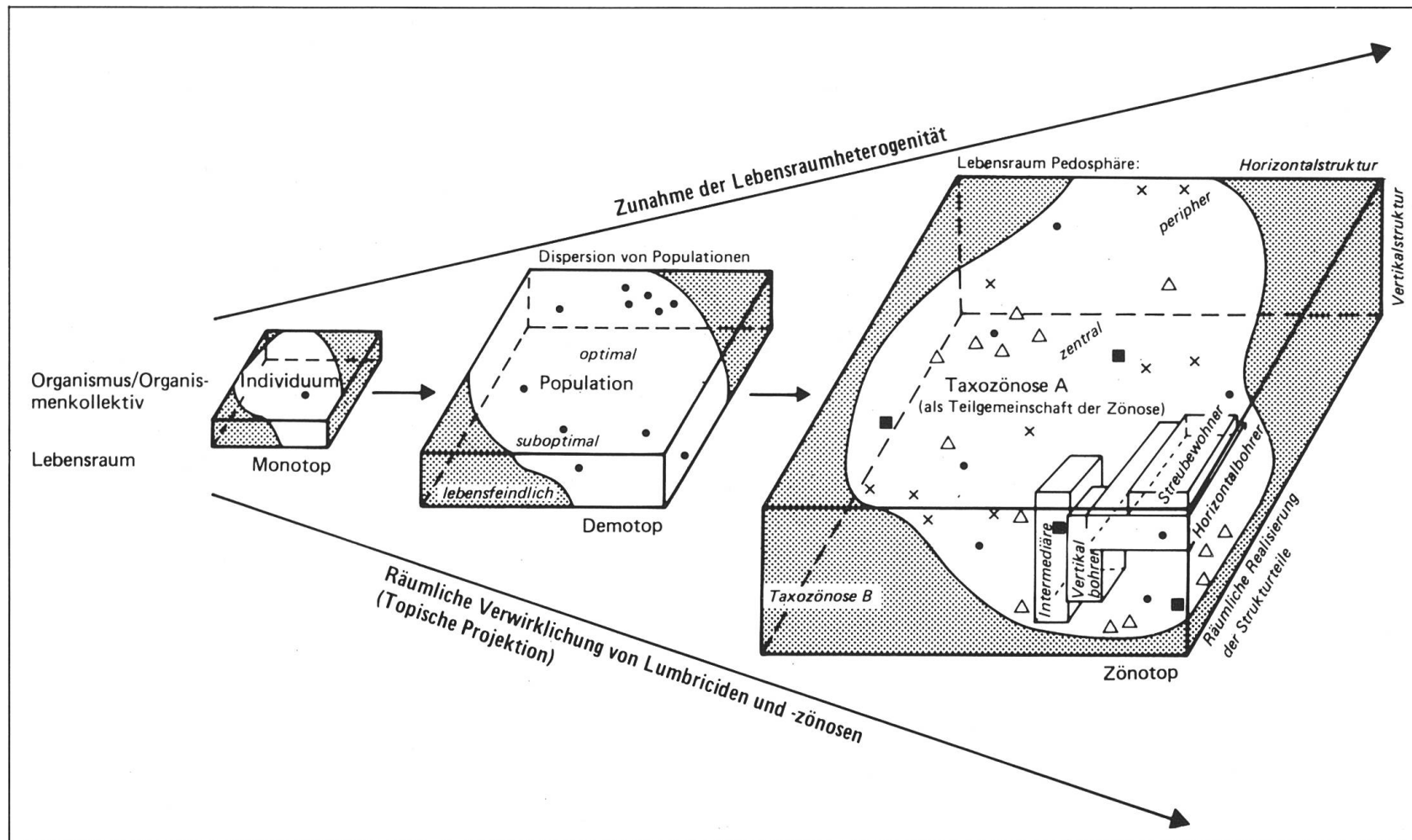


Abb. 2 Topische Projektion von Lumbriciden und Lumbricidenzönosen nach R. Bono (1986).

Die Graphik drückt das Problem "Beziehung biotische/abiotische Größen am Standort bzw. im Geoökosystem" hervorragend aus. Die räumliche Verwirklichung der Organismenkollektive der Regenwürmer hängt von biotischen und abiotischen Faktoren der Pedosphäre ab. Das modelltheoretische Problem besteht nun darin, die Größenordnung der Taxozönose der Regenwürmer mit dem im Pedotop räumlich repräsentierten Pedosystem in eine sinnvolle sachliche Beziehung zu bringen.

4 Die untersuchten biotischen Kompartimente

Berücksichtigt werden alle Regenwürmer (Lumbricidae), die makroskopisch erfaßbaren Insekten und deren Larven, Spinnen (Araneae), Hundertfüßer (Geophilidae), Tausendfüßer (Julidae), Asseln (Isopoda) und Schnecken (Gastropoda) des Bodens von der Oberfläche (excl. Vegetation) bis in 0,4 m Tiefe.

4 1 Methoden

Da die Aussage über die biotischen Kompartimente im Geoökosystem wesentlich von den eingesetzten Methoden abhängt, wären diese zunächst zu schildern. Die Sammlung erfolgt im Feld, die weitere Bearbeitung (Auslese, Wägung, Frischmasseberechnung, Biomasseberechnung) im Labor.

4 1 1 Sammlung der Boden-Makrofauna im Feld

Die Untersuchung an Bodentieren im Jura erfolgt an vier Teststandorten, in je einer Braunerde und einer Rendzina pro Einzugsgebiet (EZG) (s. Kap. 3 und Tab. 1).

Tab. 1 Beschreibung der vier Bodenfauna-Untersuchungsstandorte
(BTJ = Basler Tafeljura; HFJ = Hoher Faltenjura)

EZG + Standort-Nr.	Bodenform	Höhe in m ü.M.	Exposition	Neigung	Lage
BTJ 10	Kalklehm-Braunerde auf tonreichem tertiärem Kalkmergel ⁵	602	WSW	9°	637 990/255 310
BTJ 11	Hangschutt-Rendzina auf Hauptrogenstein-Schutt ⁵	600	NNE	6°	637 730/255 110
HFJ 10	Hanglehm-(Rendzina)-Braunerde	604	NNW	2°	612 740/245 038
HFJ 11	Verbraunte Kalklehm-Rendzina	628	NW	7°	612 800/244 838

Die vorliegenden ersten Resultate basieren auf Probenahmen in den Monaten April, Juli und Oktober 1986 und Januar 1987. Zu den vier Hauptjahreszeiten werden je Standort im Abstand von 7 - 10 Tagen drei Gruben von je 0,1 m³ Inhalt (0,5 x 0,5 m groß und 0,4 m tief) ausgehoben. Die Bearbeitungsreihenfolge der Gruben innerhalb der in Quadrate

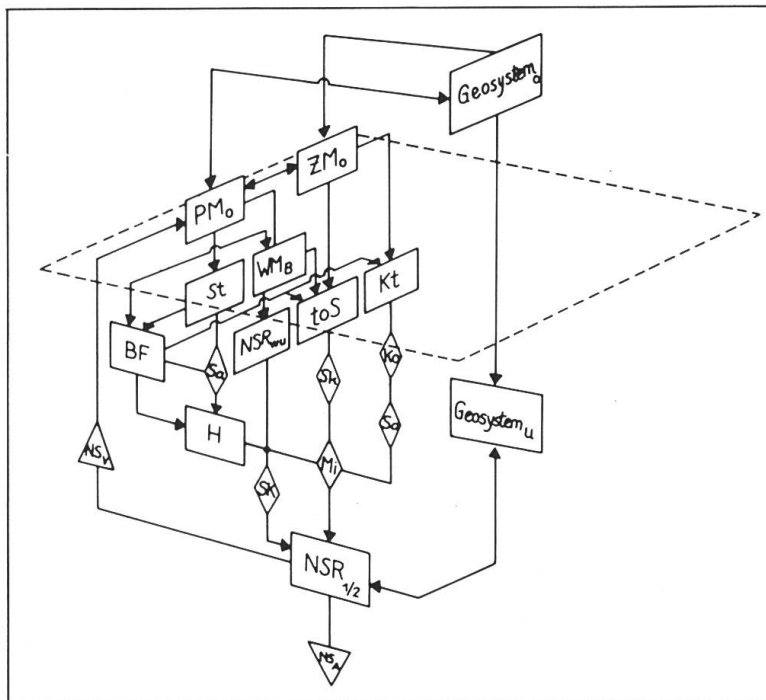


Abb. 3 Die Interrelationen zwischen dem Geosystem und dem Subsystem Bodenfauna.

Das Geosystem wird durch einen oberirdischen und einen unterirdischen Teil repräsentiert. Die hier dargestellten Beziehungen zwischen Bodenfauna und Geoökosystem werden im Hinblick auf die topologische Dimension modelliert. Die quantitative Darstellung der Funktionsbeziehungen und der Stoffflüsse ist immer noch ein Forschungsproblem, dem u.a. in den Arbeiten von R. Bono (1986) und M. Glasstetter nachgegangen wird.

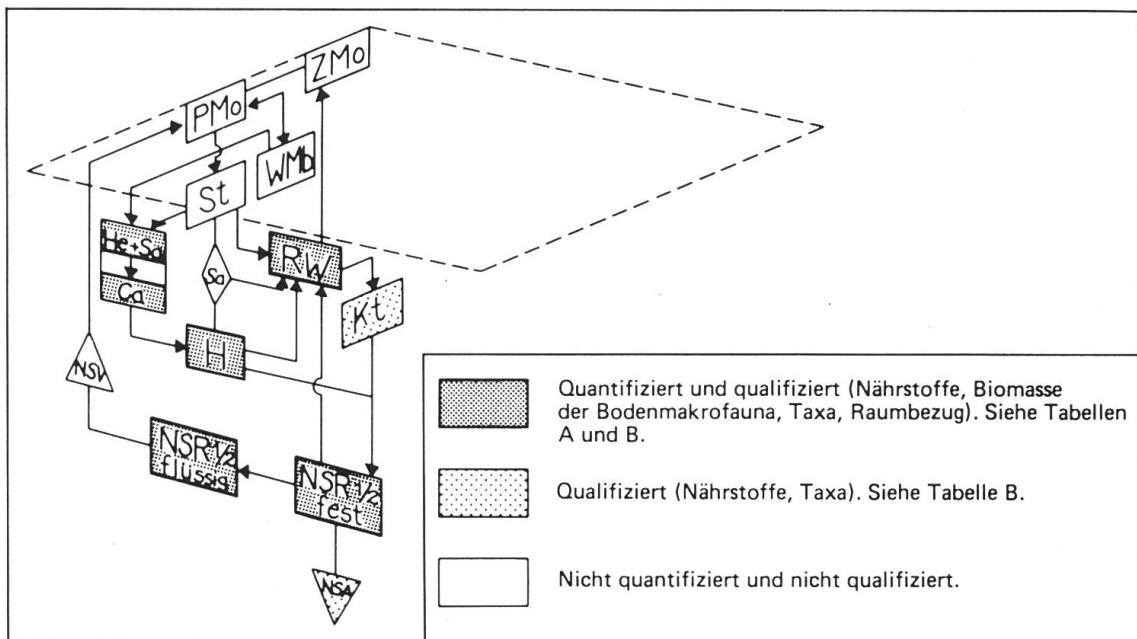


Abb. 4 Modell der Bodenfauna als Subsystem im Geoökosystem

Es handelt sich um einen Auszug aus der Abb. 3. In der Graphik werden die Kompartimente auf ihre Untersuchungsaspekte hin gekennzeichnet. Das Modell zeigt demnach, was im Rahmen der Dissertation M. Glasstetter auf welche Weise bearbeitet wird.

Zu Abb. 4 Untersuchte Kompartimente im "Regelkreis für einen Grünlandstandort"

Kapazitätsregler: Sa = Saprovore Mikroorganismen (C*); Speicher: PM_o = Phytomasse, oberirdisch (C); WM_b = Wurzelmasse im Boden, lebend (C); St = Streu (C); ZM_o = Zoomasse, oberirdisch (C); He = Herbivore Makrofauna (A*); Sa = Saprophage Makrofauna (A); Ca = Carnivore Makrofauna (A); RW =

Tab. A: Für die vorliegende Untersuchung berücksichtigte biotische Kompartimente im "Regelkreis für einen Grünlandstandort" (Abb. 4) sowie Material- und Datengewinnungsmethoden. Vgl. Kap. 4 1
 *La. = Larven; *Im. = Imagines; **FM = Frischmasse (Lebendgewicht)

Abkürzung im Regelkreis	Bedeutung und Erläuterung	Untersuchungsmethoden im Feld	Qualifizierung und Quantifizierung im Labor	Wichtigste untersuchte Taxa	Insektenstadien
RW	Regenwürmer Lumbricidae	Aufgrabung und Handauslese, im April, Juli, Oktober und Januar 3x pro Standort in 0-10, 10-20 und 20-40 cm Tiefe	Lebendwägung, räumlich und zeitlich differenzierte FM** Berechnung (Gattungen)	<i>Nicodrilus</i> spp. <i>Allolobophora</i> spp. <i>Lumbricus</i> spp. <i>Octolasion</i> spp.	
He	Herbivore: (Phytophage) lebende pflanzliche Substanz	wie oben	wie oben (Ordnungen oder Familien, bei Insekten Entwicklungsstadium)	Elateridae Scarabaeidae Curculionidae Lepidoptera Julidae Pulmonata	La* Im* La. Im. La. Im. La.
Sa	Saprophage: tote organische Substanz	wie oben	wie unter "Herbivore"	Tipulidae Nematocera Brachycera Forficula Isopoda	La. La. La. Im.
Ca	Carnivore (Zoophage): lebende Beute	wie oben	wie unter "Herbivore"	Carabidae Staphylinidae Formicidae Geophilidae Araneidae	La. Im. La. Im. La. Im. La. Im.

Tab. B: Kompartimente im "Regelkreis für einen Grünlandstandort" (Abb. 4), die zwar nicht für die vorliegende, wohl aber für spätere Untersuchung berücksichtigt werden, sowie die zugehörigen Material- und Laboranalysenmethoden

Bezeichnung im Regelkreis	Bedeutung	Probenahmemethode im Feld	Laboranalysen: Methoden	Beispiele für analysierte Stoffe/Elemente und pH
H	Humus	Proben des Feinbodens aus 0-20 cm Tiefe in je ein Leitprofil pro Standort, VIII/XI 1986	naße Veraschung: Kaliumdichromatmethode, Auswertung photometrisch Kjeldahl-Aufschluss, Auswertung titrimetrisch kombinierte Glaselektrode, in H ₂ O und KCl	organischer Kohlenstoff C _{org} . Gesamtstickstoff N _{total} pH
Kt	Kot, Regenwurmlosung	frische Wurmlosung an Bodenoberfläche, Herbst und Frühjahr	siehe oben bzw. siehe unten, unter den entsprechenden Methoden	C _{org} , N total, pH, Textur, Ca, Mg, K, Phosphat
NS fest	Nährstoffe im Feinboden	horizontweise in je einem Leitprofil pro Standort, VIII/XI 1986	Pipettenanalyse kombinierte Glaselektrode, in H ₂ O und KCl komplexometrische Titration Extraktion mit Ammoniumlaktat-Essigsäure (A.L.), Analyse im Atomabsorptionsspektrometer (AAS) Extraktion mit A.L., photometrische Auswertung des Phosphat- und Molybdat-Komplexes	Korngrößenverteilung = Textur pH Kalk, Dolomit Calcium, Magnesium, Kalium Phosphat
NS flüssig	Nährstoffe in der Bodenlösung	Bodenwasserproben aus 10, 20, 40 cm Tiefe mit Vakuum-Saugkerzen und/oder Trichter-Lysimetern, wöchentlich	(wasserlösliche Nährstoffe in pflanzenverfügbaren Mengen): kombinierte Glaselektrode Extraktion mit A.L. und Analyse im AAS Extraktion mit A.L., photometrische Auswertung des Phosphat- und Molybdat-Komplexes Ammoniak-Elektrode	pH Calcium, Magnesium, Kalium Phosphat Ammonium, Nitrat

Regenwürmer (Lumbricidae) (A); H = Humus (B*); Kt = Kot, Regenwurmlosung (B); NS_{1/2} fest = Nährstoffreservoir der Humusdecke und des oberflächennahen Untergrundes: Nährstoffe in der Bodenmatrix (B); NS_{1/2} flüssig = Nährstoffreservoir der Humusdecke und des oberflächennahen Untergrundes: Nährstoffe in der Bodenlösung (B); Prozesse: NS_V = Nährstoffaufnahme durch die Vegetation (C); NS_A = Nährstoffauswaschung (C); – *A: Für die vorliegende Untersuchung berücksichtigte Kompartimente. Methoden: siehe Tab. A. *B: spätere Untersuchungen in der Dissertation von M. Glasstetter berücksichtigte Kompartimente. Methoden: siehe Tab. B. *C: In der Dissertation von M. Glasstetter nicht untersuchte Kompartimente.

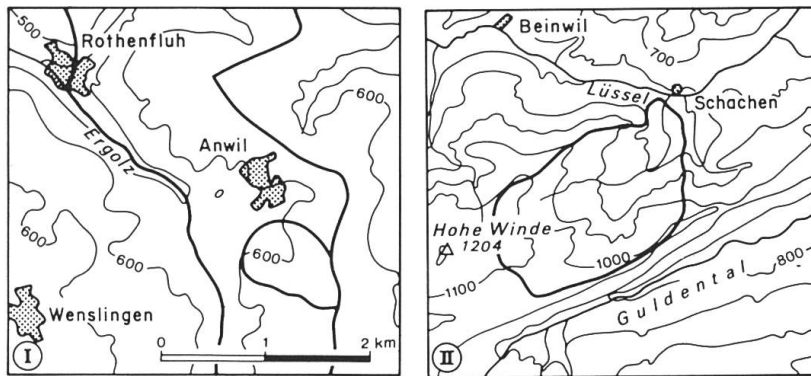


Abb. 5 Lage der Arbeitsgebiete

I = Basler und Aargauer Tafeljura, Raum Anwil (= BTJ); II = Hoher Faltenjura, Raum Hohe Winde/Beinwil/Paßwang (= HFJ)

eingestellten ca. 3 a großen Standortareale ermittelt der Computer (Zufallsgenerator). Das Bodenmaterial der Horizonte 0 - 10, 10 - 20 und 20 - 40 cm Bodentiefe wird gesondert auf Plastikfolien ausgebreitet und die makroskopische Bodenfauna von Hand ausgelesen.

Die Methode der *manuellen Auslese der Regenwürmer* wurde von J. Satchell (1969), M. Bouché (1972), D. Junack (1978) und R. Bono (1986) empfohlen und angewendet. Sie bietet gegenüber der Formalinapplikation sowie dem Anlegen einer elektrischen Spannung im Boden die Vorteile, räumlich-quantitativ zu sein, das Studium der Bodeneigenschaften in der Umgebung der Tiere sowie deren Lage und Verhalten (Diapause etc.) zu ermöglichen sowie Boden und Gewässer zu schonen.

Stichprobenartige Nachkontrollen im Laufe der vorliegenden Untersuchung bestätigen, daß 93 - 96% der Regenwurmbiomasse auf diese Weise gefunden werden.

Zum Transport werden die Bodentiere in beschriftete Plastikbüchsen mit Schraubdeckel (150 - 500 ml Inhalt) mit genügend Bodenmaterial aus dem betreffenden Horizont gelegt und vor Sonnenbestrahlung, Wärme und Frost geschützt rasch ins Labor gebracht. Reinigung, Wägung und Weiterbehandlung der Bodentiere erfolgen sofort, spätestens aber nach 24 Stunden.

4 1 2 Wägung und Frischmasseberechnung

Zur Ermittlung der Frischmasse (FM) in g lebender Substanz werden die Regenwürmer gemäß der Systematik von M. Bouché (1972) nach Gattungen getrennt, gezählt und gewogen. Juvenile und verletzte Tiere werden soweit möglich mitberücksichtigt.

Mehrere Bäder in deionisiertem Wasser und eine Trocknung zwischen Laborpapiertüchern reinigen die Würmer von anhaftenden Bodenpartikeln. Um den Grad des Feuchtigkeitsentzugs innerhalb der Untersuchung etwa konstant zu halten, trocknet man die Regenwürmer nur so lange, bis sie an einem neuen Tüchlein haften bleiben. In tarierten Plastikbechern werden sie auf einer Analysenwaage (Mettler AE 100) auf 0,1 mg genau gewogen. Diese direkte Wägung am lebenden Tier ersetzt die manchmal problematische Berechnung der FM aus dem Totgewicht formalinkonservierter Exemplare.

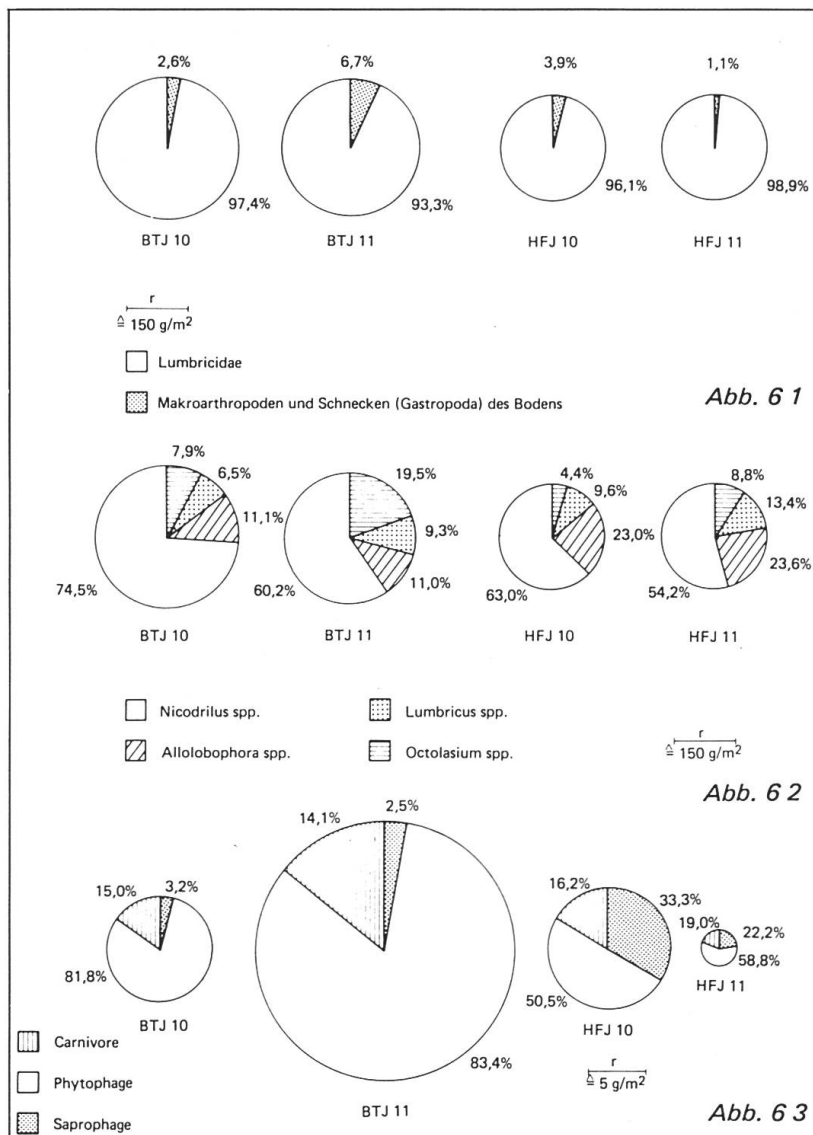


Abb. 6 Prozentuale Verteilung der Biomasse von Makrofauna-Gruppen im Boden

Die Jahresmittelwerte für die vier Untersuchungsstandorte sind in Gramm lebender Substanz/m² Boden wiedergegeben. Probenahmen erfolgten im April 1986 (nur BTJ-Standorte), im Juli 1986, Oktober 1986 und Januar 1987 (BTJ- und HFJ-Standorte). Die Kreisradien sind jeweils zur Gesamtbio-masse der verglichenen Tiergruppen proportional

Abb. 6 1 Biomasse der Regenwürmer (Lumbricidae) sowie der Makroarthropoden und Schnecken

Abb. 6 2 Biomasse der vier Regenwurm-gattungen (Lumbricidae).

Abb. 6 3 Biomasse der drei Ernährungsstufen (trophischen Ebenen) angehörenden Makroarthropoden und Schnecken

Alle übrigen für die Untersuchung berücksichtigten Bodentiere werden nur bis zur Familie bzw. Ordnung bestimmt, nicht gewaschen (außer Nacktschnecken) und nach der Wägung in drei trophische Gruppen eingeteilt: Räuber (Carnivore), Pflanzenfresser (Phytophage) und Verwerter toter organischer Substanz (Saprophage). Im übrigen wird die raumzeitliche Verteilung der Makroarthropoden und Schnecken nach dem gleichen Muster untersucht wie die der Regenwürmer.

4 1 3 Biomasseberechnung

Zur Ermittlung der Biomasse einer der Tiergruppen an ihrem Standort wird die FM aus allen drei Horizonten der drei Parallelgruben addiert (s. Kap. 4 1 1). Sie bezieht sich so auf 0,75 m² pro Standort und Hauptjahreszeit und ergibt, auf 1,0 m² extrapoliert, die Biomasse in g/m² (Abb. 6 und 7).

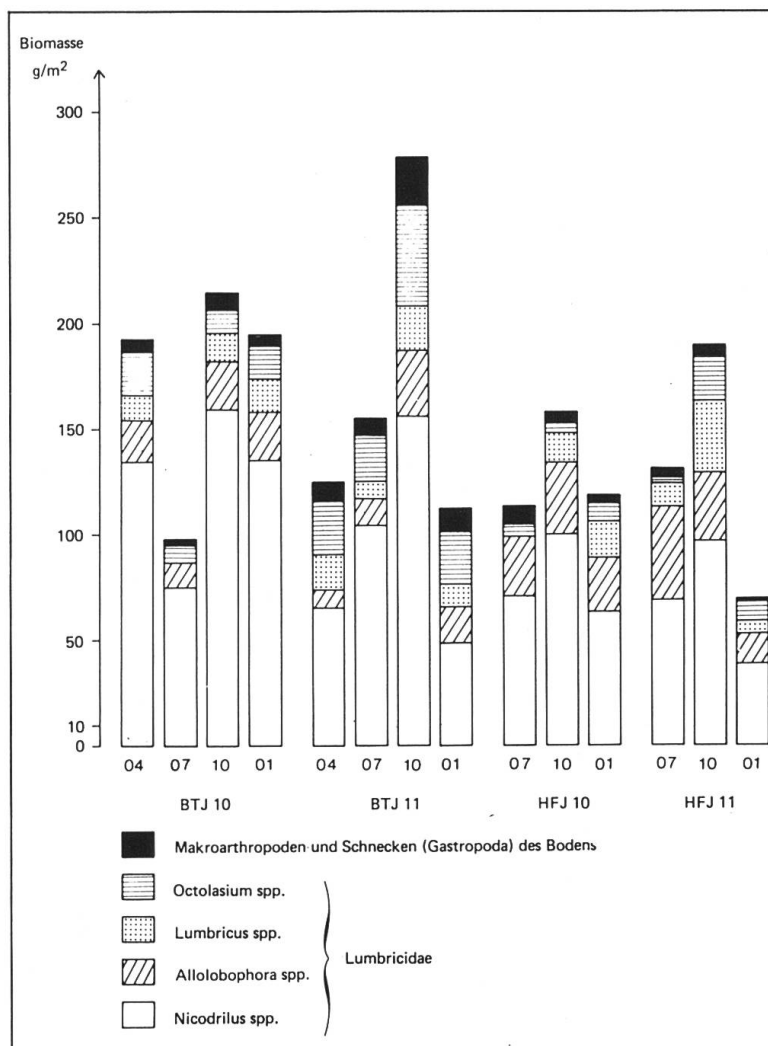


Abb. 7 Räumliche und zeitliche Verteilung der Biomasse

Die Biomasse wichtiger Gruppen der Bodenmakrofauna ist in Gramm lebender Substanz/m² Boden wiedergegeben.

Probenahme-Zeitpunkte:

04/86 = April 1986, 07/86 = Juli 1986, 10/86 = Oktober 1986, 01/87 = Januar 1987.

Probenahme-Standorte siehe Abb. 6 sowie Tab. 1 und 2.

4.1.4 Berechnung der FM pro Volumen

Um die FM Bodentiere aus den drei unterschiedlich mächtigen Horizonten (10 bzw. 20 cm) vergleichend-quantitativ darstellen zu können, addiert man die FM aus den jeweiligen drei parallel untersuchten Horizonten, deren Gesamtvolumina 0,075 m³ bzw. 0,15 m³ betragen, und extrapoliert sie auf ein Volumen von 1,0 m³ (Abb. 8). Die FM wird dann in g/m³ angegeben.

4.2 Erste Resultate zur räumlichen und zeitlichen Biomasseverteilung (vgl. Abb. 6, 7 und 8)

Der Standort BTJ 10 (Tab. 1 und 2) zeichnet sich durch die höchste mittlere Lumbriciden-Biomasse aus. Dies ist möglicherweise auf die allgemein höhere Düngung und günstigere lokalklimatische Bedingungen zurückzuführen. Frühjahrs-, Herbst- und Winterwerte liegen um 200 g Lebendmasse/m². Zum Vergleich: Nach Angaben des Landwirts beträgt die Biomasse der von 1 Hektar umgebendem Grasland ernährten Kühe 246 g/m².

Der am Standort BTJ 11 relativ hohe Makroarthropoden- und Schneckenanteil ist wahrscheinlich durch die schonende Bewirtschaftung und die günstige Exposition bedingt. Typisch für beide BTJ-Standorte ist die im Vergleich zu den HFJ-Standorten höhere mittlere Biomasse der gesamten Makrofauna von 162 g/m² (vgl. Abb. 7).

Tabelle 2 Landwirtschaftliche und bodenklimatische Eigenschaften der vier untersuchten Standorte, sowie Jahresmittelwerte für die Biomasse der wichtigsten Taxa der Gruppe "Makroarthropoden und Schnecken" (MAS) und ihr Bezug zur Gesamtbiomasse der Makrofauna (MF*) am jeweiligen Standort.*

EZG + Standort Nr.	Nutzung; Mahd; Düngung	Bodenfrostgefahr	Massemäßig wichtigste MAS*-Taxa des Standorts	Mittlerer Anteil an der Gesamtbiomasse der:		
				MF*	MF*(%)	MAS*(%)
BTJ 10	Obstwiese; ca. 3x/Jahr; Jauche (mäßig)	xx	Julidae phytophage Tausendfüßer	2,4 g	1,4%	54,8%
BTJ 11	Wiese (vor über 20 J.: Acker); 2x/Jahr; Stallmist (mäßig)	xxx	Scarabaeidae Curculionidae Juni- und Rüsselkäfer-Larven u.a.	4,8 g	2,9%	43,4%
			Zonitacea Pulmonata Nacktschnecken	2,0 g	1,2%	17,5%
HFJ 10	Rinderweide; max. 1x/Jahr; punktuell	x	Zonitacea Pulmonata Nacktschnecken	1,5 g	1,1%	29,5%
			Tipulidae Diptera Schnaken-Larven	1,4 g	1,1%	29,1%
HFJ 11	Kälberweide an Waldrand; keine; punktuell	xxx	Elateridae Schnellkäfer-Larven	0,4 g	0,3%	30,4%
			Diptera Fliegen-Larven	0,2 g	0,2%	15,3%

Die beiden HFJ-Standorte weisen eine geringere mittlere Makrofauna-Biomasse von nur 128 g/m² und einen relativ hohen Anteil an Verwerter toter organischer Substanz auf. Diese finden im fleckenhaft abgesetzten Rinderkot und in der absterbenden, nicht gemähten Vegetation ein besseres Nahrungsangebot.

Wie die vorliegende Untersuchung vom Frühjahr 1986 bis Winter 1986/87 zeigt, drückt sich der Einfluß der Jahreszeiten in der unterschiedlichen vertikalen Verteilung (Abb. 8) und in der Gesamtstärke (Abb. 7) der Biomasse der Makrofauna aus. Vertikale Wanderungen insbesondere der Lumbriciden gibt die Abb. 8 für alle untersuchten Standorte, Horizonte und Jahreszeiten wieder. Die größte Biomasse im Frühjahr und Herbst in den obersten 10 cm des Bodens, Abwanderung in Horizonte unterhalb 20 cm Tiefe im Winter sowie eine Konzentration in 10 - 20 cm Tiefe im Sommer machen folgendes deutlich: Die Lumbriciden reagieren im Jahreslauf empfindlich auf bodenklimatische Bedingungen, im Winter auf die Bodentemperaturen und in den übrigen Jahreszeiten auf die Bodenfeuchte.

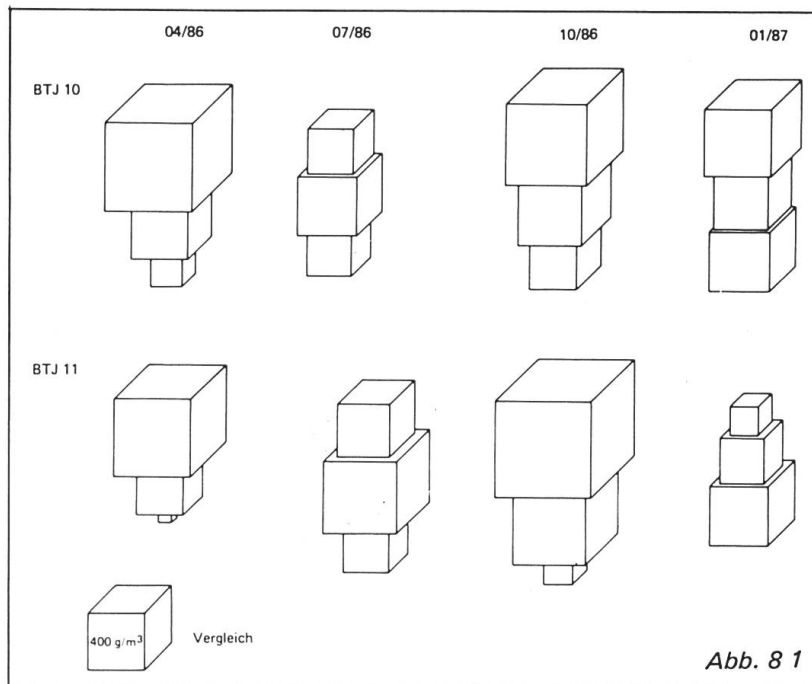


Abb. 8 1 und 8 2

Vertikale Verteilung der Makrofauna

Die Daten beziehen sich auf die in den drei Bodenhorizonten festgestellte Summe der Regenwürmer (Lumbricidae), Makroarthropoden und Schnecken. Die Frischmasse (FM) der Tiere ist für jeden Horizont auf ein Bodenvolumen von $1,0 \text{ m}^3$ extrapoliert. Die dritte Wurzel dieser Werte in Gramm/m^3 ist proportional zur Kantenlänge des betreffenden Würfels.

Oberer Würfel: FM aus 0 - 10 cm Bodentiefe;

Mittlerer Würfel: FM aus 10 - 20 cm Bodentiefe;

Unterer Würfel: FM aus 20 - 40 cm Bodentiefe.

Standorte und Zeitpunkte der Probenahmen siehe Abb. 6 und 7 sowie Tab. 1 und 2.

5 Betrachtungen zum Ansatz und zur Geoökosystemmodellierung

Bereits *R. Bono* (1986) zeigte die Möglichkeiten des Ansatzes, aber auch seine Begrenzungen. Zumindest die vertikale standörtliche Verteilung und die Bindung gewisser Bodenfaunaelemente an die Bodentypen ist relativ leicht feststellbar. Das Problem im weiteren Verlauf der Untersuchung wird darin bestehen, die standörtliche Aussage weiter in die Fläche auszudehnen und eine Beziehung zum stofflichen Geschehen im abiotischen Teil des Systems herzustellen. Das *Forschungsproblem* kann man in folgende Fragen kleiden, die im weiteren Verlauf der Untersuchungen im BTJ und HFJ vielleicht beantwortet werden können:

- (1) Welche Raummuster der Verteilung ergeben sich in der topischen Dimension, also "in der Fläche", über die Standorte hinaus?
- (2) Welche Bodeneigenschaften und -merkmale sind es im einzelnen, die das Vorkommen bestimmter Taxa bedingen? (Zum Beispiel Nährstoffversorgung? pH-Wert? Bodenfeuchte? Andere Stoffgehalte des Bodens? Mikroklima der bodennächsten Luftschicht, d.h. der Grenzschicht Boden/Erdoberfläche/Bewuchs?)
- (3) Welche Beiträge leisten die einzelnen Taxa (oder Gruppen) an das stoffliche Geschehen im Boden?
- (4) Inwieweit tritt die Bodenfauna selber als (vorübergehender) Stoffspeicher auf? Lassen sich diese Stoffmengen quantifizieren oder abschätzen und fallen sie in pedogenetisch relevanten Mengen an?

Diese Fragen zeigen, daß sich enge Beziehungen zwischen dem *geochemischen Zustand des Geoökosystems* und dem Stoffgehalt der Bodenfauna ergeben können, die Gegenstand der weiteren Untersuchung wären. Völlig unbestritten ist die physikalische Mitwirkung der Bodenfauna an der Bodenbildung bzw. -weiterentwicklung infolge der Durchmischungstätigkeit, welche die Bodentiere ausüben. Aus obigen Fragen ergibt sich, daß die Bedeutung der chemischen Komponente der Untersuchung zunimmt.

SUMMARY

The aim of this preliminary report being based on field work is to integrate biotic compartments into geoecosystem models on a quantitative basis. — In two "Elementarlandschaften" (representative landscape areas) of the Swiss Jura mountains, the soil fauna, especially the Lumbricids, is examined over a number of years in order to detect a spatial and ecofunctional distribution pattern. The contribution of the soil fauna to the nutrient budget of the geoecosystems is also studied. — In connexion with extensive abiotic measurements the soil fauna is investigated vertically and horizontally over a certain period of time at regular intervals. We expect to obtain better knowledge of the part played by the soil fauna in the biogeochemical element turnover at the sites, methodical experience in the spatial and periodical study of soil fauna, and better estimation of the possibilities of quantitative modelling.

RÉSUMÉ

Il s'agit ici d'un compte-rendu d'une équipe de travail. Les recherches géoécologiques devraient inclure les facteurs biologiques dans le système élaboré. Ceci est à réaliser sur une base quantitative. Dans deux paysages élémentaires du Jura suisse, on étudie, depuis plusieurs années consécutives, la faune du sol, notamment les lombricidés, afin de déterminer un schéma de répartition spatiale et écofonctionnelle. On étudie également le rôle de la faune pédologique dans le bilan du géosystème. En partant des nombreuses données abiotiques relevées dans le géoécosystème, on étudie la faune du sol dans sa répartition verticale, horizontale et dans le temps. On en attend des précisions sur le rôle de la faune du sol dans les circuits biogéochimiques, des indications méthodologiques sur l'examen spatial et périodique de la faune, et sur les possibilités de schématisation quantitative.

Résumé: M. Glasstetter

Traduction: P. Meyer

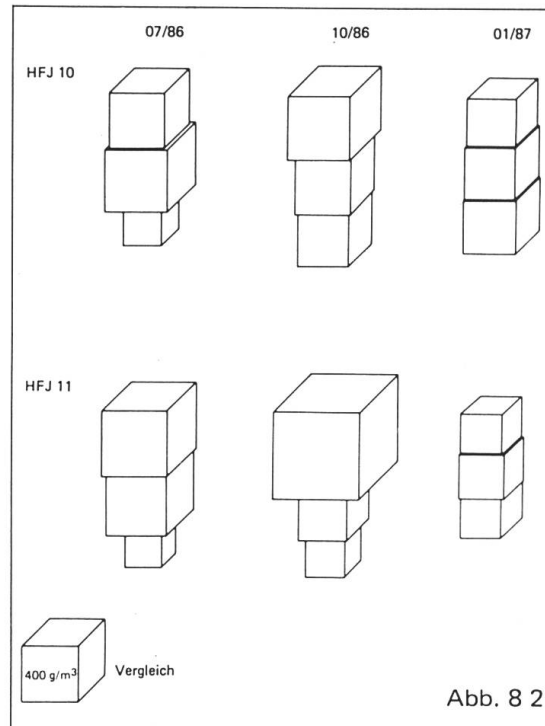


Abb. 8 2

ANMERKUNGEN

- ¹ Auf den Zusammenhang der Geoökosystemforschungen wird im Einleitungsbeitrag zu diesem Heft hingewiesen. Die Beziehungen des biogeographischen Ansatzes zur Geosystemforschung werden in einem Einleitungsartikel (*H. Leser* 1986) zur Dissertation von *R. Bono* (1986) dargelegt.
- ² Den abiotischen Hintergrund zur Dissertation von *M. Glasstetter* liefern u.a. die Dissertationen von *C. Eggenberger* und *V. Prasuhn*. Siehe dazu Literaturverzeichnis.
- ³ Auf den größeren Raumzusammenhang der Untersuchungsgebiete geht der Einleitungsbeitrag von *H. Leser* zu diesem Heft ein.
- ⁴ Die Diplomarbeiten von *M. Dipner*, *C. Eggenberger* und *T. Jenne* (siehe dazu Literaturverzeichnis) erbrachten alle eine extrem kleinräumige Differenzierung der abiotischen Faktoren der Geosysteme in den Elementarlandschaften.
- ⁵ Siehe dazu Tabelle 1 im Kap. 4 1 1 dieses Beitrages, die von den Angaben bei *W. Seiler* (1983) ausgeht.

LITERATUR

- Bono, R.* (1984): Regenwurmgesellschaften im Sundgau (Elsaß, Frankreich): Aspekte ihrer Struktur und Verbreitung. — In: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, 12. Jahrestagung Bern, Bd. XII, Göttingen, 545-552
- Bono, R.* (1986): Geoökologische Untersuchungen zur Naturraumgliederung und Regenwurmfauna des Niederen und Hohen Sundgaus (Elsaß, Frankreich). — = Physiogeographica, Basler Beiträge zur Physiogeographie, Bd. 8, Basel, 300 S.
- Bouché, M.* (1972): Lombriciens de France: Ecologie et systématique. — = Institut National de la Recherche Agronomique, Annales de Zoologie-Ecologie Animale. N° hors série, Paris, 671 S.
- Dipner, M.* (1986): Differenzierung des Nährstoffhaushaltes und seine Beziehungen zu Boden, Wasserhaushalt und Niederschlagsinput im Bodenerosionstestgebiet Jura I (Basler Tafeljura bei Anwil). — = Diplomarbeit Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut Universität Basel, Basel, 130 S.
- Eggenberger, C.* (1985): Meso- und Mikroklima eines Einzugsgebietes im Faltenjura: Gang und funktionale Verknüpfung der Klimaelemente. — = Diplomarbeit Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut Universität Basel, Basel, 224 S.
- Eggenberger, C.* (1986): Meso- und Mikroklima eines Einzugsgebietes im Faltenjura. — In: Regio Basiliensis, Bd. XXVII, 211-220
- Eggenberger, C.*: Wasser als Stoffträger im Geosystem des Passwanggebietes: Input durch Klimaelemente und die Beziehungen zum Wasser- und Stoffhaushalt im Boden (Hoher Faltenjura, Raum Hohe Winde). — = Dissertation Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut Universität Basel (in Arbeit)
- Glasstetter, M.*: Vergleich der Bodenfauna zweier geoökologischer Elementarlandschaften im Tafel- und Faltenjura und ihre Beziehungen zum Stoffhaushalt dieser Gebiete. — = Dissertation Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut Universität Basel (in Arbeit)
- Jenne, T.* (1987): Der Zusammenhang "Wasserhaushalt — Bodenerosion" im Geoökosystem, dargestellt am Beispiel eines Kleineinzugsgebietes im Oberbaselbieter Tafeljura (Bodenerosionstestlandschaft Jura I) im hydrologischen Jahr 1986. — = Diplomarbeit Forschungsgruppe Physiogeographie und Geoökologie, Geographisches Institut Universität Basel, Basel, 206 S.
- Junack, D.* (1978): Untersuchungen zur Ökologie der Regenwurmfauna an Repräsentativstandorten des Bruderholzgebietes (Raum Basel) unter besonderer Berücksichtigung der geoökologischen Randbedingungen. — = Diplomarbeit Zoologisches Institut Universität Basel, Basel, 199 S.
- Leser, H.* (1984): Zum Ökologie-, Ökosystem- und Ökotopbegriff. — In: Natur und Landschaft, 59, Bonn-Bad Godesberg, 351-357

- Leser, H.* (1986 a): Das Problem biotischer Kompartimente in Geoökosystemen topischer Dimension. — In: *Physiogeographica*, Basler Beiträge zur Physiogeographie, Bd. 8, Basel, I-X
- Leser, H.* (1986 b): Problems of biotic compartments in geoecosystems. — In: *Landscape synthesis*, part I: Geoeological foundations; ed. by *M. Richter* und *G. Schönfelder*, = Kongress und Tagungsberichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, WB 1986/16 (Q 16), Halle/Saale, 43-51
- Mosimann, T.* (1984): Methodische Grundprinzipien für die Untersuchung von Geoökosystemen in der topologischen Dimension. — In: *Geomethodica*, Veröffentlichungen des 9.BGC, 9, 31-65
- Prasuhn, V.*: Bodenerosion und Stoffumsatz in landwirtschaftlich genutzten Geoökosystemen des Bodenerosionsuntersuchungsgebietes Jura I (Basler Tafeljura, Raum Anwil). — = Dissertation Forschungsgruppe Bodenerosion, Geographisches Institut Universität Basel (in Arbeit)
- Satchell, J.E.* (1969): Studies on methodical and taxonomical questions. Methods of sampling earthworm populations. — In: *Pedobiologia*, 9, 20-25
- Seiler, W.* (1983): Bodenwasser- und Nährstoffhaushalt unter dem Einfluss der rezenten Bodenerosion am Beispiel zweier Einzugsgebiete im Basler Tafeljura bei Rothenfluh und Anwil. — = *Physiogeographica*, Basler Beiträge zur Physiogeographie, Bd. 5, Basel, 510 S. mit Kartenband

