Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Freising-Weihenstephan 1979) Band VIII 1980

Die Struktur von Testaceenzönosen (Rhizopoda, Testacea) in Böden des Sollings

Ralf Meisterfeld *)

A study was made of the soil-inhabiting testate amoebae of five experimental plots in the Solling area (2 beech stands, 2 spruce stands, and a meadow). Classification of the testacean associations by an average linkage cluster analysis showed higher similarity between corresponding soil layers of different plots than between different layers of the same stand.

In the forest soils, maximum species numbers, diversity and abundance are found in the F-layer, while under meadow maximum density is reached in the upper 2 cm of the soil. The estimated densities per m² were 56.9 x 10^6 and 113.4 x 10^6 cells in the two beech plots, 84.2 x 10^6 and 105.7 x 10^6 cells in the spruce plots, and 238.9 x 10^6 cells in the meadow soil. The corresponding biomasses (wet weight) were 1.5 and 2.3 g/m² (beech), 3.5 and 4.2 g/m² (spruce) and 3.6 g/m² (meadow).

Testacea, soil, community structure, Solling, cluster analysis, diversity, vertical distribution, biomass.

1. Einführung

Über die Rolle der Mikrofauna im Boden ist bisher noch sehr wenig bekannt. Bei den meisten bisher vorliegenden Ökosystemanalysen wurde sie nicht berücksichtigt, obwohl bekannt ist, daß sie mit zum Teil riesigen Individuenzahlen auftritt.

Zur orientierung für spätere produktionsbiologische Studien wurden fünf Standorte im Hochsolling untersucht, die bereits im Rahmen des Sollingprojektes der DFG (ELLENBERG 1971) von den verschiedensten Disziplinen intensiv bearbeitet worden waren. Von besonderem Interesse war dabei, ob die verschiedenen Standorte und Bodenhorizonte trotz z. T. sehr ähnlicher pedologischer Verhältnisse von verschiedenen Testaceenzönosen besiedelt werden, ferner wie sich Artenzahl, Diversität und Abundanzen vertikal ändern und schließlich, welche quantitative Bedeutung die Thekamöben in diesen Böden haben.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden im Frühjahr 1979 auf fünf Standorten im Hochsolling durchgeführt. Die Flächen liegen nur wenige Kilometer voneinander entfernt in ca. 500 m Meereshöhe. Im jährlichen Mittel erhalten sie ca. 1100 mm Niederschlag. Vegetationsbeschreibungen finden sich bei GERLACH et al. (1970).

Tab. 1: Die untersuchten Standorte im Solling.
Bodenchemische und bodenkundliche Angaben nach MAYER (pers. Mitteilung) und BABEL (1972).

Standort	Vegetation	Bodentyp	Humusform	C/N	pH($CaCl_2$)
B 1a	Buche (*Luzulo-Fagetum*) 130 Jahre	saure Braunerde	Moder	20.1	3.24
B 4	Buche (*Luzulo-Fagetum*) 67 Jahre	"	mullartiger Moder	19.4	3.36
F 1	Fichte 95 Jahre	"	typ. Moder	25.7	2.84
F 3	Fichte 48 Jahre	"	Moder	21.5	2.91
W	Goldhaferwiese (*Trisetetum flavescentis*)	"	Mull	13.9	4.1

*Ergebnisse des Sollingprojektes der DFG (IBP), Mitteilung Nr. 272

Die Bodenbildung an den untersuchten Standorten ging von mit Lößlehm überlagertem Buntsandstein aus, was zu dem relativ einheitlichen Bild der Böden führt (Tab. 1). Die Buchenstandorte B 1a und B 4 repräsentieren den für diese Lage natürlichen Vegetationstyp (*Luzulo-Fagetum*). Die Probeflächen selbst sind frei von Bodenvegetation. Auch die Fichtenforste (*Picea abies*), die man als Ersatzgesellschaften des *Luzulo-Fagetums* ansehen kann (GERLACH et al. 1970), weisen saure Braunerden auf, deren pH jedoch etwas niedriger liegt. Ihr C/N-Verhältnis ist höher als das der Böden unter Buche. Dies und auch die höhere Streuauflage weisen auf einen verzögerten Abbau hin. Die Unterschiede in den bodenchemischen Eigenschaften zwischen den Buchen- und Fichtenwäldern werden nach ULRICH et al. (1971) jedoch zum Teil durch die Streuung der Daten innerhalb der Flächen und zwischen Flächen gleicher Vegetation überlagert.

Der Wiesenstandort, bei dem es sich um die während des Sollingprojektes ungedüngte Kontrollfläche handelt, ist durch einen von Lumbriciden geformten Wurmmull gekennzeichnet (GRAFF 1971) und unterscheidet sich auch durch das ausgeglichenere C/N-Verhältnis und die höheren pH-Werte von den Waldstandorten.

2.2 Probenentnahme, Aufbereitung und Abundanzbestimmung

Die Probenentnahme erfolgte mit Hilfe eines Bodenbohrers (Durchmesser: 5.5 cm). Pro Fläche wurden fünf Kerne entnommen, wobei die Proben der Waldstandorte in L-, F- und H + A_h unterteilt wurden. Die Zusammenfassung des H-Horizontes und der beiden obersten Zentimeter des A_h-Horizontes war wegen der undeutlichen Grenze notwendig. Die Wiesenproben wurden in zwei Zentimeter lange Abschnitte unterteilt. Nach guter Durchmischung wurden 2 g des feuchten Bodens mit Formol fixiert und zur eindeutigen Unterscheidung der vollen von den leeren Testaceen-Schalen nach SCHÖNBORN (1978) mit Anilinblau gefärbt. Aus dem gefärbten Boden wurde unter Schütteln eine wässrige Bodensuspension von 200 cm^3 bereitet. In 0.5 bis 2 cm^3 dieser Bodensuspension wurden die Testaceen getrennt nach aktiven Thekamöben, Dauerstadien und leeren Schalen mit dem umgekehrten Mikroskop ausgezählt. Die gemittelten Abundanzen der Parallelproben wurden auf 1 cm^3 bzw. 1 m^2 umgerechnet.

Die Biomasse der Testaceen läßt sich nach HEAL (1965) aus dem Plasmavolumen unter Annahme einer Dichte von 1 berechnen. Dabei wurden die Zellen auf ein Ellipsoid zurückgeführt.

2.3 Clusteranalyse

Das hier angewandte Verfahren erfolgt in zwei Schritten. Im ersten wird die paarweise Ähnlichkeit aller Bestände untereinander ermittelt und im zweiten werden dann solche mit hoher Ähnlichkeit schrittweise zu Gruppen zusammengefaßt. Die faunistische Ähnlichkeit wurde als Artenidentität (Jaccard-Koeffizient) berechnet:

$$J = \frac{a}{a + b + c}$$

a = Anzahl der beiden Proben gemeinsamen Arten

b = Anzahl der nur im 1. Bestand vorhandenen Arten

c = Anzahl der nur im 2. Bestand vorhandenen Arten

Neben diesem auf qualitativen Daten beruhenden Ähnlichkeitsmaß wurde die Dominantenidentität (Renkonen-Koeffizient) ermittelt. Sie stellt die Summe der kleineren Individuendominanzwerte (dmin) der in beiden Beständen gemeinsam vorkommenden Arten dar.

$$R = \sum_{i=1}^{S} d(\min)_i$$

Der Analyse der Ähnlichkeitsmatrix liegt der modifizierte Algorithmus ACL (ORLÓCI 1975) zugrunde, bei dem es sich um eine "average linkage"-Clusteranalyse handelt.

2.4 Diversität

Die Diversität der untersuchten Testaceenbestände (lg_2) wurde nach SHANNON, WEAVER (1949) berechnet. Der Einfluß der Diversitätskomponenten Artenreichtum und Gleichförmigkeit der Abundanzverteilung wurde durch Gegenüberstellung der Artenzahl und der Evennessmaße J' (PIELOU 1969) sowie M (McINTOSH 1967) verdeutlicht.

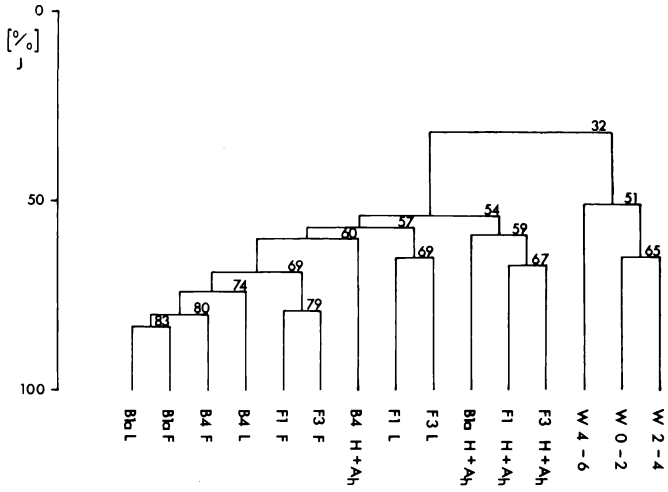

Abb. 1: Klassifikation der Bestände auf der Basis der Artenidentität (Jaccard-Koeffizient).

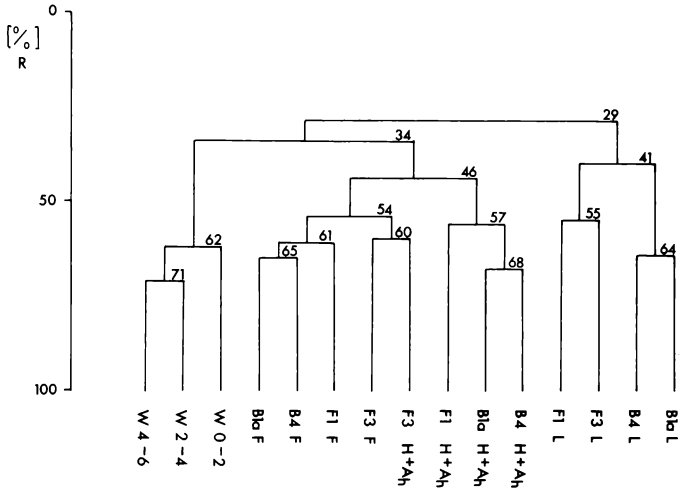

Abb. 2: Klassifikation der Bestände auf der Basis der Dominantenidentität (Renkonen-Koeffizient).
Es wurden ausschließlich die lebenden Testaceen berücksichtigt.

3. Ergebnisse

3.1 Clusteranalyse der Testaceenbestände

Die faunistische Affinität zwischen den verschiedenen Beständen (Standorte + Bodenhorizonte) wurde über die Artenidentität ermittelt. Da der Anteil der lebenden Testaceen im Jahresgang erheblichen Schwankungen unterworfen ist, und die seltenen Arten nicht immer als lebende Individuen im ausgewerteten Probenvolumen vorhanden sind, wurden der Berechnung des Jaccard-Indexes alle Kategorien (aktive Testaceen, Dauerstadien und leere Schalen) zugrunde gelegt. Durch die Einbeziehung der leeren Schalen ist eine zeitliche Integration gegeben, durch die das Ergebnis repräsentativer für die Standorte wird.

Die Clusteranalyse (Abb. 1) zeigt eine hohe Übereinstimmung der Testaceenfauna der Waldstandorte. Innerhalb dieses Astes des Dendrogrammes erfolgt die Fusion der Bestände der L- und F-Horizonte der Buchenstandorte auf hohem Ähnlichkeitsniveau, auch die F-Horizonte unter Fichte zeigen große Artenidentität. Die Zönosen der Fichtenförna und die der H + A_h-Horizonte nehmen eine etwas isoliertere Stellung ein, was auf die geringere Artenzahl und die sich daraus zwangsläufig ergebende niedrige Artenidentität zurückzuführen ist.

Deutlich kleinere artliche Übereinstimmung besteht zwischen den Wiesen- und den Waldstandorten. Dafür sind weniger solche Arten verantwortlich, die ausschließlich im Wiesenboden vorkommen, als vielmehr die hier kleinere Artenzahl (vgl. Abb. 3).

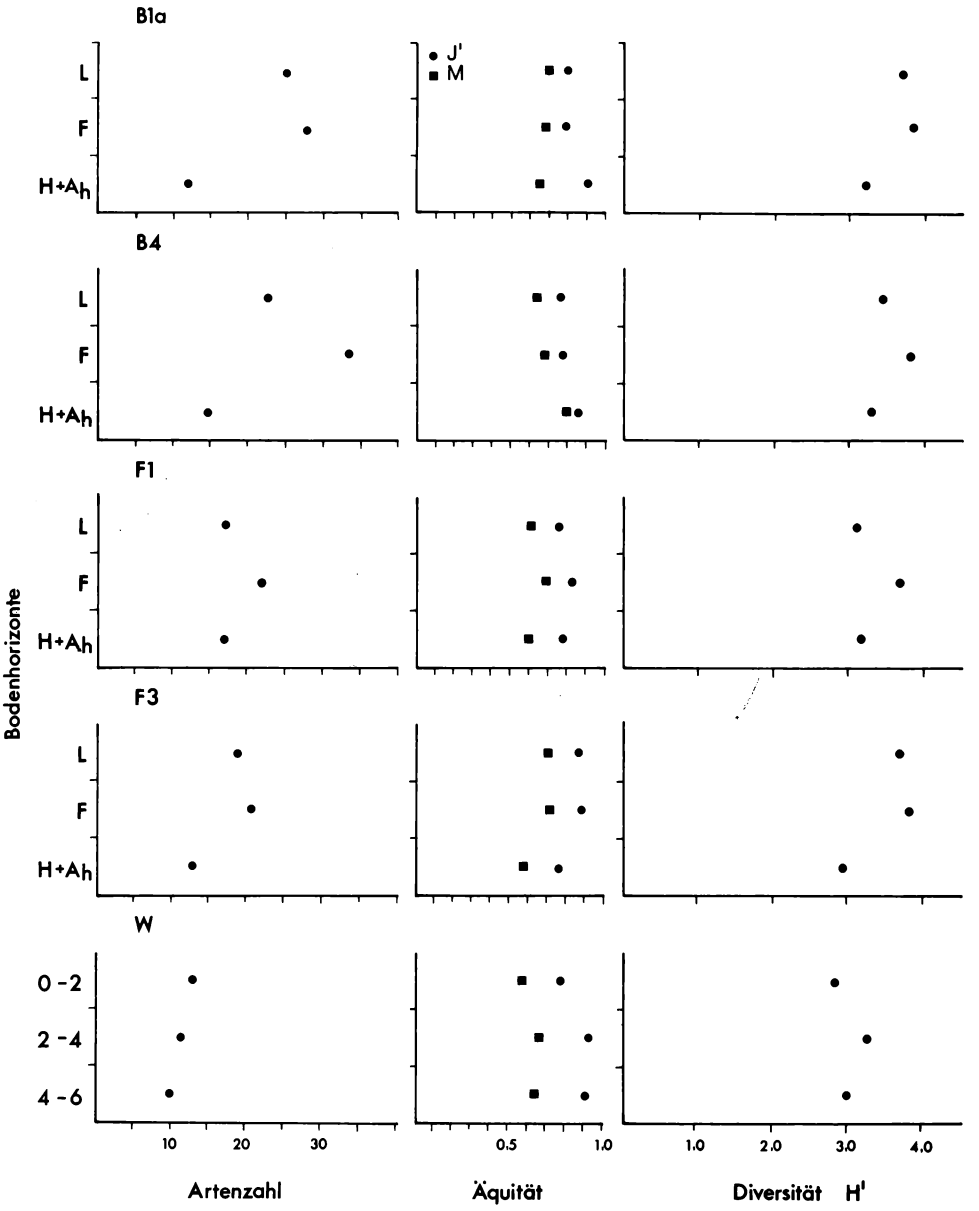

Abb. 3: Die mittlere Artenzahl, Äquität und Diversität in verschiedenen Horizonten der untersuchten Böden.

Bei qualitativen Ähnlichkeitsindizes tragen alle Arten unabhängig von ihrer Abundanz zum Zustandekommen des Wertes bei. Bestände werden daher nur dann differenziert, wenn größere Unterschiede in der Fauna bestehen. Zönosen, die sich nur in der Art ihrer Dominanten unterscheiden, wie das bei verschiedenen Bodenhorizonten des gleichen Standortes der Fall ist, werden nicht getrennt.

Die Clusteranalyse auf der Basis der Dominantenidentität (Abb. 2) zeigt zwischen den Beständen der Waldböden eine stärkere Differenzierung. Auf niedrigem Ähnlichkeitsniveau (R < 35 %) lassen sich drei Probengruppen unterscheiden:

1) die Testaceenbestände des Wiesenbodens
2) " " der F- und H + A_h-Horizonte unter Buche und Fichte
3) " " der Streuauflage

Für die Fusion der Wiesenbestände ist vor allem die gemeinsame hohe Dominanz von *Plagiopyxis declivis*, *Euglypha rotunda*, *Trinema complanatum* und *T. lineare* verantwortlich. Die Proben aus der unveränderten Streuauflage erhalten ihre isolierte Stellung durch den hohen Anteil von *Nebela collaris* und *N. tincta* (unter Fichte). Zur Differenzierung der F-Horizonte unter Buche und Fichte führt die hohe Dominanz von *Trigonopyxis arcula*, *Hyalosphenia subflava*, *Plagiopyxis declivis* und *Phryganella acropodia*. Bei den kleinen Euglyphiden nimmt der Anteil von *Corythion dubium* gegenüber der Streu ab bei gleichzeitiger Zunahme von *Trinema complanatum* und *T. lineare*. Kleinere Unterschiede ergeben sich zu den Beständen der H + A_h-Horizonte durch den Rückgang größerer Arten wie *T. arcula* und *Centropyxis orbicularis* in den tieferen Schichten.

3.2 Diversität, Artenzahl und Äquität (evenness)

Die vertikale Änderung der Diversität verläuft an den fünf untersuchten Standorten ähnlich (Abb. 3). Die Diversitätsmaxima liegen im F-Horizont (2-4 cm im Wiesenboden). In den Böden unter Buche und Fichte ist hierfür die in diesem Bereich höhere Artenzahl verantwortlich, während in der mittleren Schicht des Wiesenbodens die geringfügig höhere Diversität aus einem Anstieg der Evennesskomponente herrührt. Sonst ist der Einfluß der Äquität auf den Diversitätsgradienten gering und wird von dem der sich stärker ändernden Artenzahl übertroffen. Das Artenzahlmaximum im F-Horizont kommt u. a. dadurch zustande, daß zu den Arten der Streu autochthone Bodenarten hinzutreten. Die Abnahme im H + A_h-Horizont geht mit einem starken Rückgang des Anteils der lebenden Testaceen einher. Als leere Schalen sind eine Reihe weiterer Arten vertreten, die entweder durch Dislokation aus den darüberliegenden Bodenhorizonten an die Obergrenze des Mineralbodens gelangt sind, oder deren lebende Stadien so selten sind, daß sie bei der Auswertung nicht erfaßt werden konnten.

Die durchschnittliche Artenzahl der Fichtenwaldböden liegt niedriger als die der Buchenstandorte. Die artenärmste Zönose besiedelt den Wiesenboden. Bei der geringen Entfernung zwischen den einzelnen Standorten und den vergleichsweise guten Verbreitungsmechanismen der Thekamöben müssen diese Unterschiede aus dem in den Böden herrschenden Faktorenkomplex erklärt werden.

3.3 Abundanz der Testaceen

Die vertikale Änderung der Besiedlungsdichte verläuft in den Waldböden abweichend von der in der Wiese (Abb. 4). In den F-Horizonten der Waldstandorte ist die Abundanz der lebenden Testaceen 3-4 mal höher als in der Förna, zum A_h-Horizont geht sie jedoch wieder stark zurück. Im Bereich des Abundanzmaximums werden Dichten von über 4500 Individuen/cm^3 erreicht. Der Wiesenboden hingegen ist in den beiden obersten Zentimetern am dichtesten besiedelt (6732 Ind./cm^3). Parallel zur Abnahme des Anteils der organischen Substanz in den tieferen Schichten des Bodens halbiert sich die Abundanz jeweils in den tieferen Schichten.

Dauerstadien sind in den Waldstandorten in L- und F-Horizont mit 10-20 % an der Gesamtabundanz der lebenden Testaceen beteiligt. Im Wiesenboden ist ihr Anteil wesentlich niedriger.

Die Abundanzunterschiede zwischen den verschiedenen Standorten zeigen keinen einheitlichen Trend. Es erscheint auch wenig sinnvoll, angesichts jährlicher Dichteänderungen von 1:10 (COUTEAUX 1976) ohne Kenntnis der Durchschnittsabundanz solche Unterschiede interpretieren zu wollen.

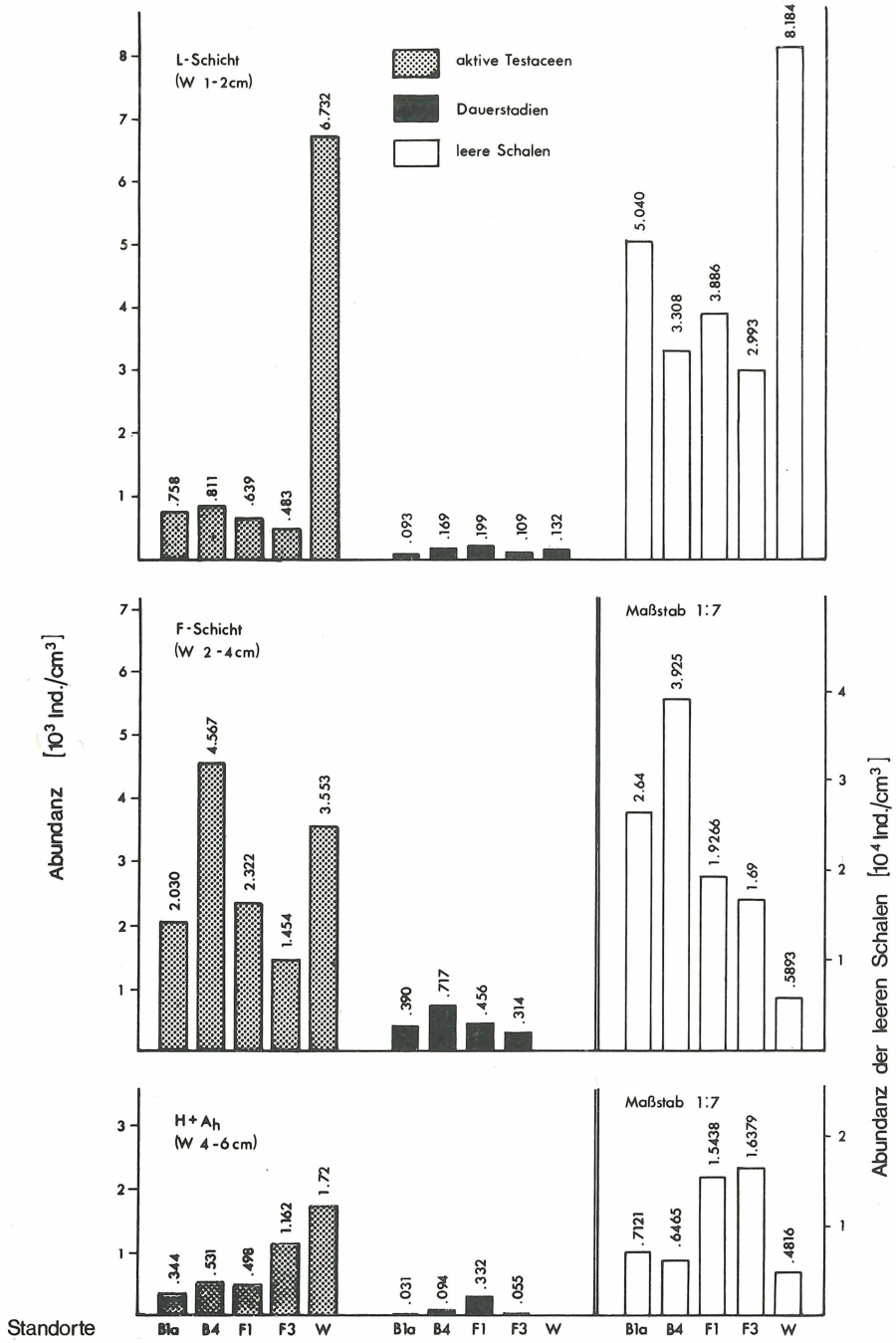

Abb. 4: Die Individuendichte der Testaceen pro cm³ in verschiedenen Bodenhorizonten der fünf Standorte.

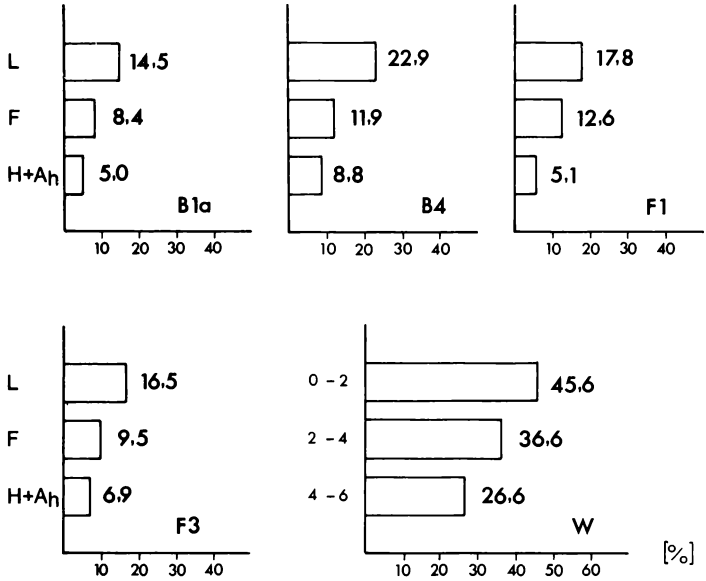

Abb. 5: Der Anteil der lebenden Testaceen (aktive Thekamöben und Dauerstadien).

3.4 Anteil der lebenden Testaceen in den Bodenhorizonten

Wegen ihres festen, mehr oder weniger haltbaren Gehäuses läßt sich nicht nur die Abundanz der lebenden Stadien, sondern auch die der leeren Schalen bestimmen. Das Verhältnis der Testaceenbiozönose zur Nekrozönose läßt Rückschlüsse auf die Abbaugeschwindigkeit der leeren Schalen zu. Überwiegt der Anteil der leeren Schalen sehr, so ist ihr Abbau verzögert, oder es ist eine Phase hoher Mortalität, z. B. verursacht durch lange Trockenheit, vorausgegangen. In den vertikal gegliederten Böden mit nach unten hin abnehmender Porengröße, kommt es durch Auswaschung nach Regenfällen zu einer Anreicherung gerade der leeren Schalen in den tieferen Schichten.

Alle untersuchten Standorte zeigen eine vertikale Abnahme des Anteils der lebenden Testaceen (Abb. 5) von oben nach unten. In den Moderböden unter Buche und Fichte überwiegen die leeren Schalen sehr stark, während in den obersten beiden Zentimetern des Wiesenbodens das Verhältnis fast ausgeglichen ist. Auch hier nimmt der Prozentsatz der lebenden Testaceen nach unten ab, bleibt aber noch immer höher als in der Förna der Waldstandorte. Im Gegensatz zu den anderen Versuchsflächen ist hier die Lumbricidendichte mit 96 g/m² (GRAFF 1971) sehr hoch und infolge der intensiven mechanischen Durcharbeitung der oberen Bodenschichten der Schalenabbau stark beschleunigt.
Zu ähnlichen Ergebnissen kommen VOLZ (1951) und SCHÖNBORN (1973).

3.5 Vertikalverteilung häufiger Arten

Die vertikalen Faktorengradienten im Boden schaffen Mikrohabitate, die sich in ihrer Raumstruktur, im Nahrungsangebot oder Wassergehalt unterscheiden. Inwieweit die Vertikalverteilung häufiger Testaceenarten davon beeinflußt wird, soll für die beiden Buchenstandorte exemplarisch dargestellt werden (Abb. 6). Auch hier zeigt sich das für die Waldböden mit Auflage typische Dichtemaximum im F-Horizont. Für die einzelnen Arten ergeben sich jedoch Unterschiede. Während die Gesamtdichte in der Fermentationsschicht 3-4 mal höher liegt, zeigen Arten wie *N. collaris* und *C. dubium* ein ausgeglichenes Abundanzverhältnis oder kommen gar in der Förna häufiger vor. Andere Arten wie *T. arcula*, *P. declivis* oder *T. complanatum* fehlen in der L-Schicht, oder weisen im F-Horizont wesentlich höhere Dichten auf. Solche Trends werden jedoch von der allgemeinen Abundanzzunahme in diesem Bereich verstärkt.

Betrachtet man die Dominanzen, die als relatives Maß diesen Effekt ausgleichen und der Bedeutung für die Zönose eher gerecht werden, zeigt sich, daß nur für wenige Arten eine Präferenz für einen bestimmten Bodenhorizont statistisch absicherbar ist (Tab. 2). In der unzersetzten Streu dominieren Arten mit einer abgeflachten Schale, die auch in den Moosen eine große Bedeutung haben, während im F-Horizont neben klei-

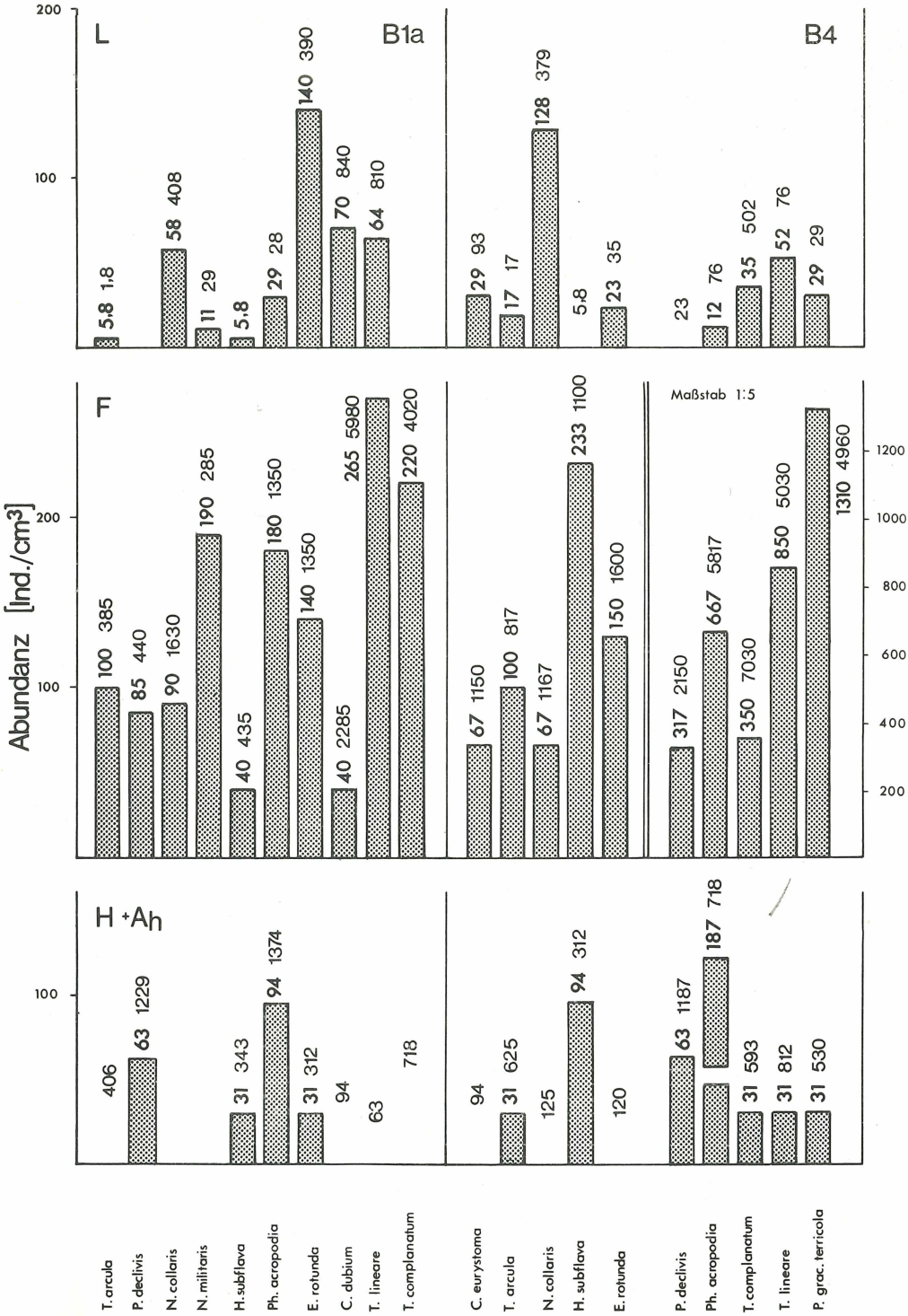

Abb. 6: Die Vertikalverteilung wichtiger Bestandsbildner in den Buchenwaldböden. Abundanz der lebenden Testaceen in Fettdruck.

Tab. 2: Die Lage des Dominanzmaximums häufiger Arten der Waldstandorte (t-Test).

Art	Bodenhorizont	Signifikanzniveau
Arcella arenaria	L	p 0.01
Nebela collaris	L	p 0.025
Nebela tincta	L	p 0.05
Assulina muscorum	L	p 0.05
Corythion dubium	L	p 0.005
Trigonopyxis arcula	F	p 0.1
Plagiopyxis declivis	F	p 0.005
Hyalosphenia subflava	F	p 0.05
Phryganella acropodia	F	p 0.01
Trinema complanatum	F	p 0.025

nen, weitverbreiteten Arten wie *Phryganella acropodia* und *T. complanatum* oft große, kugelige Schalentypen (*T. arcula*) oder autochthone Bodenbewohner vorherrschen. Für diese Verteilung ist z. T. der Wasserfaktor verantwortlich. Die Förna ist größeren Schwankungen des Wassergehaltes unterworfen als die tieferen Schichten und enthält daher einen hohen Anteil von Arten, die sonst trockene Standorte besiedeln. Zum anderen ist sicher das Nahrungsangebot unterschiedlich, und größere Centropyxiden und Plagiopyxiden, die Humuspartikel aufnehmen, und kleine bakterienfressende Arten finden im F-Horizont ihnen zusagendere Bedingungen.

Das Verhältnis der lebenden Testaceen zu den leeren Schalen weicht für einige Arten deutlich vom Horizontdurchschnitt ab (z. B. *N. militaris*, *E. rotunda* und *T. lineare*), was ein Hinweis auf eine zum Zeitpunkt der Probenentnahme hohe Teilungsaktivität ist.

3.6 Abundanz und Biomasse/m²

Die Bodenhorizonte tragen nicht nur auf Grund ihrer verschiedenen Testaceendichte, sondern auch wegen ihrer vertikalen Ausdehnung in unterschiedlichem Maße zur Testaceenabundanz pro m² bei (Abb. 7). In der Förna liegt die Abundanz der aktiven Testaceen zwischen 7.7 und 10.2 x 10^6 Ind./m², die der Dauerstadien zwischen 0.99 und 3 x 10^6 Ind./m². Die mit Abstand höchste Siedlungsdichte weisen die beiden obersten Zentimeter des Wiesenbodens auf. Im F-Horizont unter Buche und Fichte liegen die entsprechenden Werte für die aktiven Testaceen zwischen 34.6 und 71.1 x 10^6 Ind./m² und 6.6 bis 11 x 10^6 Ind./m² für die Dauerstadien. Die Dichte im mittleren Horizont des Wiesenbodens nimmt auf 69.5 x 10^6 Ind./m² ab. Mit Ausnahme des Standortes F 3 nimmt die Abundanz der lebenden Thekamöben zum A_h-Horizont ab. Die Gesamtabundanz (jeweils x 10^6) der lebenden Stadien errechnet sich mit 56.9 für B 1a, 113.4 für B 4, 84.2 für F 1, 105.7 für F 3 und 238.9 für W.

Die mit diesen hohen Abundanzen verbundene Biomasse (Frischgewicht) ist in Abb. 8 dargestellt. Sie spiegelt ungefähr die Verteilung der Abundanzen wider. Die Gesamtbiomasse/m² errechnet sich für die Standorte mit 1536 mg für B 1a, 2282 mg für B 4, 3539 mg für F 1, 4223 mg für F 3 und 3357 mg für die Wiese. Im Gegensatz zur Abundanz liegt die Biomasse im Wiesenboden im Bereich der Werte der Waldstandorte, was auf die im Durchschnitt geringere Größe der dort dominierenden Arten zurückzuführen ist. Da in den Fichtenstandorten die sehr große *T. arcula* stärker als in den Buchenwaldböden dominiert, ist die Biomasse dieser Bestände höher.

4. Diskussion

Die clusteranalytische Untersuchung hat gezeigt, daß die verschiedenen Waldstandorte faunistisch recht gut übereinstimmen, der Wiesenboden nimmt jedoch auf Grund seiner Artenarmut eine gewisse Sonderstellung ein. Berücksichtigt man die Individuendominanz, so besteht zwischen gleichen Bodenhorizonten verschiedener Standorte größere Ähnlichkeit als zwischen verschiedenen Horizonten gleicher Untersuchungsflächen. Ein Gegensatz besteht vor allem zwischen Förna und Zersetzungshorizont. Der Einfluß der Baumart und der nicht sehr ausgeprägte Unterschied im C/N-Verhältnis und pH-Wert ist also geringer anzusehen als die vertikalen Faktorengradienten im Boden. Dies deckt sich mit Befunden von COUTEAUX (1972), die ebenfalls höhere Korrelationen zwischen gleichen Bodenhorizonten verschiedener Standorte fand. Genau wie bei der Untersuchung von Testaceenzönosen in Sphagnen (MEISTERFELD 1979) zeigt sich, daß auf der Individuendominanz beruhende Ähnlichkeitsindizes eine besser interpretierbare Differenzierung der Thekamöben-Gesellschaften ermöglichen.

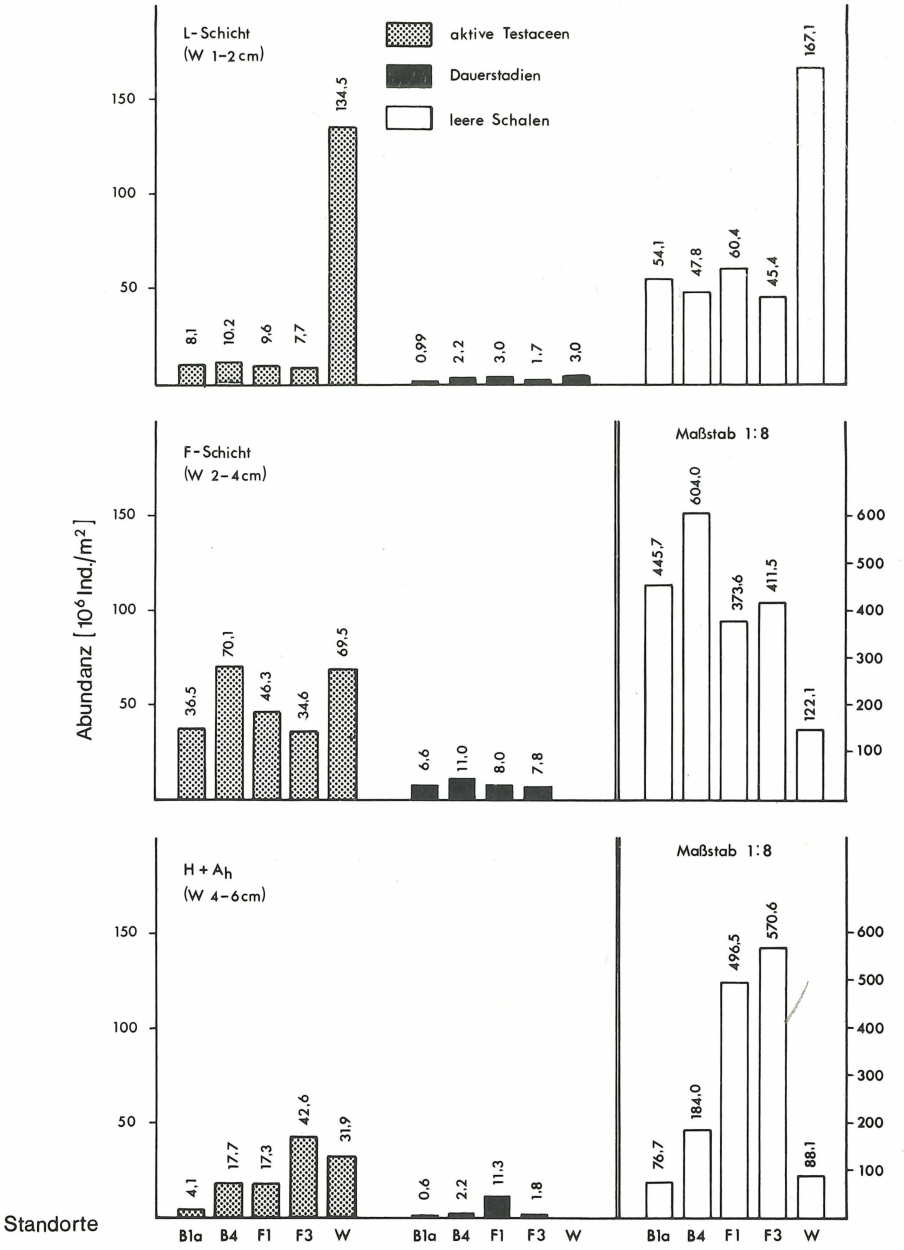

Abb. 7: Die Dichte der Thekamöben pro m² in verschiedenen Bodenhorizonten der Versuchsflächen.

Die vertikale Diversitätsänderung der Testaceenzönosen wird vor allem durch die in den Bodenhorizonten unterschiedliche Artenzahl bestimmt. Im Gegensatz zu den Zönosen trockener Sphagnen (MEISTERFELD 1978) ändert sich die Evennesskomponente nur wenig. COUTEAUX (1972) findet höhere Diversität in der Streu als im Humushorizont. Durch die Zusammenfassung von L- und F-Horizont sind ihre Angaben nicht ganz vergleichbar.

Das Abundanzmaximum der Thekamöben im F-Horizont der Waldböden steht, mit der oben gemachten Einschränkung, im Einklang mit den Daten von COUTEAUX (1972), aber in ge-

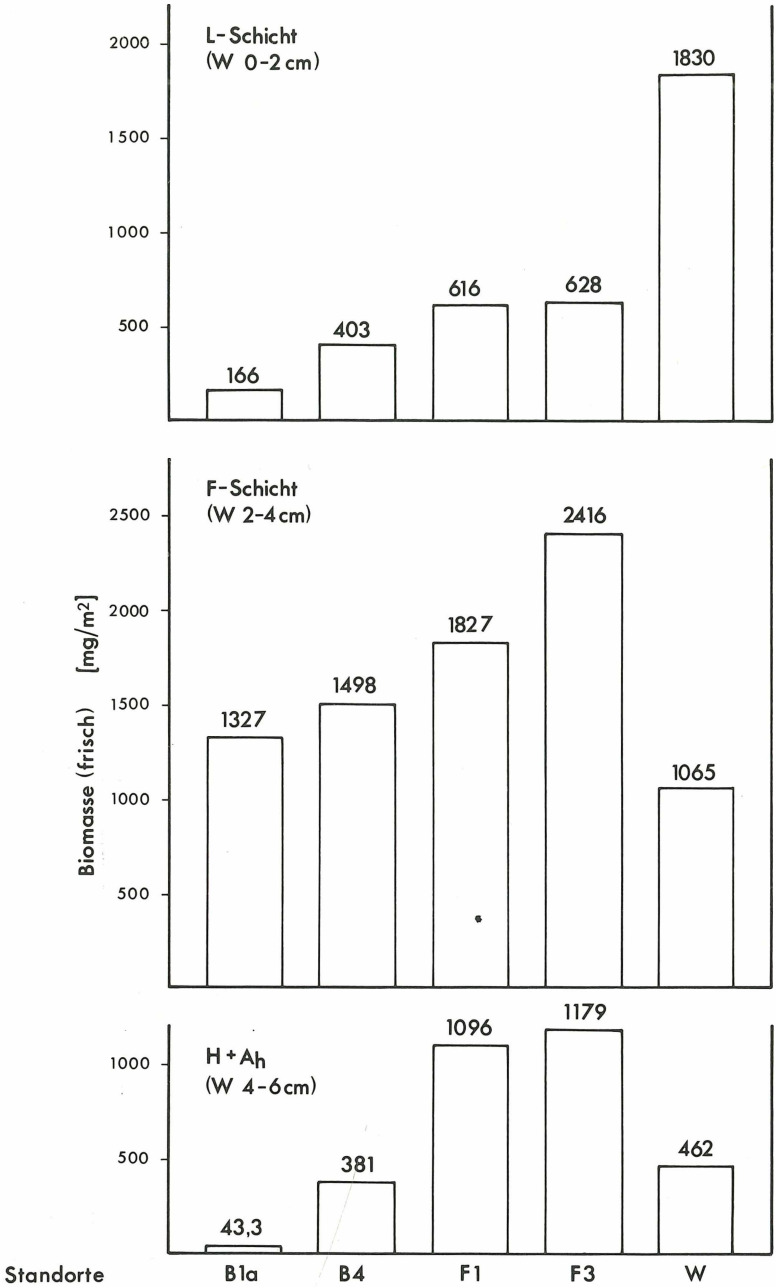

Abb. 8: Die Biomasse (Frischgewicht) der Testaceen pro m² in verschiedenen Bodenhorizonten der Versuchsflächen.

wissem Gegensatz zu VOLZ (1951), der zwar auch deutlich geringere Dichten in der unzersetzten Laubstreu findet, aber die höchste Besiedlungsdichte aus den obersten 5 Zentimetern des humosen Mineralbodens meldet.

Wie bereits VOLZ (1951), SCHÖNBORN (1962) und BONNET (1964) fanden, dominieren in der unzersetzten Streu Arten mit abgeflachter Schale, die z. T. auch in trockenen Moosen häufig sind, während autochthone Bodenarten fast ausschließlich auf die tieferen Bodenhorizonte beschränkt bleiben. Kleine Arten (z. B. *T. complanatum* und

Pseudodifflugia gracilis terricola) haben ein ausgeprägtes Abundanzmaximum in der Zersetzungsschicht. Dies stimmt gut mit Befunden in *Sphagnum*rasen überein (MEISTERFELD 1977), in dem auch kleine Bakterienfresser im Übergangsbereich der lebenden zu den absterbenden Torfmoosen dominieren.

Die Abundanz der Thekamöben in den Böden des Sollings liegt in dem aus der Literatur bekannten Bereich. Deutlich höhere Werte ermitteln VOLZ (1964) mit 484 bzw. 491 x 10^6 Ind./m² und SCHÖNBORN (1975) mit 360 x 10^6 Ind./m² (nur Euglyphiden), wobei die Angaben SCHÖNBORN's wegen des verwendeten Kammerverfahrens unter Umständen etwas zu hoch liegen. Die hohen Testaceendichten im Mullboden der Wiese stehen im Gegensatz zu bisherigen Angaben, nach denen der Mull immer durch wesentlich geringere Abundanzen als der Moder gekennzeichnet ist. Die Besiedlungsdichten stellen für die untersuchten Standorte sicher nicht die Maximalwerte dar, da die Probenentnahme im Mai nach verzögerter Schneeschmelze erfolgte. Die Biomasse der Testaceen ist etwa so hoch wie die anderer wichtiger Bodenbewohner wie Enchytraeiden, Collembolen oder Milben (Vergleichsdaten nach SCHAUERMANN 1977).

Geeigneter für die Abschätzung der Bedeutung einer Organismengruppe für das Teilsystem Boden ist jedoch die jährliche Produktion, die im Solling aber bisher noch nicht bestimmt wurde. In Laborkulturen erreichen Thekamöben Generationszeiten zwischen 20 Stunden und wenigen Tagen, das Verhältnis von durchschnittlicher Biomasse zu Produktion ist also sehr hoch. Im Freiland fanden LOUSIER (1974) und SCHÖNBORN (1975) P/B-Verhältnisse zwischen 30 und über 100, womit die Testaceen zu den wichtigsten tierischen Besiedlern der untersuchten Böden gehören würden.

Diese Befunde machen deutlich, daß zum Verständnis der Zersetzungsprozesse im Boden auch eine intensive Erforschung der edaphischen Mikrofauna notwendig ist.

Ich danke Herrn Dr. J. Schauermann für die Hilfe bei der Probenentnahme, Herrn Dr. R. Mayer für die Überlassung bodenchemischer Daten aus dem Sollingarchiv und Frau I. Rickert für technische Assistenz.

Literatur

BABEL U., 1972: Moderprofile in Wäldern. Hohenh. Arb. 60: 120 S.

BONNET L., 1964: Le peuplement thécamoebien des sols. Rev. Ecol. Sol. 1: 123-408.

COUTEAUX M.M., 1972: Distribution des Thécamoebiens de la litière et de l'humus de deux sols forestier d'humus brut. Pedobiologia 12: 237-243.

COUTEAUX M.M., 1976: Dynamisme de l'équilibre des Thécamoebiens dans quelques sols climatiques. Mém. Mus. Natn. Hist. nat. ser. A Zoologie 96: 183 p.

ELLENBERG H., 1971: Introductory survey. In: (Ed. Ellenberg H.) Integrated experimental ecology. Ecol. Stud. Z: 1-15.

GERLACH A., KRAUSE A., MEISEL K., SPEIDEL B., TRAUTMANN W., 1970: Vegetationsuntersuchungen im Solling. Schr.reihe Vegetationsk. 5: 75-133.

GRAFF O., 1971: Stickstoff, Phosphor und Kalium in der Regenwurmlosung auf der Wiesenversuchsfläche des Sollingprojektes. Ann. Zool. (IV. Coll. Pedobiologiae Dijon 1970): 503-511.

HEAL O.W., 1965: Observations on testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) from Signy Island, South Orkney Islands. Brit. Antarct. Surv. Bull. 6: 43-47.

LOUSIER J.D., 1974: Effects on experimental soil moisture fluctuations on turnover rates of Testacea. Soil. Biol. Biochem. 6: 19-26.

McINTOSH R.P., 1967: An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology 48: 392-404.

MEISTERFELD R., 1977: Die horizontale und vertikale Verteilung der Testaceen (Rhizopoda, Testacea) in Sphagnum. Arch. Hydrobiol. 79: 319-356.

MEISTERFELD R., 1978: Die Struktur von Testaceenzönosen (Rhizopoda, Testacea) in Sphagnum unter besonderer Berücksichtigung ihrer Diversität. Verh. Ges. f. Ökol. (Kiel 1977): 441-450.

MEISTERFELD R., 1979: Clusteranalytische Differenzierung der Testaceenzönosen (Rhizopoda, Testacea) in Sphagnum. Arch. Protistenk. 121: 270-307.

ORLÓCI L., 1975: Multivariate analysis in vegetation research. The Hague (Junk): 276 p.

PIELOU E.C., 1969: An introduction to mathematical ecology. New York (Wiley): 286 p.

SHANNON C.E., WEAVER W., 1949: The mathematical theory of communication. Urbana (Univ. Ill. Press): 117 p.

SCHAUERMANN J., 1977: Zur Abundanz und Biomassendynamik der Tiere in Buchenwäldern des Solling. Verh. Ges. f. Ökol. (Göttingen 1976): 113-124.

SCHÖNBORN W., 1962: Zur Ökologie der sphagnikolen, bryokolen und terricolen Testaceen. Limnologica 1: 231-254.

SCHÖNBORN W., 1973: Humusform und Testaceen-Besatz. Pedobiologia 13: 353-360.

SCHÖNBORN W., 1975: Ermittlung der Jahresproduktion von Boden-Protozoen. I. Euglyphidae (Rhizopoda, Testacea). Pedobiologia 15: 415-424.

SCHÖNBORN W., 1978: Untersuchungen zur Produktion der Boden-Testaceen. Pedobiologia 18: 373-377.

ULRICH B., AHRENS E., ULRICH M., 1971: Soil chemical differences between beech and spruce sites - an example for the methods used. In: (Ed. Ellenberg H.) Integrated experimental ecology. Ecol. Stud. 2: 171-190.

VOLZ P., 1951: Untersuchungen über die Mikrofauna des Waldbodens. Zool. Jahrb. Syst. 79: 514-566.

VOLZ P., 1964: Über die soziologische und die physiognomische Forschungsrichtung in der Bodenzoologie. Verh. Dt. Zool. Ges. Kiel: 522-532.

Adresse

Dr. Ralf Meisterfeld
Institut für Zoologie der RWTH Aachen
Kopernikusstr. 16

D-5100 Aachen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 8_1980

Autor(en)/Author(s): Meisterfeld Ralf

Artikel/Article: Die Struktur von Testaceenzönosen (Rhizopoda, Testacea) in Böden des Sollings 435-447