Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Kiel 1977 (1978):

Die Struktur von Testaceenzönosen *(Rhizopoda, Testacea)* in *Sphagnum* unter besonderer Berücksichtigung ihrer Diversität

Ralf Meisterfeld

Sphagnum swards are characterized essentially by a horizontal gradient of water content reaching from submersed vegetation in bog pools to the driest mosses in hummocks and by a vertical gradient of light. *Testacea* are the most important inhabitants of these micro-habitats. The present study aims to show whether the significant changes of Testacean communities along these gradients demonstrated e.g. by SCHÖNBORN (1962) and MEISTERFELD (1977) are well reflected by different diversity indices.

Species number is highest in medium wet *Sphagnum* habitats. Species diversity and biomass diversity show similar trends (fig. 1) although the latter declines more distinctly towards the drier habitats. Biomass evenness reaches maximum values in transition zones between wet and dry *Sphagnum* (fig. 2), as well as species number and diversity drops it significantly ($p < 10\%$) in hummock mosses with low water content.

Pseudostom size and maximal size of ingestible food are related. To investigate changes along the horizontal gradient of humidity, species were grouped in pseudostom size classes (fig. 3). Changes in diversity of pseudostom size correspond well to changes in species number, while the decline in evenness is stronger than in species evenness, indicating high relative abundances of few well adapted types of pseudostom sizes (fig. 4).

Communities are usually less diverse in upper zones of *Sphagnum* swards because of lower food supply. These differences are more distinct in fen habitats (fig. 5).

The vertical zonation of *Testacea* was studied in wet and dry *Sphagnum* (fig. 6, 8). Species number increases from *Sphagnum* heads to the lower zones, while evenness is highest in:

1. transition zones between the community of the *Sphagnum* heads, which is dominated by *Hyalosphenia papilio* and the lower sections,
2. those zones where the number of living *Testacea* decreases strongly because of unfavourable conditions as in deeper levels of the plants or the heads of very dry hummock mosses (fig. 7, 9).

1. Einleitung

Torfmoos *(Sphagnum)* schafft einen dreidimensionalen, semiaquatischen Lebensraum, zu dessen charakteristischen Besiedlern die Thekamöben zählen. *Sphagnum*-Rasen sind durch einen horizontalen Gradienten der Substratfeuchte gekennzeichnet, der von den untergetauchten Sphagnen moortypischer Kleingewässer bis hin zu den trockensten Bultmoosen verläuft. Senkrecht dazu besteht ein Licht- und ein weiterer Feuchtegradient. Die vom *Sphagnum*-Rasen gebildeten Mikrohabitate wurden in einer früheren Arbeit (MEISTERFELD 1977) eingehender untersucht. Hier finden sich auch nähere Angaben zur Methode der Probenentnahme und Aufbereitung. Entlang dieser Faktorengefälle vollzieht sich ein Wandel der Testaceenzönosen (SCHÖNBORN 1963, MEISTERFELD 1977).

Hier wird der Frage nachgegangen, in welcher Weise diese Reaktionen der Zönosen von verschiedenen Diversitätsmaßen wiedergegeben werden. Der Untersuchung liegen Probenserien aus deutschen Mittelgebirgsmooren zu Grunde, die von MEISTERFELD (1977) bereits näher beschrieben wurden.

2. Methoden der Diversitätsmessung

Wichtige Aspekte der Diversität sind die Zahl der Arten, die relativen Abundanzen (Dominanz) und das Muster dieser relativen Abundanzen, d.h. die Verteilung der Individuen auf die Arten. Diese quantitativen Artenbeziehungen sind das Ergebnis aller Interaktionen im betrachteten System Testaceenzönose. Solche Interaktionen sind vielfältiger Natur auf der inner- und zwischenartlichen Ebene z.B. Konkurrenz und Räuber-Beute-Beziehungen. Übergeordnet sind jedoch die Zahl und Art der verfügbaren Energiequellen und die Anpassung an den herrschenden abiotischen Faktorenkomplex, vor allem an seine zeitliche Konstanz. Die Diversität einer Zönose wird durch die Zahl und Größe koexistierender Populationen bestimmt. Da sie sich die Ressourcen des Lebensraums (z.B. Nahrung, Raum) teilen, besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Art des Nahrungsgefüges, der Zahl realisierter Nischen und der Diversität.

Da wegen der großen Zahl der Proben (200) nicht im Einzelfall überprüft werden konnte, ob eine bestimmte theoretische Artenzahl-Abundanz-Beziehung, wie z.B. die logarithmische Normalverteilung (PRESTON 1948) oder das Brockenstick-Modell(MCARTHUR 1957) vorliegt, wurden folgende verteilungsunabhängige Diversitätsindizes angewandt:

$$H' = - \sum_{i=1}^{s} \frac{N_i}{N} \; ld \; \frac{N_i}{N}$$ (SHANNON, WEAVER 1949)

$$\lambda_2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{s} \left(\frac{N_i}{N}\right)^2}$$ (SIMPSON 1949)

Beide Indizes beinhalten zwei Komponenten der Diversität, den Artenreichtum und die Gleichförmigkeit der Abundanzverteilung (Äquität). Diese Äquitäts- oder Evennesskomponente wurde mit dem aus der SHANNON-Formel abgeleiteten Index J' und dem geometrischen Index nach MCINTOSH (1967) bestimmt.

$$J' = \frac{H'}{ld\, s}$$ (PIELOU 1969)

$$M = \frac{N - \sqrt{\sum_{i=1}^{s} \left(N_i\right)^2}}{N - \sqrt{N}}$$ (MCINTOSH 1967)

Die Reaktion der verschiedenen Indizes unterscheidet sich (PEET 1974). So läßt der SIMPSON-Index wie auch der MCINTOSH-Index die seltenen Arten nahezu unberücksichtigt und wird in seinem Zahlenwert im wesentlichen von den dominierenden Arten bestimmt. Der SHANNON-Index hingegen bewertet die weniger abundanten Arten stärker.

3. Diversitätsänderungen entlang horizontaler Substratfeuchtegradienten

3.1 Artdiversität

Bei vergleichbarer Probengröße ist die Artenzahl ein gutes Maß der Mannigfaltigkeitskomponente. Sie ist in den Bereichen mittlerer Substratfeuchte am höchsten und fällt sowohl zu den aquatischen als auch den trockensten Sphagnen ab (Abb. 1). Die Diversität folgt dem gleichen Trend, wobei der SIMPSON-Index Änderungen stärker betont. Die durch die Äquitätsmaße erfaßte Änderung des Musters der relativen Abundanzen verläuft geringfügig abweichend. Die Zönosen der submersen Sphagnen weisen eine höhere Evenness auf, die zu den nassen Torfmoosen hin abnimmt, dann aber wieder zur Feuchtigkeitsklasse V +) ansteigt.

3.2 Biomassendiversität

Bei der Berechnung der Artendiversität trägt jedes Individuum gleich stark zum Indexwert bei, unabhängig von seiner Größe. Die Verteilung der Ressourcen innerhalb der Testaceenzönose wird jedoch besser wiedergegeben, wenn die Individuen nach ihrer Biomasse gewichtet werden. So wird der Bedeutung großer, oft nur in kleinen Individuenzahlen auftretenden Arten, und der trophischen Struktur besser Rechnung getragen.

Die Biomasse (naß) der Thekamöben wurde über das Volumen ihres annähernd ellipsoidförmigen Cytoplasmas berechnet. Die Diversität und Äquität liegen geringfügig niedriger als die der Artendiversität (Abb. 2). Auch hier besitzen die Zönosen der mittleren Substratfeuchten die höchste Diversität. Der Abfall zu den aquatischen, vor allem aber den trockensten Sphagnen ist deutlicher ausgeprägt als bei der Artdiversität. Die Unterschiede sind signifikant ($P < 10\%$).

Die relativen Abundanzen werden durch J' und M unterschiedlich gewichtet. Während J' sich von F I bis F V praktisch nicht ändert, steigt M leicht an. Ein Äquitätsmaximum liegt in der Feuchtigkeitsklasse VI vor. Es fällt mit einem Wechsel der Testaceenfauna zusammen; ein Teil der in den feuchteren Sphagnen dominierenden Arten tritt nur noch mit geringer Abundanz auf, während die xerophilen Arten noch nicht ihre optimale Entfaltung gefunden haben, was zu einer größeren Gleichförmigkeit des Musters der relativen Abundanzen führt.

3.3 Die Diversität der Pseudostomgrößenklassen

Die Nischendifferenzierung von Arten spiegelt sich häufig in ihrer unterschiedlichen Morphologie wider. Besonders deutlich ist dies bei Organen, die dem Nahrungserwerb dienen, da hier die Art der Nahrung, ihre Größe, aber auch die Form der Aufnahme mit der Ausbildung morphologischer Merkmale korreliert sind. In dieser Hinsicht gut untersucht sind Vögel (KARR et al. 1975, CODY 1975).

+) Feuchtigkeitsklassen nach JUNG (1936). Die entsprechenden Wassergehalte gibt MEISTERFELD (1977) an.

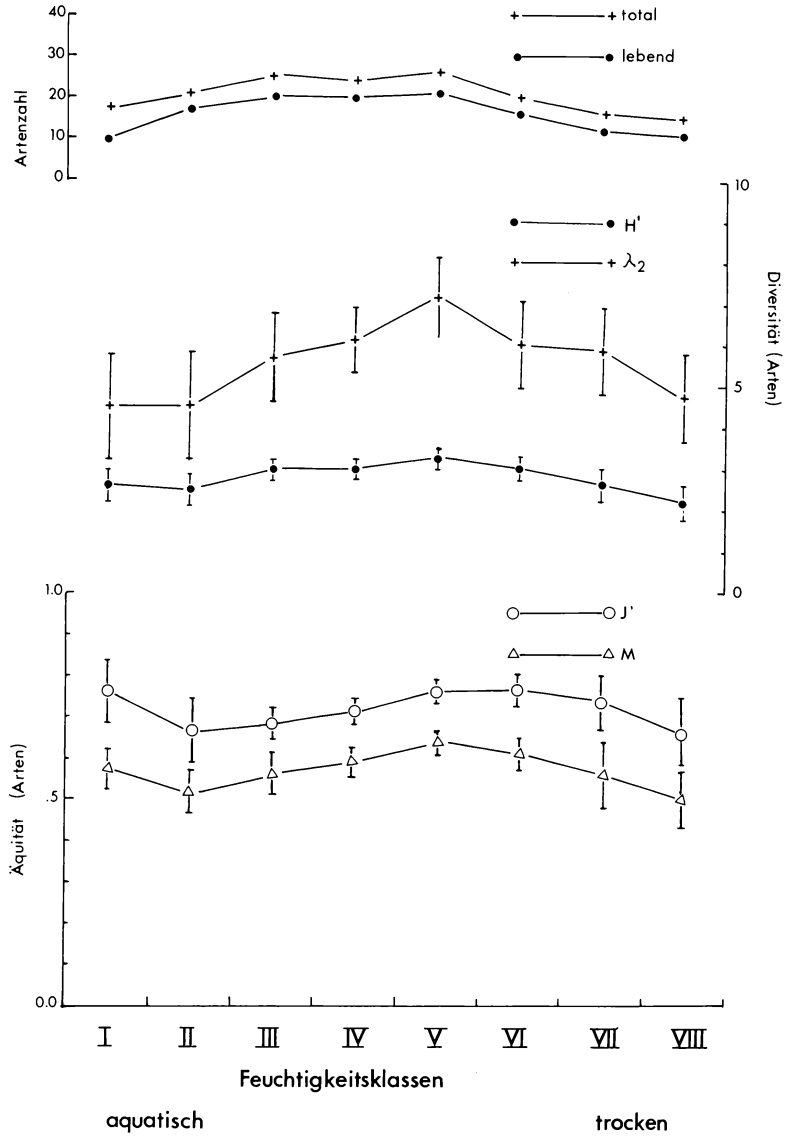


Abb. 1: Artenzahl, Diversität und Äquität von Testaceenzönosen in Abhängigkeit von der Substratfeuchte.
Feuchtigkeitsklassen nach JUNG (1936). (10% Vertrauensintervall).

Überträgt man dieses Konzept auf Thekamöben, so sind es vor allem die Schalen- und Pseudostommaße (Schalenöffnung), in denen sich eine Differenzierung zeigen könnte. In der Folge werden nur die letzteren betrachtet, da die Schalengröße gut mit der Biomasse korreliert ist und diese bereits behandelt wurde. Zwischen der Größe der Nahrung und der des Pseudostoms besteht ein enger Zusammenhang. Bei Arten, die ihre Nahrung als Ganzes aufnehmen, wird die maximal freßbare Partikelgröße durch die Abmessungen der Schalenöffnung bestimmt.

Die mittlere Pseudostomgröße und Form hängt jedoch auch von der Substratfeuchte ab. Große Pseudostome sind in den trockeneren Standorten, in denen die *Sphagnum*-Blätter nur von dünnen Wasserfilmen überzogen werden, wegen der Austrocknungsgefahr von Nachteil, wenn nicht zusätzliche Merkmale, wie z.B. Verlagerung der Öffnung in die Schalentiefe (Kryptostomie) dies kompensieren. Die mittlere Pseudostomgröße nimmt daher mit der Substratfeuchte ab, wodurch die zuerst genannte Beziehung u.U. überlagert wird.

Ordnet man die mittleren Pseudostomgrößen aller gefundenen Arten in 5 µm-Klassen, so zeigt sich, daß die Spanne der Durchmesser von 5 µm bis 85 µm reicht, wobei die Klasse 20-25 µm die größte Zahl von Arten enthält (Abb. 3). Auf der Basis dieser Pseudostomgrößenklassen wurde die Diversität und Evenness berechnet (Abb. 4). Die Anzahl der Pseudostomgrößenklassen/Probe ist in den nassen Sphagnen der Feuchtigkeitsklasse III am größten;

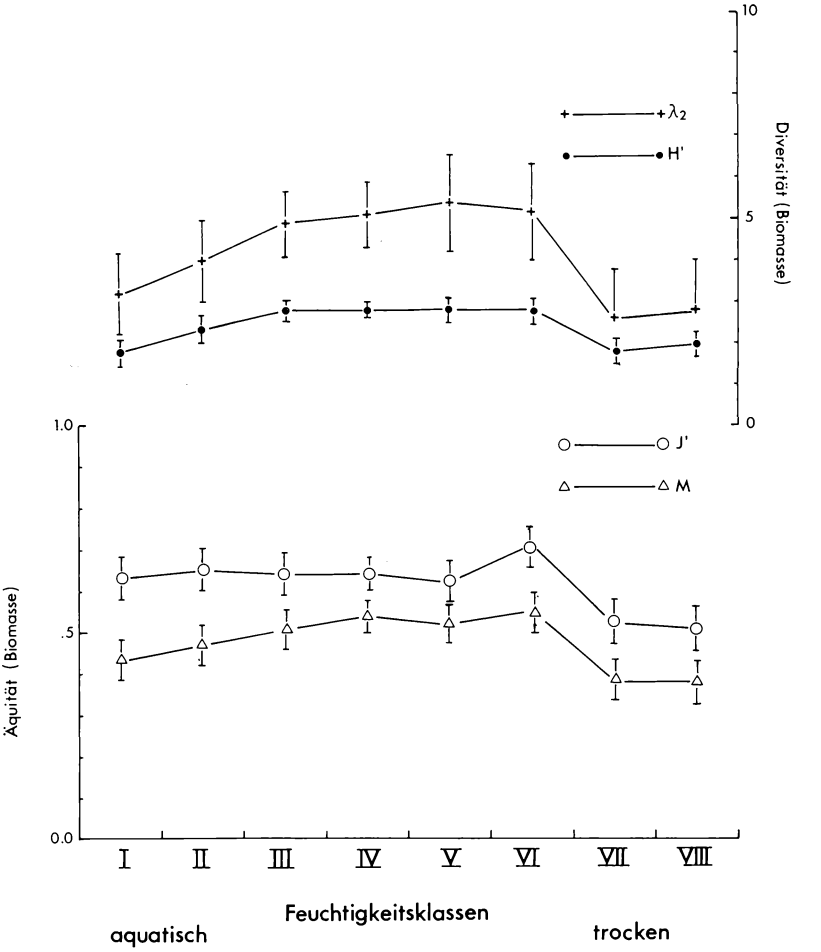


Abb. 2: Biomassendiversität und Äquität der Testaceenzönosen in Abhängigkeit von der Substratfeuchte.
(10% Vertrauensintervall)

zu den trockeneren Moosen fällt sie ständig ab. Im Gegensatz zum Verlauf der Artenzahlkurve ist die Abnahme zu den niedrigen Substratfeuchten hin ausgeprägter und setzt bereits früher ein. Die Relation Pseudostomgrößenzahl/Artenzahl wird kleiner, die Zahl der Pseudostomgrößen sinkt zunächst schneller als die der Arten. Dies liefert einen Hinweis, daß in diesem Bereich des Feuchtigkeitsgradienten die Möglichkeit der Nischendifferenzierung über unterschiedliche Pseudostomgrößen vom Hauptfaktor Substratfeuchte eingeschränkt wird.

Die Pseudostomgrößendiversität erreicht in den nassen Sphagnen (F III - V) die höchsten Werte und fällt sowohl zu den aquatischen als auch den trockeneren Bereichen hin ab, während die Äquität nach maximalen Werten in den submersen Sphagnen (F I) zunächst zurückgeht, in den nur noch nassen Kleinbiotopen aber wieder ansteigt. Bei den niedrigsten Wassergehalten weisen die Testaceenzönosen jedoch wieder eine geringere Evenness auf.

Ein wesentlicher Teil der bisher betrachteten Diversitätsänderungen ist aus der unterschiedlichen Artenzahl in den Substratfeuchten erklärbar. Dies zeigt sich auch in dem ähnlichen Verlauf der auf ganz verschiedenen Grundlagen berechneten Diversitätskurven. Gemessen am sich vollziehenden starken faunistischen Wechsel der Zönosen bleiben die durch die Diversitätsindizes wiedergegebenen Änderungen schwach. Durch die große Heterogenität der Testaceenzönosen entlang dieses "zusammengesetzten" Substratfeuchtegradienten sind die Trends nur auf vergleichsweise niedrigem Niveau ($P < 10\%$) signifikant.

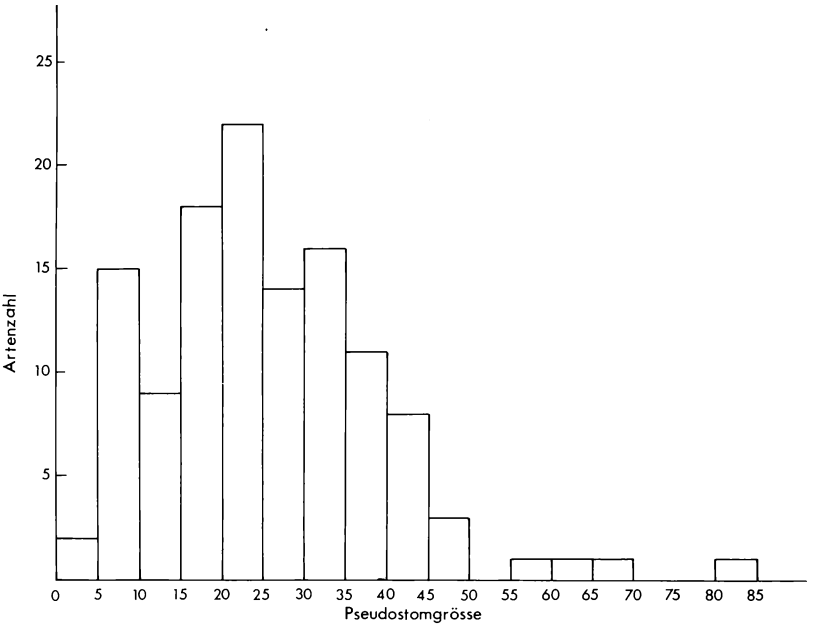


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Pseudostomgrößenklassen der 118 gefundenen Arten und Unterarten.

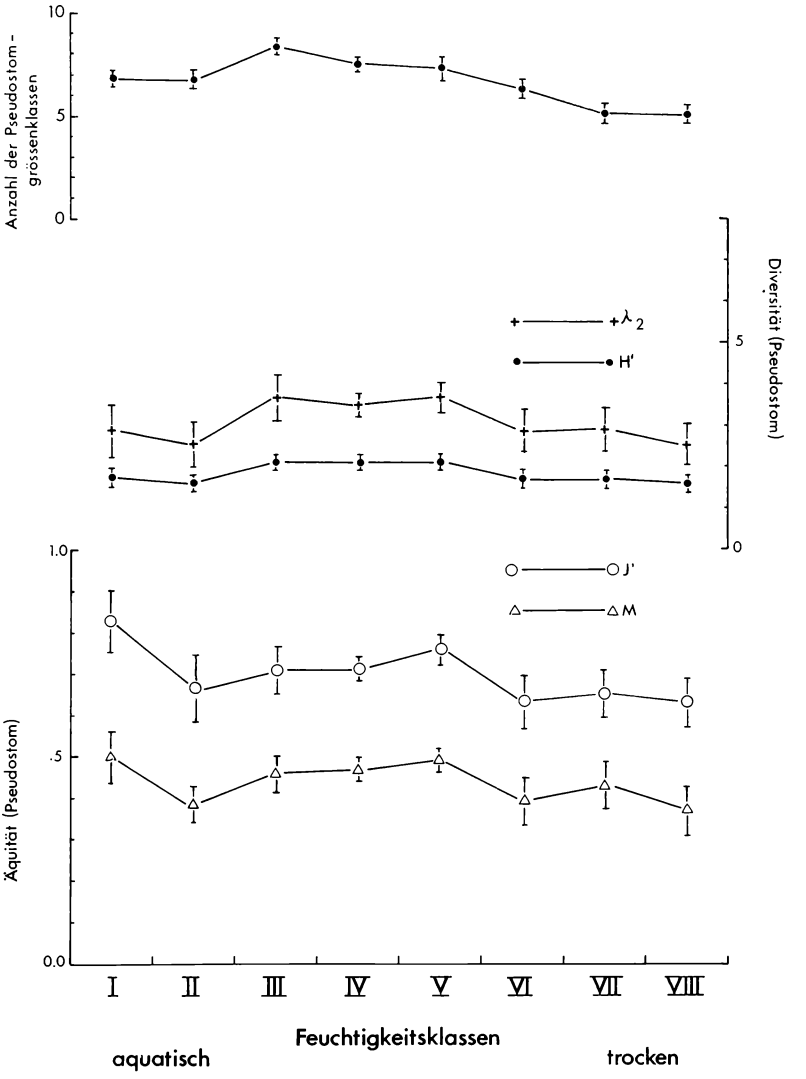
4. Diversitätsänderungen entlang vertikaler Lichtgradienten

Der Lebensraum *Sphagnum*-Rasen ist vertikal in eine obere, photische Schicht der lebenden Torfmoose und eine darunterliegende aphotische, meist braune Zone der abgestorbenen Moose gegliedert, die in den aquatischen und nassen Sphagnen von verschiedenen Testaceenzönosen besiedelt werden (HEAL 1962, SCHÖNBORN 1962, MEISTERFELD 1977). In den oberen Schichten dominieren Arten mit Zoochlorellensymbiose, die in den tieferen Stengelabschnitten zwangsläufig fehlen. Es stellt sich die Frage, ob die parallel zum Lichtgradienten sich ändernde Zusammensetzung der Testaceenfauna von ebensolchen Unterschieden der Diversität und Äquität begleitet wird.

4.1 Die Diversität oberer und unterer *Sphagnum*-Horizonte

Um die Varianz der Daten möglichst klein zu halten, wurden nur Probenserien der Feuchtigkeitsklassen III und IV aus sechs verschiedenen Untersuchungsgebieten, nach Horizonten getrennt, ausgewertet (Abb. 5). Im allgemeinen weisen die unteren *Sphagnum*-Horizonte höhere Diversität und Äquität als die oberen auf. Dabei sind die Unterschiede in den soligenen Mooren wesentlich deutlicher ausgeprägt. Vor allem die Diversität und Äquität auf Basis der Biomasse liegt signifikant höher ($P < 10\%$).

Die oberen, grünen *Sphagnum*-Horizonte stellen einen vergleichsweise nahrungsarmen Lebensraum dar, an den die Arten mit Zoochlorellensymbiose, die ihnen weitgehende Unabhängigkeit vom standortgegebenen Nahrungsangebot verleiht, besonders gut angepaßt sind. Sie dominieren daher sehr stark, während das nutzbare Ressourcenspektrum für andere Arten eng bleibt. Dies hat eine niedrigere Diversität und Äquität zur Folge. *H. papilio* als



Äbb. 4: Zahl der Pseudostomgrößenklassen, der Diversität und Äquität. (10% Vertrauensintervall)

wichtigste Zoochlorellenart stellt auf Grund ihrer Abmessungen und der hohen Abundanz den höchsten Biomassenanteil und beeinflußt die Äquitätskomponente sehr wesentlich. In den tiefer gelegenen Mooren fallen deutlich weniger Niederschläge (Zeller Loch und Großes Moor). Dadurch sind die Existenzbedingungen für die an konstant hohe Substratfeuchte gebundenen Amphitremen nicht mehr gegeben, wodurch die typische Fauna der oberen Stengelabschnitte weiter verarmt.

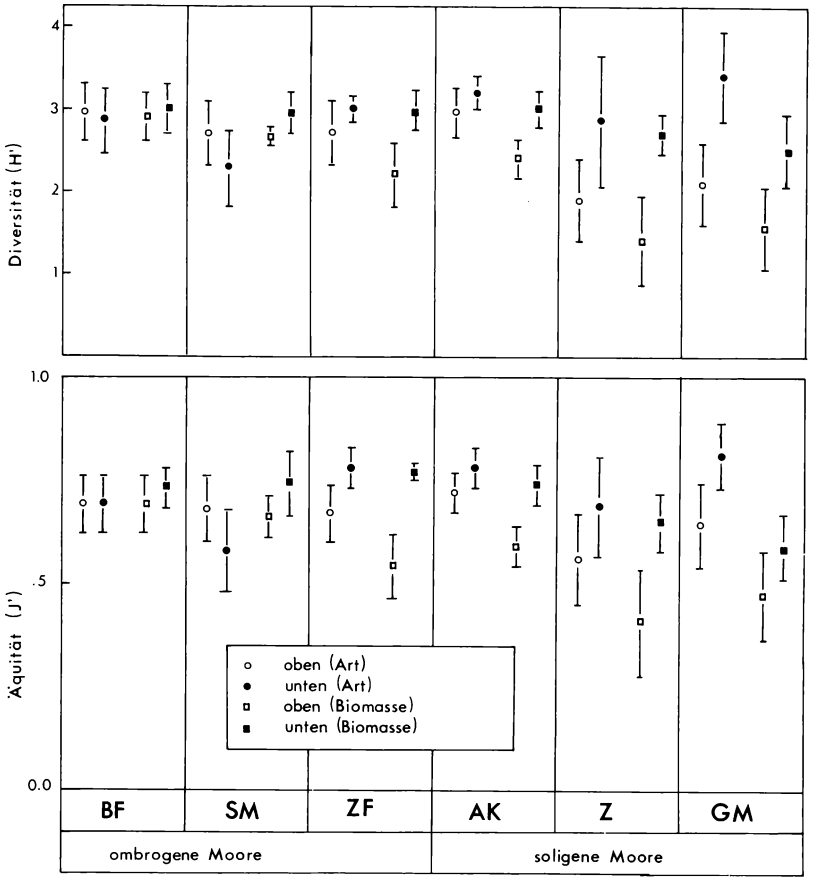


Abb. 5: Arten- und Biomassendiversität und Äquität von Testaceenzönosen oberer und unterer *Sphagnum*-Horizonte der Feuchtigkeitsklassen III und IV.
Untersuchungsgebiete:
BF - Brockenfeld (Harz)
SM - Schwarzes Moor (Rhön)
ZF - Zwieselter Filz (Bayerischer Wald)
Ak - Schwingrasen des Kleinen Arbersees
Z - Zeller Loch (bei Fulda)
GM - Großes Moor (Kr. Hünfeld)

4.2 Vertikale Änderung der Testaceenfauna und Diversität in einem nassen *Sphagnetum* (F IV)

Ein ganzer Testaceenbestand ist bereits in einem *Sphagnum*-Stengelstück von 2-5 cm Länge sowohl qualitativ als auch quantitativ repräsentiert (SCHÖNBORN 1968, MEISTERFELD 1977). Es wird daher klar, daß der Aktivitätsraum eines einzelnen Individuums viel kleiner sein muß. Selbst bei der getrennten Berechnung der Diversität für die oberen und unteren Horizonte des Torfmoosrasens läuft man also Gefahr, der tatsächlichen Verteilung der Zönosen nicht gerecht zu werden. Um der Größe der Mikrohabitate Rechnung zu tragen, wurden 1 cm lange Stengelstücke untersucht.

In nassen Sphagnen (F IV, Hohes Venn) liegt das Optimum von *Hyalosphenia papilio*, bedingt durch die Abhängigkeit von der Photosynthese ihrer Symbionten, im obersten Zentimeter (Abb. 6). Nach unten fällt die Abundanz stark ab. Parallel dazu beginnen *Nebela collaris* und *N. tincta* zu dominieren. Beide sind Grobpartikelfresser und Räuber. Umso bemerkenswerter ist ihr gemeinsames Abundanzmaximum in 6-7 cm Tiefe. Eine räumliche Trennung der Habitate der sehr nahe verwandten Arten liegt also nicht vor, und es stellt sich die Frage, wie ihre Nischen differenziert sind, und ob die Konkurrenz einen entscheidenden Einfluß auf die Verteilung der Testaceen in diesem stark strukturierten Lebensraum hat. Die Zahl der Blattachseln, die bevorzugtes Mikrohabitat darstellen, sind bei *S. recurvum* oft größer als die Zahl der in diesem Stengelabschnitt lebenden Thekamöben. Dadurch ist

die Wahrscheinlichkeit eines direkten Kontaktes vermindert, auch wenn man von einer gewissen 'patchyness' der Verteilung ausgehen muß. Unterhalb der Nebelen kommt die kleinere *Euglypha strigosa* stärker zur Entwicklung, die man auf Grund ihrer geringeren Größe und ihrer Filopodien als Feindetritus- und Bakterienfresser ansehen muß. Die Individuenzahlen der lebenden Testaceen nehmen nach anfänglich höheren Werten im obersten Stengelzentimeter ab und steigen dann mit dem Dominieren vor allem der Nebelen an. Im Bereich zwischen 6 und 8 cm erfolgt ein starker Abfall, der von einem stetigen Anstieg der Zahl der leeren Schalen begleitet wird. Diese Zone fällt mit dem kontinuierlichen Übergang der Biozönose in die Nekrozönose zusammen, was sich auch im geringen Anteil der lebenden Testaceen ausdrückt.

In den unteren Stengelabschnitten ist die Testaceenzönose am artenreichsten (Abb. 7), in den grünen, oberen Horizonten ist sie deutlich verarmt. Einen ähnlichen Verlauf zeigen die Diversitäten, wobei die Trends vom SIMPSON-Index ausgeprägter wiedergegeben werden.

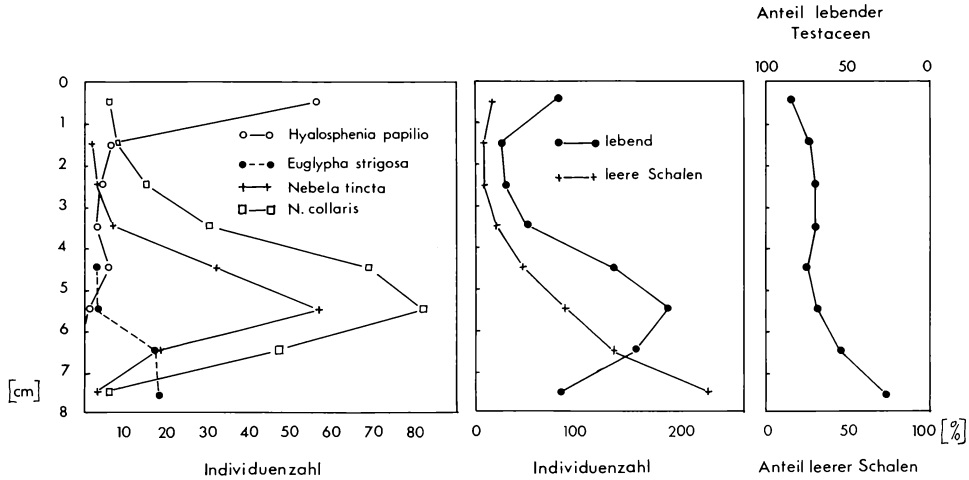


Abb. 6: Stratigraphie der Testaceenzönosen in einem nassen *Sphagnum recurvum*-Rasen (F IV) des Wollerscheider Venns (Hohes Venn).

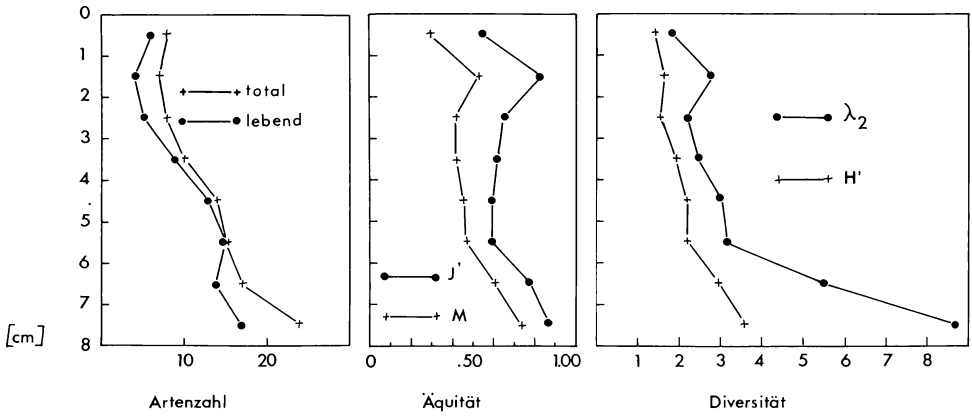


Abb. 7: Vertikale Änderung von Artenzahl, Diversität und Äquität in einem nassen *Sphagnum recurvum*-Rasen (F IV) des Wollerscheider Venns (Hohes Venn).

Anstiege ergeben sich in den Übergangsbereichen von der durch die Zoochlorellenart *H. papilio* dominierten Zönose der *Sphagnum*-Spitzen zu den darunter liegenden und beim Wechsel zur Nekrozönose, da hier in beiden Fällen eine besonders ausgeglichene Verteilung der Dominanten vorhanden ist.

Es zeigt sich, daß der obere, nahrungsarme *Sphagnum*-Horizont der extremere Lebensraum mit geringerer Zahl von Ressourcen und realisierten Nischen ist. Das Fehlen der Arten mit Zoochlorellensymbiose in den unteren Horizonten wird bei weitem durch das breitere Ressourcenspektrum und die dadurch gegebenen Einnischungsmöglichkeiten kompensiert.

4.3 Vertikale Änderung der Testaceenfauna und Diversität in einem trockenen *Sphagnetum* (F VII)

In Moosen mit geringem Wassergehalt (F VII), die mehrmals jährlich oberflächlich austrocknen, sind die *Sphagnum*-Köpfchen nahezu Thekamöben-frei (Abb. 8). *N. tincta* und *N. collaris* treten auch hier, wenn auch mit sehr unterschiedlicher Abundanz, auf. Hinzu kommt die deutlich kleinere *N. militaris*. Diese kleineren Arten *(Corythion dubium, E. strigosa, N. militaris* und *Heleopera petricola)* leben vor allem in den tieferen Stengelabschnitten unter dem Maximum der beiden größeren *Nebela*-Arten. Auch hier nehmen die Individuenzahlen zunächst vom *Sphagnum*-Köpfchen nach unten hin zu. In 7 cm Tiefe geht der Anteil lebender Testaceen deutlich zurück und die Nekrozönose stellt über 80% des Bestandes. Die Abundanz leerer Schalen liegt wesentlich höher als in den nassen Moosen.

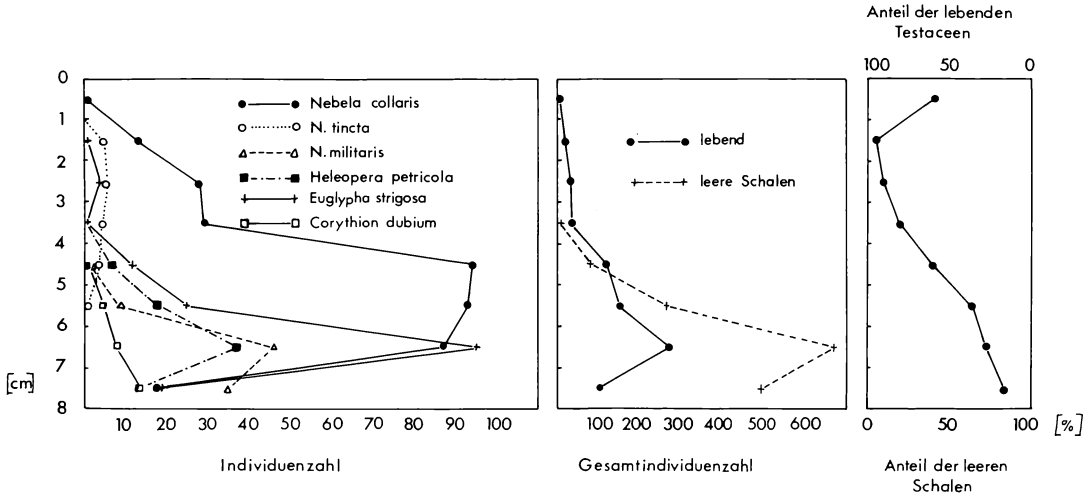


Abb. 8: Stratigraphie der Testaceenzönosen in einem trockenen *Sphagnetum* (F VII) des Wollerscheider Venns (Hohes Venn).

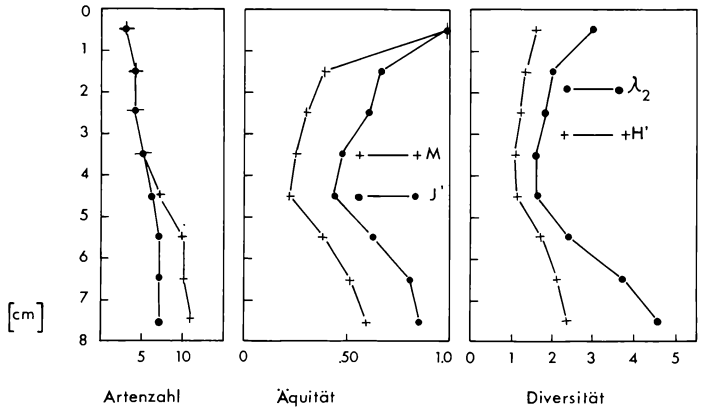


Abb. 9: Vertikale Änderung von Artenzahl, Diversität und Äquität in einem trockenen *Sphagnetum* (F VII) des Wollerscheider Venns (Hohes Venn).

Die Artenzahl des sehr artenarmen Bestandes nimmt von oben nach unten zu (Abb. 9). Die Äquität der Zönose ist im obersten Stengelabschnitt extrem hoch, da hier die wenigen Individuen gleichmäßig auf die Arten verteilt sind. Mit zunehmender Arten- und Individuenzahl geht sie zurück! Erst im Bereich des Übergangs der grünen zu den absterbenden Sphagnen und dem dann anfallenden Detritus steigt die Populationsdichte mehrerer Arten gleichzeitig an, was zu einem gleichförmigeren Muster der relativen Abundanzen führt. Da die Artenzahl vergleichsweise geringeren Schwankungen unterworfen ist, wird die Diversität entscheidend von der Äquitätskomponente bestimmt und zeigt einen ähnlichen Verlauf wie diese.

Die Befunde zeigen, daß trockene Sphagnen für Testaceen, die ja an freies Wasser gebunden sind, einen Lebensraum darstellen, der von extremen abiotischen Faktoren beherrscht wird. Wegen der geringen zeitlichen Konstanz des Wassergehaltes ist das Spektrum möglicher Besiedler auf Arten eingeschränkt, die auf Grund ihrer geringen Größe oder eines besonders angepaßten Schalenbaues in dünnsten Wasserfilmen leben und Trockenperioden als Cysten überstehen können.

Literatur

CODY M.L., 1975: Towards a theory of continental species diversities: Bird distributions over Mediterranean habitat gradients. In: CODY M.L., DIAMOND J.M.: Ecology and evolution of communities. Cambridge/ Massachusetts: 214-257.

HEAL O.W., 1962: The abundance and micro-distribution of Testate *Amoebae (Rhizopoda: Testacea)* in *Sphagnum*. Oikos 13: 35-47.

JUNG W., 1936: Thekamöben ursprünglicher lebender deutscher Hochmoore. Abh. Landesmus. Westf. 7: 1-87.

KARR J.R., et al., 1975: Eco-morphological configurations and convergent evolution in species and communities. In: CODY M.L., DIAMOND J.M.: Ecology and evolution of communities. Cambridge/ Massachusetts: 258-291.

MACARTHUR R.H., 1957: On the relative abundance of bird species. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 43: 293-295.

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.

PEET R.K., 1974: The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 285-307.

PIELOU E.C., 1969: An introduction to mathematical ecology. New York.

PRESTON F.W., 1948: The commonness and rarity of species. Ecology 29: 254-283.

SCHÖNBORN W., 1962: Die Stratigraphie lebender Testaceen im *Sphagnetum* der Hochmoore. Limnologica 1: 315-321.

- 1968: Vergleich der zönotischen Größen, der Verteilungsmuster und der Anpassungsstandards der Testaceen-Taxocönosen in der Biotopreihe vom Aufwuchs bis zum Erdboden. Limnologica 6: 1-22.

SHANNON C.E., WEAVER W., 1949: The mathematical theory of communication. Urbana.

SIMPSON E.H., 1949: Measurement of diversity. Nature 163: 688.

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: 1978

Band/Volume: 7_1978

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

Artikel/Article: Die Struktur von Testaceenzönosen (Rbizopoda, Testacea) in Sphagnum unter besonderer Berücksichtigung ihrer Diversität 441-450