

Kleinere Mitteilungen.

Zusammenstellung der fossilen Süßwasserrhizopoden aus postglazialen Sapropelium- und Torfablagerungen Europas.

Von

H. R. Hoogenraad (Deventer, Niederlande).

1. Einleitung.

Gelegentlich in den letzten Jahren ausgeführter Studien über die sphagnicolen Rhizopoden der niederländischen Fauna kam ich selbstverständlich auch auf das Gebiet derjenigen Formen, welche fossil in den Schichten der Flach- und Hochmoores unseres Landes aufbewahrt worden sind. Wenn man z. B. die rezenten, lebenden Arten in der Sphagnumdecke eines Hochmoores studiert, kommt man leicht dazu, an der unteren Grenze dieser Decke nicht haltzumachen, sondern seine Beobachtungen auch weiter in die Tiefe auszudehnen in der Absicht, etwas zu erfahren über die älteren, fossilen Faunen und diese mit der jetzigen zu vergleichen. So habe ich in dieser Weise schon ein zwar noch wenig umfassendes Beobachtungsmaterial erhalten, bin aber fortwährend damit beschäftigt, dasselbe durch weitere Studien zu vervollständigen.

Begreiflicherweise kam dabei der Wunsch auf, eine Umschau über die schon bestehende Literatur über diesen Gegenstand zu bekommen, um mein eigenes Material mit demjenigen anderer Forscher zu vergleichen. Dabei kam heraus, daß auf diesem Gebiete tatsächlich einige Veröffentlichungen vorliegen und es entstand der Plan, vorläufig nur zu eigenem Gebrauch, eine zusammenfassende Übersicht derselben auszuarbeiten. Bei dem Studium der in dieser Weise übersichtlich geordneten Literatur und der Ergebnisse der eigenen Beobachtungen ergaben sich gewisse allgemeine Fragen, welche an

der Hand derselben nicht beantwortet werden konnten, aber wohl die Mühe lohnten, sie zu erörtern und die Aufmerksamkeit anderer Beobachter darauf hinzulenken. Ich hoffe, daß die Veröffentlichung dieser Zusammenstellung auch anderen nutzen und das Studium dieses bisher wenig berücksichtigten Gegenstandes fördern wird.

Die vorhandenen Angaben über fossile postglaziale Süßwasserrhizopoden sind verschiedener Art und in verschiedenem Zusammenhange gemacht worden. Es ist begreiflich, daß bei den zur Zeit so eifrig betriebenen pollenanalytischen Mooruntersuchungen die in den Torfproben oft so zahlreich und in auffallender Weise vorkommenden Rhizopodenreste nicht ganz unbemerkt geblieben sind; tatsächlich finden sich in einigen pollenanalytischen Arbeiten der letzten Jahrzehnte Angaben über die gelegentlich beobachteten Rhizopodenreste. Andere Arbeiten beschäftigen sich mit den rezenten Rhizopodenassoziationen eines Gebietes und berücksichtigen daneben auch mehr oder weniger ausführlich die fossilen. In ihrer allgemeinen Bearbeitung der Moore der Schweiz berichten schon FRÜH und SCHRÖTER (1904) beiläufig über das Vorkommen von „Hochmoortönnchen“, d. h. die Schalen von *Amphitrema flavum*, und *Diffugia*-Arten. Etwas älter (1901) ist die wichtige Arbeit LAGERHEIMS über die Rhizopoden der lakustrinen (Gyttja- und Torf-)Ablagerungen Schwedens und Finnlands. HESMER (1929) gibt ein Verzeichnis der von ihm in einigen Oberharzmooren aufgefundenen Microfossilien und berücksichtigt dabei weitgehend die Rhizopoden. Ohne nähere Fundortsangaben werden eine Anzahl fossiler Saproelium- und Torfrhizopoden im Atlas von ROSSOLIMO (1927) abgebildet und beschrieben, während schließlich PEUS (1932) in Anlehnung an HARNISCH (1929) eine allgemeine Übersicht über den Gegenstand bringt, ebenfalls ohne Vermeldung spezieller Fundstellen. Wichtig sind ferner die Arbeiten von WAILES und PENARD (1911) und besonders von STEINECKE (1927 u. 1929).

Das Milieu, in dem die postglazialen Rhizopodenreste aufbewahrt worden sind, ist entweder Saproelium (Gyttja, Dy usw.) oder Torf, in letzterem Falle Flach- oder Hochmoortorf. Auch in lakustrin abgesetztem Lehm oder Ton können gelegentlich einige Arten vorkommen, und BEIJERINCK berichtet über Rhizopodenreste in Sandablagerungen, jedoch ohne eine Angabe der darin gefundenen Arten.

Zur Konservierung im fossilen Zustande kommen selbstverständlich nur die Hartteile der zur Gruppe der *Testacea* gehörenden Arten in Betracht; die nackten Formen, Amöben u. dgl., fallen nach dem Tode einem gänzlichen Vergehen anheim. Die Schalen der testaceen Arten dagegen sind äußeren, chemischen Angriffen gegenüber teil-

weise sehr widerstandsfähig. Sie bestehen entweder aus einer chitinartigen Substanz oder sind aus kleinen Elementen aufgebaut, welche von einem ebenfalls chitinoiden Kittmittel zusammengehalten werden. Diese Elemente sind entweder vom Tier selbst ausgeschieden, oder in Form von Sandkörnchen, Sapropeliumteilchen usw. aus der Umgebung aufgenommen worden; die ersteren mögen *Idiosomata*, die letzteren *Xenosomata* heißen. Es gibt aber auch Schalen mit Kombinationen dieser Elemente in variablem Zahlenverhältnis.

Die gesamte Liste der in postglazialen Ablagerungen Europas fossil aufgefundenen testaceen Rhizopoden umfaßt etwa 90 Arten mit 12 Varietäten. In Anbetracht der oft äußerst schwierigen Abgrenzung gewisser Arten und Varietäten und der dadurch der Bestimmung anhaftenden Unsicherheiten ist vielleicht diese Zahl etwas zu hoch; andererseits ist es natürlich nicht unwahrscheinlich, daß weitere Untersuchungen dieselbe noch mehr oder weniger vergrößern werden.

2. Kurze Analyse der vorhandenen Arbeiten in chronologischer Reihenfolge.

1. LAGERHEIM, 1901.

Die Arbeit LAGERHEIMS ist der erste bedeutende Beitrag zur Kenntnis der fossilen Rhizopoden aus postglazialen Ablagerungen. Sie bezieht sich, wie auch der Titel angibt, auf lakustrine Bildungen Schwedens und Finnlands, vorwiegend Gytjtja-, daneben aber auch Torfablagerungen. Die 38 darin aufgefundenen Rhizopodenarten und eine Heliozoenart — daneben noch die Tintinnide *Codonella cratera* — verteilen sich auf 23 Fundstellen aus Schweden und sechs aus Finnland; von den ersteren sind 10 unterhalb und 13 oberhalb der Litorinagrenze gelegen, die finnischen liegen sämtlich unterhalb dieser Grenze. Da die verschiedenen Horizonte, in denen die Reste angetroffen wurden, geologisch genau datiert sind, macht LAGERHEIM einige Folgerungen über die Einwanderungszeit der Arten in bezug auf die Perioden der BLYTT-SERNANDERSCHEN Entwicklungstheorie der nordwesteuropäischen Moore. So sind schon vor dem Ende der subarktischen Zeit einige *Diffugia*- und *Centropyxis*-Arten, ferner *Lesquereusia spiralis* und *Quadrula subglobosa* (= *Q. irregularis*) eingewandert. Im Atlantikum scheint die Rhizopodenfauna um viele Arten bereichert worden zu sein; dann treten nämlich 4 *Arcella*-, 8 weitere *Diffugia*- und 2 *Nebela*-Arten, daneben *Heleopera petricola*, *Hyalosphenia elegans*, *Quadrula symmetrica*, *Assulina minor* (= *A. muscorum*) und *Euglypha alveolata* auf. Vielleicht ist aber dieser Zu-

wachs mehr scheinbar als wirklich, indem nur 9 arktisch-boreale gegen 23 atlantische Proben untersucht worden sind. In subborealer und subatlantischer Zeit kommen schließlich noch 3 weitere Arten hinzu: *Arcella catinus*, *Heleopera rosea* und *Hyalosphenia papilio*. Das *Heliozoon Clathrulina elegans* tritt zum erstenmal in atlantischen Ablagerungen auf.

Stark kalkhaltiges Sapropelium enthielt nur wenige Arten, ebenso in Brackwasser abgesetztes Material. In Übereinstimmung mit der lakustrinen Natur der meisten untersuchten Proben fehlen die eigentlich „sphagnophilen“ Arten — Nebeliden, *Assulina seminulum*, *Amphitrema*-Arten — entweder ganz, oder sind auf die obersten, dem Sphagnumtorf unmittelbar unterliegenden Sapropeliumschichten beschränkt.

2. WAILES und PENARD, 1911.

Für die 1909 unternommene naturwissenschaftliche Durchforschung der an der Westküste Irlands gelegenen kleinen Clare-Insel bearbeiteten WAILES und PENARD die Süßwasserrhizopoden. Dabei wurde auch ein Sphagnumtorfmoor („Peat deposit“) auf seine fossilen Rhizopodenreste untersucht. Die von F. J. LEWIS vorgenommene botanische Bearbeitung wurde nicht veröffentlicht; das Alter der Ablagerung ist daher unbekannt. Es scheint sich bei diesem Moor um ein teilweise trockenes, teilweise feuchtes Sphagnetum gehandelt zu haben. Im ganzen wurden aus dem Torf 27 Rhizopodenarten unter Angabe der absoluten oder relativen Häufigkeit beschrieben in einer Assoziation, welche gewisse Eigentümlichkeiten erkennen läßt. So sind von den vorzugsweise sphagnicolen Formen *Amphitrema flavum* und *wrightianum* und *Hyalosphenia papilio* anwesend (*H. elegans* fehlt), von der Gattung *Nebela* nur die Arten *militaris* und *tincta*. Die Gattung *Diffugia* ist durch die Arten *arcula* (= *Trigonopyxis arcula*), *constricta* (= *Centropyxis constricta*), *globulosa* und *lucida* vertreten; dagegen fehlen die auch fossil sonst so häufigen und in vielen Formen weitverbreiteten *Centropyxis*-Arten (s. str.). Von der kleinen Gattung *Heleopera* kommen nicht weniger als fünf Arten vor: *petricola* var. *amethystea*, *rosea*, *sordida*, *sphagni*, *sylvatica*. Die Verfasser bemerken in dieser Beziehung, daß durch die Natur des Materiales das genaue Studium viel Zeit erforderte und daß bei fortgesetzter Untersuchung die Liste zweifelsohne durch einige weitere Arten vermehrt werden könnte. Ferner betonen sie, daß die gefundenen fossilen Arten in Größe und weiteren Merkmalen sich von den rezenten auf der Insel vorkommenden nicht unterscheiden.

3. HOOGENRAAD, 1915 (unveröffentlicht, s. S. 411).

4. ROSSOLIMO, 1927.

Die Arbeit ROSSOLIMOS bildet eine Tafelsammlung mit kurzem beschreibendem Text, welche die Wiedererkennung wenigstens der häufigsten im Saproelium und Torf vorkommenden tierischen Microfossilien erleichtern soll. Die 9 Tafeln bringen insgesamt 145 Figuren; der russisch und deutsch abgefaßte Text umfaßt in jedem Teil 23 Seiten. Den Rhizopoden sind 2 Tafeln mit 39 Figuren und etwas mehr als 2 Seiten Text geweiht. Im allgemeinen Teil sagt der Verfasser, daß nur solche Objekte aufgenommen worden sind, welche in Artzugehörigkeit mit Gewißheit bestimmt werden konnten. Der die Rhizopoden behandelnde Abschnitt führt in den einleitenden Vorbemerkungen aus, daß diese Tiergruppe ihrer kosmopolitischen Verbreitung wegen geographisch von keinem, micropalaeontologisch dagegen von großem Interesse ist, weil sich die Gehäuse unter Beibehaltung von Form und Struktur so außerordentlich gut konservieren. Es werden dann 18 *Diffflugia*-, 1 *Centropyxis*-, 3 *Fontigulasia*-, 1 *Lesquereusia*-, 2 *Hyalosphenia*-, 1 *Nebela*-, 3 *Arcella*-, 1 *Cyphoderia*-, 2 *Euglypha*-, 1 *Trinema*- und 1 *Ditrema*-Art, im ganzen also 34 Arten, einzelne noch mit einigen Varietäten, abgebildet und beschrieben unter Angabe ihrer häufigsten Fundorte: Sphagnumseen, Sphagnumsümpfe, Teiche usw. Es ist nicht mit Gewißheit zu ersehen, inwieweit ROSSOLIMOS Angaben auf eigenen Untersuchungen beruhen oder nur der Literatur entnommen sind. Auffallend und etwas verdächtig ist immerhin der außerordentliche Reichtum an *Diffflugia*-Arten gegenüber der Armut an Arten der Gattung *Nebela*, von welcher nur *collaris* erwähnt wird und dem gänzlichen Fehlen anderer Formen, z. B. *Arcella artocrea* und *discoidea*, und besonders *Amphitrema wrightianum*, welches oft in älteren und jüngeren Sphagnumtorfen weitverbreitet und massenhaft auftritt und außerdem leicht erkennbar und mit keiner anderen Art zu verwechseln ist. Auf Taf. VIII Fig. 22 ist dem Verfasser ein Versehen unterlaufen: die dort abgebildete *Euglypha*-Art ist gewiß nicht *cristata*, sondern wohl *acanthophora*. Die Namen der Gattungen und Arten werden sowohl in der Tafelerklärung wie im Text durch viele Fehler entstellt. Die Figuren sind oft dürftig und wenig charakteristisch.

5. STEINECKE, 1927.

Nachdem STEINECKE 1913 die rezenten testaceen Rhizopoden des Zehlaubruchs, eines großen ostpreußischen Seeklima-Hochmoores behandelt hatte, studierte er 1927 die fossilen Rhizopoden — und

andere Microorganismen — des Torfes an der Hand von durch Bohrungen gewonnenem Material. Der Zweck der Untersuchung war die Beantwortung folgender Fragen: 1. Finden sich einige der rezenten Microorganismen durch die einzelnen Schichten des Moores hindurch erkennbar wieder? 2. Finden die nach rezenten Arten gekennzeichneten Leitformen unter diesen Organismen sich in ähnlicher Weise zusammen, so daß sie zur Charakterisierung einstiger Biocönosen dienen können? 3. Läßt die Aufeinanderfolge der durch die fossilen Funde charakterisierten Necrocönosen (GAMS) Schlüsse auf die Entwicklung des Hoch Moores zu?

Der Verfasser studiert nun erst die rezenten Microsynusien des Gebietes, d. h. er stellt fest, welche Assoziationen von Microorganismen, besonders Algen, Rhizopoden und Rotatorien, für ein jedes Biotop: Erlensumpfmoor, Waldmoorflachsumpf, Hochmoorbult usw. charakteristisch sind. Dann werden die Leitformen dieser Assoziationen herausgeschält und zu kleineren Assoziationen vereinigt. Im dritten Kapitel werden die fossilen Microorganismen in den Bohrproben einer allgemeinen Betrachtung unterzogen. Der Verfasser bemerkt, daß gerade bei Torfuntersuchungen die Gefahr von Mystifikationen besonders groß ist, daher er sich auf solche Reste beschränkt, die sich einwandfrei bestimmen ließen. Von den Rhizopodengehäusen gehen einige bald nach dem Absterben des Tieres zugrunde; andere sind sehr widerstandsfähig und selbst in tieferen Schichten in großer Masse vorhanden. Das vierte Kapitel bringt einige Beispiele, wie man aus den in einer Probe vorhandenen Microfossilien auf die Natur der Biocönose, welche sie zusammensetzten, zurückschließen kann; es werden ein nasser Hochmoorbult, eine große, offenes Wasser führende Schlenke, ein Waldmoorsumpf, der sich dem Zwischenmoor nähert, ein Erlenflachmoorsumpf und ein Zwischenmoorsumpf aus ihren fossilen Leitformen und -assoziationen rekonstruiert. Schließlich wird in gleicher Weise aus den Proben eines ganzen, zusammenhängenden Bohrprofiles die Entwicklungsgeschichte des Hoch Moores an der Hand der fossilen Leitassoziationen geschildert; dabei wird nachdrücklich hervorgehoben, daß die gezogenen Schlüsse mit den von RUOFF erhaltenen Ergebnissen der botanischen Torfanalyse übereinstimmen, womit die Brauchbarkeit der Microfossilien für solche Schlüsse bewiesen ist. Im vorliegenden Fall wird danach geschlossen, daß der Zehlaubruch nacheinander die Stadien eines Wald-, wahrscheinlich Erlensumpfmoores, Zwischenmoores und echten Hoch Moores durchlaufen hat.

6. STEINECKE (in: GAMS, 1927).

In derselben Weise wie das Material der Zehlau hat STEINECKE die fossilen Rhizopoden aus Torfen des Rotmoores bei Lunz untersucht. Dieselben stellten sich als viel ärmer an Microorganismen wie die der Zehlau heraus. Auffallenderweise fanden sich die Schalen der testaceen Rhizopoden im Torf in vereinzelt Exemplaren, insgesamt nur 11 Arten gegen 30 aus dem Zehlaubruich. Bemerkenswert ist, daß sich bei etwa 4 m Tiefe die Microorganismenassoziation vollkommen ändert. Oberhalb dieser Grenze finden sich fossil dieselben Arten, die noch heute im Hochmoor leben; die unterhalb derselben vorkommenden Arten fehlen dagegen in dem bisher untersuchten Teile des Moores durchaus. Zu unterst, in 600 cm Tiefe, kommt erst eine Bändertonablagerung der letzten Eiszeit, in dem organische Reste sehr selten sind und Rhizopoden überhaupt fehlen. In 550 cm Tiefe folgt eine interstadiale Algengyttja mit drei Rhizopodenarten: *Arcella vulgaris*, *Centropyxis aculeata* und *Hyalosphenia elegans*; STEINECKE schließt, daß sie in einem kleinen Alpengsee abgelagert ist. Bis 450 cm folgt eine fast fossillose stadiale Tongyttja mit von Rhizopoden nur *Arcella vulgaris*. Bei 400 cm tritt der Umschlag in den Assoziationen auf und erscheinen von Rhizopoden die *Amphitrema*-Arten *stenostoma* und *wrightianum*, *Ditrema flavum*, *Assulina seminulum* und *Arcella artocrea*, also die ausgesprochen sphagnicole Assoziation. STEINECKE schließt mit der Bemerkung, daß es verfehlt wäre, aus diesen noch sehr lückenhaften Befunden Schlüsse über den Entwicklungsgang des Rotmoores zu ziehen.

7. HESMER, 1929.

In dieser Arbeit untersucht HESMER mehrere postglaziale und einen interglazialen Torf, größtenteils aus Mooren des Oberharzes, auf Microfossilien, wobei den testaceen Rhizopoden besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Auf den beiden mikrophotographischen Tafeln wird von Protozoen nur eine „*Clathrulina sp. nova*“ abgebildet. Der Verfasser studierte, um einen Vergleich möglich zu machen, auch lebende Sphagneta der Moore auf ihren Gehalt an Rhizopoden. Wie zu erwarten, wurde eine große Anzahl Arten in fossilem Zustande gefunden, diese aber nicht angeführt, sofern es sich um vereinzelt Individuen handelte. Mehr oder weniger häufig waren: *Hyalosphenia elegans*, *papilio* und *minuta*, *Diffflugia globulosa*, *Nebela collaris*, *Hele-*

opera petricola und *Assulina seminulum*. *Ditrema* (= *Amphitrema*) *flavum* wird für sich behandelt (s. unten).

HESMER beobachtete, daß schon in einer Tiefe von wenigen Dezimetern die Menge der erkennbaren Schalen außerordentlich abgenommen war; bereits in 1 m Tiefe waren die Schalen eines Teiles der heutigen Arten restlos zersetzt oder fanden sich doch nur ganz vereinzelt. Verfasser widerspricht also der Meinung ROSSOLIMOS, daß alle Rhizopodenschalen hinsichtlich ihrer Erhaltungsfähigkeit als gleichartig anzusehen wären. Sehr resistent erwiesen sich *Hyalosphenia papilio* und *Arcella vulgaris* sowie besonders *Assulina seminulum* und *Cyphoderia margaritacea*; die Schalen der beiden letztgenannten Arten fanden sich regelmäßig bis in Moortiefen von 6 m; nur in den stärker tonhaltigen Grundstufen der Moore fehlten sie zumeist. Die Schalen der letztgenannten Art dürften sich, von den Grundstufen abgesehen, geradezu quantitativ erhalten haben. *Amphitrema wrightianum* fehlte im lebenden Sphagnum und wurde fossil nur im Subboreal eines einzigen Moores gefunden; ein strenger Zusammenhang zwischen dem Moortyp und dem Vorkommen dieser Art besteht nach Verfasser durchaus nicht immer.

„Ein besonderes Interesse nimmt *Ditrema flavum* in Anspruch, das „Moortönnchen“ mancher pollenanalytischer Arbeiten, zuweilen auch als *Nephelis*-Kokon (!) verkannt Die Schalen von *Ditrema flavum* fanden sich, von den jüngsten Sphagnumtorfen abgesehen, meist weit zahlreicher als die der anderen Rhizopoden zusammen; in manchen tiefer im Torfe gelegenen Stufen sind sie häufiger als die Baumpollenkörner. Auch nach den hier gemachten Befunden ist *Ditrema flavum* als sphagnum-gebunden zu bezeichnen. STEINECKE führt sie für die Zehlau als Leitform der Bulte wie auch Schlenken des Hochmoorgebietes an, aber nicht für Blänken. Für postglaziale Ablagerungen dürfte oft quantitative Erhaltung der Schalen anzunehmen sein, die sich in wechselnder Menge bis hinab zu spätborealen bzw. frühatlantischen Schichten fanden. Den Grundstufen der Moore fehlten *Ditrema*-Schalen meist, oder sie führten sie doch nur wenig. Lediglich in dem unteren halben Meter Torf des Radauer Bornes wurden *Ditrema*-Schalen überhaupt nicht gefunden: es liegt mesotroph entstandener Torf vor. HARNISCH weist darauf hin, daß in einem Teil der von ihm bearbeiteten Hochmoore *Amphitrema wrightianum* und *Ditrema flavum* in den jüngsten Torfschichten ausgestorben sind. Hinsichtlich *Ditrema flavum* zeigt sich diese Erscheinung auch an den Oberharzmooren. Nur eines der sieben Moore enthielt im Sphagnum seiner Oberfläche *Ditrema flavum*,

dieses aber recht zahlreich Allerdings enthielten auch hier die in 20 bzw. 40 cm Tiefe untersuchten Torfproben keine *Ditrema*-Schalen; erst in der aus 95 cm Tiefe entnommenen Torfprobe wurden sie wieder gesehen. Es ist also Vorsicht geboten, beim Fehlen von *Ditrema*-Schalen in einigen oberen Torfstufen gleich endgültiges Aussterben anzunehmen. Die anderen sechs Oberharzmoore aber enthielten nicht nur auf der Oberfläche keine *Ditrema*-Schalen, sondern bis auf eines auch in 10 cm Tiefe nicht; in drei Profilen traten die Schalen dann in 20 cm Tiefe auf, in den fünf anderen erst bei 40 cm oder noch tiefer. Das Zurückgehen von *Ditrema flavum* in den Oberharzmooren dürfte zum Teile auf das durch Kultureingriffe bedingte Trockenerwerden der Moore zurückzuführen sein.

Die von HARNISCH (3) vertretene Ansicht, daß *Ditrema flavum* ein streng an Moore gebundenes Glazialrelikt sei, deren hohes, meist bis zur Eiszeit zurückgehendes Alter feststehe, wurde in Übereinstimmung mit HARNISCH (4) als nicht zutreffend gefunden. Sowohl das völlig isoliert gelegene, im Subboreal entstandene Hühnerfeldmoor, wie auch das nur wenig ältere Sollingmoor und sogar das spätsubboreale Riefenbruch führen *Ditrema*-Schalen. Auch in einem ebenfalls sehr isoliert gelegenen Moor bei Hilchenbach im südlichen Westfalen, das nicht über die Litorinazeit hinaus zurückreicht, fand BUDDE (briefl. Mittlg.) *Ditrema*-Schalen in größerer Anzahl“ (l. c. p. 253—255).

Hat sich also herausgestellt, daß es nur wenige Rhizopodenarten gibt, deren Schalen sich bis in größere Tiefen postglazialer Moore erhalten, so ist es nicht zu verwundern, daß der von HESMER untersuchte interglaziale Torf von Marsbach in Westfalen nur ein einziges Rhizopodenfossil führte und zwar ganz vereinzelt die Schale von *Amphitrema flavum*.

Auch ein *Heliozoon*, *Clathrulina elegans*, wird von HESMER erwähnt. Er fand in einem Präparat aus dem Subboreal des Roten Bruches 18 vollständig erhaltene Schalen dieser Art, einige noch mit Resten des Stieles. Gegenüber HARNISCH, der meint, daß diese Art in fortgeschrittenen Zwischenmoorgebieten ein Optimum erreiche, auf Hochmooren dagegen wieder ganz zurücktrete, schließt HESMER, daß auch ausgesprochene Hochmoore dieses *Heliozoon* gedeihen lassen. Eine nicht zur Art *elegans* gehörende neue *Clathrulina*-Form, der *C. Stuhlmanni* nahestehend, wurde zahlreich in der fast ausschließlich aus Ton bestehenden präborealen Grundstufe des Radauer Bornes gefunden.

3. Eigene Beobachtungen. Zusammenfassung.

Im Jahre 1915 untersuchte ich auf Veranlassung von Prof. J. VAN BAREN eine Sammlung Torfproben, welche im holländisch-utrechtschen Flachmoor bei Tienhoven gebohrt worden waren. Es konnten damals etwa 8 Rhizopodenarten festgestellt werden; eine Nachuntersuchung im Jahre 1933 lieferte noch ebenso viele neue Arten, so daß dieses Material insgesamt bisher einige 16 fossile Rhizopodenarten ergab. In der Tabelle sind diese in Kol. III angeführt. Neuerdings wird auf Grund einer botanischen Analyse (POLAK 1929) angenommen, daß dieses sog. Flachmoor seiner Entstehung nach eher als ein Hochmoor aufzufassen sei, das durch eine Bodensenkung jetzt unter dem Grundwasserspiegel gelegen ist; das von mir festgestellte Vorkommen der allgemein als mehr oder weniger streng sphagnicol aufgefaßten Rhizopodenarten (*Amphitrema flavum*, *Hyalosphenia papilio* und *elegans*, *Nebela collaris*, *Assulina muscorum* und *seminulum*, *Arcella artocrea* und *Bullinula indica*) in den Torfen dieses Moores ist damit im Einklang. Daneben fehlen aber auch mehr lakustrine Formen, besonders *Diffugia*-Arten, nicht; das ist vielleicht so zu erklären, daß in der Geschichte dieses Moores zeitweilig eutrophe Süßwasseransammlungen aufgetreten sind, in denen sich eine solche lakustrine Fauna entwickeln konnte. Auch das Vorhandensein anderer Microfossilien (Diatomeen, Desmidiaceen, Crustaceen, Tintinniden, Spongillidennadeln usw.) spricht dafür. Aber auch unzweifelhaft marine Elemente sind darunter gemischt, so marine Diatomeen, z. B. *Triceratium favus*, und Foraminiferen; dies beweist, daß auch marine Transgressionen aufgetreten sind, welche die autochthone Lagerung der Fossilien mehr oder weniger zweifelhaft machen.

In den letzten Jahren habe ich mich namentlich mit dem Studium der rezenten sphagnicolen Rhizopodenfauna beschäftigt, daneben auch eine Anzahl Torfproben, besonders aus den Hochmooren der östlichen Niederlande, auf ihren Gehalt an fossilen Rhizopoden untersucht. Einige Resultate dieser Untersuchungen sind in meiner Arbeit von 1934 schon angedeutet¹⁾.

¹⁾ Ich benutze diese Gelegenheit, um eine Unrichtigkeit in der genannten Arbeit zu verbessern, auf die mich Herr Dr. K. FAEGRI (Bergen, Norwegen) freundlichst hingewiesen hat. Die p. 84 zitierte Stelle aus der Arbeit von GRANLUND muß nämlich anders interpretiert werden. Unter Zugrundelegung der Annahme, daß die meisten Rhizopodenarten (*Amphitrema*, *Arcella* usw.) absolut konservierungsfähig sind, meint GRANLUND den sehr ungleichen Gehalt an Rhizopodenresten der Torfproben von verschiedenen Huminitätsgrad auf die verschiedenen Milieubedingungen zurückführen zu müssen, unter welchen diese Torfe abgelagert worden sind. Die Richtig-

Übersichtstabelle.

Die römischen Ziffern über den Kolonnen bedeuten:

- I. Schweden und Finnland (LAGERHEIM).
 II. Clare-Insel, Irland (WAILLES und PENARD).
 III. Tienhoven, Niederlande, Flachmoor (HOOGENRAAD).
 IV. Zehlau, Ostpreußen (STEINECKE).
 V. Lunz, Niederösterreich (STEINECKE).
 VI. Rußland (ROSSOLIMO).
 VII. Hallwiler See, Schweiz (GÜNTERT).
 VIII. Oberharzmoore (HESMER).
 IX. Moore des Münsterlandes, Westfalen (KOCH).
 X. Hochmoor bei Mitterwald, Tirol (HOOGENRAAD).
 XI. Moor bei Trifona, Finnland (HOOGENRAAD).
 XII. Hochmoore der östlichen Niederlande (HOOGENRAAD).
 XIII. Flachmoore der westlichen Niederlande, ex Tienhoven (HOOGENRAAD).
 XIV. Lakustrine Ablagerung bei Gouda, Niederlande (HOOGENRAAD).

Name der Art	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX ¹⁾	X	XI	XII	XIII	XIV
<i>Amphitrema flavum</i>	—	×	×	×	×	×	—	×	×	×	×	×	×	—
„ <i>stenostoma</i>	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>wrightianum</i>	—	×	—	×	×	—	—	×	×	×	×	×	×	—
<i>Arcella artocrea</i>	× ²⁾	—	×	×	×	—	—	—	—	×	×	×	×	—
„ <i>costata</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>discoidea</i>	×	—	×	×	—	—	—	×	—	—	×	—	—	×
„ <i>hemisphaerica</i>	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>microstoma</i>	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>stellaris</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>vulgaris</i>	×	—	—	×	×	×	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Assulina muscorum</i>	—	×	×	×	×	—	—	—	—	×	×	×	×	—
„ <i>seminulum</i>	—	×	×	×	×	—	—	×	—	×	×	×	×	—
<i>Bullimula indica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×	—
<i>Centropyxis aculeata</i>	×	—	×	×	×	×	×	×	×	×	—	×	×	×
„ <i>arcelloides</i>	—	—	—	×	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>laevigata</i>	×	—	—	×	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Clathrulina elegans</i>	—	—	—	×	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—
„ <i>sp. cf. Stuhlmanni</i>	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Corythion dubium</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	—	—
„ <i>pulchellum</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cryptodiffugia oviformis</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>sacculus</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyphoderia margaritacea</i>	—	—	—	—	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Diffugia acuminata</i>	×	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>amphora</i>	×	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>avellana</i>	×	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>bidens</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>capreolata</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>constricta</i>	×	×	×	×	—	×	×	—	—	—	—	×	×	×
„ <i>corona</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>curvicaulis</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>elegans</i>	×	×	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>fallax</i>	×	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>globulosa</i>	×	×	—	—	—	×	—	×	—	—	—	×	×	×
„ <i>hydrostatica</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>lacustris</i> ⁴⁾	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	×
„ <i>lanceolata</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—

1) KOCH gibt außerdem an: *Arcella* sp., *Assulina* sp., *Euglypha* sp.2) Als *catinus*.3) Als *Solowetzki*.4) = *D. pyriformis* var. *lacustris*.

Name der Art	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
<i>Diffugia limnetica</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>lithoplites</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>lobostoma</i>	×	—	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>lucida</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>marsupiformis</i>	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>olliformis</i>	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>pyriformis</i>	×	—	—	×	—	×	×	—	—	—	—	—	—	×
" <i>urceolata</i>	—	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>varians</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Euglypha alveolata</i> ¹⁾	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×
" <i>ciliata</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>compressa</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>cristata</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>filifera</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>laevis</i>	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>rotunda</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>strigosa</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—
<i>Gromia squamosa</i>	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Heleopera petricola</i>	×	×	—	×	—	—	×	×	—	—	×	×	—	—
" <i>picta</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>rosea</i>	×	×	—	×	—	—	—	—	—	—	×	×	—	—
" <i>sordida</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>sphagni</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>sylvatica</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hyalosphenia elegans</i>	×	—	×	×	×	×	—	×	—	—	×	×	—	—
" <i>minuta</i>	—	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—
" <i>Papilio</i>	×	×	×	×	—	×	—	×	×	—	×	×	—	—
" <i>punctata</i>	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>subflava</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	—
<i>Lesquereusia spiralis</i>	×	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nebela bohémica</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>bursella</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—
" <i>collaris</i>	×	—	×	×	—	×	—	×	—	—	×	×	×	—
" <i>flabellulum</i>	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>griseola</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>militaris</i>	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	×	×	—	—
" <i>tenella</i>	—	—	—	×	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>tineta</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pamphagus arcuatus</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	—	—	×	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×
" <i>nidulus</i>	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Placocysta spinosa</i>	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—
<i>Pontigulasia bigibbosa</i>	—	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>incisa</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>spiralis</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudodiffugia fascicularis</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>gracilis</i>	—	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
" <i>horrida</i>	—	—	—	—	—	—	?	—	—	—	—	—	—	—
<i>Quadrula irregularis</i>	×	—	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	
" <i>symmetrica</i>	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
<i>Sphenoderia lenta</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" <i>fissirostris</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trigonopyxis arcula</i> ⁴⁾	—	×	—	×	—	—	—	—	—	—	×	×	×	—
<i>Trinema complanatum</i>	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×	—
" <i>enchelys</i>	—	—	—	—	—	×	—	—	—	×	×	×	×	—
" <i>lineare</i>	—	×	—	—	×	—	—	—	—	×	×	×	×	—

¹⁾ = *E. acanthophora*. ²⁾ s. S. 406. ³⁾ Als *subglobosa*. ⁴⁾ = *Diffugia arcula*.

In die Tabelle sind außerdem aufgenommen die fossilen Rhizopodenreste aus zwei Reihen von Torfproben, gesammelt von Herrn FLORSCHÜTZ bei Mitterbach (Tirol), bzw. Trifona (Finnland).

Die bisherigen Beobachtungen über die fossilen Rhizopodenassoziationen der postglazialen Moore meines Untersuchungsgebietes lassen erkennen, daß die Assoziationen des lakustrinen Typs, in eutrophem Wasser abgesetzt, durch das Hervortreten einiger *Diffugia*-Arten gekennzeichnet sind, welchen diejenigen des oligotrophen Wassers der Hochmoore, aus *Amphitrema*-, *Assulina*-, *Hyalosphenia*- und *Nebela*-Arten zusammengesetzt, oft mit *Bullinula indica* gemischt, ziemlich scharf gegenüberstehen. Gewisse Arten, so die polymorphe *Centropyxis aculeata* und auch *Arcella discoidea*, können in Assoziationen des einen sowie des anderen Typs vorkommen. Die meisten untersuchten Assoziationen gehören dem zweiten Typ an; nur eine einzige des ersten, lakustrinen, Typs ist bisher beobachtet worden; dieselbe stimmte wesentlich mit den lakustrinen Assoziationen LAGERHEIMS überein, war aber ärmer an Arten (Kol. XIV).

Bemerkenswert ist auch der Umstand, daß in einigen Torf- und Sapropeliumproben Rhizopodenreste beiderlei Art durchweg fehlten, obwohl ihre Abwesenheit aus der Zusammensetzung der Proben nicht zu erklären war. Die Berücksichtigung des Studiums lebender Assoziationen macht es wahrscheinlich, daß wenigstens in gewissen Fällen in einem solchen Milieu keine Rhizopoden gelebt haben. Aber es ist auch die Möglichkeit eines Auflösens der Schalen bestimmter Arten durch die chemischen Eigenschaften des Wassers einzuräumen. Der von STEINECKE (1927 a) nachdrücklich hervorgehobene Umstand, daß namentlich in einem oligotrophen Medium — wohl durch die Wirkung der sog. Humussäuren — die Diatomeenschalen so außerordentlich schlecht konserviert sind und oft ganz fehlen, ist auch mir mehrmals aufgefallen. Im eutrophen Medium scheinen sie sich dagegen weit besser zu erhalten, wie das besonders aus den Arbeiten schwedischer und finnischer Moorforscher (z. B. BRANDER, 1935) hervorgeht und auch schon von BLAAUW (1917) betont wurde. Wenn aber tatsächlich die Humussäuren die Kieselverbindungen mehr oder weniger leicht angreifen und auf die Dauer zur Auflösung bringen, dann ist es begreiflich, daß die jedenfalls zum Teil aus solchen Verbindungen bestehende Schalen der *Diffugia*-, *Euglypha*-,

keit dieser Annahme soll hier nicht diskutiert werden; nur weise ich darauf hin, daß in einigen meiner Proben selbst die sehr resistenten Schalen von *Amphitrema flavum* deutliche Korrosionserscheinungen aufwiesen (vgl. auch die oben zitierten Auffassungen von STEINECKE und HESMER).

Nebela- usw. -Arten ebenfalls korrodiert werden und schließlich zerfallen, während die chitinösen Schalen, z. B. der *Amphitrema*- und *Arcella*-Arten, außerordentlich lange bewahrt bleiben können.

Schließlich möchte ich noch im Anschluß an das S. 411 Gesagte darauf hinweisen, daß bei den Untersuchungen über die fossilen Rhizopoden die Frage der Autochthonie bzw. Allochthonie noch wenig oder gar nicht berücksichtigt worden ist. Tatsächlich bekommt man den Eindruck, daß immer stillschweigend angenommen wird, daß alle diese im Torf und im Sapropel bewahrten Reste an primärer Lagerstätte sich befänden. Zieht man aber in Betracht, daß diese Ablagerungen während großer Zeiträume in einem jedenfalls zeitweilig mit Wasser durchtränkten Medium zustande gekommen sind und die Wassermassen darin gewiß nicht immer sich in absoluter Ruhe befanden, dann ist ein solcher Schluß a priori nicht ganz wahrscheinlich. Besonders bei den oben (S. 411) erwähnten niederländischen Flachmooren mit ihrer zweifelsohne sehr bewegten Entstehungsgeschichte kommt die Mischung der lakustrinen und sphagnicolen Leitformen deutlich zum Ausdruck. Aber auch z. B. in einem Hochmoor mit einer ruhigen Wachstumsgeschichte gehören solche Dislokationen wohl nicht zu den Unmöglichkeiten. Die Berücksichtigung dieses Umstandes schließt aber eine strenge, allgemein durchzuführende Identifizierung ehemaliger Biocönosen durch ihre Leitformen und -assoziationen vorläufig aus, wenn sie vielleicht in einem einzigen Falle mehr oder weniger befriedigend gelingen mag.

Literaturverzeichnis.

- BLAAUW, A. H. (1917): Over Flora, Bodem en Historie van het Meertje van Rockanje. Verh. Kon. Akad. v. Wetensch. (2) Vol. 19. Amsterdam.
- BRANDER, G. (1935): Die Baltische Diatomeen-Succession des Bålen-Beckens. Geol. För. Förh. Vol. 57. Stockholm.
- FRÜH, J. u. C. SCHRÖTER (1904): Die Moore der Schweiz. Bern.
- GÜNTERT, A. (1925): Über postglaziale Rhizopodenfunde usw. In: Prähistorisches und Naturwissenschaftliches vom Hallwilersee. Von R. BOSCH u. A.; Mitt. Aargauischen naturf. Ges. Bd. 17.
- HARNISCH, O. (1927): Einige Daten zur rezenten und fossilen testaceen Rhizopodenfauna der Sphagnen. Arch. Hydrobiol. Bd. 18.
- (1929): Die Biologie der Moore. Stuttgart.
- HESMER, H. (1929): Mikrofossilien in Torfen. Paläont. Z. Bd. 11.
- HOOGENRAAD, H. R. (1933): Einige Beobachtungen an *Bullinula indica* PENARD. Arch. f. Protistenk. Bd. 79.

- HOOGENRAAD, H. R. (1934): Studien über die sphagnicolen Rhizopoden der niederländischen Fauna. *Ibid.* Bd. 84.
- KOCH, H. (1929): Paläobotanische Untersuchungen einiger Moore des Münsterlandes. *Beih. bot. Zbl.* Bd. 46.
- LAGERHEIM, G. (1901): Om Lämningar af Rhizopoder usw. *Geol. För. Förh.* Vol. 23. Stockholm.
- PEUS, F. (1932): Die Tierwelt der Moore usw. Berlin.
- POLAK, B. (1929): Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandsche veen. *Diss.* Amsterdam.
- ROSSOLIMO, L. (1927): Atlas tierischer Überreste in Torf und Sapropel. Moskau.
- STEINECKE, F. (1927): Leitformen und Leitfossilien des Zehlaubruches. *Bot. Arch. Königsberg.*
- (1927a): In: GAMS, H.: Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. usw.* Bd. 18.
- (1929): Die Nekrozönosen des Zehlaubruches. *Schr. phys.-ök. Ges.* Bd. 66. Königsberg.
- WAILES, G. H. u. E. PENARD (1931): Rhizopoda, in: *Clare Island Survey No. 65.* *Proc. roy. Ir. Acad.* Dublin.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1936

Band/Volume: [87_1936](#)

Autor(en)/Author(s): Hoogenraad H.R.

Artikel/Article: [Zusammenstellung der fossilen Süßwasserrhizopoden aus postglazialen Sapropelium- und Torfablagerungen Europas. 402-416](#)