

Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen.

Entwurf einer natürlichen Eintheilung derselben

von

G. H. Theodor Eimer und C. Fickert.

(Aus dem zoologischen Institut zu Tübingen.)

Mit 45 Figuren im Text.

Vorbemerkung.

Vorliegende Arbeit, welche in der Hauptsache im Sommer 1892 niedergeschrieben wurde, blieb anderer Arbeiten wegen liegen, und sollte gerade druckfertig gemacht werden, als der Tod leider zu früh Herrn Professor EIMER dahinraffte. So blieb mir als seinem Mitarbeiter die Pflicht, dieselbe fertigzustellen. Gründe der Pietät veranlassten mich dabei möglichst wenig am Texte zu ändern, was ich um so eher konnte, als keine umfassende Arbeit nach der RHUMBLER'schen mehr über das System der Foraminiferen erschienen ist.

Was die Autorschaft angeht, so stammt der allgemeine Theil aus der Feder Professor EIMER's, während der specielle durchweg gemeinsame Arbeit ist. Einzelne spätere Zusätze von mir sind durch ein F. gekennzeichnet.

Tübingen, im Oktober 1898.

Dr. C. FICKERT.

I. Allgemeiner Theil.

Über die Aufgabe der vorliegenden Arbeit.

Die Bedeutung, welche man neuerdings der geschlechtlichen Mischung für das Abändern der Lebewesen und für die Artbildung zuerkennen will, und die ausschließliche Herrschaft, welche der natürlichen Auslese, dem Nutzen, für die Artbildung von verschiedenen

Naturforschern mehr noch als von DARWIN heute zugeschrieben wird, führte mich zu der Beschäftigung mit den Foraminiferen. Diese große Gruppe einfachster Thiere pflanzt sich, so viel wir wissen, nicht geschlechtlich fort und sie ist dennoch eine außerordentlich formenreiche. Konjugation kennen wir einstweilen nur bei Süßwasserformen unter den Rhizopoden, bei solchen, die wir zu den Amöben stellen, weil sie lappige Scheinfüßchen haben: *Diffugia*, *Arcella* u. a.

Nur GERVAIS will Milioliden vor der Erzeugung einer jungen Brut zu zweien an einander hängend getroffen haben.

Allein, wenn auch Konjugation bei den Foraminiferen verbreitet nachgewiesen wäre, und wenn sie auch überall als Beginn geschlechtlicher Mischung aufgefasst werden dürfte, was da und dort wohl unzweifelhaft ist, so möchte damit doch nicht die Annahme gleicher Wirkung dieses Beginns geschlechtlicher Mischung mit einer ausgesprochen geschlechtlichen, auf das Abändern nothwendig vorausgesetzt werden müssen, denn die Verschiedenheiten zwischen den »Geschlechtern« der Foraminiferen würden gegenüber jenen der Thiere mit ausgebildeter geschlechtlicher Fortpflanzung doch sehr gering sein. Jedenfalls sind sie keine äußeren und lassen sich deshalb für äußere Anpassung nicht verwerthen. Mit anderen Worten: äußerliche Eigenschaften vom Männchen oder Weibchen, welche für jene oder für diese besonderen Nutzen im Sinne der Anpassung hätten, giebt es nicht und deshalb fällt ein sonst für die Auslese wichtiges Mittel hier vollständig weg. Freilich würden für den Nutzen und für die Auslese innere Eigenschaften genügen und sie brauchten, um einen Fortschritt durch Auslese zu bedingen, gar nicht geschlechtliche zu sein. Schon die Konjugation wird im Sinne solchen Fortschritts dadurch wirksam sein können, dass das eine oder das andere der dieselbe eingehenden Einzelwesen eine günstige innere Eigenschaft, welche es mitgebracht hat, durch sie zur Verbreitung bringt. Sie wird aber auch dadurch in diesem Sinne wirksam werden können, dass durch die Mischung zweier Wesen neue günstige Eigenschaften entstehen. Indessen ist zu jenem Fortschritt geschlechtliche Mischung bzw. Konjugation nicht nöthig, ja es leuchtet ein, dass eine an einem »Geschlecht« auftretende neue Eigenschaft durch Mischung mit einem anderen derselben entbehrenden Wesen Schwächung erfahren wird, welche bei ungeschlechtlicher Vermehrung nicht eintritt. Unbedingt günstig für die Abartung ist die geschlechtliche Mischung nur eben durch Hervorrufen neuer vortheilhafter Eigenschaften.

Der Nutzen der Kreuzung für das Abändern und die Auslese soll von mir durchaus nicht bestritten werden, aber er ist bei verschiedenen Lebewesen ein sehr verschiedener und es ist die Annahme des Neu-Darwinismus, dass er das einzige Mittel zur Erzeugung von Abänderungen bei den höheren Thieren sei, unbedingt zurückzuweisen. Bei den von mir auf die Artbildung untersuchten Schmetterlingen habe ich z. B. nichts finden können, was dabei für irgend maßgebende Wirkung der Kreuzung spräche, wogegen sie nach NÄGELI bei den Hieracien bekanntlich eine große ist. Mit allgemeinen Behauptungen und sogenannten Lehrsätzen lässt sich hier wie in der Naturwissenschaft überhaupt nichts ausrichten — es muss überall das Thatsächliche festgestellt und darauf aufgebaut werden. Für die Foraminiferen ist jedenfalls, wie gesagt, auch Konjugation nur in Ausnahmefällen bekannt, und es ist klar, dass äußere Einwirkungen auf das Plasma bei Vererbung der erworbenen Eigenschaften ohne jene durchaus genügen, um Abänderungen hervorzu- bringen.

Dass dies und dass damit zusammenhängende innere physiologische Ursachen es sind, welche das Abändern auch der Foraminiferen bedingen, mit einem Wort organisches Wachsen, Organophysis, das zeigt das Ergebnis meiner Untersuchungen: die Thatsache bestimmt gerichteter Umbildung, welche hier auf das Schönste vor Augen tritt. Durch sie wird die Annahme des Darwinismus, dass zufällige Abänderungen und die Auslese die Entstehung neuer Arten bedingen sollen, auch auf diesem Gebiete vollkommen zurückgewiesen.

Für die Foraminiferen ist solches Ergebnis unserer gemeinsamen Untersuchungen um so überraschender, als gerade sie in ungemein reicher Weise abändern, so dass man bisher bestimmte Regeln für die Umbildung gerade hier am wenigsten aufzustellen im Stande war, trotzdem dass viele Abarten weit aus einander stehende Formen in zusammenhängender Kette verbinden. Beides ist übrigens bei ihnen in nicht höherem Maße der Fall, als bei den Spongien, welche geschlechtliche Fortpflanzung haben.

Ich habe vorhin die Konjugation als wahrscheinlichen Beginn geschlechtlicher Vermehrung in einzelnen Fällen bezeichnet. Es braucht jedoch kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass dieser Anfang in letzter Linie wohl nur auf physiologischen Wechselbeziehungen beruht, welche mit eigentlich geschlechtlicher solcher Beziehung noch nichts zu thun zu haben brauchen. Der Ausgangs-

punkt der geschlechtlichen Verschiedenheit ist wohl in einer Art Arbeitstheilung zu suchen, welche verschiedene physiologische Fähigkeiten auf verschiedene Einzelwesen vertheilt und deren Vereinigung erst ein die Vermehrung bedingendes »Wachsen über das Individuum hinaus« möglich macht. Wahrscheinlich sind es zuerst nur Verschiedenheiten im Ernährungszustand, dann die Fähigkeit verschiedene Ernährungszustände auszugestalten und zu übertragen, und so jene zur Vermehrung nothwendige Ergänzung herbeizuführen, welche für dieselbe maßgebend sind. Indem solche Arbeitstheilung sich mehr und mehr festigt und, durch besondere Thätigkeit auf Grund Vererbung der erworbenen Eigenschaften sowohl wie durch korrelative Umbildungen zu besonderer Eigenart des Organismus führt, entstehen erst die Geschlechter.

Demnach ist Konjugation nicht ohne Weiteres mit geschlechtlicher Vermehrung zusammenzustellen, ganz abgesehen davon, dass es sich bei ihr um jene Erneuerung verbrauchter Stoffe handeln kann. WEISMANN, welcher bei den höheren Lebewesen die geschlechtliche Mischung für das einzige Mittel zur Erzeugung von Abänderungen erklärt, indem er jede sich vererbende Beeinflussung des Körperplasma durch äußere Einwirkungen leugnet, hatte denn auch für die Einzelligen eine Ausnahme gemacht und Vererbung von durch das »Soma« erworbenen Eigenschaften hier zugegeben¹. Später aber änderte WEISMANN, wie in so vielen anderen Dingen, so auch hierin, seine Ansicht, indem er auf den Gedanken verfiel, den Kern der Einzelligen dem Keimplasma von Ei und Samen gleichzusetzen, anzunehmen, dass so dieselben Ursachen für die Entstehung von Ab-

¹ »Der Ursprung der erblichen individuellen Variabilität kann allerdings nicht bei den höheren Organismen, den Metazoen und Metaphyten liegen. er ist aber bei den niedersten Organismen zu finden, bei den Einzelligen. Bei diesen besteht ja noch nicht der Gegensatz von Körper- und Keimzellen; sie pflanzen sich durch Theilung fort. Wenn nun ihr Körper im Laufe seines Lebens durch irgend einen äußeren Einfluss verändert wird, irgend ein individuelles Merkmal bekommt, so wird dies auf seine beiden Theilsprösslinge übergehen. Wenn z. B. ein Moner durch häufiges Ankämpfen gegen Wasserströmungen die Sarkode seines Körpers etwas derber, resistenter oder auch stärker anhaftend gemacht hätte als viele andere Individuen seiner Art, so würde sich diese Eigenthümlichkeit auf seine beiden Nachkommen direkt fortsetzen, denn diese sind ja zunächst nichts Anderes als seine beiden Hälften; jede im Laufe seines Lebens auftretende Abänderung, jeder irgendwie entstandene individuelle Charakter müsste sich nothwendig auf seine Theilsprösslinge direkt übertragen.« A. WEISMANN, Aufsätze über Vererbung. p. 338. (1886.)

änderungen beständen wie bei den Vielzelligen, eine Vererbung erworbener Eigenschaften daher auch bei ihnen auszuschließen sei¹.

Ich will solcher Auffassung vom Kern Einzelliger gar nicht entgegengetreten. Der Kern ist meiner Auffassung nach überhaupt Lebensorgan der Zelle und bei den Einzelligen hat er entschieden besondere Beziehung zu Fortpflanzung wie bei der Zellvermehrung überhaupt. Damit sind andere Funktionen nicht ausgeschlossen.

Nachdem ich für die mehrzelligen geschlechtlich sich vermehrenden Thiere durch genaue Untersuchung verschiedener Gruppen nachgewiesen hatte, dass hier die Artbildung in letzter Linie unabhängig vom Nutzen geschieht, dass sie auf gesetzmäßigen, nach bestimmten Richtungen vor sich gehenden Umänderungen (Orthogenesis) beruht, deren Ursache in der physiologischen Arbeit des Körpers auf Grund von dessen Konstitution, und in deren Beeinflussung durch die physikalischen Mittel der Außenwelt gelegen ist (organisches Wachsen, Morphophysis, oder Organophysis), schienen mir ähnliche solche Ursachen für die Artbildung der Foraminiferen von vorn herein wahrscheinlich.

Wenn sich bei den Schmetterlingen² das Abändern und damit die Artbildung so einleitet, dass irgend ein neues, zuerst kaum sichtbares Pünktchen der Zeichnung entsteht, welches sich bei einzelnen Thieren vergrößert hat und bei der nächstverwandten Art zu einer diese äußerlich bestimmenden bedeutenden Zeichnung geworden ist,

¹ »Ich glaube desshalb, dass wir bei diesen höchst differenzirten Protozoen ganz wie bei den Metazoen eine Vererbung „erworbener“ Abänderungen bestreiten und uns vorstellen müssen, dass auch hier die phyletischen Umbildungsprocesse vom „Keimplasma“ ausgehen, d. h. also hier vom Idioplasma des Kernes.« Im Folgenden wird das hier für die Wimperinfusorien Angenommene auf alle Einzelligen mit Ausnahme der Moneren übertragen: »Ich möchte desshalb meinen früheren Satz, dass die „Einzelligen“ der Urquell der individuellen Ungleichheit seien, in dem Sinne, dass bei ihnen jede durch äußere Einflüsse oder durch Gebrauch und Nichtgebrauch hervorgerufene Abänderungen erblich sein müsse, um eine Stufe weiter gegen den Anfang des Lebens hin zurückzuschieben und sagen, dass nur solche niedersten Organismen, welche noch keine Differenzirung in Kern und Zellkörper besitzen, in dieser Weise auf äußere Einflüsse reagieren werden. Bei ihnen müssen in der That Variationen, welche einmal entstanden sind, einerlei aus welcher Ursache, auch vererbt werden, und die individuelle erbliche Variabilität wird also bei ihnen direkt durch die Einflüsse der Außenwelt entstehen.« Aufsätze über Vererbung. p. 788, 789 (1891!).

² G. H. TH. EIMER, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen. I. Jena 1889. II. 1895 und Entstehung der Arten. II. Orthogenesis der Schmetterlinge. Leipzig 1897.

so ist bei solchem Vorgang der Nutzen, die Zuchtwahl, insbesondere die geschlechtliche Zuchtwahl, völlig ausgeschlossen. Aber man wird immer noch einwenden können, es sei die geschlechtliche Mischung die das Abändern bedingende Ursache. Zwar sind, wie gesagt, gar keine Beweise für diese Annahme vorhanden. Vielmehr ist es unzweifelhaft, dass die auffallendsten und wichtigsten Abänderungen bei den Schmetterlingen ganz auf äußeren Einwirkungen, wie Klima, Nahrung u. a. beruhen. Ferner weist die Thatsache, dass neue Eigenschaften gewöhnlich zuerst bei Männchen (männliche Präponderanz) und dass sie in bestimmter Reihenfolge am Körper auftreten, — dies sowohl in der Entwicklung des einzelnen Thieres wie in der Stammesentwicklung, d. i. in der Kette verwandter Arten und Gattungen — es weist dies schon allein darauf hin, dass eben tiefere Ursachen als nur die geschlechtliche Mischung für die Umbildung der Formen bestehen.

Das Studium der Foraminiferen bot zugleich eine andere Aussicht. Meine Arbeiten über die gesetzmäßige Umbildung der Zeichnung führten zur Feststellung der Verwandtschaft der betreffenden Formen, zur Aufstellung eines natürlichen Systems.

Das Ergebnis solch natürlichen Systems war andererseits die Probe auf die Richtigkeit der Grundsätze, von welchen ich ausgegangen bin. Dieselben Grundsätze mussten, so setzte ich voraus, auch zur Gewinnung eines natürlichen Systems der Foraminiferen führen, sofern sich auch hier bestimmte Entwicklungsrichtungen ergeben würden, welche auf organischem Wachsen beruhen. Denn die Entwicklungsrichtungen mussten auch hier die Grundlinien für den systematischen Zusammenhang der Formen abgeben. Solcher Gewinn aber war um so höher anzuschlagen, als bis dahin ein natürliches System der Foraminiferen fehlte.

Hier möchte Erwähnung finden, dass meine Einführung des organischen Wachsens als Ursache von Formbildung gegen den Darwinismus nicht nur in verschiedenen Äußerungen ERNST HAECKEL'S¹ in seiner »Systematischen Phylogenie« Vertretung findet, sondern dass dieser Erklärung auch von einer Seite Stützen geboten worden sind, von welcher ich es nicht erwartet hätte. Denn kurz vorher war von DREYER in einer Kritik meines Buches über die »Entstehung der Arten« behauptet worden, dass dasselbe »weniger viel Neues

¹ ERNST HAECKEL, Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. I. Berlin 1894.

und Originelles enthalte, als dass es immer entschiedenen Lamarekismus vertrete, und hatte der betreffende Kritiker damals auch nach anderen seiner Äußerungen meine Aufstellung gesetzmäßiger Entwicklung und organischen Wachsens gegenüber dem DARWIN'schen Zufall und damit die Grundlage meiner Anschauungen noch gar nicht erfasst¹.

Im Jahrgang 1892 der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft veröffentlicht DREYER eine Arbeit², in welcher er allerdings, ohne meinen Namen zu nennen, zur Gestaltung der Rhizopoden und besonders auch der Foraminiferenschalen, aus inneren und äußeren Ursachen erfolgendes Wachsen in Anspruch nimmt, welches mit dem Nützlichkeitsprincip nichts zu thun habe. Als mechanische Ursachen der Gehäusegestaltung werden aufgeführt: auf äußere Reize erfolgende bestimmte Ausstrahlungen des Plasma selbst, Blasenpannung, Schwerkraft u. A. Ich hatte wegen dieser Aufstellung bestimmter mechanischer Ursachen keine Veranlassung die Darstellung des Folgenden zu ändern, welche schon vor dem Erscheinen der DREYER'schen Schrift niedergeschrieben war, denn es will mir scheinen, dass dessen Ausführungen nur dann für die nicht selbstverständlich sein werden, welche, statt von meinen Anschauungen auszugehen, in der DARWIN'schen Nützlichkeits herrschaft befangen sind. Indessen ist die Aufstellung und Vertretung der vom Verfasser behandelten einzelnen Gesichtspunkte als physikalischer Erklärungsversuch gewiss von Werth und nur ein willkommenes Zeichen fortschreitender Erkenntnis im Sinne meiner Entwicklungslehre.

In einer vor Kurzem erschienenen Arbeit³ führt derselbe Verfasser auch die Vielgestaltigkeit der Schalen von *Peneroplis pertusus* auf den Bau des Sarkodekörpers und die Sarkodeplastik zurück. Ich komme auf diese Arbeit später zurück. F.

Die bisherigen Eintheilungen der Foraminiferen.

Wie es mit den bisherigen Eintheilungen der Foraminiferen steht, darüber hat sich zuletzt, kurz vor seinem Tode, M. NEUMAYR, der

¹ Man vgl. meine Äußerung im biolog. Centralblatt. 15. Aug. 1888. Nr. 12.

² FRIEDRICH DREYER, Die Principien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen. Ein Versuch zur mechanischen Erklärung organischer Gebilde. (Jen. Zeitschr. 1892. N. F. Bd. XIX.)

³ FRIEDRICH DREYER, *Peneroplis*, eine Studie zur biologischen Morphologie und zur Speciesfrage. Leipzig 1898.

leider viel zu früh verstorbene Verfasser des vortrefflichen Buches: Die Stämme des Thierreichs¹ und vorher schon in einer besonderen Abhandlung: Die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der schalentragenden Foraminiferen², ausgesprochen. NEUMAYR findet, dass das beste System das in neuerer Zeit von BRADY³ aufgestellte sei, deshalb, weil es sich nicht zu sehr an ein Kennzeichen für die einzelnen Familien hält, wie das die meisten übrigen Eintheilungsversuche thun und weil es SCHWAGER folgt, in so fern es zugleich der äußeren Gestalt bedeutenden Einfluss auf die Anordnung zugesteht. Allein auch in der BRADY'schen Eintheilung seien verschiedene Änderungen dringend nothwendig. So die Unterordnung der Fusulinen, Orbitoiden etc. unter die Nummulitiden, denn nachdem schon bei den Rotaliden Formen mit und ohne Kanalsystem etc. vereinigt sind, habe auch die Familie der in einer Ebene aufgerollten Nummulitiden ihre Existenzberechtigung verloren und müssen deren sehr ungleichartige Bestandtheile von einander getrennt werden. Eben so sei die Stellung der Gattungen Cornuspira, Spirillina und Ammodiscus verfehlt, vor Allem aber die ganze Familie der Lituoliden eine unnatürliche.

Brady's Eintheilung der Foraminiferen⁴.

Die von BRADY aufgestellten Familien sind: Gromiden, Milioliden, Astrorhiziden, Lituoliden, Textulariden, Chilostomelliden, Lageniden, Globigeriniden, Rotaliden, Nummulitiden.

Der große Fehler dieses Systems liegt zunächst offenbar in der Aufstellung zweier Familien rein sandiger Gattungen, der Astrorhizidae und der Lituolidae, von welchen nur die ersteren eigenartige Formen enthalten, die letzteren aber aus sehr verschiedenen Parallelformen oder sandigen Isomorphen kalkiger Arten zusammengesetzt sind. BRADY kennzeichnet die Lituoliden folgendermaßen:

Lituolidae. Sandig, gewöhnlich von regelmäßigen Umrissen, Kammerung der Vielkammerigen oft unvollkommen, Kammern häufig labyrinthisch. Enthält sandige Isomorphe der kalkigen Arten wie

¹ M. NEUMAYR, Die Stämme des Thierreichs. I. 1889. p. 163 ff.

² Sitzungsber. der Wiener Akad. Math.-naturw. Abth. 1887.

³ BRADY, Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger. Report on the scientific Results of the Cruise of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. IX. 1884.

⁴ BRADY, Zoology. Bd. IX des Report on the scientific Results of the voyage of H. M. S. Challenger.

Cornuspira, Miliolina, Peneroplis, Lagena, Nodosaria, Cristellaria, Globigerina, Rotalia, Nonionina u. a. und dazu einige nahestehende Arten. Unterfamilien: Lituolinae, Trochammininae, Loftusinae (nebst den ausgestorbenen kalkigen Endothyrinae).

Durch diese Abtrennung übrigens gleichgearteter sandiger Formen von ihren kalkigen Verwandten verfällt BRADY in den Fehler zurück, ein einziges Merkmal, und zwar ein ganz unwesentliches, zur Kennzeichnung einer Familie zu verwenden, noch dazu aber ein solches, welches das Nächstverwandte vom Nächstverwandten trennt. Damit kommt er in vollen Gegensatz zu den Forderungen des natürlichen Systems.

BRADY verfährt aber auch nicht folgerichtig, indem er zu den Textulariden sowohl sandige als kalkige Formen stellt und eben so zu den Milioliden. Von letzteren führt er gar an, dass sie unter ungünstigen Bedingungen, z. B. im Brakwasser, chitinig oder sandig werden und dass sie in großen Tiefen zuweilen nur aus einer dünnen, gleichartigen, kieseligen Haut bestehen. Damit ist doch von ihm selbst anerkannt, dass die Zusammensetzung der Gehäuse, ob aus Kalk oder aus Sand, unwesentlich sei. Es ist aber ferner dadurch darauf hingewiesen, dass diese Zusammensetzung unmittelbar auf äußeren Einflüssen beruht.

Die Miliolidae bezeichnet BRADY im Übrigen als Formen mit undurchbohrter, gewöhnlich kalkiger Schale, zuweilen mit Sand inkrustirt.

Auf die Gestalt ist hier gar nichts gegeben, obschon dieselbe für die eigentlichen Milioliden so kennzeichnend ist. In der That stellt BRADY in seine Familie der Miliolidae die verschiedenartigsten Formen: Nubecularien, Miliolinen, Hauerininen, Peneropliden, Alveolinen, Keramosphaerinen.

Eben so wenig ist die Gestalt berücksichtigt in der Kennzeichnung, welche BRADY von den Textularidae giebt. Dieselbe lautet:

Textularidae: Die größeren sandig, mit oder ohne durchbohrten kalkigen Grund, die kleineren glasartig (kalkig), durchbohrt. Kammern in zwei oder mehr abwechselnden Reihen oder spiralig oder durch einander, oft dimorph. (Unterfamilien: Textularinae, mit sandigen und kalkigen Formen, dann die kalkigen Bulimininae und Cassidulinae.)

Fast durchweg sandig sind wieder die Astrorhizidae. BRADY kennzeichnet dieselben folgendermaßen:

Astrorhizidae: Schale stets zusammengesetzt (meist aus Sand-

körnern, gewöhnlich groß, einkammerig, oft verzweigt oder strahlig, zuweilen gekammert durch Einziehung der Wände, aber selten oder nie durch Scheidewände abgetheilt. Die vielkammerigen sind niemals symmetrisch. Unterfamilien sind: Astrorhizinae, Pilulinae, Saccammininae, Rhabdammininae. Die Pilulinae bestehen aus Schlamm, theilweise auch aus Schwammnadeln.

Astrorhiza wurde 1857 von SANDAHL beschrieben, die ihr verwandte Dendrophrya 1861 von WRIGHT. Die großen sandigen Astrorhiziden lernte man aber erst durch die neuen englischen Tiefseeforschungen kennen. Meist kennt man nur die Gehäuse. Übergänge von Form zu Form findet man bei den Astrorhizidae weniger leicht als bei anderen Familien, sagt BRADY (p. 227). — Das Letztere ist richtig, aber nur deshalb, weil auch die von BRADY aufgestellte Familie der Astrorhizidae keine natürliche ist. Trennt man sie in sich zusammenhängende Gruppen, so vermag man diese allein oder mit Hilfe anderer Formen wieder unter einander zu verbinden oder man findet Übergänge zu höheren Foraminiferen.

Auch bei der Aufstellung der Astrorhizidae hat BRADY nämlich auf die Gestalt viel zu wenig Rücksicht genommen.

Durch jene Trennung tritt das scheinbar Unregelmäßige der Glieder der alten Gruppe wesentlich zurück und es bleibt nur das verhältnismäßig Unfertige, das sie alle als tiefstehende, ursprüngliche Foraminiferen erkennen lässt.

Die Chilostomellidae kennzeichnet BRADY folgendermaßen: Schale kalkig porös. Kammern Miliola-artig angeordnet. Mündung ein seitlicher gekrümmter Schlitz.

Auch hier sind wieder ausschließlich kalkige Formen zusammengestellt. Wir rechnen hierher aber auch eben so gestaltete sandige, welche von BRADY in seine überhaupt unhaltbare Gattung Trochammina eingeschlossen sind (Ammochilostoma nobis vgl. Chilostomellidae nobis). — BRADY stellt seine Gattung Trochammina in die Unterfamilie Trochammininae der Lituoliden. — Es ist also auch die Familie der Chilostomellidae BRADY keine natürliche.

Lagenidae. Nach BRADY: Schale kalkig, sehr fein porös, keine Kanäle und kein Zwischenskelet. Einkammerig oder die Kammern zu einer einfachen geraden gebogenen oder spiralen Linie angeordnet. Mündung endständig, rund oder strahlig. Unterfamilien: Lageninae, Nodosarinae, Polymorphinae, Ramulininae.

Gewöhnlich werden als Lageniden nur die kalkigen einkammerigen Formen bezeichnet, welche eine an einem Ende geschlossene

(oft bauchartig erweitert geschlossene) Röhre bilden. Nun stellt BRADY dazu auch mehrkammerige: Nodosarien, dann die offenbar der Bulimina verwandten Polymorphinen und die verzweigten, von uns zu den sandigen Aschemonella gestellten kalkigen Ramuliden. Auch hier spielt wieder der Stoff, aus welchem die Gehäuse zusammengesetzt sind, eine hervorragende Rolle für die Stellung im System bei BRADY. Allein wir werden zeigen, dass es schon falsch ist, eine besondere Familie der Lageniden mit dem Kennzeichen kalkiger Gehäuse aufzustellen. Denn es giebt sandige Gehäuse, welche im Übrigen vollkommen die Eigenschaften jener kalkigen Lageniden haben. Es ist dies vor Allem die schon im unteren Silur vorkommende Gattung Saccamina. Dazu kommt als nahe Verwandte auch die aus Sand und aus Schwammnadeln zusammengesetzte Gattung Pillulina. Wir bezeichnen alle zusammen als Saccaminidae.

Globigerinidae. Hierher stellt BRADY außer den gewöhnlichen Globigerinen auch die offenbar zu den Endothyren gehörigen Gattungen Sphaeroidina und Pullenia, sowie die in ihrer Stellung zweifelhafte Candeina. Und zwar macht BRADY hier nicht einmal Unterfamilien. Andere stellen zu den Globigerinidae allerdings noch verschiedenartigere Formen (CARPENTER z. B. außer den genannten noch die Textularien mit Bulimina und Cassidulina, ferner die Rotalinen mit Calcarina und Tinoporus — weil sie alle Perforata sind!).

BRADY kennzeichnet die Globigerinidae folgendermaßen: Schale kalkig, porös, aus wenigen aufgeblasenen Kammern zusammengesetzt, spiralig; mit einfacher oder mehrfacher Mündung; ohne Kanalsystem und Zwischenskelet.

Wir rechnen zu den Globigerinidae nur die kalkigen Gattungen Globigerina, Hastigerina und Orbulina (diese vielleicht nur Endkammer von Globigerina) und die sandige Ammoglobigerina. Auch hier giebt unserer Ansicht nach die kalkige oder sandige Beschaffenheit des Gehäuses keinen Grund zur Trennung. Dagegen stellt BRADY die von uns als Ammoglobigerina bulloides bezeichnete sandige Globigerine als Haplophragmium globigeriniforme zu den Lituolidae.

Rotalidae Brady: Schale kalkig durchbohrt, frei oder festgewachsen. Die typischen Vertreter »rotaliform«, außerdem einige abweichend gestaltete Nebenformen. Einzelne höher entwickelte mit doppelten Kammerwandungen, mit Zwischenskelett und Kanalsystem. Nebenfamilien: Spirillininae, Rotalinae und Tinoporinae. Die Spirillininae, nur die Gattung Spirillina enthaltend, sind einfach Cornu-

spiren, aber mit durchbohrten Wandungen und sie wurden von BRADY nur wegen derselben hierher gestellt. Es spielt also hier wieder ein einziges Merkmal eine so hervorragende Rolle zu Gunsten der Stellung in eine besondere Familie und zur Begründung des Auseinanderreißen ganz nahe verwandter Formen.

Die Tinoporinen sind jedenfalls in ihrer Stellung zweifelhaft (vgl. unsere Familie der Calcarinidae).

Nummulinidae Brady: Schale kalkig, von feinen Röhren durchzogen, vielkammerig, symmetrisch-spiralig, die höheren Formen alle mit Zwischenskelet und Kanalsystem. Unterfamilien: Fusulininae, Polystomellinae, Nummulitinae, Cycloclypeinae und (zweifelhaft) Eozooninae.

Diese Familie erscheint, wie auch NEUMAYR (p. 166) sagt, in ihrer Zusammensetzung als eine vollkommen unnatürliche. Wir haben die Unterfamilien derselben als Familien aufgestellt und auf Grund verschiedener verwandtschaftlicher Beziehungen im System vertheilt.

Es bleibt noch übrig die Familie der Gromidae, von BRADY als erste seiner Familien aufgestellt: Schale chitinös, glatt oder mit eingebetteten Fremdkörpern, undurchbohrt, mit einer oder mit zwei einander gegenüberliegenden Mündungen.

Die Gromien sind die einzige unter den von BRADY aufgestellten Familien, welche wir in der gegebenen Fassung als eine natürliche anzuerkennen in der Lage sind, mit der Einschränkung, dass Übergänge zu anderen auch bei ihnen vorkommen. Die Gromien, in deren Gehäuse Fremdkörper eingebettet sind, nähern sich wohl den einfachsten sandigen Formen der Saccaminidae nobis.

Wenn also die BRADY'sche Eintheilung der Foraminiferen nach dem Urtheil eines so ausgezeichneten Forschers wie NEUMAYR als die beste bezeichnet wird, welche bisher geliefert worden ist, so müssen wir nach unseren Ausstellungen doch noch genauer sehen, worauf dieses Urtheil beruht.

NEUMAYR bespricht auch diese älteren Eintheilungen (p. 163). Zuerst wurde fast nur die äußere Gestalt und die Zahl und Anordnung der Kammern berücksichtigt. So hat D'ORBIGNY unterschieden: Monostegier, Einkammerige, Stichostegier, mit einer Reihe geradlinig angeordneter Kammern, Helicostegier, mit spiralig aufgewundenen, Enallostegier, mit mehrreihig angeordneten, Agathistegier, mit knäuelförmig aufgewickelten Kammern u. a. Besonders CARPENTER und REUSS zeigten, dass dadurch unnatürliche Gruppen zu Stande kommen. CARPENTER stellte dagegen die zwei

großen Abtheilungen der Imperforata und Perforata auf, je nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Poren, REUSS berücksichtigte außerdem besonders die Zusammensetzung der Gehäuse aus Kalk oder Kiesel. Diese Eintheilungsmittel sind aber verfehlt, weil sie Verwandtes überall aus einander reißen. Dies geht aus meinen kritischen Bemerkungen zur BRADY'schen Eintheilung zur Genüge hervor, so weit es sich um die Eintheilung nach sandigen oder kalkigen Gehäusen handelt — für die Eintheilung nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Poren ist es längst anerkannt.

SCHWAGER versuchte, wie NEUMAYR weiter hervorhebt, der äußeren Gestalt wieder mehr gerecht zu werden, und zu zeigen, dass innerhalb der einzelnen so begründeten Gruppen sich einfacher und zusammengesetzter gebaute Formen vereinigen. Man fehlte, sagt NEUMAYR mit Recht, früher vielfach eben dadurch, dass ein Hauptmerkmal aufgesucht und an die Spitze der Anordnung gestellt wurde, nach welchem man dann die ganze Formengruppe in einige wenige, meist zwei oder drei Hauptgruppen brachte. Es ist, meint er, besser, zunächst eine größere Anzahl kleinerer, natürlich umgrenzter Familien festzuhalten, ohne Rücksicht auf große Hauptabtheilungen. Sei dies durchgeführt, dann werde auch, »wie wir sehen werden« der Zusammenhang dieser unter sich leicht festgestellt werden können. Jene künstlichen Foraminiferensysteme aber seien genöthigt, entweder sofort eine Reihe von Ausnahmen und Abweichungen zuzugeben oder nahe verwandte Formen an ganz verschiedenen Stellen des Systems einzureihen.

Das BRADY'sche System wird nun den Forderungen NEUMAYR's dadurch gerecht, dass es nur eine Anzahl von kleineren Familien aufstellt und der Kern der Mehrzahl dieser Familien ist als ein natürlicher anzuerkennen. Aber die Familien sind nicht eng genug begrenzt. Zu jenem Kern ist fast überall ein Beiwerk gefügt, welches den von NEUMAYR gerügten Fehler ausschließen soll, dass »Ausnahmen und Abweichungen zugegeben oder nahe verwandte Formen an ganz verschiedenen Stellen des Systems eingereiht« werden müssen. Aber der Fehler wird größer, weil eben diesem Beiwerk zu Liebe die Begriffsbestimmungen sehr weit und nichts weniger als einheitlich gefasst sind, so dass aus der dem Kern nach natürlichen Eintheilung eine unnatürliche wird. Dies muss um so mehr erfolgen, als für die Begriffsbestimmungen wiederholt die Kennzeichen verwendet sind, durch deren systematische Verwerthung das Nächstverwandte nothwendig getrennt wird, nämlich die stoffliche

Zusammensetzung der Gehäuse und das Vorhandensein oder Fehlen von Poren.

Es scheint mir also, dass das BRADY'sche System theilweise wohl einen guten Kern hat, dass es aber die Fehler anderer Eintheilungen vereinigt. Wenn NEUMAYR auf p. 164 sagt, man werde sehen, dass sich der Zusammenhang einzelner kleinerer Gruppen, wenn er einmal festgestellt sei, leicht durchführen lasse, so scheint dies sich eben auf die BRADY'sche Eintheilung zu beziehen und derselben die Anerkennung einer natürlichen zu verleihen. Allein indem er an die Feststellung des Zusammenhangs herantritt, ändert er die BRADY'sche Eintheilung sehr wesentlich ab und stellt ganz andere Hauptgruppen auf.

Neumayr's Eintheilung.

NEUMAYR behandelt nach einander 1) die agglutinirenden Foraminiferen (hauptsächlich Astrorhiziden), 2) den Cornuspiridentypus, 3) die Textilariden, 4) den Lituolidentypus und die Nodosariden, 5) den Endothyrenstamm, 6) die Fusuliniden, 7) die Nummulitiden.

Diese Gruppen sind es nun, welche NEUMAYR unter einander zu verbinden sucht — nur in der ersten behandelt er die aus Fremdkörpern zusammengesetzten, also vorzüglich die sandigen Formen überhaupt —, als Stammgruppe sind daraus die Astrorhiziden herauszulösen.

1) Die Astrorhiziden sind die ursprünglichsten Formen: meist einkammerig, selten mehrkammerig, von unregelmäßiger Gestalt, deren Gehäuse ausnahmslos aus fremden Körpern zusammengeklebt ist. Schlamm, Sand, Kieselschwammnadeln, zuweilen verkittet durch ein kalkiges Cement. Eigentliche Poren in den Schalen finden sich nicht, wohl aber sind die einzelnen Körner, aus welchen dieselben aufgebaut sind, so an einander gefügt, dass Lücken zwischen ihnen bleiben, ja manchen genügen diese Lücken zur Herstellung einer Verbindung mit der Außenwelt vollständig und sie besitzen desshalb keine eigentliche Mündung — ganz wie manche stark poröse Kalkschalen, z. B. *Orbiculina*. So geben denn auch die Astrorhiziden den Ausgangspunkt für die Entstehung einerseits der porösen, andererseits der porenlosen Kalkschalen. »In der That sind auch diese Astrorhiziden mit den einfachsten Sandschalern aus jenen Abtheilungen verbunden, welche Parallelförmigen zu den kalkigen Foraminiferen darstellen. Es gilt dies namentlich von der Gattung *Rheophax*,

deren Abgrenzung gegen manche Astrorhiziden eine sehr unbestimmte ist.« (Rheophax wird auch von BRADY schon zu den Lituoliden gestellt.)

Unter diesen niedersten Astrorhiziden, fährt NEUMAYR fort, namentlich unter den Gattungen Saccamina, Pelosina, Astrorhiza und Sorosphaera treten nun solche auf, welche zu einer zweiten großen Gruppe von Foraminiferen hinüberführen, zu solchen mit sandiger Schale, mit regelmäßiger Gestalt und bei den vielkammerigen mit gesetzmäßiger Anordnung der Kammern, deren Scheidung manchmal eine sehr unvollkommene ist.

»In dem Systeme von REUSS werden alle oder fast alle regelmäßiger gestalteten Foraminiferen mit sandiger Schale in der Gruppe der Arenacea zusammengefasst, während CARPENTER ohne Weiteres die sandigen Formen neben den kalkigen in den beiden Gruppen der porösen und der porenlosen Typen eintheilt und somit dieselben aus einander reißt. BRADY's neue Eintheilung schlägt hier einen Mittelweg ein, indem sie die Hauptmasse der regelmäßigen sandigen Formen als Lituoliden zusammenfasst, einen Theil aber, bei welchem die Übergänge zu den porös-kalkigen Formen der Textilariden besonders klar hervortreten, bei dieser letzteren Familie unterbringt.« NEUMAYR will die größere Berechtigung der einen oder der anderen Auffassung nicht weiter verfolgen — beide reißen Verwandtes aus einander — es genügt ihm zu wissen, »dass die sehr große Mehrzahl der regelmäßig gebauten sandigen Foraminiferen ein vollständig zusammenhängendes Gebiet darstellt, dessen Angehörige in inniger natürlicher Verwandtschaft zu einander stehen und durch Übergänge mit einander verbunden sind. Wir finden unter ihnen fast alle die Gestalten, welche bei den kalkigen Foraminiferen vorkommen, schon vertreten, wenn auch die meisten derselben weniger extrem und mannigfaltig ausgebildet, und Gruppen, die wir bei den Kalkschalern aufs schärfste getrennt oder nur durch sehr spärliche Zwischenglieder verknüpft sehen, hier aufs vollständigste in einander verlaufen, so dass wir z. B. die Parallelförmigen für so verschiedene kalkige Gattungen wie Globigerina, Sphaeroidina, Rotalia, Nonionina, Marginulina und Cristellaria in der einen sandigen Gattung Haplophragmium vereinigt finden, ohne dass dies als ein Missverhältnis bezeichnet werden könnte«.

Es ist sehr merkwürdig, dass gerade NEUMAYR eine solche Vereinigung und die dadurch bedingte Gegenüberstellung der sandigen

und kalkigen Parallelförmigen nicht als ein Missverhältnis empfindet, ja dass er sie gut heißt. Es will scheinen, dass er dadurch mit sich selbst in Widerspruch kommt, indem er doch sonst überall als Vertreter wirklich natürlicher Beziehungen der Formen ohne Rücksicht auf Schalenzusammensetzung und andere nebensächliche Eigenschaften auftritt. Warum griff dieser einsichtsvolle, von bedeutenden Gesichtspunkten sonst überall geleitete Gelehrte, nicht gerade hier erlösend ein, indem er den gordischen Knoten durchhieb und die gleich oder ähnlich gestalteten sandigen und kalkigen Arten zu Familien verband, ohne Rücksicht zugleich auf das Vorhandensein von Poren? Gerade hier, in der Sichtung und Aneinanderreihung der vollkommeneren sandigen Foraminiferen und in ihrer Verbindung mit den kalkigen liegt der Kern zu einer wirklich natürlichen Eintheilung verborgen. NEUMAYR aber überlässt die Eintheilung der Systematik dieser Formen dem chaotischen Zustand, in welchem sie sich nach seiner Äußerung befindet und den ganz unrichtigen Grundsätzen, nach welchen sie gemacht ist. Klagt er doch selbst, dass als ein Hauptmerkmal für die Gruppierung die größere oder geringere Menge und das gröbere oder feinere Korn des Sandes gelten kann, aus dem die Schalen aufgebaut sind, während die äußere Form sehr wenig berücksichtigt wird. »So werden einander sehr ähnliche Typen, wie gewisse Formen von *Rheophax* und *Nodosinella*, oder von *Endothyra* und *Haplophragmium* in ganz verschiedene Abtheilungen gestellt, je nachdem die Vorkommnisse mehr oder weniger Sand enthalten, obwohl man weiß, dass die Beschaffenheit des Meeresbodens und des Wassers in diesem Punkte selbst individuelle Verschiedenheiten innerhalb einer und derselben Art hervorrufen.« Dabei zielt NEUMAYR auf BRADY. Er erkannte also, dass noch mehr Rücksicht auf die Gestalt genommen werden sollte als von Seiten BRADY's geschehen ist. Aber er versuchte es nicht, diesen wichtigen, maßgebenden Gesichtspunkt zur Geltung zu bringen. Indessen macht NEUMAYR gelegentlich immerhin »einige Angaben über die Art und Weise, in welcher die Verwandtschaftsverhältnisse dieser Formen aufzufassen sind«, insbesondere in der auf p. 198 seines Buches gegebenen Tabelle.

Es betrachtet also NEUMAYR die Astorhiziden — die unregelmäßigen sandigen Foraminiferen — als die Wurzel der vier Stämme der Cornuspiriden, Textilariden, Nodosariden, Endothyriden. Im Zusammenhang mit den beiden letzteren bespricht er den Cornuspiridentypus, den Lituolidentypus, zuletzt die Fusuliniden und

Nummulitiden. Von sandigen gehören hierher *Ammodiscus*, *Agathammina*, *Silicina*.

Von dem *Cornuspira*-ähnlichen *Ammodiscus* aus bildeten sich die kalkigen gleichgearteten Formen, und zwar in zwei Reihen: 1) undurchbohrte, *Cornuspira*, und 2) durchbohrte, *Spirillina* mit *Involutina* und *Problematina*, ohne weitere Fortbildung.

Cornuspira dagegen entwickelte sich zu verschiedenen Typen weiter (vgl. hierzu die Untersuchungen von CARPENTER und STEINMANN), indem sich insbesondere Formen mit beginnender Kammerung an sie anschließen. So *Planispirina*, *Nummoloculina* und *Ophthalmidium*. Diese führen zu den *Milioliden*. Die ersten kalkigen *Milioliden*, welche sicher bekannt sind, stammen aus der Trias. (*Cornuspira* kommt schon im Perm vor — vielleicht in der Kohle), *Agathammina* aber ist eine nach dem *Miliolidentypus* gewundene sandige Form, die sich schon im Kohlenkalk findet. — *Vertebralina*, *Hauerina*, *Articulina*, bei welchen in der Regel an die *Miliola*-artig gewundene Schale noch eine oder die andere Kammer, in gerader Linie ausgestreckt, sich anschließt, führen von *Miliola* zu *Peneroplis*. Daran schließt sich *Orbiculina* an, bei welcher die äußeren, letzten Kammern sich ringförmig um die inneren herumlagern. *Orbitolites tenuissimus* enthält noch zu innerst die *Cornuspira*, darauf *Miliola*, dann *Peneroplis*, dann folgen die ringförmigen Windungen (CARPENTER). Vielleicht stehen in Verbindung mit den *Orbitoliten* (*Orbiculina*) die *Alveolinen*.

Textilariden. Den Ausgangspunkt der kalkigen bilden sandige aus dem Kohlenkalk — vielleicht gehören hierher schon *Steinkerne* auf der Grenze von cambrischen und silurischen Bildungen in der Umgebung von Petersburg (EHRENBERG). Nirgends ist der Zusammenhang zwischen sandigen und kalkigen, nichtdurchbohrten und durchbohrten so eng wie hier. Manche sind in der Jugend dreireihig, später zweireihig (*Gaudryina*), zahlreichere zwei- und dreireihige werden später einreihig (*Bigennerina*, *Sagraina*, *Clavulina*). Welche sandige *Textilariden* mit *Astrorhiziden* zusammenhängen wird nicht berührt.

Lituolidentypus, *Nodosariden*. Obschon NEUMAYR auf das Ungereimte und Unhaltbare der Zusammensetzung des *Lituolidentammes* hingewiesen hat, bezeichnet er denselben nun doch als den dritten großen Hauptstamm, den wir bei den regelmäßigen sand-schaligen Formen unterscheiden können, »Formen mit einreihig angeordneten Kammern, welche in gerader oder gebogener Linie oder

in einer Spirale angeordnet sind«. Dies ist eben die Folge davon, dass NEUMAYR die letzte Anwendung seiner Grundsätze nicht gemacht hat, indem er die gleichgestalteten sandigen und kalkigen Formen nicht zu Familien vereinigte. Die Zwischenformen zwischen den kieselschaligen und den kalkschaligen Lituoliden muss man, sagt NEUMAYR, in früher Zeit, in der Perm- und Kohlenformation, suchen und zwar in den Gattungen *Endothyra* und *Nodosinella*, welche bald sandig, bald kalkig und durchbohrt sind¹, mit Übergängen zwischen beiden. Heute sind solche Übergänge nicht mehr vorhanden.

Nodosariden. *Nodosinella*: gerade gestreckte oder leicht gebogene Zellenreihen mit endständiger Mündung, welche sich von der Lituolidengattung *Rheophax* einerseits, von echt porös-kalkigen Sippen *Nodosaria* und *Dentalina* andererseits nur durch die Schalenzusammensetzung und Struktur unterscheiden und von keiner der beiden Abtheilungen wesentlich abweichen. Wir gelangen dadurch zu der großen Familie der Nodosariden (*Lageniden*), *Nodosaria*, *Lagena*, *Dentalina*, *Cristellaria*, *Fronicularia*, *Polymorphina*, *Uvigerina* gehören hierher.

Endothyrenstamm. Spiralige Einrollung der Kammern und die columellare, an die Innenseite gerückte Lage der Mündung, sind nach NEUMAYR die wesentlichsten Eigenschaften dieser Gruppe, deren Aufstellung sein Verdienst ist. Sie bilden mit der schon in der Kohle vorkommenden Gattung *Endothyra* den Ausgangspunkt für die *Rotaliden*, *Polystomelliden* und *Globigeriniden*.

Polystomelliden mit *Nonionina* und *Polystomella*. Von ersterer aus gehen *Pullenia*, *Sphaeroidina*, *Globigerinidae* und *Orbulina*.

Eine andere Fortsetzung von *Endothyra* bilden die *Rotalidae*. In die Nähe dieser gehört die Gattung *Planorbulina*, bei welcher nur die inneren Kammern spiralig aufgerollt, die äußeren dagegen in konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Mit ihnen stehen vielleicht in Verbindung: *Tinoporus* sammt *Acervulina*, ferner *Cycloclypeus* und *Orbitoides*.

Fusulinidae. Auch sie schließen sich wahrscheinlich an *Endothyra* an und zwar durch die sandige *Fusulinella* *Struvei*.

Nummulitidae. Ihre Mündung nähert sie den *Endothyren* gleichfalls. Aber ihre Stellung ist zweifelhaft.

Auch die Stellung der *Chilostomellidae* wird als zweifelhaft

¹ SCHWAGER in: BÜTSCHLI-BRONN, Protozoen. 1887/1888. p. 244.

bezeichnet, eben so *Parkeria*, *Loftusia*, *Carpenteria*, *Polytrema*, *Orbitolina* u. a.

In einem Rückblick auf die Verwandtschaftsverhältnisse betont NEUMAYR folgende Sätze:

1) Aus den älteren paläozoischen Ablagerungen wissen wir überaus wenig von Foraminiferen. Mit dem Eintritt in die Kohlenformation tritt eine reiche Menge derselben auf, darunter schon sehr verschiedenartige und theilweise hochgebaute Formen, wie *Nummulites*, *Amphistegina*, *Fusulina* u. a., ziemlich gleichzeitig und unvermittelt mit *Endothyren*, *Nodosinellen*, *Nodosarien*, *Textilariden*, *Lituiden*, *Astrorhiziden*. Vorläufer sind sehr spärlich. Es wäre daher jeder Versuch vergeblich, jeden Stamm bis auf seine Anfänge in ältesten Schichten zurückverfolgen zu wollen. Aber von der Kohlenzeit an gelingt der Nachweis der Verbindung bis auf wenige Gruppen. Die Foraminiferen stellen sich als ein zusammenhängendes Ganzes dar.

2) Darin, dass sich die Beziehungen in der Form eines Stammbaumes darstellen lassen, dass sie also einfacher, wenig verwickelter Art sind, liegt ein Beweis dafür, dass die Verschiedenheiten in der That die Folge einer allmählichen Umgestaltung im Sinne der Abstammungslehre sind.

3) Die kalkschaligen stammen von den sandschaligen ab und unter diesen müssen wieder die allereinfachsten und unregelmäßigsten Gehäuse, wie sie bei den *Astrorhiziden* vorkommen, als die ursprünglichsten angesehen werden. Denn:

Die verschiedenen Hauptabtheilungen der kalkschaligen hängen nicht unter sich, sondern mit sandschaligen zusammen.

Mit einem und demselben Sandschaler stehen sowohl undurchbohrte wie durchbohrte Kalkschaler in Verbindung.

Die niedriggebauten Kalkschaler schließen sich an die Sandschaler an, niemals hoch entwickelte mit Kanalsystem und Zwischenskelet.

Für sehr zahlreiche Kalkschaler treten isomorphe Vertreter unter den sandigen auf, aber bei den letzteren hängen die einzelnen Typen viel enger unter einander zusammen: sie sind noch viel gleichartiger, viel weniger verschieden ausgestaltet. Auch sind die sandigen in den alten Ablagerungen entschieden viel reichlicher vorhanden als später: in der Kohle ist die Zahl der sandigen Gattungen etwas größer als die der kalkigen, im Lias dagegen ist die Zahl der letzteren doppelt, im Tertiär drei- bis viermal so groß als die der ersteren.

Endlich sind manche der wichtigsten Bindeglieder zwischen

beiden Abtheilungen nur in paläozoischer Zeit vorhanden und sehr bald ausgestorben (Endothyra, Nodosirella, Agathammina).

4) Es stimmen also die Thatsachen mit den Voraussetzungen der Abstammungslehre trefflich überein, wenn auch die ursprünglichen Typen, die Astrorhiziden, Lituoliden, Ammodiscus u. A. nicht ausgestorben sind, sondern sich neben ihren höheren Nachkommen noch erhalten haben — eine Erscheinung, welche jedoch überall wiederkehrt.

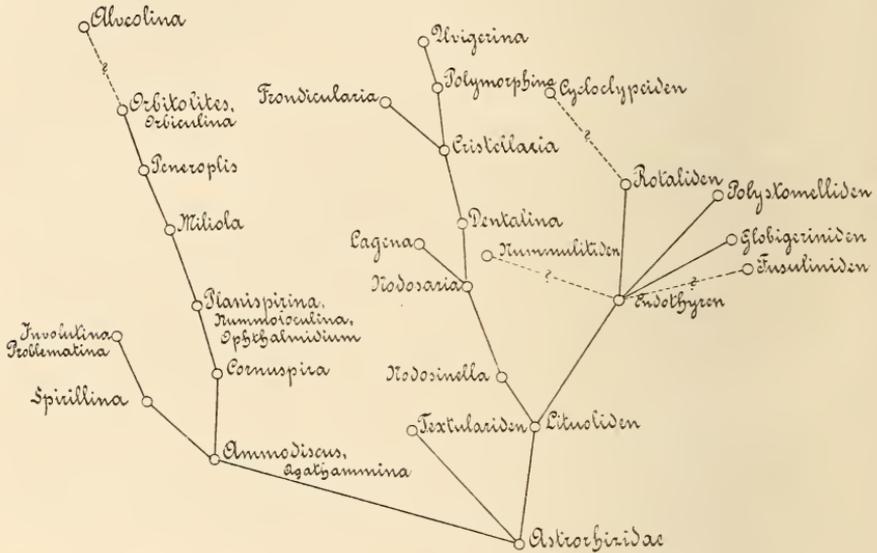


Fig. 1.

Stammbaum der Foraminiferen nach NEUMAYR.

Andere Eintheilungen der Foraminiferen.

Zuerst muss ich nun die Eintheilung d'Orbigny's besprechen, welche in so fern auf derselben Grundlage wie die unsrige beruht, als sie sich vorzüglich auf die Art der Kammerung und der Mündung stützt.

D'ORBIGNY unterscheidet sieben Hauptabtheilungen:

- 1) Monostegia. Einkammerige (Lagena, Oolina, Gromia, Orbulina).
- 2) Stichostegia. In gerader oder in gebogener Linie an einander gereichte Kammern (Nodosaria).
- 3) Helicostegia. Kammern in einer Achse an einander gereicht, welche eine geschlossene Spirale bildet (Cristellaria, Rotalia, Globigerina, Alveolina, Nummulina u. A.).
- 4) Cyclostegia. Schale scheibenförmig, aus mehreren Kreisen concentrisch angeordneter Kammern bestehend (Orbitolites u. A.).

5. *Entomostegia*. Kammern in zwei abwechselnden Achsen angeordnet und in einer geschlossenen Schraubenlinie eingerollt (*Cassidulina*, dann einzelne *Rotalien*, *Cycloclypeiden* und *Bulminiden*).
- 6) *Enallostegia*. Kammern abwechselnd auf zwei bis drei Achsen stehend, die keine Spirale bilden (sind die *Textularidae* in der Hauptsache).
- 7) *Agathistegia*. Kammern knäueelförmig nach zwei bis fünf Flächen um eine gemeinsame Achse aufgewickelt, jede die Hälfte eines Umgangs einnehmend (*Miliolidae*).

Ganz übereinstimmend mit einer der unsrigen ist nur die Ordnung der *Stichostegia*, welche wir auch eben so benannt haben. Ferner ist nahezu übereinstimmend mit einer der unsrigen die Gruppe der *Enallostegier* (*Textularidae*), nur bringt D'ORBIGNY verschiedene *Textulariden* anderswo unter (so *Frondicularia* und *Pavonina* bei den *Stichostegiern*, *Verneuillina*, *Bulimina*, *Chrysalidina* bei den *Helicostegiern*, *Robertina* bei den *Entomostegiern*). Die *Agathistegia*, welche in den Hauptsachen *Milioliden* umfassen, entsprechen zum Theil unserem *Cornuspiridenstamm*, zu welchem wir aber noch die *Cornuspiridae*, *Chilostomellidae* und *Orbitolitidae* stellen, welche letztere D'ORBIGNY später als besondere Gruppe: *Cyclostegia* aufgestellt hat. Die unnatürlichsten Ordnungen D'ORBIGNY's sind die der *Helicostegia* und der *Entomostegia*. Dieselben enthalten gar nicht zusammengehörige Formen verschiedener Familien. Die Ordnung der *Monostegia* endlich fällt (abgesehen von *Orbulina*, welche zu den *Globigerinen* zu stellen ist) in unsere *Cystofoaminifera*. Aber eine Eintheilung in *Einkammerige* und in *Vielkammerige* ist eben so unstatthaft, wie eine solche in *Perforata* und *Imperforata* oder in *Sandige* und *Kalkige*, denn sie reißt Verwandtes völlig aus einander. *Einkammerig* sind nicht nur unsere *Astrorhizidae*, die meisten unserer *Cystofoaminifera*, sondern auch die meisten *Siphonoforaminifera*, die *Ascofoaminifera*, ferner die *Cornuspiridae*. Diese alle könnte man als *Monostegia* zusammenfassen. Dass die *Cornuspiridae*, welche D'ORBIGNY noch nicht kannte (sie sind erst von MAX SCHULTZE gefunden worden), den mehrkammerigen *Milioliden* zunächst stehen, gäbe keinen Grund dagegen ab. Wohl aber die Thatsache, dass fast in allen übrigen der genannten Gruppen der Beginn einer Kammerung auftritt (*Ascofoaminifera*, *Siphonoforaminifera*) oder doch koloniebildende *Einkammerige* und vielleicht auch *Mehrkammerige* vorkommen (*Cystofoaminifera*).

Immerhin ergibt sich Übereinstimmung in der Grundanlage der von D'ORBIGNY gemachten Eintheilung und der unsrigen und eine erhebliche Übereinstimmung sogar in Beziehung auf die Aufstellung von Hauptgruppen. Es ist dies um so bemerkenswerther, als wir bei unserer Arbeit auch von D'ORBIGNY in keiner Weise beeinflusst waren, sondern selbständig auf Grund der von selbst sich ergebenden Entwicklungsrichtungen zu unserem System gekommen sind. Die wesentlichste Ursache des Mangels größerer Übereinstimmung liegt eben darin, dass D'ORBIGNY nicht entfernt von solchen Entwicklungsrichtungen ausging, sondern nur zusammengestellt hat, was äußerlich, nach den Verhältnissen der Kammerung und der Art der Windungen verwandt schien und dies trifft eben theilweise zufällig mit Entwicklungsrichtungen zusammen. Es ist aber also die D'ORBIGNY'sche Eintheilung in der Hauptsache keine natürliche, sondern eine künstliche. D'ORBIGNY ging von einzelnen Kennzeichen aus und bildete sieben große Gruppen, in welche er die Familien und Gattungen eben so unterbrachte, wie Andere sie in Imperforata und Perforata u. A. unterbrachten. Uns ergaben sich ungefähr eben so viele große Gruppen, indem wir vom Einfachsten zum Zusammengesetzten in baumförmiger Abzweigung aufstiegen und nachträglich das, was sich als verwandt ergeben hatte, zusammenfassten und nach Maßgabe der gemeinsamen Eigenschaften mit einem Sammelnamen belegten. Darin eben liegt der Unterschied zwischen künstlichem und natürlichem System.

Ein vollkommen natürliches System aber wäre ein unumstößlich richtiges. Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass das unsrige auf Vollendung keinen Anspruch machen will. Die Zeit erst wird es ausbauen können. Es fehlen uns noch viele Zwischenformen; manche neue Formen können zu anderen Ableitungen führen. Die Grundzüge unseres Systems werden allerdings auch durch solche Funde wohl kaum verändert werden. Aber in den Reihen der höchst ausgebildeten Gehäuse, vorzüglich jener der Rotaliden, Nummulitiden, Cycloclypeiden werden sich, insbesondere an der Hand genauerer Untersuchung von Dünnschliffen, noch Gestaltungen finden, welche zu neuen Beziehungen führen mögen. Was uns sonst zweifelhaft oder unsicher erschien, ist im Text hervorgehoben.

Nachdem im Vorstehenden die Eintheilungen der Foraminiferen von D'ORBIGNY, BRADY und NEUMAYR besprochen worden sind, möchten noch einige Worte über

die übrigen maßgebend gewordenen solchen Eintheilungen angefügt werden. Die meisten neueren Schriftsteller, insbesondere die Lehrbücher (ZITTEL, BÜTSCHLI u. A.), stehen auf dem Boden von CARPENTER (1862), REUSS (1861) und RUPERT JONES (1876), indem sie die Eintheilung in Imperforata und Perforata annehmen. Die ersteren werden bei Beiden in sandige und kalkige Formen getheilt, die letzteren in glasig kalkige, in ausgesprochen durchbohrte und in solche mit verzweigtem Kanalsystem. Dabei ist also auf Gestalt und Anlage der Kammerung gar keine Rücksicht genommen, und es muss gesagt werden, dass diese mit mehr oder weniger Änderungen in den neuen Lehrbüchern vertretenen Eintheilungen durchaus künstliche sind, indem sie die verschiedenartigsten Dinge zusammenwerfen. Dies gilt eben so für die Unterabtheilungen. So bringt z. B. ZITTEL in seiner Familie der Globigerinidae die Globigerinen, Textularinen und Rotalinen zusammen.

Die Eintheilung von M. SCHULTZE in Monothalamia und Polythalamia (1854), welche sich schon bei D'ORBIGNY findet, hat Verbreitung nicht gefunden. Von SCHWAGER'S Eintheilung¹ rühmt NEUMAYR, dass dieselbe wieder mehr der äußeren Form Rechnung trage. Sie geht aber in erster Linie von der stofflichen Zusammensetzung der Gehäuse aus, welche auch REUSS und R. JONES wenigstens in so weit benutzt haben, als sie die Imperforata in Porcellanea und Arenacea theilten. SCHWAGER unterscheidet als Hauptgruppen: 1) mit rein kalkigem durchbohrtem Gehäuse, 2) agglutinirte (bezw. sandige und aus anderen Fremdkörpern zusammengesetzte), 3) rein kalkige nicht durchbohrte, 4) chitinige.

Zur Aufstellung von Unterabtheilungen benutzt SCHWAGER sodann die Anordnung der Kammern. Bei 1) unterscheidet er a) Kammern in einer einfachen Linie und in einer Ebene angeordnet; b) Kammern in einer Linie spiralig angeordnet; c) Kammern in zwei oder mehr Reihen; d) Kammerung mehr oder weniger zusammengesetzt. Eben so unterscheidet er bei 2) wieder: a) Kammern in einer Linie, b) in zwei oder mehr Reihen. In 3) unterscheidet er abermals a) Kammern einreihig oder Augen-ähnlich angeordnet, b) in mehr als einer Reihe, c) Kammerung zusammengesetzt (hierher die ganz zweifelhaften Receptaculiden und Dendroporiden).

Bei dieser Eintheilung werden z. B. die Textulariden in drei

¹ SCHWAGER, Saggio di classificazione dei Foraminiferi. Bolletino del comitato geologico d'Italia 1876/1877.

verschiedene Gruppen vertheilt! Dagegen werden die nach der natürlichen Verwandtschaft zu den Textulariden gehörigen Bulimiden mit den Rotaliden, einer ihnen ganz fremden Familie, vereinigt. Vereinigt werden gar die der natürlichen Verwandtschaft nach zu den Nodosarien gehörigen Dentaliden mit Palleniden und Nummulitiden in eine und dieselbe Gruppe.

Es ist somit die SCHWAGER'sche Eintheilung keine natürliche, was nach den Gesichtspunkten derselben von vorn herein nicht anders erwartet werden kann.

Über das Abändern der Foraminiferen.

Das Abändern ist bei den Foraminiferen bekanntlich so bedeutend, wie bei kaum einer anderen Thierabtheilung — nur die Schwämme bieten ähnliche Verhältnisse dar. Das Gehäuse einer gewöhnlich kalkschaligen Foraminiferenart kann je nach dem Wohnorte »Sandkörner aufnehmen oder durch einen chitinösen oder rein kieseligen Überzug ersetzt sein. Ähnliche Unbeständigkeit herrscht, wenigstens innerhalb gewisser Gruppen, in Beziehung auf die äußere Form der Schale und auf die Anordnung der Kammern. Von einer spiralig aufgerollten Form finden sich die schwankendsten Übergänge zu gebogenen, von diesen zu gestreckten Gehäusen, oder von der zweizeiligen Anordnung der Kammern zu einer solchen, bei welcher nur mehr die allerersten Zellen wechselständig angeordnet sind, die anderen aber in gerader Linie auf einander folgen etc., und auch in der Verzierung und in den Proportionen kommen außerordentlich weitgehende Schwankungen vor. Jeder Typus ist von einem großen Kreise von Varietäten umgeben, und der Betrag schwankender individueller Abänderung ist oft viel größer als die Summe dauernder Abänderung, welche selbst innerhalb langer Zeiträume stattgefunden hat. So kommt es, dass nach dem Urtheile vieler Kenner manche Arten sich fast gleich bleibend von der mesozoischen Ära, ja angeblich seit der Kohlenformation erhalten haben, und dass Merkmale, die man für die Charakterisirung von Gattungen und selbst von Familien als hinreichend betrachtet hatte, sich als unbeständig erwiesen«. Mit diesen Worten spricht sich NEUMAYR über die Veränderlichkeit der Foraminiferen aus und fügt hinzu: »Es ist das eine Erscheinung, die wohl mit dem Umstande in Zusammenhang gebracht werden darf, dass bei den Foraminiferen eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht stattfindet, und damit der festigende Einfluss der Kreuzung auf die Beständigkeit der organischen Form wegfällt.« —

Da die neuen Merkmale einer sich abzweigenden Gruppe sich sehr langsam befestigen und daher auf der Grenze zwischen zwei Abtheilungen stets eine übergroße Menge unentschiedener Übergangsformen vorhanden ist, gelingt es schwer, die einzelnen Stämme von einander zu sondern. Eben so können dadurch umgekehrt Angehörige ganz verschiedener Abtheilungen einander sehr ähnlich werden, wie dies z. B. bei den Buliminen einerseits und den Polymorphinen und Uvigerinen andererseits hervortrete. — Zuerst, als man die Übergänge nicht kannte, machte man viel zu viele Gattungen und Arten. Später zog man dagegen deren zu viele zusammen, indem man da, wo noch Übergänge vorhanden sind, keine Trennungslinie ziehen wollte. Beides ist zu verwerfen.

Da mir die Ansichten NEUMAYR's an sich besonders werthvoll, und da sie außerdem die neuesten sind, habe ich sie so ausführlich wiedergegeben. Indem ich nun an die Darlegung meiner eigenen Ansichten über diesen Gegenstand gehe, muss ich zunächst hervorheben, dass ich ohne Kenntniss der NEUMAYR'schen Arbeiten an die Frage herangetreten bin und die Grundzüge des Systems der Foraminiferen aufgestellt habe, wie es im Folgenden mit Hilfe von Herrn Dr. FICKERT weiter ausgearbeitet dargelegt ist. Ich hebe dies hervor, weil dadurch die Thatsache um so werthvoller wird, dass unsere Aufstellungen in sehr Vielem mit jenen NEUMAYR's übereinstimmen — dass wir im Wesentlichen zu denselben Hauptlinien verwandtschaftlicher Beziehungen gelangt sind. Damit ist zugleich eine Probe auf die Richtigkeit der Grundanschauungen NEUMAYR's gemacht. In dessen habe ich auch sehr wesentliche Abweichungen von den Ansichten und Darlegungen des Letzteren zu verzeichnen, wie sich aus dem Vorhergehenden schon ergibt.

Vor Allem muss ich die Frage aufstellen, ob die Foraminiferen denn wirklich so unbedingt verschiedenartig abändern, wie das NEUMAYR darstellt, und wie es bisher überall dargestellt wurde? Ich muss diese Frage in verschiedenem Sinne verneinen.

Erstens ändern die verschiedenen Gruppen unserer Thierchen nicht in gleichem Maße ab, die niederen sandigen, mehr unregelmäßigen ändern offenbar in höherem Grade ab, als die höheren sandigen und die kalkigen. Die letzteren sind den ersteren gegenüber in ihren Formen mehr gefestigt. Dies hebt übrigens auch NEUMAYR hervor.

Zweitens wird die Vorstellung von dem außerordentlichen

Maß des Abänderns der Foraminiferen um so mehr eingeschränkt werden, je mehr man das Abändern anderer, auch der höchsten Thiere kennen gelernt hat. Bei in Beziehung auf die Frage bekannten Gruppen dieser Thiere, bei den Eidechsen, den Schmetterlingen¹ z. B., besteht ein sehr bedeutendes Abändern. Der Unterschied gegenüber den Foraminiferen, insbesondere den niederen derselben, und den Schwämmen ist nur wesentlich der, dass dort die Abänderungen gegenüber einer Hauptform viel mehr zurücktreten, und dass so die Arten viel weniger in einander überzugehen scheinen, in der Mehrzahl der Fälle thatsächlich auch viel weniger in einander übergehen, indem je eine bedeutendere Kluft zwischen zwei Arten vorhanden ist. Wie aber solche Kluft, viel öfter als man gewöhnlich voraussetzt, auch bei höheren Thieren überbrückt werden kann, das habe ich in meinen Untersuchungen über die Artbildung und Verwandtschaft der Schmetterlinge gezeigt: die Abänderungen der Einzelwesen erscheinen hier theils als Rückschläge in ältere verwandte Arten, theils als Eigenschaften, welche zu den nächst jüngeren, meist höher ausgebildeten Arten hinüberführen, zum Theil werden sie neue Eigenschaften sein, welche nach einer neuen Richtung zu bestimmten Abarten (Varietäten) und damit zur Bildung neuer Arten in der Zukunft Veranlassung geben können. Die Hauptsache ist, dass sich bei genauer Untersuchung des Abänderns der vielzelligen Thiere überall ein gesetzmäßiges Abändern nach bestimmten Richtungen, und zwar nach wenigen Richtungen herausgestellt hat, wo immer ich diese Untersuchung bis jetzt vorgenommen habe².

Drittens muss ich demgemäß gegenüber von NEUMAYR die Frage aufwerfen, ob wirklich bei den Foraminiferen das Abändern so ganz anders ist als bei den höheren Thieren, ob es wirklich, wie NEUMAYR sagt, in einem Schwanken nach den verschiedensten Möglichkeiten besteht, so wie man sich das Abändern, wie gesagt, bis dahin überhaupt vorgestellt hat? Gerade dies muss ich verneinen. Es sind verschiedene, ganz bestimmte Entwicklungsrichtungen, welche dem Abändern auch der Foraminiferen zu Grunde liegen. Eben die Frage, ob dasselbe bei letzteren nicht eben so der Fall sei, wie bei den von mir untersuchten höheren Thieren, führte mich, wie Eingangs

¹ Vgl. meine Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse. Berlin 1881 und Arch. f. Naturgesch. und: Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen. I.

² Vgl. auch meine Entstehung der Arten. II. Orthogenesis der Schmetterlinge.

bemerkt, zu dem Wunsche, ihre Verwandtschaftsverhältnisse zu studiren. Sobald man diese Richtungen des Abänderns ins Auge gefasst hat, erscheint Ordnung und Gesetzmäßigkeit, viel mehr Gleichartigkeit in der Gestaltung als vorher, und es fällt jetzt an Stelle der früheren scheinbaren Mannigfaltigkeit wesentlich die Thatsache in die Augen, dass sich im Vergleich mit den höheren Thieren bei den Foraminiferen viel weniger abgegrenzte Arten gebildet, und ferner, dass sich neben den vorgeschritteneren, jüngeren Formen die einfachen alten Stammformen viel häufiger erhalten haben, als das sonst der Fall ist.

Das große Heer der Abänderungen, welches bei den Foraminiferen thatsächlich vorhanden ist, erklärt sich also wesentlich daraus, dass die Zwischenformen nicht so oft verloren gegangen sind, wie bei den meisten übrigen Thieren, was, wie hier schon bemerkt sein soll, wesentlich darauf beruht, dass weniger Genepistase eingetreten ist wie dort, und weniger sprungweise Entwicklung (Halmatogenesis).

Ferner muss gesagt werden, dass allerdings, wenigstens bei den niederen sandigen Foraminiferen, bei den mehr unregelmäßigen, die Richtungen des Abänderns weniger ausgeprägt erscheinen, weil die Formen überhaupt noch viel weniger zu einer bestimmten, festen Gestaltung gelangt sind, als dies bei höheren der Fall ist. Weil bestimmte Eigenschaften erst in der Herausbildung begriffen sind, weil sie sich noch nicht durch immer wiederholte Vererbung gefestigt haben, erscheint eine größere Mannigfaltigkeit, eine größere Unbestimmtheit derselben als bei höheren Foraminiferen und bei den meisten Vielzelligen, aber — wie ich später weiter ausführen will — auch desshalb, weil solche Festigung nicht eingetreten ist durch verschiedenstufige Entwicklung (Heterepistase) und durch Correlation.

In der Voraussetzung, dass sich solche bestimmte, gesetzmäßige Entwicklungsrichtungen, wie ich sie bei vielzelligen Thieren als maßgebend für die Artbildung beschrieben habe, auch bei den Foraminiferen finden, und dass sich auf Grund derselben eine natürliche Eintheilung ergeben werde, bin ich also an die Arbeit gegangen. Es handelte sich nur darum, möglichst viele Formen, ohne Rücksicht darauf, was bis jetzt als Gattung, Art und Abart von ihnen beschrieben worden war, zu vergleichen und ohne jede Rücksicht auf bisherige Eintheilungen Verwandtes Verwandtem anzureihen. Dabei kam in erster Linie die Gestalt der Gehäuse, die Art ihrer

Kammerung, deren Lagerung und Windungen in Betracht. Hervorragenden Nutzen für die Vergleichung boten mir die Abbildungen des prachtvollen BRADY'schen Werkes; 115 Foliotafeln mit durchschnittlich wohl an 20 Abbildungen von Foraminiferen! Die Vergleichung dieser Abbildungen wird einem Jeden, der von den Grundzügen unserer Eintheilung ausgeht, alsbald zeigen, dass die Voraussetzung bestimmter Entwicklungsrichtungen vollkommen zutrifft, dass in der That alle Formen sich auf gesetzmäßig vor sich gehende Umbildung zurückführen lassen. Sind die wesentlichsten dieser Entwicklungsrichtungen einmal erfasst, so wird das scheinbar wirre Durcheinander dieser Formen plötzlich in wohlgeordnete Einheiten gegliedert vor dem Auge des Untersuchers dastehen, und er mag höchstens erstaunt darüber sein, dass diejenigen, welche mit so vieler Mühe das Einzelne zusammengetragen und beschrieben haben, nicht dazu kamen, dessen natürliche Beziehungen besser zu erkennen — dass sie so vielfach da spalteten, wo Beziehungen klar gegeben sind, und dass sie verbanden, wo dieselben fehlen. Beides beruht allerdings auf dem Mangel des erlösenden allgemeinen Überblicks, dass es aber dazu nicht kam, dies liegt darin, dass die früheren Forscher, wie schon bemerkt auch BRADY, voreingenommen waren durch die Bedeutung einzelner Merkmale, und dass sie sich nicht loszulösen vermochten von der überlieferten Übung, die sandigen und kalkigen »Parallelförmigen« zu trennen. Geht man dagegen ohne jede Einschränkung von den Beziehungen der Gestalt aus, so fügen sich von selbst auch allmähliche Übergänge in der Zusammensetzung der Schale, und zwar von sandigen zu kalkigen, ein, und es ergibt sich, dass die Poren nicht nur auf der Gesamtoberfläche, sondern zuweilen auch an Stelle einer einfachen Mündung bei nächstverwandten vorhanden sein oder fehlen, und dass auch durch ihr Verhalten Übergänge von einer Form zur anderen vermittelt werden können. — Erst wenn man das Zwingende bestimmter Entwicklungsrichtungen für die Feststellung der Verwandtschaft erkannt hat, ist man vollkommen in der Lage, die Bedeutung oder die Geringwerthigkeit einzelner besonderer Eigenschaften für dieselbe zu würdigen. Zwingt z. B. ganz bestimmte Gesetzmäßigkeit in der Umbildung der Gestalt des Gehäuses zur Annahme einer bestimmten Abstammungslinie, während irgend eine einzelne Eigenschaft der letzteren zu widersprechen scheint, so wird man ohne Zweifel bei näherer Untersuchung darauf kommen, die scheinbare Ausnahme mit der leitenden Hauptsache in Einklang zu bringen.

NEUMAYR führt als Beispiel dafür, dass in Folge des vielfachen Abänderns nicht verwandte Formen sehr ähnlich werden können, so dass Verwandtschaft vorgetäuscht werde, die Buliminen einerseits und die Polymorphinen und Uvigerinen andererseits an. Beide sind sich in der Gestalt sehr ähnlich, aber die Beschaffenheit der Mündung, meint er, muss sie unbedingt trennen: die Buliminen haben eine mehr oder weniger schlitzförmige Mündung, die Polymorphinen eine sternförmige, die Uvigerinen eine krugförmige. Wegen der sternförmigen Mündung stellt NEUMAYR die Polymorphina zunächst den Cristellarien und ihnen wieder zunächst stellt er die Uvigerinen, die Buliminen aber stellt er zu den Textulariden. Nun ist aber die Ähnlichkeit des Gehäuses bei den drei Gruppen offenbar doch nicht nur eine äußerliche, wie NEUMAYR meint. Alle drei verhalten sich in der Kammerung im Wesentlichen wie die Textulariden: sie haben hinten mehrere Reihen von gerade gelagerten Kammern. Die Cassidulinen aber gehören zu einer ganz anderen Abtheilung (*Enclino-stegia*) dadurch, dass ihre hinteren Kammern schief aufgereiht sind. Nun scheint in der That z. B. Fig. 24, Taf. L bei BRADY, *Bulimina elegantissima* d'Orb. darauf hinzuweisen, dass bei *Bulimina* eine Annäherung an die sternförmige Mündung der Polymorphinen vorkommt. Wenn aber doch die Mündung maßgebend sein soll, was berechtigt dann *Uvigerina* zu *Polymorphina* zu stellen? Die Mündungen beider sind doch ganz verschieden. Die gesetzmäßigen Verhältnisse der Kammerung erscheinen auch hier als zwingend für die Feststellung der Verwandtschaft. Wie wenig maßgebend die Gestalt der Mündung für die Verwandtschaft sein kann, das beweist z. B. *Lagena globosa* Montag., welche alle Übergänge von runder zu schlitzförmiger und sternförmiger Mündung zeigt¹. Die *Nodosariden*, zu welchen NEUMAYR *Lagena* stellt, haben theils runde, theils sternförmige Mündungen.

Um zu beweisen, wie unbeständig und schwankend dieses Abändern sei, führt NEUMAYR an, dass sich »von einer spiralig aufgerollten Gehäuseform die schwankendsten Übergänge zu gebogenen, von diesen zu gestreckten Gehäusen finden oder von der zweizeiligen Anordnung der Kammern zu einer solchen, bei welcher nur mehr die allerersten Zellen wechselständig angeordnet sind, die anderen aber in gerader Linie über einander folgen etc.«.

Was den ersten dieser Sätze angeht, so ist zu sagen: es ist die Folge einer bestimmten Entwicklungsrichtung, dass allerdings gewisse

¹ Vgl. die Abbildungen bei BRADY p. 441.

gewundene Gehäuse gestreckt werden, aber in Folge einer anderen solchen Richtung, dass gewisse gestreckte Gehäuse alle Übergangsformen zu spiraling aufgerollten zeigen, und zwar beginnt die Aufrollung dabei immer vom hinteren Ende, die Übergänge aber sind nicht schwankend, sondern sie folgen einer ganz sicheren Regel. Und was den zweiten Satz angeht, so giebt es nicht Übergänge von zweizeiliger Anordnung der Kammern zu einer solchen, bei welcher nur die allerersten Zellen zweizeilig angeordnet sind, sondern es ist umgekehrt: es besteht eine Entwicklungsrichtung, welche dahin führt, dass einzeilig angeordnete Kammern hinten zuerst zweizeilig werden und dass diese Zweizeiligkeit sich bei anderen weiter und weiter nach vorn erstreckt, während bei dritten hinten Dreizeiligkeit auftreten kann etc. Auch hier ist keine Unbeständigkeit, kein Schwanken vorhanden — nichts Zufälliges, sondern nur Gesetzmäßiges. So ist es überall und deshalb sage ich: wenn wir die gesetzmäßigen Entwicklungsrichtungen kennen, so haben wir statt einer scheinbaren unregelmäßigen und schwankenden Vielheit der Formen wenige aus ganz bestimmten, überall wohlbekanntem Gliedern zusammenhängende Einheiten.

Die Entwicklungsrichtungen der Foraminiferen und Grundzüge unseres Systems.

Betrachten wir nun die hauptsächlichsten derjenigen Entwicklungsrichtungen, welche nach unserer Untersuchung für die Umgestaltung, d. i. für das Abändern und für die Artbildung bei den Foraminiferen in Betracht kommen.

A. Allgemeine Entwicklungsrichtungen.

1) Ausbildung von sandigen Gehäusen zu kalkigen, bzw. von aus Fremdkörpern zusammengesetzten zu kalkigen und wahrscheinlich Ausbildung von horn(»chitin«)-artigen zu sandigen.

2) Auftreten und Überhandnehmen der Kalkablagerung in der sandigen Schalenwand in der Richtung von innen nach außen.

3) Entwicklung von unregelmäßigen zu regelmäßig gebauten Gehäusen, und zwar zu zweiseitigen (seitlich symmetrischen).

4) Entwicklung von geschlossenen oder an verschiedenen Stellen unregelmäßig offenen Gehäusen zu solchen, welche an zwei entgegengesetzten Seiten oder nur an einem Ende offen sind.

5) Ausbildung von mehrkammerigen Gehäusen aus einkammerigen: es ist der Ausdruck einer der allerfrühesten Entwicklungs-

richtungen, dass die Kammern bei der Vermehrung sich nicht von einander trennen, sondern zusammen bleiben, dass unvollkommene Theilung stattfindet.

6) Dabei werden die jüngeren Kammern in der Regel immer größer als die nächstälteren.

7) Weitverbreitet ist die Neigung einkammeriger oder mehrkammeriger Gehäuse, langgestreckte Formen zu bilden,

8) die Neigung dieser langgestreckten Gehäuse sich einzurollen.

Diese acht Sätze stehen in Übereinstimmung mit folgenden Schlüssen:

Die ältesten Foraminiferengehäuse sind sandige oder aus Fremdkörpern zusammengesetzte unregelmäßige Formen.

Als die ursprünglichste, unregelmäßigste bekannte Foraminifere erscheint die lebende, mit sandigem Gehäuse versehene *Placopsilina vesicularis* Brady. Sie hat, gleich einem in Sand gepanzerten *Bathybius*, völlig unbestimmte Gestalt. Der Panzer öffnet sich durch unregelmäßige und ganz unregelmäßig gestellte röhrenartige Fortsätze nach außen. Diese Fort-

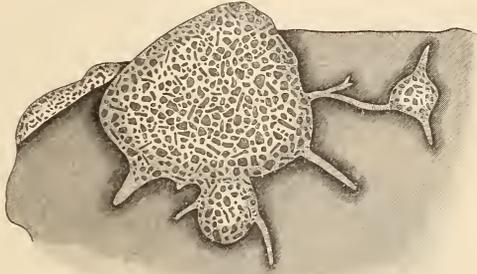


Fig. 2.

Placopsilina vesicularis Brady.

sätze umschließen die austretenden Scheinfüßchen. Das Gehäuse der *Placopsilina* ist fremden Gegenständen angewachsen (Fig. 2). Diese *Placopsilina* ist die erste Vertreterin unserer ersten Hauptabtheilung, des Hauptstammes der **Astrorhizidae**, welchen wir enger fassen als BRADY, indem wir dazu nur die unregelmäßigen, meist verzweigten Formen stellen, wie *Rhizammina* u. A., welche als die ursprünglichsten Foraminiferen aufgefasst werden müssen. Von ihnen aus führt die Entwicklungsrichtung, welche regelmäßige, gleichseitige Formen bildet, einerseits zu kugeligen und becherförmigen, andererseits zu röhrenförmigen Gestalten. Die ersteren bilden unsere zweite Hauptabtheilung, den Hauptstamm der **Cystoforminifera**, den **Saccamminiden-** oder **Lagenidenstamm**, die zweiten setzen unsere dritte Hauptabtheilung, die **Siphonoforaminifera** zusammen. In jenen haben wir eine Entwicklungsrichtung

zu kugeligen und becherförmigen, in diesen zu röhrenförmigen gleichseitigen Gehäusen. Die röhrenförmigen Gehäuse der Familie der Rhabdamminidae unter den letzteren sind auch unfertig wie die verzweigten der Astrorhizidae, beide machen oft den Eindruck, als ob sie soeben im Begriffe ständen, sich von durchaus regelloser zu regelmäßiger Gestaltung herauszuarbeiten. Vielleicht entsprechen die Röhren der Rhabdamminidae ursprünglich nur dem Mittelraum aus zwei gegenüberstehenden Strahlen einer Astrorhiza (vgl. Rhabdammina linearis Brady). Bei den Rhabdamminidae beginnt in unregelmäßiger und roher Weise schon die Andeutung von Kammerung. Die Gehäuse aller Siphonoforaminifera (es gehören dazu noch die Dendrophyidae und die Saccorhizidae) sind aus Sand zusammengesetzt (nur Bathysiphon filiformis M. Sars kann etwas Kalk abscheiden).

Als Glieder der **Cystofoaminifera** treffen wir zuerst sandige Halbkugeln ohne Hauptöffnung: die Psammosphaeridae, sowie eine andere Familie, deren siebartige Poren auf Warzen stehen, die Kyphamminidae nobis (Thuramminidae Brady zum Theil). Andererseits fanden wir hier ganz oder fast ganz kugelige Gehäuse mit einer Hauptöffnung: Saccamminidae nobis. In ihr erscheinen die ersten kalkigen (Lagena), welche zugleich durchbohrt sind.



Fig. 3.
Rheophax bacillaris Brady.

Indem die Saccamminidae sich in die Länge ziehen, entstehen die schlauchförmigen, hinten geschlossenen **Ascofoaminifera** (**Asconenstamm**), eine weitere unserer Hauptgruppen: die Gehäuse bestehen ganz aus Sand oder Schlamm oder Kieselnadeln und sind zum Theil noch recht unregelmäßig. Die der hierhergehörigen Serpuleidae sind Serpula-ähnlich gewundene Röhren.

Die **Stichostegia** (**Nodosarienstamm**) haben als Gehäuse einreihig gekammerte gestreckte, zuweilen leicht gebogene, hinten geschlossene sandige oder kalkige Röhren. Die ursprünglichsten Formen sind sandige, zum Theil noch sehr unregelmäßig gekammerte Ascofoaminifera: Hyperamminidae (Fig. 3). Die Aschemonellidae zeichnen sich dadurch aus, dass jede Kammer eine besondere Öffnung hat, ähnlich wie einige koloniebildende Saccamminidae, bei welchen sich aber die Kammern nicht in einander öffnen. — Die Hauptfamilie der Stichostegia sind die kalkigen, durchbohrten Nodosaridae, bei

welchen sich, wie früher schon bei den Milioliden und den mit diesen verwandten Chilostomelliden, das Gesetz zeigt, dass die jüngeren Kammern stets größer werden, als die älteren. Dasselbe Gesetz kommt zum Ausdruck bei allen übrigen Hauptstämmen¹. So zunächst bei den *Textularidae* (dem *Textularidenstamme*), welche, theils sandig, theils kalkig, im letzteren Falle meist durchlöchert, durch die Entwicklungsrichtung entstanden sind, dass die einfache Kammerreihe der *Stichostegia* sich zuerst hinten und dann immer weiter nach vorn in zwei und drei Reihen spaltet («*Opisthodischistidae*«, «*Dischistidae*«, «*Opisthtrischistidae*«, «*Trischistidae*«). Als eine der ursprünglichsten Formen, zunächst den *Stichostegiern* stehend, erscheint die sandige *Protoschista findens* Park. (Fig. 4). Neben der anderen Entwicklungsrichtung, dass die vorderen Kammern immer größer werden, beeinflusst die Gestalt vieler *Textulariden* noch in hervorragendem Maße die dritte Entwicklungsrichtung des Gewundenwerdens. So entstehen insbesondere ganz *Trochus*-ähnliche Formen, z. B. *Valvulina conica* Parker und Jones (Fig. 5). Indem die letzten

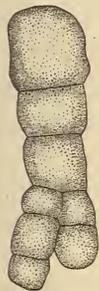


Fig. 4.

Protoschista findens
Parker.



Fig. 5.

Valvulina conica Parker und
Jones.

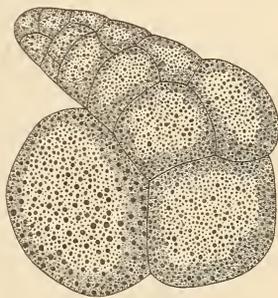


Fig. 6.

Globotextularia anceps Brady.

Kammern sehr groß werden, bei geringerem Maß von Windung, können Formen entstehen, welche fälschlich an die *Globigerinen* anzuschließen scheinen: *Globotextularia* (*Haplophragmium*) *anceps* Brady (Fig. 6). Dadurch, dass die hinten zweizeiligen, vorn einzeiligen Kammern nach vorn nur in der Breite mehr zunehmen, entstehen die *Pavoninidae*; ähnlich gebaut, aber durchweg oder fast durchweg zweizeilig, sind die *Frondicularidae*. Zuweilen sind aber deren hinterste Kammern einseitig gewunden, wie bei den *Enclinostegiern* (*Cassidulinidae*). — Hinten oder ganz zwei- oder drei-

¹ Vgl. später als mögliche Ausnahme *Saccamina sphaerica* M. Sars.

reihig, meist mit größeren vorderen Kammern, das Ganze aber mehr oder weniger Bulimus-ähnlich gedreht, ergiebt die Buliminidae.

Der Hauptstamm der **Enclinostegia** oder des **Cassidulinenstammes** (Familie der Cassidulinidae), sandig oder kalkig, Kammern hinten ein- oder zweizeilig, ist auf der Entwicklungsrichtung begründet, welche auch schon bei einzelnen Frondicularia auftrat, dass das hintere Ende des Gehäuses schief gewunden, bezw. gedreht ist. Im Übrigen sind die Cassiduliniden die nächsten Verwandten der Buliminiden.

Die letzte unserer Hauptabtheilungen, die **Orthoclinostegia**, umfaßt alle die Formen, deren Gehäuse regelmäßig (nicht hinten schief, wie bei den Enclinostegiern, nicht gedreht wie bei den Buliminiden) theilweise oder ganz gewunden sind, spiralig in einer Ebene oder mehr einseitig. Die meisten sind vielkammerig, nur die Familie der Cornuspiridae ist einkammerig, die niederen sind sandig, die höheren kalkig. Von den kalkigen ist nur ein Theil undurchbohrt, sie sind theils durchbohrt, theils undurchbohrt und die höchsten haben ein ausgebildetes Kanalsystem in den Windungen.

Die Orthoclinostegier schließen zwei Hauptstämme ein, deren Wurzeln wohl nicht sehr entfernt von einander liegen, die aber dadurch von vorn herein getrennt sind, dass die niedersten Formen des einen schon sandige gekammerte, die niedersten des anderen noch sandige ungekammerte Gehäuse haben.

Den ersteren bezeichnen wir nach seiner für die gemeinsame Abstammung wichtigsten Familie als **Endothyrenstamm**, den zweiten aus denselben Gründen als **Cornuspirenstamm**.

Der **Cornuspirenstamm**: die ursprünglichsten Formen desselben sind schon gewunden und zwar spiralig in einer Ebene, so dass die Gehäuse auf beiden Seiten gleich sind. Diese ursprünglichsten Formen sind sandig, andere kalkig, undurchbohrt oder durchbohrt, alle einkammerig. Sie bilden zusammen die Familie der Cornuspiridae. Vielleicht ist die sandige, noch unregelmäßig gewundene Ammonema filum Schm. aus dem Zechstein von Selters eine noch unvollkommene Stammform, eine Ur-Cornuspira. Vollkommen gewundene sandige sind Ammodiscus, dann folgen die kalkigen Cornuspira. An die Cornuspiriden schließen sich die gekammerten, selten sandigen, meist undurchbohrt kalkigen Miliolidae an, aus diesen gehen die Chilostomellidae hervor, dadurch, dass jede ältere Kammer von der nächst jüngeren mehr oder weniger umwachsen war, andererseits hängen mit ihnen Peneroplis und die Orbitolitidae zusam-

men. — Das zu den Milioliden zu stellende *Ophthalmidium* zeigt die Entstehung der ersteren aus den Cornuspiren in bemerkenswerther Weise dadurch, dass seine inneren Windungen noch Cornuspira-, die äußeren aber Miliola-Windungen sind.

Die Orbitolitidae aber enthalten eben so, nur noch weitergehend, in ihrem Bau ihre vollkommene Ahnengeschichte, indem die innersten ihrer Windungen eine Cornuspira darstellen, welche sich nach außen knickt wie die Windungen einer Miliola, diese wird Peneroplis-ähnlich und zuletzt folgen kreisförmige Windungen (Fig. 7). Die

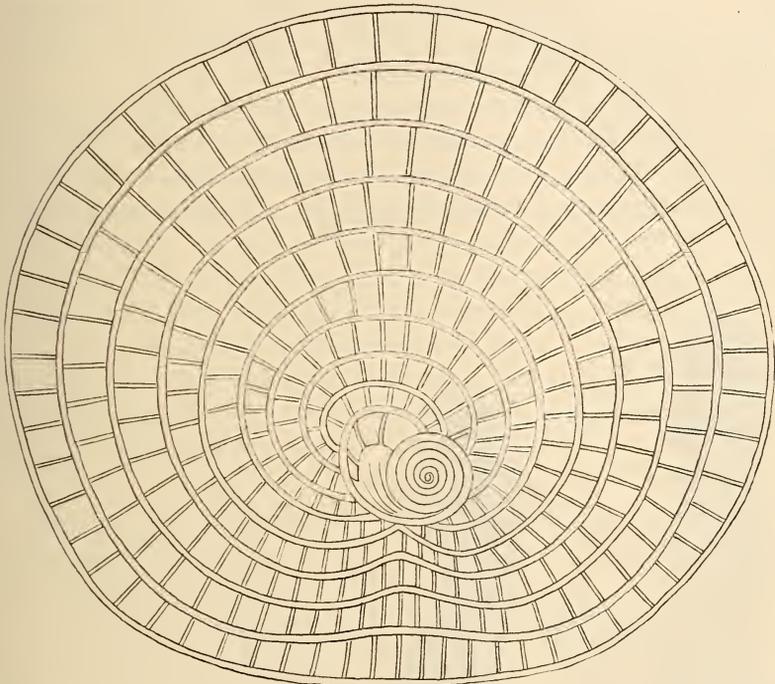


Fig. 7.

Orbitulina tenuissima Carp.

Chilostomellidae und die Orbitolitidae sind ausschließlich kalkig, erstere durchbohrt, letztere nicht durchbohrt.

Der **Endothyrenstamm**. Die Windungen sind zuweilen etwas asymmetrisch. Schon die ursprünglichsten sandigen Formen sind gekammert. Manchmal sind bei diesen ursprünglichsten, statt der Mündungen noch Poren vorhanden, oder es können solche auch neben der Mündung vorkommen. Solche ursprünglichste Familien sind die Haplophragmidae und die Endothyridae. Die Haplophragmidae sind

alle sandig und sind dadurch ausgezeichnet, dass wenigstens von einer Seite alle Windungen zu sehen sind. Bei der Familie der theils sandigen, theils kalkigen Endothyridae sind von beiden Seiten aus nicht alle Windungen zu sehen. Eine ursprünglichste Form des Endothyrenstammes ist das sandige, erst den Beginn einer Windung zeigende, unvollkommen gekammerte und überhaupt sehr roh gebildete Haplophragmium (*Ammodiscus*) *spectabilis* Brady. — Die Endothyridae geben den Ausgangspunkt vielleicht für alle übrigen Familien des Endothyrenstammes (mit Ausnahme der Haplophragmidae). Die Polystomelliden, Rotaliden, Globigeriniden, Fusuliniden, vielleicht auch die Cycloclypeiden und Nummulitiden hängen mit ihnen zusammen.

Es sind diese Familien alle kalkig, mit Ausnahme einiger sandigen Globigerinen und Fusulinen. Alle sind, wie auch die kalkigen Endothyra durchbohrt, nur *Fusulinella* ist undurchbohrt. Die meisten haben feine Kanälchen in den Wandungen und ein sogenanntes Zwi-

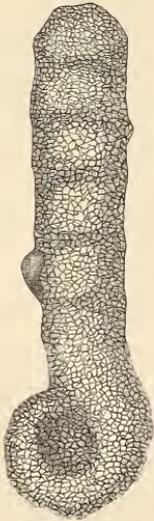


Fig. 8.

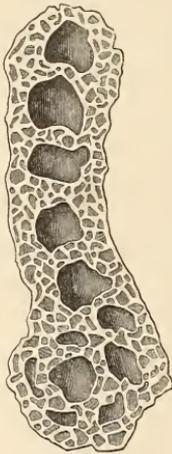
Haplophragmium agglutinans d'Orb.

Fig. 9.

Trochammina lituiformis Brady.

schenskelet. — Das Nähere über die Verwandtschaft dieser Familien mit den Endothyren wird in der besonderen Beschreibung gesagt werden. Die Hauptsache in dieser Beziehung ist die Art der Windung und die schlitzförmige Mündung. Bei den Globigerinen geht

die Windung allmählich in eine Häufung der Kammern über. Endothyridae und Haplophragmidae gehören unmittelbar zusammen, sind durch Zwischenformen vollkommen verbunden. Wir haben sie aber aus dem angeführten Grunde und wegen des rohen Baues der niedersten Haplophragminen und wegen der unvollkommenen oder unvollendeten Windung (*Haplophragmium agglutinans* d'Orb., Fig. 8, *Trochammina lituiformis* Brady, Fig. 9) getrennt. Eigentlich sind also Haplophragmidae und Endothyridae als eine Familie aufzufassen, mit welcher jene übrigen Familien mehr oder weniger sicher in Zusammenhang stehen.

Was die Abstammung der *Orthoklinostegia* von anderen, niedrigeren Foraminiferen angeht, so ist dieselbe offenbar auf die sandigen *Ascoforaminifera* und auf die mit denselben unmittelbar zusammenhängenden noch unvollkommen gekammerten sandigen *Stichostegier* zurückzuführen. Die *Cornuspiriden* dürften als eingerollte *Ascoforaminifera* aufzufassen sein, die *Haplophragmidae* als eingerollte *Psammatostichostegia*. In ersterer Beziehung möchte die schon erwähnte *Ammonema filum* Schm. einen Übergang bilden: freie röhrenförmige, sandige, nach vorn sich allmählich erweiternde, unregelmäßig gebogene und oft hinten aufgewickelte Gehäuse. — Einen Übergang zwischen den *Psammatostichostegia* und den höheren *Haplophragmiden* und *Endothyridae* stellt das erwähnte *Haplophragmium* (*Ammodiscus*) *spectabilis* Brady dar.

Hier mag zunächst über die letzte der aufgeführten allgemeinen Entwicklungsrichtungen, über die für die *Orthoklinostegia* so maßgebende Eigenschaft des sich Einrollens der Gehäuse, noch Einiges gesagt werden. Schon bei den *Textulariden* treten Anfänge des Einrollens auf, ja sogar schon bei den *Stichostegiern* ist das hintere Ende der Gehäuse häufig gebogen. Bei den *Textulariden* ist dagegen zuweilen das vordere Ende gekrümmt (*Globotextularia anceps* Brady, Fig. 10). Aber die vollkommene regelmäßige Einrollung der *Orthoklinostegier* findet sich hier nicht. Die Gestaltung der *Trochus*-ähnlichen *Textularien* beruht mehr auf einer Verkürzung der Längsachse, Zusammendrängen der Kammern in derselben, als auf Windung. Die zum

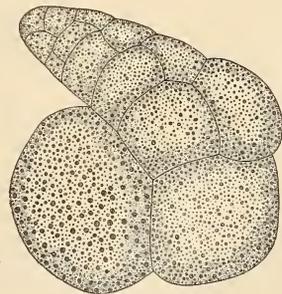


Fig. 10.
Globotextularia anceps Brady.

Textularidenstamm gehörigen Buliminidae sind nicht eigentlich gewunden, sondern nur etwas um die Längsachse gedreht. Die den Stamm der Enclinostegier bildenden Cassiduliniden endlich sind nur hinten einseitig (schief) gewunden.

Gerade gewunden, theils in einer Ebene, theils mehr oder weniger einseitig, schraubenförmig, sind in vollkommenerem Maße nur die Orthoclinostegia. Sie sind aber zu einem großen Theil nicht vollkommen, sondern nur theilweise gewunden und zwar nur am hinteren, geschlossenen Ende. Es gilt dies für viele Glieder des Endothyrenstammes, während die dem Cornuspirenstamm zugehörigen Formen alle ganz gewunden sind. Den ersten Beginn des sich Windens zeigt im Endothyrenstamm, wie ich schon hervorgehoben habe, *Haplophragmium spectabile*. Nur hinten gewunden sind von sandigen: *H. agglutinans*, *H. tenuimargo*, *H. foliaceum* u. A. (vgl. Fig. 8), halb gewunden *H. fontinense* (zuweilen, zuweilen beinahe ganz), ganz gewunden *H. rotulatum*. Eine ähnliche Reihe lässt sich für *Trochammina* aufstellen.

Es erhebt sich nun die Frage: besteht im Endothyrenstamm und im Beginn auch bei den Stichostegiern die Entwicklungsrichtung,

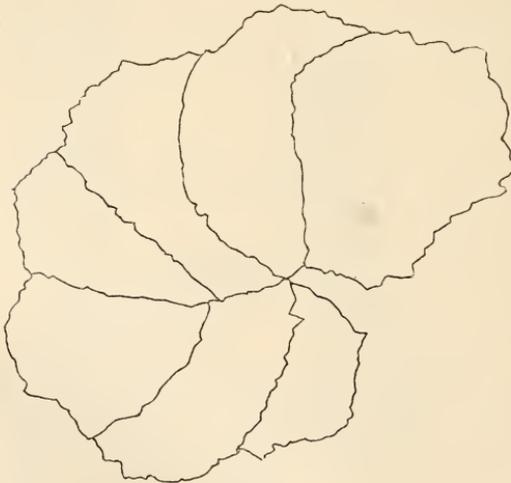


Fig. 11.

Ammodiscus spectabilis Brady.

dass sie sich am geschlossenen, hintern Ende krümmen und dann einrollen, so dass die Einrollung von hinten nach vorn fortschreitet, bis ganz gewundene Gehäuse entstanden sind? Dann würden Formen wie: *Haplophragmium* (*Ammodiscus*) *spectabilis* (Fig. 11), *H. agglutinans*, *H. fontinense* und *H. rotulatum* und eben so: *Trochammina lituiformis* und *T. proteus*, welche beide in einander übergehen, verschiedene

Stufen einer und derselben Entwicklungsreihe darstellen, deren Ausgangspunkt gerade gestreckte Gehäuse bildeten. Es würde somit bei diesen Foraminiferen der hinterste, älteste Theil des Gehäuses die neue Eigenschaft des sich Windens zuerst angenommen und

dieselbe würde sich allmählich nach vorn übertragen haben. Es lässt sich aber auch billig fragen: sind die unvollständig gewundenen Thiere nicht in Aufrollung begriffen und, wenn ja, wie war dann die erste Einrollung entstanden?

Die Frage der Richtung der Neubildung wäre für diese Formen gelöst, wenn festgestellt werden könnte, dass die jüngsten Thiere nur hinten eingerollt sind und dass sich mit dem Wachsen die Einrollung immer weiter nach vorn erstreckt. Leider sind mir die jungen Zustände nicht bekannt: sicher ist nur, dass sich zuweilen verschiedene Stufen der Einrollung bei einer und derselben Art finden, aber bei anscheinend ausgewachsenen Thieren. Indessen möchte ich, so lange nicht das Gegentheil, eben auf Grund der Entwicklung der Einzelthiere erwiesen ist, nicht daran zweifeln, dass die gewundenen Formen des Endothyrenstammes in der That von geraden herzuleiten sind, welche sich hinten zuerst gewunden haben. Dafür spricht insbesondere der rohe Zustand der Ausbildung von Formen, wie z. B. *Haplophragmium spectabile* und der anderen nur unvollkommen gewundenen *Haplophragmien*. Sie sind alle sandig und zum guten Theil grob sandig. Auch die Kammerung jener niedersten Form ist sehr unvollkommen. Ganz ähnliche rohe Verhältnisse zeigen die erwähnten sandigen *Trochamminen*. Die kalkigen, fein ausgearbeiteten, hoch ausgebildeten Familien des Endothyrenstammes sind dagegen alle regelmäßig und hochausgebildet gewunden.

Nun ist aber im *Cornuspiridenstamm* eine Umbildung von ganz gewundenen Formen zu solchen, bei welchen sich der vordere, jüngste Theil der Windung wieder gerade streckt, sicher nachweisbar. Diese letzteren sind alle kalkig, nur unter den ganz gewundenen finden sich auch sandige. Es ist schon die wichtige Thatsache hervorgehoben worden, dass *Orbitolites* eine ganze Reihe von Vorfahren in seiner fertigen Gestaltung enthält: zu innerst ist er *Cornuspira*, weiter nach außen *Miliola*, dann *Peneroplis*, zuletzt wird er *Orbitolites* (Fig. 12). — *Peneroplis* streckt zuerst den vorderen, jüngsten Theil der Windung wieder gerade. Dann verbreitern sich ihre vorderen Kammern und umgreifen die hinteren immer mehr. Dasselbe sich Aufrollen findet statt bei der *Peneroplis* nahestehenden *Articulina*. Die Entwicklungsgeschichte von *Orbitolites* bestätigt vollkommen seine Ahnengeschichte, wenigstens in so weit, als *Orbitolites* in der ersten Jugend gewunden ist, dann sich *Peneroplis*-ähnlich mit den vorderen Windungen streckt. — Diese Umbildung von gewundenen Foraminiferengehäusen zu solchen, deren vordere Windungen gestreckt

sind, entspricht nun der Stammesgeschichte der Ammoniten, deren gewundene Schalen sich später abwickeln und allmählich strecken: Scaphites, Ancyloceras. Alte fossile Nautiliden sind aber einfache gekammerte Stäbe, ähnlich den Nodosarien und anderen Stichostegiern unter den Foraminiferen: Orthoceratiden. Andere sind hinten gewundene solche Stäbe, ähnlich den nur zum Theil aufgerollten Haplophragmium und Trochammina, so *Lituities lituus* Montf.¹ Noch

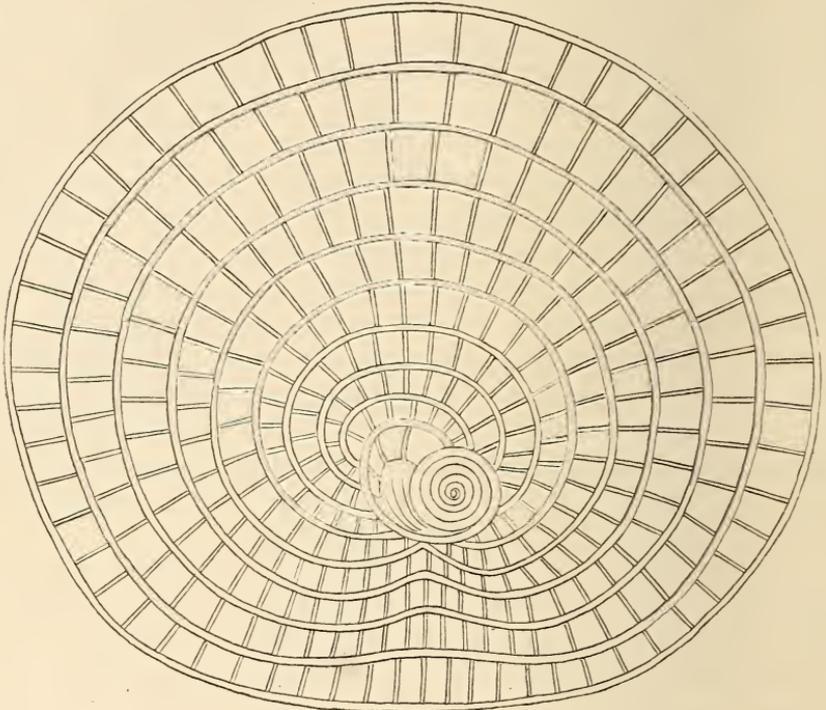


Fig. 12.

Orbiculina tenuissima Carp.

Andere aber sind im Ganzen nicht geschlossen gewunden: nämlich so, dass die Windungen innen nicht an einander liegen, sondern einen Zwischenraum frei lassen, z. B. *Gyroceras*² und einige andere zeigen den Beginn solcher Einrollung, indem sie einfach leicht hornartig gebogene Stäbe darstellen, so z. B. *Cyrtoceras*³, entsprechend *Haplophragmium spectabile*. ZITTEL sagt⁴, es sei höchst wahrschein-

¹ Vgl. ZITTEL, Paläont. II. Fig. 519.

² Ebenda Fig. 518.

³ Ebenda Fig. 512, 514.

⁴ p. 391.

lich, dass alle Nautiliden aus geraden Orthoceras-ähnlichen Formen hervorgegangen seien. Orthoceras krümme sich oft (BARRANDE). Viele scheibenförmig eingerollte Nautilen machen in der Jugend eine Gyroceras- oder Cyrtoceras-Stufe durch. Nach HYATT sind Orthoceras, Gyroceras etc. sogar nur phyletische Entwicklungsstufen von geschlossenen gewundenen.

Es giebt aber, wie BRANCO¹ gezeigt hat, auch stabförmige eigentliche Ammoniten: Bactrites aus dem Devon von Wissenbach. Die hinterste Kammer ist hier blasig aufgetrieben wie bei den niedersten sandigen Stichostegiern unter den Foraminiferen, den Hyperamminidae (Hyperammina, Rheophax). Bactrites rollt sich nicht zusammen, wohl aber Goniatites, welche zuerst wie Bactrites gerade gestreckt ist. Dann aber rollt sich ihr Stab als Ganzes, zuerst nicht geschlossen, zusammen, zuletzt wird er eine geschlossene Spirale². Nach diesen paläontologisch-entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen BRANCO's sind also die später gewundenen Ammoniten aus stabförmigen Formen hervorgegangen, welche, nebenbei gesagt, die größte Ähnlichkeit mit den mit den Formen des Endothyrenstammes nah verwandten stichostegischen Hyperamminiden haben.

Eben so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Orthoclinostegier in letzter Linie aus gerade gestreckten, stabförmigen Stammformen hervorgegangen sind, es fragt sich nur, wie die Windung ursprünglich stattgefunden hat.

Wie sich Cornuspira eingerollt hat, wissen wir aus Mangel an niedersten Formen einstweilen nicht. Die frühe Entstehung vollkommener Einrollung könnte dadurch erklärt werden, dass sich eine Ascoforaminifere zuerst ungeschlossen, als Ganzes einrollte und dass sich die Spirale später zusammenzog, schloss, wie bei den Ammoniten nach BRANCO.

Auf dieselbe Weise könnten sich aber auch die Endothyren zuerst gewunden haben, um sich später zum Theil wieder aufzuwickeln.

Dass sich Einrollen und Aufgewickeltwerden im Laufe der Stammesgeschichte einer und derselben Thiergruppe vorkommt, zeigen also die Ammoniten, bei welchen aufgerollte Formen in der jüngeren Zeit auftreten (Crioceras, Ancyloceras, Scaphites), das zeigen unter

¹ BRANCO, Über die Anfangskammer von Bactrites. Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. 1875.

² Derselbe, Über die Verwandtschaftsverhältnisse der fossilen Cephalopoden. Ebenda 1880.

den Foraminiferen *Peneroplis* und *Articulina* aus dem *Cornuspiriden*-stamm. Auch das Verhalten der merkwürdigen Schnecke *Planorbis multiformis* aus dem Steinheimer Becken, wie es von HILGENDORF beschrieben ist, kann hierher gestellt werden. Aus in einer Ebene aufgerollten Formen geht eine *Trochus*-ähnliche hervor, aus dieser entstanden wieder in einer Ebene aufgerollte.

Diese Umkehr einer Entwicklungsrichtung: Epistrophegenesis in der Stammesgeschichte einer und derselben Thiergruppe ist etwas höchst Merkwürdiges und Bedeutungsvolles.

Sie kann nicht durch den Nutzen erklärt werden, zum mindesten nicht in den ersten Anfängen ihrer Entstehung, welche doch für das Weitere maßgebend sind. Sie muss zurückgeführt werden auf innere oder konstitutionelle Ursachen, d. i. auf Veränderungen in der Zusammensetzung und damit in den Wachstumsbedingungen der Gehäuse, welche wiederum durch äußere Einflüsse, durch Veränderungen in der Außenwelt bedingt sein müssen. Die Wiederaufrollung der Ammoniten geschieht in den spätesten Zeiten der Geschichte dieser Tintenfische — in denselben ungefähre, was besonders hervorgehoben werden darf, wie die Aufrollung von Gliedern des *Cornuspiriden*stammes.

Man hat daher die Ansicht ausgesprochen, die Aufrollung der Ammoniten sei ihnen nicht nützlich, sondern vielmehr schädlich gewesen (WÜRTEMBERGER).

Die mitgetheilten Thatsachen sind nun aber noch nach einer anderen Seite hin von Bedeutung. Ich meine, die Frage, ob neue Eigenschaften am hinteren oder am vorderen, an alten oder an jungen Theilen des Thierganzen zuerst auftreten. Für die Ammoniten hat WÜRTEMBERGER festgestellt, dass die neuen Eigenschaften immer an den vordersten jüngsten Kammern auftreten und sich von vorn nach hinten während der Stammesgeschichte übertragen. Ich habe für höhere Thiere (Saurier, Vögel, Säugethiere, Schmetterlinge) gezeigt, dass die Zeichnung betreffende Eigenschaften hinten zuerst auftreten, während der Stammesentwicklung nach vorn über den Körper wandern, sich vorn am längsten erhalten. Im *Cornuspiren*stamm der Foraminiferen findet die Umbildung, wie *Ophthalmidium*, *Orbitolites* etc. zeigen, so wie bei den Ammoniten an den jüngsten Kammern statt. Wenn die nur hinten aufgerollten niederen Haplophragmien ursprüngliche Formen wären, so würde im *Endothyren*stamm die umgekehrte Entwicklungsrichtung stattfinden, wie in der späteren Ausbildung des *Cornuspiren*stammes, denn dort

geschähe die Aufrollung von hinten nach vorn, hier geschieht sie von vorn nach hinten. Desshalb tritt mein Arbeitsgenosse Dr. FICKERT sehr entschieden dafür ein, dass es sich in jenen Haplophragmien um sich wieder aufrollende Formen handle, und dass sich die Glieder des Endothyren- wie die des Cornuspiridenstammes ursprünglich nach Art der nicht geschlossenen Windung von Ammoniten und Nautiliden als Ganze eingerollt haben mögen. Leider giebt uns die Paläontologie keine sicheren Anhaltspunkte für die Entscheidung: jene halbeingerollten sandigen Haplophragmien sind zwar allerdings in der Jetztzeit lebende Formen, allein es fanden sich ähnliche offenbar schon in der Kohle. Dass aber in der That bei Foraminiferen neue Eigenschaften hinten am Gehäuse zuerst auftreten und sich von da nach vorn allmählich weiter ausbreiten können, das zeigen uns die hinten zwei- oder dreireihigen Gehäuse der Textulariden. Wir haben hier vollkommene Reihen vom ersten Beginn der Zweizeiligkeit bis zur Vollendung derselben und daran sich anschließend anfangende und weiter nach vorn geschrittene Dreizeiligkeit.

Aber es bleibt immerhin die Möglichkeit — hebt Dr. FICKERT hervor —, dass es sich auch hier um einen Rückschlag, und zwar auf Nodosarien handelt. Ein anderes Beispiel dafür, dass vorn neue Eigenschaften entstehen können, zeigt die allgemeine Entwicklungsrichtung dahin, dass die vorderen, jüngeren Kammern größer werden als die älteren und Anderes.

B. Besondere Entwicklungsrichtungen.

Schon aus der soeben behandelten Umkehr von Entwicklungsrichtungen und aus den bisher besprochenen überhaupt ergibt sich, dass für einzelne Stämme oder für Abtheilungen eines Stammes oder für eine Mehrzahl von Stämmen besondere solche Entwicklungsrichtungen bestehen, welche zur Ausgestaltung besonderer Eigenschaften führen. Wir wollen nur einige der wichtigsten derselben hervorheben.

1) Eine der folgereichsten dieser besonderen Entwicklungsrichtungen ist die soeben besprochene Ausbildung von Zwei- und Dreizeiligkeit aus einer ursprünglich einfachen Reihe von Kammern, welche die Haupteigenschaft der Textulariden bildet und durch welche diese geradezu aus den Stichostegiern entstehen. Hier herrscht also, wie gesagt, eine in der Richtung von hinten nach vorn vorschreitende Entwicklungsrichtung. Dieselbe besteht seit den ältesten Zeiten, aus welchen wir Thierreste kennen. Schon unter den

EHRENBERG'schen Steinkernen aus dem unteren Silur von St. Petersburg finden sich Formen, welche auf Textularien zurückzuführen sind.

2) Eine andere besondere Entwicklungsrichtung ist die der baumförmigen Verzweigung des vorderen Theiles von Foraminiferengehäusen. Dieselbe führt zur Bildung einzelner Familien unter den Siphonoforaminifera.

3) Eine dritte ist die der Verbreiterung der Kammern nach rechts und links, während dieselben in der dazu senkrechten Richtung im Wachsthum zurückbleiben. Kommt dazu die allgemeine Entwicklungsrichtung der Vergrößerung der jüngeren Kammern gegenüber den älteren, so entstehen die pfauschwanzähnlichen Gestalten, wie sie die Pavoninidae darbieten.

4) Weiter können sich als Ausdruck einer besonderen Entwicklungsrichtung die äußersten Reihen spiralig gewundener oder pfauschwanzartig angeordneter Kammern in geschlossene Kreise ringförmig lagern, so z. B. bei Orbitolites aus dem Cornuspirenstamm und bei Planorbulina aus dem Endothyrenstamm.

5) Eine besondere Entwicklungsrichtung, die der Bildung von Kammern durch Knickung des ursprünglich geraden, bezw. gewundenen Rohres, führt zur Bildung der Milioliden, und im Weiteren zur Bildung der Chilostomelliden.

6) Die besondere Entwicklungsrichtung der schiefen Windung des hinteren ältesten Theiles des gekammerten Gehäuses führt zur Bildung der Enclinostegier.

7) Eine besondere orthoclinostegische Entwicklungsrichtung des sich Windens der Gehäuse besteht darin, dass die Windung in einer Ebene geschieht. Sie führt zur Bildung des Cornuspiridenstammes.

8) Eine andere orthoclinostegische Entwicklungsrichtung führt dagegen zu einseitiger, schraubenförmiger, helixartiger Windung, und damit zur Entstehung einzelner Glieder des Endothyridenstammes, wie der Rotaliden.

Jede Entwicklungsrichtung ist nichts als Ausdruck organischen Wachsens, welches ich als die Ursache der allmählichen Umgestaltung der Lebewelt bezeichne, als die Ursache allen Abänderns und als die letzte Ursache aller Artentfaltung¹.

Das organische Wachsen, Organophysis, aber beruht auf der Umänderung der stofflichen Zusammensetzung des Körpers durch Einwirkung der Außenwelt, bezw. durch Gebrauch.

¹ Die Entstehung der Arten. I.

Die ganze reiche Formgestaltung einer großen Thiergruppe, wie die der Foraminiferen, ist die Folge des zeitweiligen oder andauernden Herrschens verhältnismäßig weniger Entwicklungsrichtungen.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass dieselbe Entwicklungsrichtung gern an verschiedenen Zweigen eines Stammes unabhängig auftritt (Homöogenesis), oder dass sie in einem und demselben Stamm, nachdem sie geschwunden ist und einer anderen Platz gemacht hat, abermals auftreten kann.

Dazu kommt bei höheren Lebewesen die verschieden stufige Entwicklung (Heterepistase), die Thatsache, dass einzelne Eigenschaften in der Entwicklung vorgeschritten, andere aber zurückgeblieben sind.

Dadurch, dass verschiedene besondere und allgemeine Entwicklungsrichtungen sich verbinden, an einer Gruppe, an einer Familie zusammenwirken, wächst die Mannigfaltigkeit der Gestaltung, alle Mannigfaltigkeit aber lässt sich in jene einfachen Wachstumsrichtungen auflösen, auf dieselben zurückführen.

Je länger eine Entwicklungsrichtung in einer Form bezw. in einer Gruppe gewirkt hat, um so fester wird sie haften, und indem in den jüngeren Gruppen immer neue Eigenschaften hinzukommen, wächst die Mannigfaltigkeit der Gestaltung mit der Verzweigung des Stammes, mit dessen Alter, nach Maßgabe des wechselnden Einflusses äußerer Einwirkungen, unter welchen er lebte.

Eine bestimmte neue Entwicklungsrichtung wird zuerst nur an einzelnen Thieren einer Art, gleichsam wie zögernd auftreten.

Sie wird sich festigen durch Andauern der sie hervorrufenden Ursachen und durch fortgesetzte Vererbung.

Sie wird so im Laufe der Zeit immer rascher und regelmäßiger auftreten und wird in immer früherer Jugendzeit beginnen.

So wird die neue Form immer mehr für das ganze Leben der Art herrschend, immer mehr zur Hauptform.

Eine der ersten Entwicklungsrichtungen ist, wie wir wissen, z. B. die Entstehung der Mehrkammerigkeit. Wie die niedersten Formen, bei welchen dieselbe erst sich ausbildet, zeigen — ich verweise in dieser Beziehung nur auf die Abbildungen von *Saccamina sphaerica* bei BRADY —, kommen noch ausgewachsene einkammerige und vielkammerige Thiere neben einander vor. Je mehr die Vielkammerigkeit sich festigt, um so mehr überträgt sie sich auf alle Thiere der Art, um so früher in der Jugend wird sie auch auftreten.

Es sind dies Schlüsse, welche sich aus den Vererbungsgesetzen

von selbst ergeben, bezw. aus den Gesetzen der fortschreitenden Umbildung, wie ich sie in meinen Arbeiten über die Zeichnung der Thiere, vor Allem und zuerst für die Eidechsen, festgestellt habe, und wie sie theilweise WÜRTEMBERGER und HYATT für die Ammoniten ausgesprochen haben.

Überlege ich zusammenfassend alle Thatsachen, welche sich über die Bedeutung bestimmter Entwicklungsrichtungen bei verschiedenen Thieren, und wie ich bemerken will, auch bei Pflanzen, ergeben, so drängt sich mir der Schluss auf, dass alle, auch die höchsten Lebewesen, als Bildungen aufgefasst werden müssen, welche, mögen sie noch so sehr ins Einzelne ausgearbeitet, noch so sehr zusammengesetzt sein, im Wesentlichen doch nichts sind als der Ausdruck von Summen von bestimmten Entwicklungsrichtungen.

Es wird die große Aufgabe der Zukunft sein, diese Composita in ihre einfachen Theile, in die Einzelgestaltungen aufzulösen, welche eben als Ausdruck solcher Entwicklungsrichtungen erscheinen.

Nehmen wir ein Beispiel von unseren Foraminiferen.

Eine Buliminide ist ein Zusammengesetztes aus den Gestaltungen, welche folgende Entwicklungsrichtungen bedingt haben:

- 1) Die Richtung aus unregelmäßiger zweiseitige Gestaltung zu erzielen.
- 2) Die Richtung schlauchförmige Gestalt aus becherförmiger herzustellen.
- 3) Die Richtung der Kammerung dieser Schläuche.
- 4) Die Richtung, die hinteren Kammern zwei- und dreizeilig werden zu lassen.
- 5) Die Richtung, sich etwas um die Längsachse zu drehen.

Cystofoaminifera, Ascofoaminifera, Stichostegia, Textularidae sind die Vorfahren der Buliminiden, sind Gruppen, welche nach einander auf den niederen Entwicklungsstufen stehen geblieben sind, die die Buliminiden im Laufe ihrer Stammesgeschichte durchgemacht haben müssen.

Es ist selbstverständlich, dass der Kampf ums Dasein, die Nützlichkeitsauslese, die verschiedenen Entwicklungsrichtungen bis zu einem gewissen Grade beeinflussen kann, doch ist die Zuchtwahl nicht wesentlich maßgebend für die werdende Form, trotzdem kann sie der unter bestimmten äußeren Verhältnissen herrschenden Gestaltung ein gewisses Maß aufdrücken, indem sie nur die zweckmäßig gebildeten, bezw. die nicht unbedingt schädlichen Formen bestehen lässt.

Dadurch wird eine verhältnismäßige Anpassung an die Forderungen der Außenwelt erzielt, während der Darwinismus fälschlich die Entstehung solcher angepasster Formen, bezw. Arten, der Zuchtwahl zuschreibt und der Afterdarwinismus gar behauptet, dass Alles, was besteht, durch die Allmacht der Naturzüchtung gebildet sei.

Wirkung äußerer Einflüsse auf die Entwicklungsrichtungen.

Wenn nun die Entwicklungsrichtung, wenn das »organische Wachsen« von äußeren Einflüssen abhängt, so stellt sich die Frage, ob sich solche äußere Einflüsse als wirksam nachweisen lassen.

Es ist sicher, dass die stoffliche Zusammensetzung der Gehäuse von der Beschaffenheit des Wassers, in welchem sie wohnen, abhängig ist. Abnahme des Salzgehaltes des Wassers vermindert die Ablagerung von Kalk. Dies zeigen die Süßwasser- und gewisse Brakwasserformen¹, welche zuletzt nur noch Chitingehäuse haben: so gewisse Milioliden. Zuweilen tritt im Brakwasser grüne Färbung des Plasma auf, vielleicht von chlorophyllhaltiger Nahrung.

Ferner ist vom Einfluss auf die Zusammensetzung der Schale das Vorkommen in größerer oder geringerer Tiefe: die größten Tiefen haben mehr sandige Formen. Milioliden haben in großen Tiefen zuweilen nur noch eine dünne, gleichartig kieselige Haut. Die Vermehrung der Kohlensäure, welche in Folge des großen Wasserdrucks in der Tiefe stattfindet, muss zur Auflösung des Kalkes führen. — Die Tiefe hat auch Einfluss auf die Größe: die in großer Tiefe lebenden Imperforaten scheinen im Allgemeinen in der Tiefe kleiner zu werden und zu verkümmern. Eben so manche Perforata. Dabei ist wohl die Abnahme der Temperatur von Einfluss. In wärmeren Meeren kommen auch in beträchtlichen Tiefen große Cornuspira, Biloculina, Cristellaria vor².

Über die Artbildung bei den Foraminiferen.

Die Thatsache, dass bei den Foraminiferen viel weniger scharf abgegrenzte Arten vorkommen, dass die Arten mehr in einander übergehen, durch Zwischenformen unter einander verbunden sind, als bei den meisten höheren Thieren und selbst bei vielen Einzelligen,

¹ Vgl. BRADY, Ann. Mag. nat. hist. 3. ser. Bd. VI. 1870. SIDDAL, ebenda. 3. ser. Bd. XVII. 1878.

² Vgl. BÜTSCHLI-BRONN, I, 1. p. 171.

diese Thatsache dürfte wesentlich darauf beruhen, dass bei den Foraminiferen die Entwicklungsrichtungen wenig gefestigt, wenig mit anderen verkettet und dass dieselben noch wenig zahlreich sind.

Da, wo noch wenige Entwicklungsrichtungen vorhanden sind, werden weniger Arten vorkommen; je zahlreicher die Entwicklungsrichtungen, um so mehr und um so verschiedenartigere Zusammensetzungen werden sich bilden können, je nachdem sich die durch die einzelnen Entwicklungsrichtungen bedingten Gestaltungen zusammenfügen. Denn jede neue Anfügung einer Gestaltung zu einem schon zusammengesetzten Ganzen wird um so mehr zur Bildung einer engbegrenzten Gruppe, einer Gattung, einer Art führen können, je zusammengesetzter jenes Ganze schon ist, eben weil jene Anfügung um so mehr Verbindungen verschiedener Art wird eingehen können.

Die Entwicklungsrichtungen sind aber deshalb noch wenig gefestigt, weil sie noch sehr einfache sind, und dies ist wiederum die Ursache, warum noch häufig Umkehr derselben vorkommt.

Die Mannigfaltigkeit der Gestaltung und die Vielheit und Festigkeit der Artbildung der höheren Lebewesen beruht, wie ich schon hervorhob, offenbar darauf, dass dieselben Composita von zahlreichen Entwicklungsrichtungen darstellen. Aber es sind dies zugleich Entwicklungsrichtungen, welche nicht alle einfach, sondern verschiedentlich in sich verbunden und von einander abhängig, verkettet sind.

Diese Verbindung und Abhängigkeit bezieht sich zunächst auf die Correlation: je höher ein Organismus und je zusammengesetzter er an sich gebildet ist, um so mehr werden correlative Eigenschaften darin eine Rolle spielen.

Je höher und je zusammengesetzter der Organismus an sich ist, um so mehr wird jene verschiedenstufige Entwicklung, Heteropistase, seine Zusammensetzung noch zu einer reicheren gestalten, die Thatsache, dass unter den Eigenschaften, welche einen Organismus herstellen, einige weiter vorgeschrittene, andere mehr zurückgebliebene Entwicklungsstufen sind.

Und eine je größere Rolle Correlation und Heteropistase im Organismus spielen, um so eher wird derselbe ein in sich abgeschlossenes Ganzes, eine Art bilden.

Besonders wichtig ist die durch Correlation bedingte sprunghafte Entwicklung, Halmatogenesis, für die Bildung von Arten und sie gerade spielt bei der einfachen Zusammensetzung der Foraminiferen offenbar noch keine maßgebende Rolle.

Mit hervorragender Wirkung von Correlation, Heteropistase und Halmatogenesis fehlt also ein wesentliches Mittel der Bildung fester und abgegrenzter Arten bei den Foraminiferen. Dass ein mannigfaltiger zusammengesetzter Organismus, dessen Eigenschaften dazu noch unter einander abhängig sind, leichter festgefügte, abgeschlossene Arten bilden wird, als ein einfacher, versteht sich von selbst. Um dies aber zu verdeutlichen, kann man das Bild einer Regulatoruhr gebrauchen, deren Perpendikel aus in Wärme und Kälte in verschiedenem Maße ausdehnbaren und zusammenziehbaren metallenen Stäben zusammengesetzt ist: es kann keine erhebliche Verlängerung oder Verkürzung des Perpendikels stattfinden, weil die Stäbe sich gegenseitig die Wage halten. Bei einfach zusammengesetzten Lebewesen wird eine herrschende Entwicklungsrichtung unter bestimmten äußeren Verhältnissen leicht den Organismus immer mehr verändern — der nur aus einem Stoff gebildete Perpendikel wird sich ungehemmt verlängern oder verkürzen. Greifen dagegen verschiedene Entwicklungsrichtungen in einander, so wird eine Wachstumsrichtung nicht ungehindert maßgebend werden können, sondern die verschiedenen Eigenschaften werden sich darin eher die Wage halten.

Damit dürfte auch die Ursache gegeben sein, warum bei unseren einfachen Lebewesen durch Entwicklungsstillstand, Genepistase, welche ich für die wichtigste Ursache der Trennung der Organismenkette in Arten erklärt habe, solche Trennung weniger veranlasst wird, als bei zusammengesetzteren: da bei letzteren viele unter einander verbundene Eigenschaften den Organismus ausmachen, viele Entwicklungsrichtungen zu einem gemeinsamen Endziel zusammenwirken, so werden auch viele äußere Ursachen eine Handhabe finden, um zeitweisen Entwicklungsstillstand und dadurch Trennung in Arten herbeizuführen¹. Bei den einfachen Organismen mit wenigen Entwicklungsrichtungen dagegen werden nur wenige Einflüsse solchen Stillstand verursachen können. Deshalb hängen die durch organisches Wachsen gebildeten Formgestaltungen hier in viel längeren Ketten ungetrennt zusammen, als dies bei höheren Lebewesen der Fall ist. Und dies ist ja der wesentlichste Unterschied in der

¹ Dies steht nicht in Widerspruch, sondern in Übereinstimmung damit, dass größere Zusammensetzung Artbildung begünstigt: je mehr Zusammensetzung, Abhängigkeit der Eigenschaften, um so leichter wird ein äußerer Einfluss Handhabe finden, alle Entwicklung zum Stillstand zu bringen, nicht aber zum Fortschreiten.

Artbildung bei den Foraminiferen und auch bei den Spongien gegenüber höheren Lebewesen, dass die Art viel weniger leicht abzugrenzen ist, dass sie ein viel weiteres Gebiet einnimmt und viel mehr verschiedene Formen einschließt, so dass die äußersten Glieder einer Art oft gar nicht zusammengehören scheinen, während sie doch durch Zwischenformen unmittelbar und vollständig verbunden sind. Durch das Vorausgesetzte wird aber auch die Thatsache erklärt, dass bei den höheren zusammengehörigen Foraminiferen viel mehr Artbildung vorhanden ist, als bei den niederen, einfachen.

Nach Vorstehendem ist es die größere Zusammensetzung des Organismus, der größere Reichthum an in demselben maßgebenden Entwicklungsrichtungen, was die Artbildung begünstigt. Diese größere Zusammensetzung beruht aber in letzter Linie auf Erwerbung neuer Eigenschaften und auf Vererbung derselben und bestimmend für sie sind besonders Correlation, Heterepistase, Halmatogenesis, Genepistase, deren Fehlen bzw. selteneres Auftreten die Einfachheit der Entwicklungsrichtungen bei den Foraminiferen wesentlich bedingt und damit die Artbildung hemmt.

Dazu kommt noch das Fehlen der Befruchtungsverhinderung, Kyesamechanie, bei den Foraminiferen, jenes weiteren Mittels der Artbildung bei den durch Mischung von Samen und Ei entwickelten Lebewesen.

Die Frage, ob und in welchem Maße die geschlechtliche Mischung an sich Artbildung begünstige, veranlasst auf Grund des Vorstehenden, und des früher schon Berührten, zu folgenden Betrachtungen.

Die Ausbildung der zwei Geschlechter beruht selbst auf durch Vererbung erworbener Eigenschaften erzeugten besonderen Entwicklungsrichtungen: das männliche Wesen einerseits und das weibliche andererseits ist je aus besonderen Eigenschaften, auf Grund besonderer Entwicklungsrichtungen, zusammengesetzt. Die geschlechtliche Mischung veranlasst Vereinigung der zweierlei Eigenschaften, welche wiederum je nach dem Übergewicht der einen oder der anderen das eine oder das andere Geschlecht bilden.

Wenn, wie vorhin vorausgesetzt worden ist, die größere Zusammensetzung aus Entwicklungsrichtungen die Artbildung begünstigt und festigt, so muss dies auch die geschlechtliche Mischung thun, indem sie solch größere Zusammensetzung veranlasst, dadurch, dass jedes Geschlecht während seines Lebens für sich neue und eigenartige Eigenschaften erworben hat und als Mitgift beibringen kann,

während dies bei Eingeschlechtlichkeit nur von einer Seite her möglich ist. Je länger also die geschlechtliche Trennung bestand, je zusammengesetzter und eigenartiger die beiden Geschlechter sind, um so mehr wird ihre Vereinigung zu festgefügtter Artbildung beitragen. Andernfalls wird sie einen erheblichen Einfluss auf die Artbildung noch nicht haben können (Spongien). Dagegen ist anzunehmen, dass in letzterem Falle, bei Vereinigung wenig gefestigter Geschlechtsverschiedenheiten, das Abändern befördert wird, indem einfache Entwicklungsrichtungen zu mehreren zusammentreten, auch correlativ dritte, neue werden bilden können.

Sehr bemerkenswerth für unsere Auffassungen ist nicht nur die bei Foraminiferen eben so wie bei anderen Lebewesen häufige Beschränkung einzelner Arten auf bestimmte paläontologische Schichten, sondern besonders die Thatsache der Unveränderlichkeit vieler Arten durch zahlreiche solche Schichten hindurch, ja von den ältesten Zeiten bis in die Jetztzeit.

Die erstere Thatsache beweist doch, wie sehr die Artbildung von äußeren Verhältnissen unmittelbar abhängig ist. So kommt das erwähnte *Ophthalmidium Walfordi* nur im Bereich des Lias vor, *Orbitulites praecursor* ist kennzeichnend für den südalpinen Lias, *Orbitulina lenticularis* für die untere, *Globigerina cretacea* für die obere Kreide, *Quinqueloculina saxorum* für den Miliolidenkalk des Pariser Mittel-Eocän, *Fusulina cylindrica* für den Kohlenkalk von Russland und Nordamerika. E. HAECKEL bringt als Beispiel weiter, dass im älteren Tertiärgebirge verschiedene Horizonte durch zwei Paare von Nummulitenarten bestimmt sind, jedes Paar aus einer kleinen und einer großen Art bestehend.

Wenn aber einzelne Arten alle Zeiten unverändert überdauern — wie z. B. *Lagena laevis* und *L. sulcata* von der Silurzeit bis jetzt vorkommen — oder doch ungeheure Zeiträume durch verschiedene Erdperioden — wie *Truncatulina lobata* von der Kohle bis heute — so kann es doch nur die Einfachheit des Organismus sein, welche denselben gegen die wechselnden äußeren Verhältnisse in den betreffenden Fällen unempfindlich gelassen hat.

Solcher, durch ungeheure Zeiträume andauernder Entwicklungsstillstand aber bietet uns lautredendes Beispiel für das, was wir Beharrung oder Epistase nennen, und das Wiederauftreten des Fortschreitens in der alten Entwicklungsrichtung, wie es selbst nach so langer Zeit erscheinen kann, bietet hervorragende Beispiele für

die Erscheinung, welche als Epistrophogenesis von mir bezeichnet wird.

Zusätze zu Vorstehendem.

Seitdem das Vorstehende geschrieben ist, sind von zwei Seiten Systeme der Foraminiferen aufgestellt worden und Äußerungen über unseren Gegenstand erschienen, welche besprochen werden müssen. LUDWIG RHUMBLER hat den »Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren« veröffentlicht¹ und in seiner »Systematischen Phylogenie der Protisten und Pflanzen« hat ERNST HAECKEL gleichfalls ein solches System aufgestellt².

L. Rhumbler's natürliches System der Thalamophoren.

Der Stammbaum, welchen RHUMBLER aufgestellt hat, stimmt im Wesentlichen mit dem unsrigen überein. Die Hauptunterschiede sind die, dass wir mit anderen Forschern Lagena als eine sehr ursprüngliche, und zwar als eine sich an Saccamina anschließende Form auffassen, während RHUMBLER sie von Nodosaria ableitet, ferner, dass RHUMBLER die Ammodisciden ganz für sich stellt, während dieselben bei uns durch Cornuspira zu den Miliolinen führen. Dabei rechnet RHUMBLER die Cornuspiren zu den Ammodisciden, wir stellen sie als besondere Familie auf. Die Miliolinen leitet RHUMBLER unmittelbar von den Nodosinellen ab, als welche er Aschemonella, Nodosinella, Hormosina etc. zusammenfasst. Da die Aschemonellidae nach unserer Auffassung den Ausgangspunkt des Cornuspirenstammes und damit auch für die Milioliden bilden, so ist der Unterschied nicht besonders wichtig.

Die Ableitung der Lageniden von Nodosarien, durch Ablösung einer Kammer der letzten, stellt RHUMBLER selbst nicht bestimmt hin. Er stützt sich auf Folgendes: FRITZ SCHAUDINN hat nachgewiesen, dass bei Calcituba eine ursprüngliche, jugendliche, sternförmige Schale in mehrere Bruchstücke aus einander bricht, deren jedes sich wieder zu einer Calcituba weiter entwickelt³. Bei diesem Auseinanderbrechen spielen augenscheinlich äußere Verhältnisse (Schwerkraft,

¹ Dr. LUDWIG RHUMBLER, Nachr. d. k. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. Mathemat.-physikal. Klasse. 1895. 1. Heft.

² ERNST HAECKEL, Systemat. Phylogenie der Protisten und Pflanzen. I. Theil. Berlin 1894. p. 177 ff.

³ FRITZ SCHAUDINN, Unters. an Foraminiferen. I. Calcituba Roboz. Aus dem zool. Inst. zu Berlin. Diese Zeitschr. LIX. Bd. 2. Heft. 1895.

SCHAUDINN) eine Hauptrolle. In derselben Weise hätte sich nun nach RHUMBLER'S Auffassung ein regelmäßiger Trennungsvorgang »ursprünglich wohl durch rein äußere Faktoren veranlasst« in die Entwicklungsgeschichte einiger Nodosarien eingeschoben, in der Art, dass jede nach Nodosarien-Art neu angelegte Kammer am Verbindungshalse bald nach ihrer Entstehung von der ursprünglichen Kammer abbrach oder von dem Thiere selbst abgebrochen wurde. RHUMBLER will an einem anderen Orte weitere Belege für diese seine Auffassung bringen. Einstweilen scheint uns dieselbe auf zu viel Vermuthung zu beruhen, und auch ihre weitere Begründung, dass die Lageninen erst im Lias in irgend nennenswerther Zahl auftreten, während die Nodosarien schon in der Steinkohlenformation reich entfaltet sind, ist unsicher, weil einzelne Exemplare von Lagenen schon in älteren Perioden aufgefunden wurden, obschon man allerdings nicht weiß, ob es sich darin nicht etwa um Bruchstücke von Nodosarien handelt. Endlich wäre als wahrscheinlich zu erwarten, dass die Lagenen, wenn sie von den Nodosarien abstammten, in ihrer Entwicklung Nodosarien wiederholten.

Übrigens ist auch diese Frage nicht von besonderer Wichtigkeit, weil die Lageniden bei RHUMBLER als Endgruppe angesehen werden, und weil sie bei uns nur als die kalkigen Verwandten der sandigen Saccaminidae erscheinen, welche letztere als Stammgruppe für höhere Foraminiferen bestehen bleiben. Schließlich kommt RHUMBLER gleich uns auf sandige Ausgangsformen.

Auch NEUMAYR hatte die Lageniden aus den Nodosarien abgeleitet, aber unter Annahme von Verkümmern der späteren Kammern.

Endlich hält RHUMBLER es selbst für sehr wahrscheinlich, dass einige Lageninen, namentlich im Jura sekundär wieder zu Nodosarien geworden seien. Es handle sich aber dabei um eine Art Rückschlag.

Man sieht also, dass diese Frage eben so wenig spruchreif wie für uns wichtig ist.

Darin, dass die Orbulinen von den Globigerinen abzuleiten sind, nicht diese von jenen, wie HAECKEL meint, stimmen wir mit RHUMBLER überein.

Eben so betrachten wir mit RHUMBLER die Endothyren als die Stammform der Rotaliden.

Wichtiger als die systematischen Unterschiede zwischen RHUMBLER'S Ansichten und den unsrigen sind die folgenden.

RHUMBLER meint aus auch von uns berührten Thatsachen schließen

zu dürfen, »dass bei den Thalamophoren (Foraminiferen) in vielen oder allen Fällen das biogenetische Grundgesetz in umgekehrter Form gilt, d. h., dass bei ihm die phylogenetisch höchste Stufe in jungen Stadien gefunden wird, während die älteren Schalentheile auf Ahnenformen zurücksinken«. So besitzt die zu den unperforirten Milioliden gehörige *Peneroplis pertusus* Forsk., wie RHUMBLER nachwies, eine perforirte Embryonalkammer, während die späteren Schalenwände unperforirt sind. So haben die Endothyren zum Theil an ihren Endkammern eine siebförmige Mündungsplatte, während ihre älteren Kammern sich durch eine einfache schlitzförmige Mündung auszeichnen; siebförmige Mündungen sind aber bei den Formen des Kohlenkalkes weit verbreitet, in späteren Perioden werden sie nur ganz vereinzelt angetroffen, fast überall sind siebförmige Mündungen in schlitzförmige übergegangen, welche sich zuerst an den frühesten Kammern zeigten.

Nach HÄUSLER¹ entwickeln sich die Ophthalmidien (Milioliden) aus Formen wie *Nubecularia tibia*, welche aus bauchig aufgetriebenen, nach Art der Nodosarien an einander gereihten Kammern besteht. Nun treten im Lias auffällige Varietäten von *Ophthalmidium Walfordi* Reuss auf, deren jüngerer Theil frei absteht und ganz einer *Nubecularia tibia* entspricht. »Es scheint mir«, sagt RHUMBLER, »hierdurch dargethan, dass sich hier die bereits im Trias auftretende *Nubecularia tibia* durch Aufrollung ihrer älteren Schalentheile in die biforme Art *Ophthalmidium Walfordi* Reuss verwandelt hat, welche ganz auf den Lias beschränkt erscheint. . . . Aus *Ophthalmidium Walfordi* entwickeln sich nun durch verschiedene Ausbildung der eingerollten Schalentheile einerseits verschiedene andere Ophthalmidien, andererseits Spiroloculinen und Formen, die theilweise bereits Übergänge zu den Miliolinen (*Quinqueloculina*) andeuten.«

Biform nennt RHUMBLER die »Schalen von (mit dem Alter) einmal wechselndem Bau«. Eben so giebt es triforme. MUNIER-CHALMAS und SCHLUMBERGER² zeigten, dass die neuesten Miliolinen in zweierlei Form auftreten, welche sie A- und B-Form nennen. Die ersteren besitzen eine große Embryonalkammer und sind uniform, die letzteren haben kleine Embryonalkammern und bauen dieselben nach einem höheren Modus auf als ihre Endkammern. RHUMBLER sieht in diesen

¹ R. HÄUSLER, Bemerkungen über einige liasische Milioliden. Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1887. Bd. I. p. 190—194.

² MUNIER-CHALMAS et SCHLUMBERGER, Nouv. observ. sur le dimorphisme des Foraminifères. Compt. rend. hebdomadaire. 1883. Bd. I. p. 862—866. Bd. II. p. 1598—1601.

B-Formen nun die Ausbildung von biformen Arten. »Wenn die B-Form einer Biloculina ihre Anfangskammern erst quinqueloculinär aufrollt und dann erst eine biloculinäre Anordnung annimmt, so unterscheidet sie sich im Princip ihres Verhaltens gar nicht von einer bischofstabförmigen Form, die ihren Anfang spiralig aufgerollt hat und dann in eine geradegestreckte Kammeranordnung übergeht.« Eben so giebt es Biloculina, die erst quinqueloculinär, dann triloculinär, zuletzt erst biloculinär aufgerollt sind. Eine Gaudryina kann Anfangs erst »vermulinär, dann textularinär, schließlich nodosarinär« aufgewunden sein¹.

Alle diese Formen sinken »vom höheren Aufwindungsmodus schrittweise auf einen niederen Aufwindungsmodus ihrer Vorfahrenformen herab«.

Es sind dies alles Fälle, wie die im Vorstehenden von mir behandelten von Haplophragmium u. A., und die Wiederaufrollung der Ammoniten. Auf Grund derselben zu erklären, wie RHUMBLER thut, dass das biogenetische Gesetz für die Thalamophoren in umgekehrter Form gelte, geht nicht an. Das biogenetische Gesetz bedeutet die Vererbung von Eigenschaften der Vorfahren in der individuellen Entwicklung und kann also nicht umgekehrt werden.

Es handelt sich in allen genannten Fällen vielmehr, wie ich ausgeführt habe, offenbar um eine Umkehr der Entwicklungsrichtung, Epistrophogenesis, bei welcher das biogenetische Gesetz vollkommen in Kraft bleibt.

Die maßgebende Bedeutung der bestimmt gerichteten Entwicklung für die Gestaltung der Gehäuse bei den Foraminiferen zeigen noch andere von RHUMBLER hervorgehobene Thatsachen. Derselbe weist darauf hin, dass nicht bloß biforme oder triforme Biloculina- oder Triloculina-Arten ihre Anfangskammern quinqueloculinär aufgewunden haben, sondern dass wir dieselbe Aufwindungsweise auch bei biformen Spiroloculinen finden, welche SCHLUMBERGER zu dem neuen Genus Massilina vereinigt hat. »Hieraus müssen wir schließen, dass Biloculina und Triloculina sowohl als die sonst ganz anders gestaltete Spiroloculina auf dem Wege stehen, sich in Quinqueloculinen umzuwandeln; ja wenn wir uns eine Articulina vergegenwärtigen, deren Anfangstheil eine Quinqueloculina darstellt, während ihr Endtheil gerade gestreckt ist und an die Stammgruppe der Nubecularinen

¹ Es wäre wohl besser auf deutsch zu sagen: nodosarinenartig etc., als solche halsbrecherische fremde Wortbildungen zu gebrauchen.

erinnert, so müssen wir auch in ihr eine Thalamophore erkennen, die von einem viel ursprünglicheren Ausgangspunkte demselben Ziele „*Quinqueloculina*“ hin zustrebt.« RHUMBLER wirft deshalb die Frage auf, ob das Genus *Quinqueloculina* überhaupt als ein einheitliches aufgefasst werden dürfe. Um dies zu entscheiden, müssten wir wissen, ob es nicht nur lebende, sondern auch fossile biforme Miliolinen giebt.

»Die auffällige Erscheinung eines gemeinsamen Entwicklungszieles für verschiedene Schalenformen«, fährt RHUMBLER fort, »könnte beinahe den Anschein erwecken, als ob hier eine gewisse Teleologie im Spiele sei, welche die ganze Familie der Miliolinen nach einem Zielpunkt zusammenziehe, als ob die Entwicklung eine zielbewusste wäre.« Diese scheinbare Teleologie sei, so meint er, das Werk der Festigkeitsauslese, die jede Form nach derjenigen Schalenausbildung hin treibt, welche für die erreichbar höchststehende die festeste ist. »Es ist nicht zu verwundern, wenn so einfache Organismen, wie die Thalamophoren, auf äußere Einflüsse hin oftmals in derselben Weise geantwortet haben, zumal wenn es sich um nächste Verwandte handelt.«

Wir werden sehen, dass es sich in jener scheinbaren Teleologie und Festigkeitsauslese einfach um die von uns auf Grund anderer Thatsachen aufgestellte unabhängige Entwicklungsgleichheit, Homoeogenesis, handle. Der zuletzt erwähnte, von RHUMBLER ausgesprochene Satz entspricht ganz meinen Auffassungen. Aber wie sollte die Wirkung der äußeren Einflüsse auf die Gestaltung der Foraminiferenschalen so ohne Weiteres mit deren Nutzen zusammenfallen, da, wie wir gesehen haben, diese Gestaltung so oft nach gewissen Zeiträumen wieder eine gegenüber der bisherigen geradezu entgegengesetzte Richtung einschlägt?

Würde RHUMBLER jenen Satz voran und den Nutzen in zweite Linie stellen, wenn er von den Ursachen der Gehäusebildung spricht, so ständen unsere Auffassungen sich näher. Aber RHUMBLER befindet sich ganz auf dem Standpunkt des Darwinismus, welcher in der Auslese die treibende Ursache der Umgestaltung der Lebewesen sehen will und welcher die wirklichen, die letzten Ursachen derselben nur nebenbei berührt. Es sei, meint er, die Festigkeitsauslese, welche für die Umgestaltung der Gehäuse maßgebend sei, zugleich mit den »weiteren Principien bei der angestrebten Festigkeit möglichsten Rauminhalt des Gehäuses und möglichste Einfachheit desselben zu erzielen«. Die beiden letzteren Principien seien »augenscheinlich

darauf gegründet, dass sie den Gehäuseträger am wenigsten mit Baugeschäften belasten, und ihm desshalb die meiste Zeit zu anderen Lebensfunktionen, wie Ernährung und Fortpflanzung übrig lieben«.

Zunächst muss hiergegen eingewendet werden, dass ja doch gerade die Gehäuse der jüngeren bezw. höheren Foraminiferen nicht einfacher, sondern vielmehr viel zusammengesetzter gebaut sind, als die der ursprünglichen und dass eben so die ersteren vielfach verhältnismäßig viel weniger Rauminhalt haben, als die letzteren: bei den höheren Perforaten werden die Wände immer dicker und gleichzeitig die Kammern immer enger — das Plasma wohnt schließlich wesentlich in den Kanälen der Gehäusewandungen selbst — von Raumvermehrung im Gehäuse eines Nummuliten gegenüber dem einer *Rotalia* oder *Globigerina* oder *Cornuspira* kann doch füglich nicht die Rede sein.

Sodann ist es eine unrichtige Vorstellung, dass die Foraminiferen ihre Gehäuse in willkürlicher Bauthätigkeit selbst machen. Dies gilt vielleicht für die niederen mit sandigen Gehäusen, denn die Diffugien des Süßwassers kleben wenigstens die Sandkörnchen des Gehäuses auf die vom Plasma ausgeschiedene organische Grundlage desselben auf. Gerade bei den höheren Foraminiferen aber, bei denen mit kalkigen und kieseligen Schalen, handelt es sich dagegen offenbar geradezu um ein Herauskristallisiren der Gehäuse aus dem Plasma, ganz so wie z. B. die Kalk- und Kieselnadeln und Körperchen der Spongien aus dem Plasma herauskristallisiren und wie dies die Gehäuse der Radiolarien thun.

Das Plasma ist es, in dessen physikalisch-chemischer Zusammensetzung die Ursachen zur Gestaltung bestimmter Gehäuse gelegen sind — Änderungen in der Zusammensetzung des Plasma, beruhend auf äußeren Einflüssen, wie Nahrung, Beschaffenheit des Wohnwassers etc. werden auch Änderung in der Gestaltung der Gehäuse, sie werden die Entwicklungsrichtungen bedingen und bei der Einfachheit der Organisation der Foraminiferen und der Einfachheit der äußeren Bedingungen, unter welchen sie leben, ist es freilich nicht zu verwundern, wenn verschiedene Formen auf äußere Einflüsse in der gleichen Weise sich umgestalten oder wenn dieselben zu früherer Gestaltung zurückkehren.

Vielfach werden es selbstverständlich außer den physikalisch-chemischen auch rein mechanische Ursachen sein können, welche die Gestaltung der Schalen mit bedingen, ohne dass wir uns desshalb weder hier noch bei den Radiolarien einstweilen vermessen dürfen

von Entwicklungsmechanik, im Sinne der Erkenntnis solcher noch sehr dunkeln Ursachen der Formgestaltung zu reden.

RHUMBLER sagt, das Festigkeitsprincip als *Movens* der Weiterentwicklung sei zu interessant und für die Aufstellung seines Entwurfs zu wichtig, um die Frage unerörtert zu lassen, warum diese Bevorzugung der Festigkeit stattgefunden habe. Die Antwort ist, weil die Thalamophoren meistens unter Verhältnissen leben, die ihre Schalen in hohem Grade der Gefahr des Zerbrechens aussetzen, so dass eine fortwährende Auslese des Festeren stattfinden müsse.

Die Gefahr des Zerbrechens aber werde bedingt durch die Bewegung des Wassers in den geringen Tiefen, in welchen die Thalamophoren zumeist leben und die Schnecken, welche sie mit ihren Sohlen erdrücken. Ausnahmen bestätigen die Regel: die sandige, sehr zerbrechliche *Syringamina* Brady lebt in so großer Tiefe, dass ihr die Wellenbewegung nichts anhaben kann — ob sie vor den Insulten der Schnecken und anderer Thiere sicher ist, steht freilich dahin — wahrscheinlich ist sie ein *recenter* Neuling, der noch nicht lange genug unter der Festigkeitsauslese gestanden hat. Selbstverständlich ist sie fossil nicht bekannt. Zweitens haben sich die Globigerinen durch ihren Aufenthaltsort der Festigkeitsauslese entzogen. Sie haben vielmehr zur Erhöhung der Schwimmfähigkeit nach Ausdehnung ihrer Gehäuse hingestrebt. Dadurch wurde aber die Zerbrechlichkeit so groß, dass sich die Gehäuse durch Umhüllung mit der *Orbulin*aschale schützen mussten. Ferner ist die Vielkernigkeit wegen ihrer Bedeutung für die Regeneration ein Mittel, um die Festigkeitsauslese unnötig zu machen: jedes zerbrochene Stück erzeugt wieder ein neues Thier. Durch die schwimmende Lebensweise wurden die Globigerinen der Vielkernigkeitsauslese entzogen — ihre Gehäuse wurden durch die Wasserbewegung nicht zerstört. Die zerbrechlichen Orbitoliten dagegen sind vielkernig. Eben so sollen die Nodosarien, wie besprochen, durch Zerbrecen zur Bildung der Lageriden geführt haben.

Ich habe die Ansichten RHUMBLER's ausführlich wiedergegeben, als Beispiel dafür, wie die jetzt Alles beherrschende DARWIN'sche Nützlichkeitslehre die Gestaltung der organischen Welt zu erklären glaubt, indem sie Wirkung für Ursache nimmt und die wahren Ursachen der Umgestaltung bei Seite liegen lässt.

Eine Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl giebt es nicht. Die Auslese kann nichts Neues schaffen, sie kann nur

arbeiten mit schon Vorhandenem — ich wiederhole diese Sätze so lange, bis sie gehört werden.

Die Festigkeitsauslese ist kein *Movens* für die Gestaltung der Foraminiferenschalen, sie ist nicht einmal maßgebend für die Stärke, noch weniger für die Zusammensetzung derselben, wenn sie auch die erstere unter Umständen fördern wird. Die Thatsachen zeigen auf das Bestimmteste, dass es die Beschaffenheit des Wohnwassers ist, welche die Zusammensetzung der Schalen, ob sandig, kalkig oder kieselig, bedingt. So haben sich Gattungen mit sandigen zerbrechlichen Schalen von den ältesten Zeiten bis heute erhalten, die sandigen Gehäuse sind überhaupt die ursprünglichsten und die jetzt lebenden Sandschaler sind nicht entfernt alle Neulinge, welche sich etwa durch Auslese noch nicht vollkommen gefestigt hätten.

Feste kalkige oder gar kieselige Gehäuse wären wohl unzweifelhaft allen Foraminiferen nützlicher als zerbrechliche sandige — aber sie können nicht überall, sie können nicht aus jedem Plasma gebildet werden. Denn zuerst muss das Rhizopodenplasma unter dem Einfluss seiner Umgebung und seiner Ernährung eine bestimmte Beschaffenheit und Zusammensetzung erlangen, bevor es eine Schale von bestimmter Zusammensetzung und auch Stärke — von der Gestalt noch nicht zu reden — herstellen kann, dass dann eine Verstärkung der Schale durch Auslese begünstigt werden kann, soll nicht bestritten werden. Aber ob diese Festigkeit für die Thierchen so wichtig ist, wie RHUMBLER meint, scheint mir doch zweifelhaft, eben schon in Anbetracht der Thatsache, dass es sehr viele zerbrechliche Schalen giebt, nicht nur schwimmende, wie die der Globigerinen, sondern auch — und zwar in den verschiedensten Tiefen kriechende. Man wird ferner kaum nachweisen können, dass die Foraminiferen mit den stärksten Schalen überall da leben, wo die letzteren am meisten dem Zerbrechen ausgesetzt sind.

Die Stärke der Schalen scheint mir nicht so sehr wichtig für das Leben der Foraminiferen auch deshalb, weil die Schalen offenbar sehr leicht wieder ersetzt werden — die kleinen Plasmakörper können auch ohne oder mit verletztem Gehäuse wohl lange ihr Dasein fristen, wie so viele ihrer Verwandten der Schalen zeitlebens entbehren. Der Wellenschlag dürfte so kleinen Wesen auch nicht so leicht etwas anhaben — höchstens heftige Brandung, aber solche kommt bei dem ungeheueren Wohngebiet unserer Thierchen im weiten Meere und vollends bei ihrer ungeheueren Zahl für das Leben der

Gesamtheit doch wohl kaum in Betracht — noch weniger die sie erdrückenden Schneckensohlen.

Nicht nur die Zusammensetzung, auch die Stärke der Gehäuse, wenigstens der kalkigen und kieseligen, wird in letzter Linie wesentlich von äußeren Verhältnissen abhängen, welche besondere Eigenart des Plasma bedingen — aus diesem wird die Kalk- bzw. Kieselmasse sich naturnothwendig ausscheiden, eben so die organische Masse, welche die Grundlage der Sandgehäuse bildet.

Noch weniger kann Festigkeitsauslese die Verschiedenheit der Gestaltung der Foraminiferenschalen verursacht haben — sie kann unbedingt nicht maßgebend sein für ein auf diese Gestaltung begründetes System, also auch nicht für das von RHUMBLER aufgestellte.

Die Orbiculinenkammer der Globigerinen ist nicht entstanden um dem Gehäuse der letzteren bei großer Ausdehnung mehr Festigkeit zu geben, sondern sie ist entstanden durch organisches Wachsen, aus physiologischen Ursachen — erst als sie bis zu einem gewissen Grade gediehen war, konnte sie vielleicht von Nutzen sein — wenn sie es überhaupt thatsächlich geworden ist; zur Zeit des ersten Beginns ihrer Bildung und nachher während lange dauernden gesetzmäßigen phyletischen Wachsens wohl war sie ohne Nutzen — jedenfalls hat ihr der Nutzen, welchen sie einst erlangen konnte, nicht vorgeschrieben, wie sie wachsen sollte, um ihm zu dienen.

So ist es mit allen nützlichen Eigenschaften, welche nicht etwa plötzlich fertig entstanden sind und sich auf die Nachkommen vererbt haben, wie das bei sprungweiser Entwicklung (Halmatogenesis) allerdings der Fall sein kann. Aber diese sprungweise Entwicklung beruht wiederum auf äußeren und inneren (konstitutionellen) Ursachen. Insbesondere ist die Veränderung der Lebensverhältnisse dabei maßgebend und die Correlation, wie am besten die Amphibien zeigen.

Auf dem langen Weg, in der langen Zeit, welche eine Art braucht, um von einer geradegestreckten Art zu einer fest und dicht spiralig gewundenen zu werden, ist doch die Festigkeitsauslese nicht das *Movens* der Umbildung, denn die gekrümmte und die noch nicht geschlossen gewundene Schale ist eben so oder sogar noch mehr zerbrechlich wie die gerade. Aber die ganze Vorstellung vom Nutzen der Umgestaltung wird schon dadurch aufgehoben, dass sich solche gewundene Arten eben so langsam wieder zu geradegestreckten aufwickeln und strecken können. Und eben so viele Fälle giebt es, in

welchen die Umbildung von vorn herein augenscheinlich mit der Festigkeit, obschon diese nützlich wäre, gar nichts zu thun hat, ja ihr entgegen ist. Das ist der Fall bei aller Kammerung röhrender Gehäuse, ferner bei der Längsspaltung einreihiger stabförmiger Formen in zwei- und mehrreihige.

Eben so sind die dünnen perforirten Gehäuse, welche doch höheren Gattungen angehören, ja viel zerbrechlicher als nicht perforirte.

Auch für das System RHUMBLER'S ist augenscheinlich nicht die Festigkeitsauslese maßgebend gewesen, sondern die Verwandtschaft der Gehäuseformen, andernfalls hätte sich dasselbe nicht dem unsrigen so ähnlich gestaltet. Jene Verwandtschaft aber beruht darauf und ist dadurch eine blutsverwandte, dass sie der Ausdruck einer allmählichen Umbildung der Formen nach bestimmten Richtungen ist. Die Orthogenese, die Lehre von der gesetzmäßigen Umbildung nach bestimmten Richtungen, die Morphophysis (Organophysis), das organische Wachsen der Lebewelt, kommen in der vom Einfachen zum Zusammengesetzten fortschreitenden und zuweilen wieder zu Ersterem zurückkehrenden Umgestaltung der Foraminiferenschalen in augenfälligster Weise zum Ausdruck.

Wie die Zusammensetzung der Gehäuse, so muss auch diese Umgestaltung auf allmählichen Veränderungen der äußeren Einflüsse, unter welchen die Thiere leben und damit ihres Plasma beruhen, zugleich unter Beeinflussung durch mechanische Gesetzmäßigkeit. Wie weit die letztere, die mechanische Fügung der elementaren und der zusammengesetzten Theile, mit der Auslese zusammenhängt, ist schwer zu entscheiden. Wenn man aber den Formenreichtum der Foraminiferengehäuse und dazu ihre Kleinheit berücksichtigt, so wird man, wie ich schon vor langer Zeit auch für die Radiolarien hervorhob, zur Überzeugung kommen müssen, dass jedenfalls die Mannigfaltigkeit der Gestaltung der Gehäuse nicht auf Nutzen beruhen kann.

Nachdem der Nachweis bestimmter Entwicklungsrichtungen, sogar unter theilweiser Umkehr derselben, diese Mannigfaltigkeit in gesetzmäßig zusammenhängende Reihen aufgelöst hat, ist die Annahme von irgend maßgebender Bedeutung der Auslese bei ihrer Gestaltung noch mehr zurückgewiesen und drängt sich die von mir längst herbeigezogene und vorhin schon angewendete Vorstellung auf, dass die kalkigen und kieseligen Gehäuse von Foraminiferen und Radiolarien eben so wie die Kiesel- und Kalkkörperchen und Nadeln der Spon-

gien u. a. als organische Krystallisationen aufzufassen seien, welche sich naturnothwendig aus dem gegebenen Plasma ausscheiden.

Die Auslese kann hier wie auch sonst nur die Bedeutung haben, dass sie das Bestehenbleiben nützlicher Formen begünstigt, schädliche ausmerzt und dass sie auch nützliche Entwicklungsrichtungen begünstigt und dadurch festigt.

Als einer der sprechendsten Beweise für meine Auffassung erscheint die bei den Foraminiferen zu Tage tretende Umkehr der Entwicklungsrichtungen, welche nur bei so einfacher, niedrig stehender Organisation in voller Reinheit wird auftreten können, weil hier der Aufbau noch nicht verschiedenstufige (heteropistatische) und wechselbezügliche (correlative) Entwicklungseinheiten einschließt.

Hervorragend bemerkenswerth für meine Entwicklungslehre ist ferner die von RHUMBLER behandelte »auffällige Erscheinung eines gemeinsamen Entwicklungszieles für verschiedene Schalenformen«, welche, wie er meint, leicht den Anschein erwecken könnte, als ob Teleologie bei dem Hinstreben verschiedener, nicht unmittelbar verwandter Arten nach *Quinqueloculina* mit im Spiele wäre. Es handelt sich aber hier nur um ein neues schönes Beispiel für das von mir aufgestellte Gesetz der unabhängigen Entwicklungsgleichheit, Homöogenese, für welche ich besonders in meiner »Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen« und in der »Orthogenese der Schmetterlinge« grundlegende Thatsachen mitgetheilt habe. Auch diese Homöogenese lässt sich nicht, wie RHUMBLER meint, durch Festigkeitsauslese, sondern nur durch Organophysis erklären, aus denselben Gründen, welche ich vorhin schon für die Entstehung gewundener etc. Gehäuse geltend gemacht habe.

Wollte man Festigkeitsauslese für diese und für die Entstehung von *Quinqueloculina* aus verschiedenen Stammformen verantwortlich machen, so müsste man in der That Zielstrebigkeit dabei voraussetzen: die Gehäuse müssten Jahrtausende hindurch, ja Jahrmillionen lang nach einer bestimmten Form hinstreben, weil diese in ihrer nach dieser Zeit erreichten Vollendung durch ihre Festigkeit nützlich wird — während sie in dieser Zeit nicht fest, und darum nicht nützlich ist.

Nach meiner Auffassung ist dagegen die Homöogenese die Folge einer ähnlichen Plasmabeschaffenheit (Konstitution) unter Einwirkung gleicher äußerer Verhältnisse oder die Folge gleicher Wirkung der Wechselbeziehung zwischen Konstitution und äußeren Einwirkungen auch bei Verschiedenheit beider.

Ernst Haeckel's System der Thalamophoren.

E. HAECKEL's System der Foraminiferen oder Thalamophoren¹ geht von der Unterscheidung in Imperforata und Perforata aus, womit ein grundlegender Unterschied von den unsrigen gegeben ist, so dass beide nicht übereinstimmen können. Der von HAECKEL in zweiter Linie als wichtig gestellte Eintheilungsgrund, die Ein- oder Vielkammerigkeit, ist auch nach unserer Behandlung wichtig deshalb, weil die einkammerigen Gattungen offenbar die ursprünglichen sind, aber für uns ist außer der Einkammerigkeit für Aufstellung der ursprünglichsten Gattungen besonders maßgebend die stoffliche Zusammensetzung der Schale und auch die höher oder weniger gediehene und gefestigte Ausbildung der Form derselben.

Gegen die Annahme HAECKEL's, dass in jeder Kammer der Vielkammerigen ein oder mehrere Zellkerne liegen, tritt RHUMBLER auf mit der Angabe, dass die meisten Vielkammerigen nur in einer Kammer einen Kern führten; somit würden die einzelnen Kammern nicht, wie HAECKEL will, durch Knospung entstandenen Zellen entsprechen. So besitzen nach RHUMBLER alle Globigerinen (einschl. *Orbulina*) *Hastigerina* und *Pullenia*, höchst wahrscheinlich aber alle pelagisch lebenden Foraminiferen, während der Hauptzeit ihres Lebens nur einen Kern, zu der Zeit nämlich, da alle Kammern, welche überhaupt angelegt werden, schon angelegt sind, das »ganze Kammernensemble« könne also nur als das Abscheidungsprodukt einer einzigen Zelle aufgefasst werden. Die näheren Beweise verspricht RHUMBLER in einer späteren Arbeit zu bringen.

HAECKEL betrachtet »die mannigfaltige Form des Wachstums der Coenobien« (der Vielkammerigen) als die nächste direkte Ursache der vielgestaltigen Schalenbildung der Thalamophoren; sie sei in hohem Maße von den Anpassungsbedingungen, der Umgebung und Lebensweise abhängig, daher zeigen die planktonischen Globigeretten (kaum 20 Arten aus 8 Gattungen) eine hohe Einförmigkeit und Beständigkeit in der Schalenbildung; alle übrigen Thalamophoren hingegen (mehrere tausend Arten mit mehr als hundert Gattungen)

¹ HAECKEL setzte den Namen Thalamophoren statt Foraminiferen und bezeichnet den letzteren als unpassend. Obschon nicht alle Foraminiferen durchlöchernte Schalen haben, so glaube ich doch den Tausch mit der Bezeichnung Thalamophoren nicht unterstützen zu sollen: Gehäuse, Schalen haben zahlreiche Thiere, und sogar andere einzellige als Foraminiferen.

seien in Anpassung an die benthonische Lebensweise dem größten Wechsel der variablen Schalenbildung unterworfen.

Im Vorstehenden und im Folgenden, indem HAECKEL die meist zunehmende Größe der jüngeren Kammern der Polythalamien »einfach als die nothwendige Folge des beständig an Intensität gesteigerten Wachsthums« betrachtet, begegnet mir gegenüber dem Darwinismus die Anwendung meiner Lehre vom organischen Wachsen. Was die Abhängigkeit der durch das Wachsen hervorgerufenen Gehäusegestaltung von Anpassungsbedingungen angeht, so beruht nach meiner Auffassung die »Anpassung« wesentlich darauf, dass von den aus physiologischen Ursachen entstandenen Formen eben unter bestimmten äußeren Lebensverhältnissen nur die und die leben können, unter anderen andere — unter den einen nur wenige Formen bestimmter Art, unter anderen viele verschiedene. Der Darwinismus erklärt fälschlich die vorhandenen Formgestaltungen als durch die Zuchtwahl, durch die Auslese, durch den Nutzen entstanden, und legt in den Begriff Anpassung sogar gern etwas unmittelbar Thätiges hinein. Es ist aber »Anpassung« thatsächlich nichts Anderes, als die durch den Kampf ums Dasein, durch die Nothwendigkeit, den Nutzen, die Zuchtwahl erzielte Auslese unter den durch physiologische Ursachen erzeugten Formen dahin, dass nur die unter bestimmten äußeren Verhältnissen lebensfähigen bestehen bleiben, die anderen aber zu Grunde gehen.

Wenn HAECKEL weiterhin sagt¹, »die chemische Beschaffenheit der Schale ist in hohem Maße abhängig von der Anpassung an die Umgebung, vor Allem von der Beschaffenheit des Meeresbodens, auf dem die Thalamophoren leben«, und wenn er hier mit Anpassung die unmittelbare physikalisch-chemische Wirkung der Umgebung auf die Zusammensetzung der Schale meint, so kann ich mit dieser Anwendung des Begriffes Anpassung nach Obigem nicht übereinstimmen. HAECKEL erwähnt als Beispiel, dass, wie auch von uns schon verwerthet, die kalkschaligen Milioliden im Brakwasser ihre Kalkerde in demselben Maße als der Salzgehalt des Wassers abnimmt, verlieren, bis zuletzt nur eine Chitinschale² übrig bleibt, welche sich aber durch Aufnahme von Sandkörnchen in eine Sandschale verwandeln kann. In größeren Meerestiefen wird der Kalk

¹ p. 181.

² Nach RHUMBLER lösen sich alle »Chitinschalen« von Foraminiferen in kochender Kalilauge auf, und handelt es sich im Stoff dieser Schalen also nicht um Chitin, sondern nur um eine hornartige Masse.

derselben Milioliden durch Kiesel ersetzt. »Die erbliche charakteristische Wachstumsform der Schale wird durch diese Anpassungen oft wenig oder gar nicht verändert«, schließt HAECKEL, indem er so wiederum die Bedeutung des organischen Wachsens für die Formgestaltung in meinem Sinne voranstellt. Würden wir aber in HAECKEL'S Sinne von Anpassung reden dürfen, so müsste schließlich jede Wirkung physikalisch-chemischer Ursachen Anpassung genannt werden müssen.

HAECKEL erklärt die Theorie, dass alle kalkschaligen Thalamophoren ursprünglich von sandschaligen abstammen, und dass die »irregulär agglutinirenden Astrorhiziden« die gemeinsame Stammgruppe darstellen, aus welcher zunächst »regulär agglutinirende« und dann kalkige hervorgegangen seien (NEUMAYR), für irrthümlich, denn es finde zuweilen gerade das Umgekehrte statt. Auch die Paläontologie spreche nicht dafür. Nach HAECKEL'S Auffassung besaßen vielmehr die ältesten Thalamophoren reine Chitinschalen. Das Letztere hat viel Wahrscheinlichkeit für sich, allein die Paläontologie lässt uns zu Gunsten dieser Annahme vollkommen im Stich. Wenn ferner die chemische Zusammensetzung der Gehäuse eine Folge der Beschaffenheit des Wohnwassers etc. ist, so erklärt es sich leicht, dass auch in verschiedenen Zeiten an verschiedenen Örtlichkeiten sandige und kalkige Gehäuse vorkamen und vorkommen. (Auch dass sie mit und neben einander vorkommen ist verständlich, denn einmal handelt es sich um sehr allmählich vor sich gehende Umbildung, und dann kommen immer zwei Dinge in Betracht: außer den Verhältnissen der Umgebung auch die überkommene Beschaffenheit [Konstitution] des Plasma, welche durch erstere umgeändert werden muss, bevor sie andersartige Gehäuse erzeugen kann.)

Der Grund, warum auch wir die sandigen Formen und zwar gerade auch die Astrorhizen als Ausgangsformen für die Entstehung der übrigen Foraminiferen ansehen zu müssen glaubten, ist der, dass dieselben auch die einfachsten, unvollkommensten, ja theilweise noch gar nicht regelmäßig geformten Schalen haben: Die stoffliche Zusammensetzung der Gehäuse allein darf nach Obigem selbstverständlich niemals die Grundlage eines Systems bilden.

Die bei den Foraminiferen vorkommenden »parallelen Entwicklungsreihen«, d. i. von uns durch Homöogenese (unabhängige Entwicklungsgleichheit) erklärten Thatsachen veranlassen HAECKEL eine polyphyletische Entstehung der Polythalamien anzunehmen. Dass demgemäß einzelne Formen, wie eben *Quinqueloculina* auf verschiedenem

Wege, aus verschiedenen Stammformen entstehen können, ist selbstverständlich und wir können in solchen Fällen in der That einen polyphyletischen Ursprung verzeichnen.

II. Systematischer Theil.

Indem wir nun zur Darlegung unserer Eintheilung der Foraminiferen übergehen, erscheint es nothwendig, einige Bemerkungen darüber zu machen, wie wir bei der Namengebung verfahren sind. Aus dem Vorstehenden ergibt es sich als selbstverständlich, dass wir zumeist genöthigt waren, neue Gruppen zu bilden, indem wir ja gar keine Rücksicht nehmen auf die einzelnen Kennzeichen, welche den bisherigen Eintheilungen zu Grunde gelegt wurden. Gewöhnlich kamen wir aber in die Lage, einen mehr oder weniger großen Theil der alten Familien in die unsrigen herüber zu nehmen, dasselbe ergab sich für die Gattungen. Wir sind nun, was die Namen angeht, in der Regel so verfahren, dass wir die alten, mehr oder weniger eingebürgerten Namen der alten Verbände auf die neuen übertragen haben. In anderen Fällen haben wir die Namen nach der wichtigsten oder nach der ursprünglichsten — nach der Ausgangsform einer Gruppe gewählt.

Was unsere großen Abtheilungen angeht, so sind es, nach Maßgabe der Hauptentwicklungsrichtungen, deren acht, welche aber in neun Hauptstämme zerfallen, indem die Orthoelminostegia aus zwei Hauptstämmen zusammengesetzt sind.

I. Astrorhizidae nobis.

Verzweigte aus Sand oder Schlamm bestehende offene Röhren oder eine Kammer mit sternförmigen solchen Röhren. Frei oder festgewachsen.

1. Fam. Protocystidae nobis.

Ganz unregelmäßige, sandschalige Blasen auf Steinen oder anderen Gegenständen festgewachsen mit unregelmäßigen,

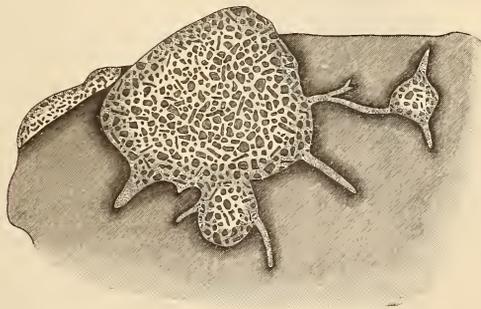


Fig. 14.

Placopsilina vesicularis Brady.

die Scheinfüßchen umschließenden Röhrchen und durch diese Röhrchen zuweilen zusammenhängend.

Placopsilina vesicularis Brady.

Nach der Abbildung von BRADY hat die größte der Blasen 1,5 mm Durchmesser (Fig. 14). Lebend, bei Buenos-Ayres und im Nordwesten von Irland gefunden von 630—1443 Faden (1150—2010 m) Tiefe.

2. Fam. *Astrorhizidae* nobis, non Brady.

Verzweigte, aus Sand oder Schlamm bestehende, an den Enden offene Röhren oder eine Kammer mit sternförmig abgehenden solchen Röhren, frei.

Astrorhiza nobis (*Astrorhiza* Sand. ad p.).

Sternförmig verzweigte, aus Sand oder seltener aus Schlamm bestehende, von einer Kammer ausgehende Röhren. Lebend.

A. angulosa Brady.

Sandig, dreieckig, mit kurzen Röhren. Von 78—1000 Faden (143—1829 m) Tiefe. BRADY t. XX.

A. arenaria Norm.

Sandig, sternförmig, oder unregelmäßig verzweigt mit weiter Kammer und kurzen Röhren. Von 150 bis 650 Faden (274—1189 m) Tiefe. BRADY t. XIX.

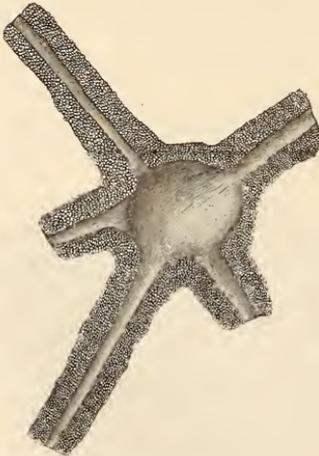


Fig. 15.

Astrorhiza abyssorum M. Sars.

A. (Rhizammina) abyssorum
M. Sars.

Sternförmig, oder drei- oder vierstrahlig, oder unregelmäßig strahlig, mit langen, gerade abstehenden Röhren und kleiner oder nicht sehr großer Kammer. Von 219—1900 Faden (398 bis 3475 m) Tiefe (Fig. 15). BRADY t. XXI.

A. limicola Sandahl.

Gehäuse aus Schlamm, unregelmäßig sternförmig, mit großer Kammer. Von 10—30 Faden (18—55 m) Tiefe. BRADY t. XIX.

Rhizammina nobis (*Rhizammina* Brady ad p. *Rhabdammina* M. Sars ad p.).

Unregelmäßig wurzelähnlich oder baumförmig verzweigte, sandige, nicht festgewachsene Röhren ohne Hauptkammer. Lebend.

Rh. (*Rhabdammina*) *cornuta* Brady.

Wurzelähnlich verzweigt. Von 350—1215 Faden (640—2200 m) Tiefe. BRADY t. XXII.

Rh. *algaeformis* Brady.

Baumförmig verzweigt, bildet den Übergang zu den *Dendrophryidae*. Von 630—2900 Faden (1150—4284 m) Tiefe. BRADY t. XXVIII.

Sagenella Brady.

Verzweigte, mit der Fläche festgewachsene Röhren.

S. frondescens Brady.

Lebend auf Nullipora. Von 6—35 Faden (29—64 m) Tiefe. BRADY t. XXVIII.

II. Siphonoforaminifera nobis (*Tubulata*).

An beiden Enden offene, ein- oder mehrkammerige, einfache oder verzweigte, oder mit einem Ende festgewachsene und dann stets verzweigte sandige, oder aus Schlamm oder Schwammkieselnadeln gebildete Röhren.

3. Fam. *Rhabdamminidae* nobis.

Einfache, gerade oder leicht gebogene, selten spiralig gewundene, ein- oder mehrkammerige, sandige oder aus Kieselnadeln bestehende Röhren.

Rhabdammina nobis (*Astrorhiza* Sandahl ad p. *Rhabdammina* M. Sars ad p.).

Gerade, einfache, sandige Röhren, zuweilen den Anfang einer Kammerung zeigend. Lebend.

Rh. (*Astrorhiza*) *granulosa* Brady.

Ungekammerte, an beiden Enden verjüngte, sehr dickwandige Röhren. In 1000 Faden (1829 m) Tiefe. BRADY t. XX.

Rh. linearis Brady.

Lange (7 und mehr mm), gerade oder leicht gebogene, dünne Röhren, in deren mittlerem Theil sich eine dünnwandigere Erweiterung (Kammer) befindet. Dünnwandig. Von 126—1900 Faden (230—3475 m) Tiefe. BRADY t. XXII.

Rh. (Astrorhiza) crassatina Brady.

Ähnlich granulosa, aber mit den Anfängen einer Kammerung im Innern, welche durch Erweiterung des Kanals entsteht und zuweilen auch äußerlich durch unregelmäßige Einschnürungen angedeutet ist. An den Enden zuweilen mehr abgerundet. Sehr dickwandig. In 640 Faden (1160 m) Tiefe. BRADY t. XX.

Rh. discreta Brady.

Lange, ziemlich dickwandige, an den Enden wie abgebrochene, stellenweise eingeschnürte Röhren mit den Anfängen einer Kammerung, welche durch die Einschnürungen äußerlich angedeutet ist. Von 350—2475 Faden (640—4500 m) Tiefe. BRADY t. XXII.

Marsipella Norman.

Leicht unregelmäßig gebogene, zuweilen in der Mitte erweiterte, nach den Enden verdünnte Röhren, ganz sandig oder in der Mitte aus Sand, nach den Enden zu aus Schwammkieselnadeln oder ganz aus letzteren bestehend. Lebend.

M. elongata Norman.

In der Mitte erweitert, sandig, nach den Enden aus Kieselnadeln bestehend. Ziemlich stark unregelmäßig gebogen, bis 6 mm lang. Von 129—900 Faden (236—1646 m) Tiefe. BRADY t. XXIV.

M. cylindrica Brady.

Ganz aus Kieselnadeln, gleich weit, wenig gebogen, 7 mm lang oder länger. Von 210—1900 Faden (382—3475 m) Tiefe. BRADY t. XXIV.

M. (Rhizammina) indivisa Brady.

Rein sandige, meist gebogene, an beiden Enden oft plötzlich zugespitzte Röhren, bis etwa 10 mm lang. Von 150—540 Faden (274—987 m) Tiefe. BRADY t. XXIX.

Bathysiphon M. Sars.

Bis über 50 mm lange, einfach gebogene, stellenweise einge-

schnürte, mehrkammerige, aus Sand und Schwammkieselnadeln bestehende Röhren.

B. filiformis M. Sars.

Einzige lebende Art. Bis 1425 Faden (2606 m) Tiefe. BRADY t. XXVI.

Gyrammina nobis (*Trochammina* Brady ad p.).

Spiralig in einer Ebene gewundene, an beiden Enden offene Röhre.

G. annularis Brady.

Im Kohlenkalk (*Palaeontographical soc.* 1876).

4. Fam. *Dendrophryidae* nobis.

Mit einem Ende, ohne blasige Erweiterung, festsitzende, baumförmig verzweigte, an den Enden offene, sandige oder aus Chitin und Schlamm bestehende Röhren, oder einfache solche Röhren, im letzteren Fall am oberen Theil mit Kieselnadeln.

Haliphysema Bowerbank.

Einfache, festsitzende oder oben verzweigte Röhre, unten sandig, nach den freien Enden zu außen mit nach vorn und außen abstehenden langen Kieselnadeln besetzt.

2 lebende Arten.

H. Tumanowiczii Bowerbank.

Einfacher unverzweigter Schlauch, 1,3 mm. Von 20—25 Faden (36—45 m) Tiefe. BRADY t. XXVIII.

H. ramulosum Bowerbank.

Verzweigt, bis 2,6 mm. Ebberegion bis 15 Faden (27 m) Tiefe. BRADY t. XXVII.

Dendrophrya Right.

Verzweigte, aus Chitin und Schlamm gebildete, Röhren. Lebend.

D. radiata Right.

Fast ohne Stiel, liegend, 6 mm. Ebberegion. BRADY t. XXVIIA.

D. erecta Right.

Baumförmig. Ebberegion. BRADY t. XXVIIA.

5. Fam. Saccorhizidae nobis.

Verzweigte, sandige Röhren, deren Ausgangspunkt ein am unteren Ende der Stammröhre befindlicher runder Sack bildet, frei oder mit dem Sack festsitzend.

Psammatodendron Brady (*Hyperammina* Brady ad p.).

Sandige, dünne, gabelig verzweigte Röhren, unten mit blasiger, festsitzender Erweiterung.

P. arborescens Norman.

Lebend. Von 20—350 Faden (36—558 m) Tiefe. BRADY t. XXVIII.

Saccorhiza nobis (*Hyperammina* Brady ad p.).

Frei.

S. ramosa Brady.

Lebend, fossil im Jura. Von 60—3000 Faden (110—5487 m) Tiefe. BRADY t. XXIII.

III. Cystoforaminifera nobis (Vesiculata).

Die Gehäuse sind blasige oder kugelförmige Schalen, mit oder ohne Hauptöffnungen, häutig (Chitin), sandig oder kalkig, meist ein-kammerig (selten vielleicht mehrkammerig).

6. Fam. Gromiidae Carp.

Häutige oder Chitin-Schale mit einer Hauptöffnung oder mit zwei solchen an den entgegengesetzten Enden, zuweilen mit Fremdkörpern besetzt. Einzeln, selten in Kolonien (*Microgromia socialis*), lebend. Süßwasser und Meer.

7. Fam. Psammosphaeridae nobis.

Einfache oder kolonienbildende sandige Höhlkugeln ohne Hauptöffnung. Die Scheinfüßchen treten durch die Zwischenräume der Sandkörner aus.

Psammosphaera F. E. Schulze.

Einfache Kugeln.

Ps. fusca F. E. Schulze¹.

Grobsandig, lebend wohl in allen Meeren von 440—2750 Faden (800—5010 m) Tiefe, fossil im Schweizer Jura. BRADY t. XVIII.

¹ Nach RHUMBLER (a. a. O.) soll *Ps. fusca* die Jugendform einer *Saccamina* sein.

Ps. (Webbina) hemisphaerica Park. Jon.

Feinsandig, halbkugelig, mit der ebenen Fläche festsitzend, lebend von 25—33 Faden (45—60 m) Tiefe und in der Kreide. BRADY t. XLI.

Sorosphaera Brady.

Kolonienbildende sandige Kugeln.

S. confusa Brady.

Lebend von 630—2900 Faden (1152—5284 m) Tiefe. BRADY t. XVIII.

Stortosphaera F. E. Schulze.

Unregelmäßige Kammern mit Öffnungen auf Hervorragungen.

St. albida F. E. Schulze.

Lebend von 180—530 Faden (329—969 m) Tiefe. BRADY t. XXV.

8. Fam. Saccamminidae nobis.

Einfache, auch an einander geklebte, kugelige, sandige, kalkige oder aus Schwammnadeln gebildete Blasen mit je einer Hauptöffnung oder auch mit zwei Hauptöffnungen an den entgegengesetzten Enden.

Saccamina Sars.

Sandig, eine oder mehrere an einander geklebte Kammern. Bilden in manchen Gegenden den ganzen Meeresniederschlag und in der Steinkohle von Nordengland und Schottland ganze Gesteine. Fossil schon im unteren Silur.

S. sphaerica M. Sars.

Frei oder festsitzend, kugelig oder birnförmig. Öffnung mit ganz kurzem Hals. (Vielleicht auch vielkammerig und dann die jüngeren Kammern kleiner. BRADY t. XVIII, f. XVI.) Lebend von 173—1443 Faden (315—2640 m) Tiefe. BRADY t. XVIII.

S. socialis Brady.

Mehrere selbständige Kammern an einander geklebt. Lebend von 1263—2050 Faden (2308—3729 m) Tiefe. BRADY t. XVIII.

S. difflugiformis (*Rheophax difflugiformis* Brady).

Einzelne ei- oder flaschenförmige Kammern, deren Öffnung an einem längeren Halse sitzt. Fein oder grobsandig. Meer, Brakwasser

(Dublin), von 58—3950 Faden (106—7224 m) Tiefe. BRADY t. XXX.

S. ampullacea (Rheophax ampullacea Brady).

Grobsandig, flaschenförmig, seitlich zusammengedrückt. Lebend in 120 Faden (219 m) Tiefe. BRADY t. XXX.

Pseudoplacopsilina nobis (Placopsilina Brady).

Sandig, halbkugelig, festgewachsen mit zwei entgegengesetzten Öffnungen.

P. bulla Brady.

Lebend, von 299—2160 Faden (544—3930 m) Tiefe. BRADY t. XXXV.

Pillulina Carpenter.

Kugelig, Wände aus Schwammnadeln und Sand bestehend, mit schlitzförmiger Hauptöffnung und etwas erhobenen Lippen.

P. Jeffreysii Carpenter.

Lebend von 630—1476 Faden (1152—2717 m) Tiefe. BRADY t. XXV.

Lagena Walker und Boys.

Kalkig, kugelige, flaschenförmige oder langgestreckte Kammer mit einer meist an einem Hals befindlichen Hauptöffnung, zuweilen mit stacheligen Fortsätzen oder flügelartigen Verbreiterungen auch gerieft, gefältelt etc., durchlöchert. Vom oberen Silur an bis heute. Von der Ebberegion bis 3000 Faden (5487 m) Tiefe.

9. Fam. *Kyphamminidae*¹ nobis (*Thuramminidae* Brady ad p.).

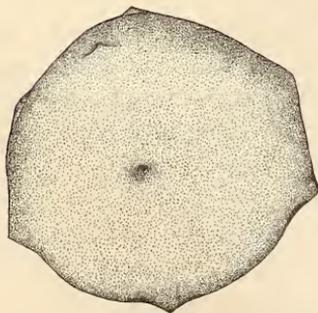


Fig. 16.

Thurammina papillata Brady.

Sandig, unregelmäßig oder kugelig mit durchlöcherten, zum Austritt der Scheinfüßchen dienenden Höckern, das Gehäuse schließt zuweilen ein kleineres ein, vgl. *Orbulina* unter den Globigerinen.

Thurammina Brady.

Jura (auch Württemberg), lebend, von 630—2740 Faden (1152—5174 m) Tiefe. BRADY t. XXXVI, XXXVII. (Fig. 16.)

¹ *zυφός*, hückerig.

IV. Ascoforaminifera nobis (Utriculata).

Einfache, an einem Ende geschlossene, am anderen offene Schläuche oder Röhren aus Sand, selten aus Schlamm oder Kieselnadeln gebildet.

10. Fam. Ammoasconidae nobis.

Gerade oder leicht gebogene, im geschlossenen Theil mehr oder weniger erweiterte oder trichterartige Gehäuse. Meist sandig.

Jaculella Brady.

Gehäuse eine grobsandige, trichterförmige, nach dem offenen Ende zu erweiterte Röhre. Zwei lebende Arten von 60—2900 Faden (110—5284 m) Tiefe. BRADY t. XXII.

Pelosina Brady.

Flaschenförmige, in eine lange Röhre ausmündende Schläuche oder einfache, hinten schlauchförmig geschlossene Röhren. Aus feinem Schlamm mit chitiner Grundlage (Fig. 17).

Drei lebende Arten von 125—2900 Faden (228 bis 5284 m) Tiefe. BRADY t. XXV, XXVI.

Hippocrepina Parker.

Feinsandige, fingerförmige Schläuche, eine lebende Art in 10—20 Faden (18—36 m) Tiefe. BRADY t. XXVI.

Bactrammina nobis (*Hyperammina* Brady ad p.).

Gerade oder leicht gebogene, ziemlich dünne, lange, einfache, sandige Röhren, deren geschlossenes Ende leicht erweitert ist.

B. elongata Brady.

Lebend 8 mm lang, von 80—3124 Faden (146—5713 m) Tiefe. BRADY t. XXIII.

Ammolagena nobis (*Webbina* Jones und Parker ad p.).

Gehäuse feinsandig, flaschenförmig mit lang ausgezogenem Hals, die eine Seite abgeflacht und angewachsen.

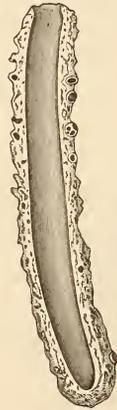


Fig. 17.
Pelosina cylindrica
Brady.

A. clavata Jones und Parker.

Braungelb, 0,5—1 mm lang, lebend von 100—2000 Faden (153 bis 3638 m) Tiefe. BRADY t. XLI.

Botellina Carpenter.

Grobsandige, gerade oder etwas gebogene, am geschlossenen Ende leicht erweiterte, außen unregelmäßige Stäbe, welche nur in ihrem hintersten Theil ganz hohl sind, während im übrigen die Baumasse den ganzen Stab bis auf unregelmäßige Lücken erfüllt.

B. labyrinthica Brady.

15 mm lang. Lebend in 440 Faden (800 m) Tiefe. BRADY t. XXIX.

Technitella Norman.

Gehäuse schlauch- bis eiförmig mit runder Öffnung, die Wand aus der Länge nach angeordneten Kieselstückchen von Schwämmen bestehend.

Drei lebende Arten von 120—2350 Faden (219—4278 m) Tiefe. BRADY t. XXV.

11. Fam. Serpuleidae nobis.

Serpula-ähnlich gewundene, sandige, lange, dünne, an einem Ende geschlossene, liegende, mehr oder weniger festgewachsene Röhren.

Serpulella nobis (Hyperammina Brady ad p.).

S. vagans Brady.

Lebend, von 15—2900 Faden (27—5284 m) Tiefe, eine ähnliche Art im Aargauer Jura. BRADY t. XXIV.

V. Stichostegia nobis.

Freie, einreihig gekammerte, hinten geschlossene, sandige oder kalkige Röhren.

A. Sandige: *Psammatostichostegia*.

12. Fam. Hyperamminidae nobis.

Sandige Röhren mit beginnender Kammerung, die hinterste Kammer ein kugeliges Hohlraum, nur die vorderste mit Öffnung.

Hyperammina nobis (Brady ad p.).

Lebend.

H. friabilis Brady.

Kammerung kaum angedeutet, bis 16 mm von 350—1425 Faden (638—2606 m) Tiefe. BRADY t. XXIII.

H. subnodosa Brady.

Deutlicher gekammert bis 18 mm, von 20—2600 Faden (36 bis 4735 m) Tiefe. BRADY t. XXIII.

Rheophax nobis (Montfort ad p.).

Grob- oder feinsandige, oder Schwammnadeln und andere Fremdkörper in der Wand führende, mehr oder weniger langgestreckte Stichostegier. Die jüngsten Kammern meist die größten, das älteste dünne Ende leicht gebogen.

Rh. scorpiurus Montf.

Meist grobsandig mit wenigen Kammern. Lebend, von 3—3950 Faden (5—7224 m) Tiefe, fossil Jura. BRADY t. XXX.

Abart *Rh. fusiformis* Williamson.

Äußerlich und zuweilen auch innerlich einkammerig. This is a starved shallow-water variety of *Rh. scorpiurus* (BRADY, p. 291). In weniger tiefem Wasser, während die Hauptform von 3—4 Faden bis 3900 Faden Tiefe vorkommt.

Weitere lebende Arten:

- Rh. pilulifera* Brady.
- Rh. dentalifera* Brady.
- Rh. bacillaris* Brady (Fig. 18).
- Rh. nodulosa* Brady.
- Rh. guttifera* Brady.
- Rh. spiculifera* Brady.
- Rh. distans* Brady.
- Rh. adunca* Brady.
- Rh. membranacea* Brady.
- Rh. sabulosa* Brady.
- Rh. cylindrica* Brady.

Hormosina Brady.

Reihen stark abgeschnürter kugelig bis birnförmig



Fig. 18.
Rheophax bacillaris Brady.

miger Kammern. Hauptöffnung flaschenhalsähnlich. Fünf Tiefseearten bis 12,5 mm.

13. Fam. Aschemonellidae nobis.

Verzweigte Ketten stark abgeschnürter Kammern, jede mit einer oder mehreren Öffnungen. Sandig.

Aschemonella Brady.

Zwei lebende Arten in 1500—2900 Faden (2743—5284 m) Tiefe. In die Nähe gehört vielleicht die kalkige

Ramulina Rupert Jones.

Sackartige Gehäuse mit auf Röhren stehenden Öffnungen, sind durch längere oder kürzere Röhren mit einander verbunden.

R. globulifera Brady. Kammern mehr oder weniger stachelig. Lebend, vielleicht auch in der Kreide. Vielleicht hat aber diese Form Beziehungen zur Gattung *Uvigerina*: bei *U. interrupta* Brady sind die stacheligen Kammern anderer Arten derart aus einander gezogen, dass sie je durch eine Röhre verbunden sind.

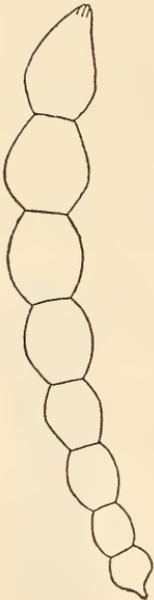


Fig. 19.

Nodosaria soluta Reuss.

B. Kalkige: *Titanostichostegia*.

14. Fam. Nodosaridae nobis.

Gerade, zuweilen hinten leicht gebogene, durch kalkige Kammern gebildete Stäbe, die vorderen Kammern größer werdend. Mit durchbohrten Wänden, häufig längsgerieft oder mit stacheligen oder anderen Fortsätzen.

Nodosaria Lamarek (Fig. 19).

Lebend bis zu 3000 Faden (5487 m) Tiefe, fossil vom Kohlenkalk an. EHRENBERG bildet aus dem silurischen Grünsand von St. Petersburg (Ber. d. Berl. Ak. 1858 in Fig. 2) einen Steinkern ab, welcher wahrscheinlich von einer Nodosarie her stammt.

VI. Textularidae Carpenter.

Gehäuse aus hinten oder durchweg zwei- oder mehrzeilig angeordneten Reihen von Kammern bestehend, von welchen die jüng-

sten die größten sind. Sandig, kalkigsandig oder kalkig, meist durchlöchert. Die kalkigen oft gerieft, stachelig etc. Eine Hauptöffnung oder statt derselben wenige grobe Poren. Vom Silur an. Es beziehen sich unter den von EHRENBURG (Monatsber. der Berl. Akad. 1858) abgebildeten Steinkernen aus dem silurischen Grünsand von St. Petersburg vier (Fig. 3—6) auf Textulariden. Fig. 6 ist Bulimina-ähnlich.

15. Fam. Opistho-Dischistidae nobis.

Hinten zweizeilig, vorn einzeilig.

A. Cribrosa.

Mit groben Poren statt der Hauptöffnung. Scheidewände der Kammern gewöhnlich mit einer großen Öffnung (vgl. Endothyridae). Eine sehr ursprüngliche Form scheint zu sein

Climacammina antiqua Brady

aus der Kohle von England (BRADY, Pal. soc. 1876), sandig, die hinteren Kammern unregelmäßig zweizeilig, die vorderen oft schief gelagert. Hinterende zuweilen gekrümmt, bis 2,5 mm lang oder länger.

Moellerina nobis (Cribrostomum v. Moeller ad p.)¹.

Kalkig.

M. gracile v. Moeller l. c.

M. elegans v. Moeller l. c.

M. pyriforme v. Moeller l. c.

Alle im russischen Kohlenkalk.

Hierher auch die lebende, sandige

M. (Bigenerina) robusta Brady.

BRADY t. XLV (Fig. 20).

B. Osculosa

mit einer Hauptöffnung.

Protoschista nobis (Rheophax Park. ad p.).

Sandig, nur die hinteren zwei oder drei Kammern doppelt von einander abstehend (Fig. 21).

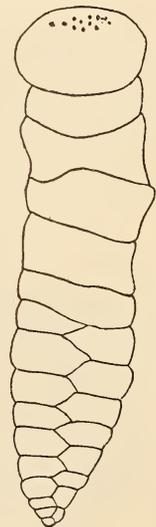


Fig. 20.
Moellerina robusta
Brady.

¹ v. MOELLER, Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg 1879. Bd. XXVII.

P. findens Parker.

Lebend, in 15—20 Faden (27—36 m) Tiefe. BRADY t. XXXII.

Bigenerina d'Orbigny.

Kalkig sandig, die hinteren Kammerreihen doppelt, nicht von einander abstehend. Seit Kohle, etwa fünf lebende Arten. *B. capreolus* d'Orb. (Fig. 22) bildet den Übergang zu den Pavoninidae, indem die breiten kurzen Kammern des flachen Gehäuses sich gebogen nach hinten über einander legen. Von 25—1000 Faden (45—1829 m) Tiefe.

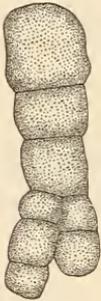


Fig. 21.
Protoschista findens
Parker.



Fig. 22.
Bigenerina capreolus
d'Orb.

Sagrina (d'Orbigny) Parker
und Jones.

Kalkig, vorderste Kammer mit erster runder Hauptöffnung (krugartig). Zu hinterst Beginn

einer Doppelreihe kleinster Kammern, zuweilen aber ganz einreihig, so den Übergang zu *Nodosaria* bildend. Lebend, bis zu 200 Faden (364 m) Tiefe und seit Tertiär. (*Sagrina columellaris* Brady gehört zu *Cristellaria*.)

16. Fam. Pavoninidae nobis.

Die hinteren Kammerreihen doppelt, die vorderen einfach, die vorderen je seitlich über die hinteren nach außen herübergebogen, das Ganze flach, pfauenschwanzähnlich. Keine Hauptöffnung, nur Poren. Kalkig?

Pavonina d'Orb.

Nur eine lebende Art. *P. flabelliformis* d'Orb. (Fig. 23) von 2—390 Faden (3,6—713 m) Tiefe. BRADY t. XLV.

17. Fam. Dischistidae nobis.

Ganz zweireihig.

A. *Cribrosa*.

Cribrostomum v. Moeller l. c.

Cr. patulum Brady, die letzte Kammer ist noch nicht geteilt.

Cr. eximium Eichw., auch die letzte Kammer kann getheilt sein.
 Cr. Bradyi v. Moeller } die letzte Kammer stets getheilt.
 Cr. commune v. Moeller }

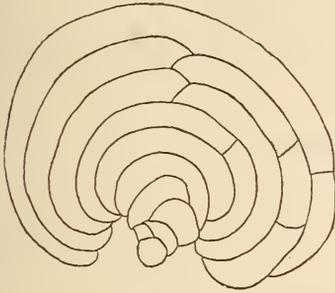


Fig. 23.
Pavonina flabelliformis d'Orb.

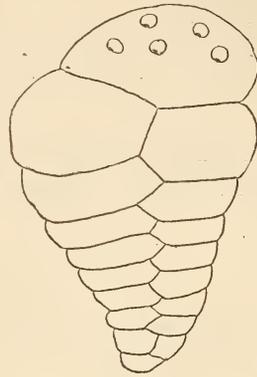


Fig. 24.
Cribrostomum textulariforme
 v. Moeller.

B. Osculosa.

Textularia DeFrance.

Die Gattung *Textularia* besteht aus Formen, welche theils langgestreckt sind, ähnlich *Nodosarien*, bald kurz zusammengezogen, unter letzteren sind besonders bemerkenswerth vollkommen kreiselartige, ähnlich der dreireihigen *Valvulina*, z. B. *T. trochus* d'Orbigny seit der Kreide. Kalkigsandig oder kalkig von der unteren Kohle an. Die Kammern zuweilen mit seitlichen Öffnungen (*T. siphonifera* Brady). Etwa 30 lebende Arten. Hierher wohl auch *Ehrenbergina* Reuß. Vom Kohlenkalk an lebend in allen Tiefen.

Vielleicht hierher auch *Haplostiche Soldanii* Jones und Parker.

Globotextularia nobis (*Haplophragmium* Brad. ad p.).

Sandig, die jüngsten Windungen kugelig, groß, Globigerinen-ähnlich.

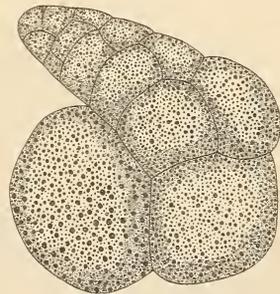


Fig. 25.
Globotextularia anceps Brady.

Globotextularia anceps Brady.

Lebend von 390—2200 Faden (713—3900 m) Tiefe. (Fig. 25.)

18. Fam. Opistho-Trischistidae nobis.

Hinten drei-, vorn ein- oder zweireihig. Lebend, fossil seit der Kreide.

A. Cribrosa.*Chrysalidina* d'Orb.

Kalkig. Lebend, von 7—155 Faden (15—275 m) Tiefe und fossil seit der Kreide. BRADY t. XLVI.

B. Osculosa.*Clavulina* d'Orb.

Feinsandig. Lebend, in allen Tiefen und fossil seit der Kohle. BRADY t. XLVIII.

Gaudryina d'Orb.

Kalkig und kalkigsandig. Hinten drei-, vorn zweireihig mit Hauptöffnung. Lebend in allen Tiefen und fossil seit der Kreide. BRADY t. XLVI.

19. Fam. Trischistidae nobis.

Kalkigsandig, sandig. Dreireihig.

Verneuulina d'Orb.

Kalkigsandig (hyalin) (?), mit länglicher Hauptöffnung. Lebend in allen Tiefen und fossil seit der Kreide. BRADY t. XLVII.

Tritaxia Reuß.

Sandig und sandigkalkig (?). Mit runder Hauptöffnung. Lebend von 155—1240 Faden (275—2269 m) Tiefe und fossil seit der Kreide. BRADY t. XLIX.

Valvulina d'Orb.

Kreiselförmig (Trochus-ähnlich). Sandig, Öffnung theilweise bedeckt durch eine klappen-(Valvula-)ähnliche Lippe, theils festsetzend, theils frei. Von der Kohle an, lebend in allen Tiefen. BRADY t. XLIX.

20. Fam. Buliminidae nobis.

Hinten oder durchweg zwei- oder dreireihig, die jüngsten Windungen in der Regel viel größer, das Ganze oder der hintere Theil

häufig mehr oder weniger Bulimus-ähnlich gedreht. Kalkig oder etwas sandig. Lebend, fossil vom Trias an.

Bulimina d'Orb.

Mit mehreren Untergattungen, darunter *Virgulina* d'Orb., zweireihig, mit Neigung zur *Cassidulina*-Bildung. *Bolivina* d'Orb. zweireihig, *Textularia*-ähnlich. *Pleurostomella* Reuß zweireihig, mit großer, unten ausgeschnittener Hauptöffnung u. a. Zuweilen gerieft oder stachelig. Fossil von der oberen Trias an, lebend in allen Tiefen. BRADY t. L (Fig. 26).

Hierher ist wohl auch zu stellen die Gattung

Polymorphina d'Orb.

Die einzelnen Kammern gewöhnlich nicht bauchig vorragend, wie meist bei den *Buliminidae*, sondern das ganze Gehäuse mit gemeinsamem Umriss. Die letzte Kammer gewöhnlich sehr viel größer als die übrigen, zuweilen gerieft oder stachelig, die Hauptöffnung sternförmig wie bei *Cassidulina*, auch die ältesten Windungen manchmal *Cassidulina*-ähnlich (vgl. oben *Virgulina*).

Kalkig, lebend in allen Tiefen und fossil vom Silur (?) an. BRADY t. LXXI.

In die Nähe von *Bulimina* gehört auch

Uvigerina d'Orb.

Kalkig, ausgezeichnet durch eine auf kurzem Hals stehende runde Hauptöffnung, oft gerieft oder stachelig, oder beides.

Lebend in allen Tiefen, fossil seit dem Tertiär. BRADY t. LXXIV.

21. Fam. *Fronicularidae* nobis.

Flache, fächerähnliche Gehäuse, deren vordere Kammern ähnlich wie bei den *Pavoninidae* über die hinteren nach beiden Seiten herum gelagert sind, dieselben umschließend, aber nicht gebogen, sondern in spitzem Winkel. Die ältesten Kammern sind *Nodosaria*-, *Textularia*- oder *Cassidulina*-ähnlich. Eine enge Hauptöffnung. Lebend von 80—600 Faden (128—1097 m) Tiefe und fossil seit der Kreide.

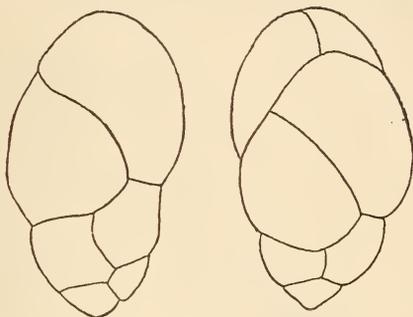


Fig. 26.
Bulimina pupoides d'Orb.

Den Ausgangspunkt scheinen Formen zu bilden wie

Frondicularia spathulata Brady,

deren Kammern Nodosarien-ähnlich angeordnet sind, nur zeigen die älteren den Beginn winkelliger Übereinanderlagerung. Lebend, ähnliche Formen im Lias und Tertiär (Fig. 27).



Fig. 27.

Frondicularia spathulata Brady.

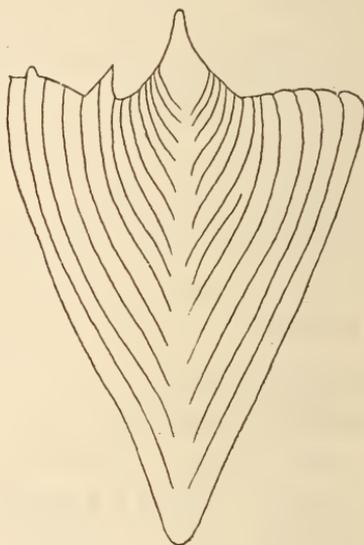


Fig. 28.

Frondicularia alata d'Orb.

Cassidulina-ähnlich sind die hintersten Kammern z. B. bei

F. alata d'Orb.

Lebend und tertiär (Fig. 28).

Hinten zweireihig sind sie bei

F. interrupta Karrer. und

F. inaequalis Costa,

beide lebend und miocän, bei letzterer ist das hintere Ende zugleich zuweilen etwas gebogen.

VII. Enclinostegia nobis.

Die hinteren oder sämtliche Kammern schief an einander gereiht.

22. Fam. Cassidulinidae nobis.

Sandig oder kalkig.

Cristellaria Lamarek.

Sandig oder kalkig, Kammern einzeilig, die hintersten kleinen Jakobinermützen-artig gelagert, die vordersten gerade oder schief, oder die hintersten spiralig gewunden, die vordersten schief oder endlich alle spiralig gewunden, die jüngste mit einfacher oder sternförmiger Hauptöffnung. Fossil vom Silur (?) an, lebend in allen Tiefen. BRADY t. LVI.

A. *Cristellariae* opisthostreptae.

Nur hinten gewunden.

a. Sandig mit runder Hauptöffnung.

C. (*Haplophragmium*) *cassis* Parker.

Lebend von 5—20 Faden (9—36 m) Tiefe (Fig. 29).

b. Kalkig mit sternförmiger Hauptöffnung.

α) Die hinteren Kammern nicht spiralig gewunden, von den vorderen nicht überlagert, fast *Nodosarien*-ähnlich. Gehäuse nicht oder nicht stark seitlich zusammengedrückt.

C. *crepidula* Fichtel und Moll.

Lebend, fossil vom Lias an.

Ähnlich

C. *Schloenbachi* Reuß.

Lebend, fossil von der oberen Kreide an.

Dann

C. *obtusata* Reuß und

C. *tenuis* Bornemann.

Beide lebend, fossil vom Tertiär an.

Hierher wahrscheinlich auch

Vaginulina linearis Montagu und

V. spinigera Brady.

β) Die hinteren Kammern spiralig gewunden, von den vorderen schiefen überlagert. Gehäuse flach.

C. *tricarinella* Reuß.

Lebend, fossil von der Kreide an.

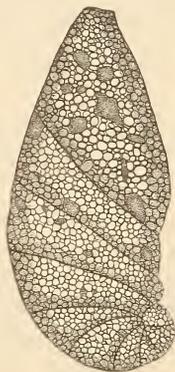


Fig. 29.

Cristellaria cassis Parker.

Ganz wie eine halbseitige Frondicularia verhält sich

C. (Vaginulina) patens Brady.

Eine Übergangsstufe zu dieser Gestaltung ist

C. gemmata Brady.

C. Sidalliana Brady.

Lebend. Manche Stücke ganz Ammoniten-ähnlich gewunden.

Fast ganz gewunden sind auch:

C. reniformis d'Orb. (Fig. 30).

C. nitida d'Orb.

C. crassa d'Orb.

C. aculeata d'Orb.

C. costata Fichtel und Moll u. A.

Einzelne Stücke letzterer Art ganz gewunden.

Alle diese Formen lebend und fossil vom Tertiär an.

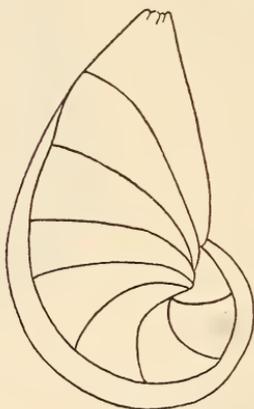


Fig. 30.

Cristellaria reniformis d'Orb.

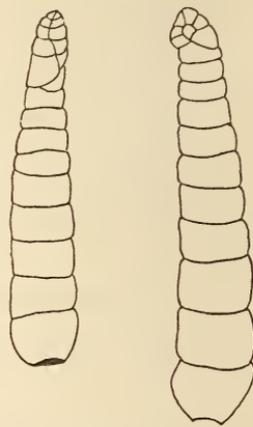


Fig. 31

Sagrina columellaris Brady.

B. *Cristellariae* holostreptae.

Ganz spiralgig gewunden:

C. rotulata Lam.

C. vortex Fichtel und Moll.

C. orbicularis d'Orb. etc.

Alle lebend und vom Tertiär an.

Cassidulina d'Orb.

Hinten zweizeilig, *Textularia*-ähnlich, stabförmig oder gewunden,

mit nicht sternförmiger Mundöffnung. Lebend in allen Tiefen und vom Eocän an fossil¹. BRADY t. LIV.

A. *Cassidulinae opisthostreptae*.

Eine stabförmige, nur hinten schief gereihte Art ist z. B.

C. *Bradyi* Norman.

Als nur hinten gewundene gehört hierher wohl:

C. (*Truncatulina*) *variabilis* d'Orb.

Nahe steht auch die als

Sagrina columellaris Brady

beschriebene Form den ersten Anfängen der *Cassidulinae*-Bildungen (vgl. die *Textularien*). (Fig. 31.)

C. *Parkeriana* Brady

ist zuweilen schon ganz gewunden.

B. *Cassidulinae holostreptae*.

C. *laevigata* d'Orb.

C. *crassa* d'Orb.

C. *subglobosa* Brady.

C. *contraria* Reuß.

VIII. *Orthoklinostegia*.

Regelmäßig, nicht schief, theilweise oder ganz gewundene (eingerollte) oder zusammengelegte Kammerreihen, seltener einkammerig (*Cornuspiridae*).

A. *Cornuspirenstamm*.

23. Fam. *Cornuspiridae nobis*.

Gehäuse eine meist in einer Ebene aufgerollte, hinten geschlossene Röhre, einkammerig, sandig oder kalkig. Seit der Kohle lebend.

A. Sandige.

Ammonema nobis (*Trochammina* Brady ad p.).

Freie, röhrenförmige, sandige, nach vorn sich allmählich erweiternde, unregelmäßig gebogene und oft hinten aufgewickelte Gehäuse.

¹ Merkwürdigerweise scheinen unter den Abbildungen EHRENBURG's (l. c.) von untersilurischen Steinkernen Fig. 9 und 14 schon *Cassidulinae* anzugehören.

Ammonema filum Schmidt.

Zechstein von Selters.

Ammodiscus Reuß.

In einer Ebene oder mehr oder weniger spiralgig aufgerollt. Seit der Kohle, lebend in allen Tiefen. BRADY t. XXXIII.

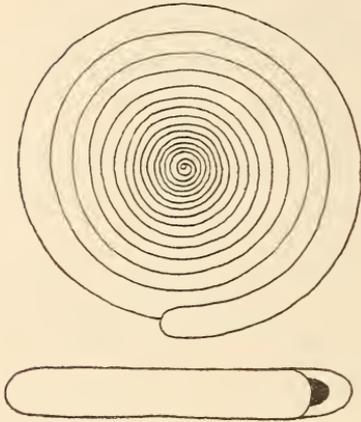


Fig. 32.
Ammodiscus incertus d'Orb.

A. tenuis Brady.

Locker und nicht vollkommen regelmäßig, aber ganz flach gewunden. Nur etwa acht Windungen. Lebend.

A. incertus d'Orb.

Ganz regelmäßig flach gewunden. Etwa 16 Windungen. Seit der Kohle lebend. (Fig. 32.)

Mehr oder weniger spiralgig gewunden sind:

A. gordialis Jones und Parker.

Lebend seit der Kohle. Die letzten Windungen schräg und quer über die anderen herüberlaufend.

A. charoïdes Jones und Parker.

Lebend vom Jura an. Spiralgig, fast zur Halbkugelform gewunden, die letzte Windung zuweilen quer oder schief über andere herübergelagert.

A. shoneanus Siddal.

Langspiralgig zur Stabform gewunden, äußerlich Nodosarien-ähnlich. Lebend.

B. Kalkige.

Cornuspira M. Schultze.

Stets in einer flachen Ebene gewunden, nicht durchlöchert. Vom Lias an, lebend von 70—1900 Faden (126—3475 m) Tiefe. BRADY t. XI.

C. foliacea Phil.

ist dadurch bemerkenswerth, dass die jüngste Windung sich nach der Öffnung zu sehr verbreitert.

Spirillina Ehrenberg.

In einer Ebene oder etwas eingedrückt gewunden. Durchlöchert. Lebend bis 1400 Faden (2550 m) Tiefe, seit Miocän. BRADY t. LXXXV.

24. Fam. Miliolidae Carpenter.

Gehäuse mehrkammerig, Kammern geknickt oder gerollt und geknickt, in einer Ebene um einander gelagert. Sandigkalkig oder kalkig, oft porzellanartig, die ältesten sandig, nicht durchbohrt, letzte Kammer mit einer Hauptöffnung, in welche zuweilen eine halbe, innen oft gegabelte Scheidewand hineinragt. Meist dickschalig; weil mehr an den Küsten lebend. Gehäuse oft gerieft, auch netzartig oder höckerig. Von der Trias an.

A. Miliolidae opisthostreptae nobis.

Nur die hinteren Kammern sind geknickt über einander gelagert, die vorderen Nodosarien-ähnlich, längsgerieft. Je älter die Thiere werden, um so mehr werden sie durch Entwicklung jüngerer Kammern Nodosarien-ähnlich. Kalkig vom unteren Tertiär an.

Articulina d'Orb.

Vom Tertiär an, lebend bis 500 Faden (914 m) Tiefe. BRADY t. XII.

A. funalis Brady.

Im Alter ganz Nodosarien-ähnlich, hat nur hinten eine Anschwellung, welche aus mehreren, äußerlich nicht sichtbaren Miliolakammern gebildet ist.

A. conico-articulata Batsch.

Die hinteren Kammern um einander geknickt, die vorderen gerade, ziemlich langgestreckt, besonders die vorderste. Mündung rund. Es giebt aber Formen, welche sich genau wie die vorige verhalten, indem alle Kammern in einer geraden Linie liegen, die hinterste aber sackartig angeschwollen ist.

Nahe stehen einige andere Arten der Gattungen *Articulina* und *Vertebralina* d'Orb., meist mit spaltförmiger Öffnung, übergehend in Formen wie *A. sulcata* Reuß, bei welchen die hinteren Windungen sich an die vordere seitlich anlegen.

Ptychomiliola nobis (*Miliolina* Brady ad p.),

nennen wir eine andere opisthostrepte Form, welche sehr kräftig

längsgefaltet ist und deren hinterste Kammern mehrfach zusammengelegt sind und sich an die vorderste nur theilweise anlegen oder dieselbe freilassen. Mündung mit einem T-förmigen Vorsprung der Wand.

Pt. separans Brady.

Lebend von 8—155 Faden (15—283 m) Tiefe. Zu den folgenden (Holostreptae) würde gehören *Pt. (Miliolina) linneana* d'Orb. (Fig. 33).



Fig. 33.
Ptychomiliola separans Brady.

B. Miliolidae holostreptae nobis.

Zu Holostreptae, bei welchen, wie bei der ebengenannten *Ptychomiliola linneana*, schon die ersten Windungen geknickt über einander liegen, dürften noch mehrere Gattungen und Arten zu stellen sein, was aber erst Schiffe entscheiden könnten. Diese Formen würden also entweder von Nodosarien ausgegangen sein oder der Vorgang, welcher bei den folgenden sich erst später einstellt, nämlich die Knickung, wäre schon auf die ältesten Kammern übergegangen. Diese, und dahin gehören offenbar weitaus die meisten Milioliden, bilden zuerst eine gewundene Kammer, ähnlich *Cornuspira* und um diese herum legen sich geknickte. Solche Formen würden sich also an *Cornuspira* anschließen. Ein sehr schönes Beispiel der Art ist schon äußerlich

Ophthalmidium Kübler,

bei welchem, wie auch bei *Spiroloculina* d'Orb., alle Windungen, auch die innersten, von außen sichtbar sind.

Zu diesen *Spiromiliolidae*, wie man die Gruppe nennen könnte, scheinen nach den Durchschnitten, welche BRADY giebt, die meisten kalkigsandigen Formen zu gehören.

25. Fam. Orbitolitidae nobis.

Zu den Milioliden werden gewöhnlich noch die Gattungen *Hauerina* d'Orb., *Peneroplis* Montf., *Orbiculina* Lamck., *Orbitolites* Lamck. und *Alveolina* Bosc. gestellt. Alle sind porzellanartig kalkig, undurchbohrt und haben an Stelle der Hauptöffnung der letzten Kammer zahlreiche Poren. Sie

kommen fossil vom Lias an, lebend bis zu 300 Faden (548 m) Tiefe vor.

Hauerina ist in der That eine Miliola mit solchen Endöffnungen, deren jüngste Kammern Stücke von Windungen darstellen (wie das bei zahlreichen anderen Miliola auch vorkommt) und in einer Ebene um einander gerollt sind in der Weise, dass mehr als zwei



Fig. 34.

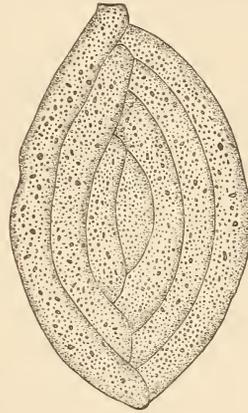
Ophthalmidium tumidulum Brady.

Fig. 35.

Spiroloculina asperula Karrer.

Fig. 36.

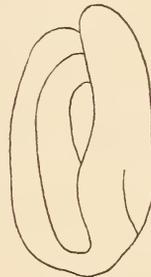
Miliolina cultrata Brady.

Fig. 37.

Agathammina milioloides Brady.

der jüngsten Kammern zur Herstellung eines Umkreises des Ganzen verwendet werden.

Peneroplis bietet ganz verschiedene Formen: erstens stabförmige, im vorderen Theil Nodosarien-ähnliche, hinten aber eingerollte (*opisthostrepte*), wie *Peneroplis cylindraceus* Lamck., stärker eingerollt ist *P. arietinus* Bartsch; zweitens solche, welche ebenfalls nur hinten eingerollt, deren vordere Windungen bei stark

aber sehr breit, kurz und halbbogenförmig an einer Seite bei stark flächenartiger Ausbreitung des Ganzen über einander gelagert sind, wie eine halbseitige Pavonina (vgl. *Vaginulina patens* unter den *Cassidulinidae*); drittens Formen, welche ganz eingerollt sind (holostrepte) und deren jüngste Windungen nicht auffallend breit und kurz sind *P. carinatus* d'Orb., *P. pertusus* Forskal.

Alle diese Formen werden von FORSKAL unter die Art *P. pertusus* gebracht.

Über die verschiedenen Abarten von *Peneroplis* ist neuerdings von DREYER eine größere, schon vorher erwähnte Arbeit veröffentlicht worden, in welcher derselbe auch offenbar pathologische Schalenbildungen durch die Beschaffenheit des Plasmas erklären will. F.

Bei *Orbiculina* ist die zweite der erwähnten *Peneroplis*-Formen derartig umgestaltet, dass die Pavonina-Bildung nicht einseitig, sondern fast ganz oder vollkommen gleichseitig erfolgt, wodurch ein regelrechter Pfauenschwanz entsteht. Zuletzt werden vollkommen kreisförmige aus dünnen ringförmigen Windungen mit einem inneren gewundenen Kern hergestellte Scheiben gebildet, die jüngste Windung trägt an ihrem Rand die Öffnungen. Die Scheiben sind so entstanden, dass sich der Halbkreis der Windungen allmählich zum Kreis geschlossen hat, wodurch der Knoten der ältesten Windungen vom unteren Ende des Ganzen bis nahe in dessen Mitte zu liegen kommt. Bei einer und derselben Art, bei *O. adunca* Fichtel und Moll, finden sich alle Übergänge von pfauenschwanzähnlichen nach hinten in einen gekammerten Stiel sich fortsetzenden Stücken bis zu fast vollständig kreisrunden.

Auch bei *Orbitolites* finden sich bei einer und derselben Art *O. marginalis* Lamck. alle Übergänge von einer Pavonina-Form, wie sie bei *Orbiculina* vorkommt, bis zu vollkommen kreisförmigen Scheiben und zwar hier mit durchaus centralem Windungskern. Die sehr merkwürdige große (bis über 15 mm) *Orbitolites tenuissima* Carp. aber beginnt diesen Kern mit *Cornuspira*-Windungen, welche darauf in *Miliola*-ähnlich gelagerte Kammern übergehen, diese in *Peneroplis*-Kammern, auf welche endlich Windungen wie bei einer vollkommenen *Orbiculina* folgen. Die vorliegende, von CARPENTER zuerst nachgewiesene Reihenfolge scheint darauf hinzuweisen, dass *Orbitolites* zuerst eine *Cornuspira* war, dann durch *Miliola*, *Peneroplis*, *Orbiculina* sich zu *Orbitolites* herausbildete (vgl. NEUMAYR p. 179, 180).

Nach dem Verhalten dieser höchst entwickelten *O. tenuissima* (Fig. 38) liegt es nahe anzunehmen, dass auch *Orbiculina* und *Peneroplis* aus *Spiromilioliden* hervorgegangen sind, aber die ältesten Stufen ihrer Entwicklung verloren haben. Hiermit stimmt auch im Allgemeinen die paläontologische Entwicklung. So würde man diese Formen mit Recht den *Spiromilioliden* anschließen, aber als eine besondere Familie *Orbitulitidae* von ihnen abcheiden.

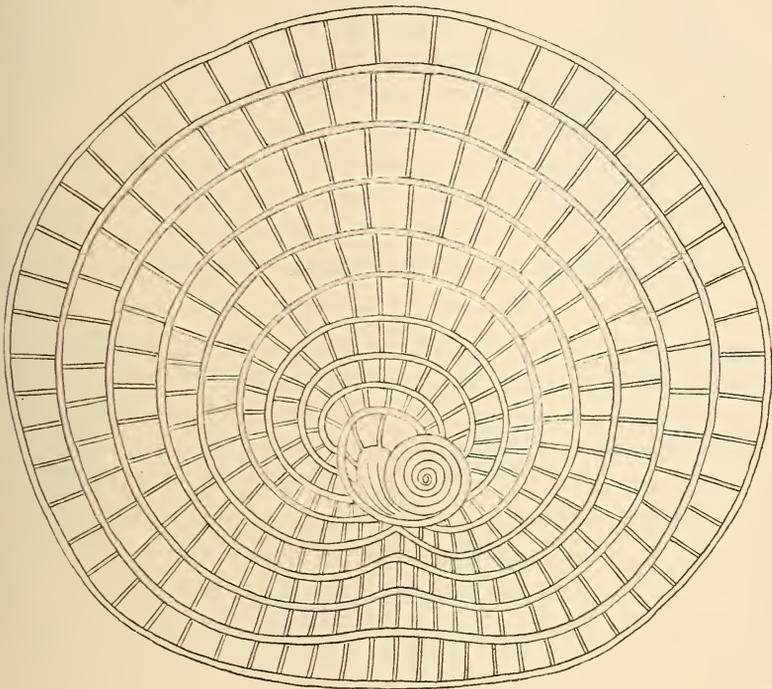


Fig. 38.

Orbiculina tenuissima Carp.

26. Fam. Alveolinidae nobis.

Mit spindel- bis eiförmiger, selten glatter undurchbohrter kalkiger Schale, mit spiraligen Windungen, von welchen die letzte die vorhergehenden deckt, mit feinen Poren statt der Hauptöffnung. Die ei- und spindelförmigen Formen sind durch Ausziehen der durch den Windungskern gehenden Hauptachse entstanden zu denken, also durch eine sehr starke Verbreiterung der Kammern. Diese Kammern sind durch senkrecht zur Hauptachse derselben gerichtete unvollständige Querscheidewände wieder in kleine, röhrenförmige Neben-

kammern abgetheilt, deren jeder eine Mündungspore entspricht. *Alveolina* findet sich von der Kreide an, hauptsächlich verbreitet im Eocän, wo sie besonders im Nummulitengebirge Südeuropas (Kärnten, Istrien, Dalmatien), dann in der libyschen Wüste gesteinsbildend auftritt (Alveolinenkalke). Ein sicherer Anschluss dieser *Alveolina* an die Milioliden lässt sich in keiner Weise feststellen, noch überhaupt ein entwicklungsgeschichtlicher Anschluss an bestimmte andere Formen. Wenn das System die Stammesbeziehungen darlegen soll, wird man sie als eine besondere Familie Alveolinidae aufstellen müssen. Wegen der Überlagerung der inneren Windungen durch die äußeren und wegen der Scheidewandbildungen der Kammern werden sie übrigens noch am nächsten den Nummuliten zu stellen sein. Die Formen sind theilweise sehr groß, bis 1 cm lang (*Alveolina boscii* DeFr.), lebend im stillen Ocean.

27. Fam. Chilostomellidae nobis (Brady ad p.).

(Cryptostegia Reuß ad p.).

Sandig oder kalkig, im letzteren Falle glasartig, fein durchbohrt, vielkammerig. Die Kammern stark aufgebläht, oft eiförmig. Milioliden-ähnlich, aber zuweilen einseitig um einander gelagert, die jüngeren die älteren theilweise oder ganz umfassend. Wenn die letzte Kammer die übrigen fast ganz umschließt, kann eine vollkommen eiförmige Gestaltung des Ganzen entstehen, umhüllen sich die letzten Kammern nur theilweise, so treten Formen auf, welche äußerlich manchen Endothyren wie *Pullenia* sehr ähnlich sind. Mit einer meist querschlitzförmigen Hauptöffnung. Kleine Formen. Lebend, kalkige in der Kreide und im Tertiär.

A. Sandige.

Ammochilostoma nobis (Trochammina Brady ad p.).

Äußerlich *Pullenia*-ähnlich, meist drei bis vier Kammern sichtbar. Lebend, Tiefseeformen. Hierher

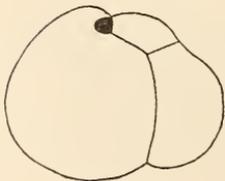


Fig. 39.
Ammochilostoma galeata
Brady.

A. (*Trochammina*) *ringens* Brady.

A. (*Trochammina*) *galeata* Brady (Fig. 39).

A. (*Trochammina*) *pauciloculata* Brady.

Vgl. NEUMAYR, Stämme des Thierreichs, I, p. 167 Anmerkung, wo fälschlich statt *pauciloculata* *pauciforata* steht.

B. Kalkige.

Hierher

Allomorphina Reuß.

Äußere Erscheinung ähnlich wie bei der vorigen. Lebend von 345—620 Faden (631—1134 m) Tiefe. BRADY t. LV.

Chilostomella Reuß.

Einseitig vollkommen eingewickelt, eiförmig. Fossil vom Tertiär an, lebend von 90—3200 Faden (164—5830 m) Tiefe. BRADY t. LV.

Ellipsoidina Sequenza.

In gerader Linie aufgewickelt. Äußerlich eiförmig. Kammern im Innern durch einen Verbindungsstrang verbunden. Miocän (Fig. 40).

Die Chilostomellen schließen sich nach der Windungsweise am meisten an die Milioliden an und dürften die kalkigen vielleicht als eine den Milioliden entsprechende durchbohrte Gruppe zu betrachten und von *Spirillina* abzuleiten sein.



Fig. 40.

Ellipsoidina ellipsoides Sequenza.

II. Endothyrenstamm.

28. Fam. Haplophragmidae nobis.

Sandig, mehrkammerig, nur hinten oder ganz gewunden, die inneren Windungen von den äußeren nicht ganz verdeckt. Mündung einfach rund oder schlitzförmig, oder neben der schlitzförmigen Mündung noch Löcher in der Mündungsscheidewand. Sichereres Vorkommen ausgestorbener von der Kohle an, es scheinen aber schon die Abbildungen 10—12 der untersilurischen Grünsandsteinkerne EHRENBURG's (l. c.) den Endothyren verwandten Formen von *Haplophragmium* anzugehören.

Haplophragmium (Reuß) nobis.

Lebend, von 40 Faden (73 m) und tiefer und fossil von der Trias an. Windungen auf beiden Seiten gleich erscheinend. BRADY t. XXXIV.

A. Haplophragmia opisthostrepta.*H. tenuimargo* Brady,*H. foliaceum* Brady,

zeigen den ersten Anfang der Windungen, die hinteren Kammern zuweilen nur eine leicht gebogene Reihe bildend.

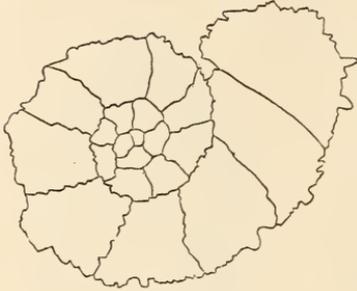


Fig. 41.

Haplophragmium fontinense Terquem.

In die Nähe möchten auch *Placopilina cenomana* d'Orb. und vielleicht *Bdelloidina aggregata* Carter gehören.

Dagegen bildet

H. fontinense Terqu.,

wie die vorigen flach den Übergang zu den ganz gewundenen (Fig. 41).

B. Haplophragmia holostrepta.*H. rotulatum* Brady.*H. scitulum* Brady, und vielleicht*H. emaciatum* Brady,

welches zu den Endothyren übergeht, zu welchen die Formen von *Haplophragmium* im Sinne BRADY'S zu stellen sind, deren innere Windungen von den äußeren verdeckt werden. (*H. globigeriniforme* Parker und Jones ist eine vollkommene sandige Globigerine, vgl. diese.)

Trochammina Parker und Jones.

Windungen auf beiden Seiten nicht gleich, zuweilen auf der unteren Fläche ein Nabel. Lebend in allen Tiefen und fossil von der Kohle (?) an. BRADY t. XLI.

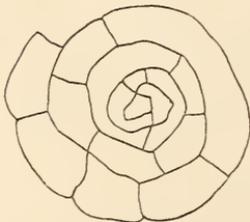


Fig. 42.

Trochammina proteus Karrer.**a. Trochamminae opisthostreptae.***T. lituiformis* Brady.*T. centrifuga* Brady (Pal. soc. 1876).**b. Trochamminae holostreptae.***T. proteus* Karrer,

ähnlich einer *Cornuspira* gerollt, erscheint als höhere Ausbildung von *T. lituiformis* (Fig. 42).

T. coronata Brady.

T. conglobata Brady.

Die letztere ist haufenartig gewunden.

T. incerta Brady (Pal. soc. 1876).

T. nitida Brady.

T. squamata Parker und Jones (Fig. 43).

T. (Haplophragmium) turbinata Brady.

Andere von BRADY u. A. zu *Trochammina* gestellte Formen

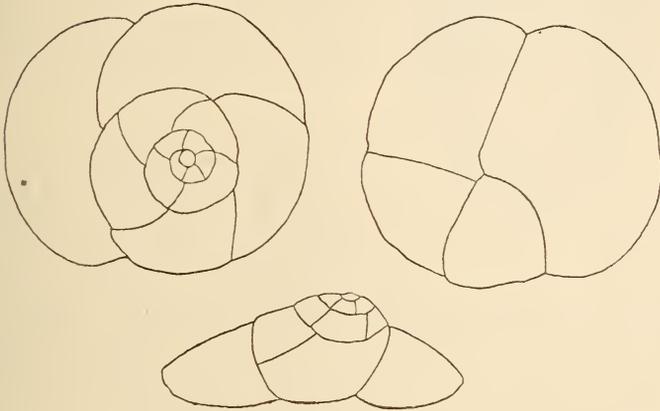


Fig. 43.

Trochammina squamata Jones und Parker.

bringen wir theils bei den Endothyridae theils bei den Chilostomellidae unter. Dagegen gehört hierher

Carterina spiculotesta Carter.

Ähnlich gestaltet wie *Tr. squamata*, zeichnet sich dadurch aus, dass in dem sandigen Gehäuse kurze, beiderseits zugespitzte Kalknadeln vorhanden sind, welche von dem Thier selbst abgeschieden sein sollen. In 40 Faden (73 m) Tiefe.

Cyclammina Brady.

Etwas schief, selten gerade gewunden, Gesamteindruck Nautilus-ähnlich, ziemlich zahlreiche Kammern sichtbar. Hauptöffnung schlitzförmig, oder außer ihr noch grobe Löcher in der Mündungsscheidewand. Lebend von 100—2900 Faden (183—5284 m) Tiefe. BRADY t. XXXVII.

a) etwas schief gewunden

C. cancellata Brady,

zuweilen außer der Hauptmündung Löcher in der Mündungsscheidewand.

C. orbicularis Brady.

C. pusilla Brady.

b) ganz gerad gewunden

C. (Trochammina) trulissata Brady

bildet den Übergang zu *Nonionina*.

An die Haplophragmidae schließen sich die Endothyren an, wie bemerkt, durch verschiedene sandige Arten von Haplophragmium autt. und Trochammina autt., welche wir bei den Endothyren unterbringen.

29. Fam. Endothyridae nobis (Pulleninae Bütschli ad p.).

Gehäuse sandig oder kalkig, häufig durchbohrt, vielkammerig, ganz spiralig eingerollt oder zuweilen nur hinten gewunden, zuweilen etwas asymmetrisch, die inneren Windungen durch die äußeren stark gewölbten Kammern verdeckt (involut). Meist wenig Kammern auf einer Windung. Öffnung der letzten Kammer ein breiter viertelmondförmiger Schlitz, oder eine Anzahl von in einer oder mehreren Reihen stehenden Löchern oder beides. Es gehören hierher offenbar einige der schon mehrfach erwähnten Abbildungen EHRENBERG'S von untersilurischen Grünsandsteinkernen und zwar solchen mit wenigen großen sichtbaren Kammern, wie sie Pullenia, Sphaeroidina u. A. haben (vgl. dort Fig. 7 und 8). Die Gehäuse erscheinen im Kohlenkalk mit der Gattung Endothyra u. A., heute kommen nur noch wenige lebende Vertreter der kalkigen Gattung Pullenia vor und einige sandige von BRADY zu Haplophragmium und Trochammina gestellte Arten. Die Endothyren schließen sich nämlich, wie schon erwähnt, ganz unmittelbar an die sandigen Haplophragmidae an.

Was die Verschiedenheit der Mundöffnung angeht, so ist zu sagen, dass ursprünglich die schlitzförmige aus den Poren entstanden zu sein scheint: es giebt noch Fälle, in welchen beide an Stücken einer und derselben Art vorkommen, wie bei Endothyra (Haplophragmium) latidorsata (Fig. 44). Zuweilen schwinden die Scheidewände aller Kammern mit Ausnahme der vordersten später (Cribrospira), so dass hier ein Vorgang vorliegt, welcher sich bei anderen Formen

auch auf die Mündungsscheidewand erstreckt und so die Hauptöffnung gebildet haben mag.

Cribrospira nobis (*Cribrospira* und *Endothyra* ad p. v. Moeller¹).

Statt der Hauptöffnung eine Anzahl größerer Poren. Nur hinten oder ganz etwas asymmetrisch gewunden. Fein- oder grobdurch-

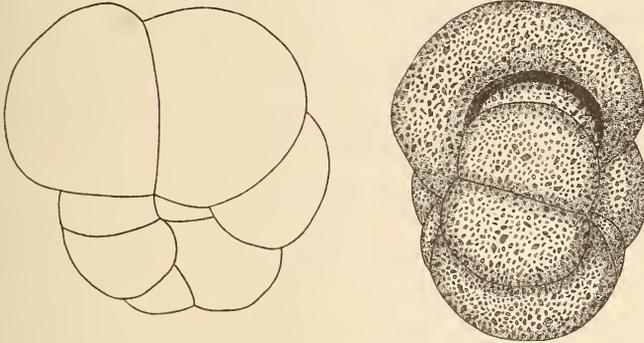


Fig. 44.

Endothyra latidorsata Born.

bohrt. Kalkig, zuweilen mit dichterem porzellanartiger innerer Schicht. Fossil in der Kohle.

a) Nur hinten gewunden.

Cr. (*Endothyra* v. Moeller) *globulus* Eichw.

b) fast ganz gewunden.

Cr. (*E.* v. Moeller) *Moelleri nobis* (*Panderi* v. Moeller).

c) ganz gewunden.

Cr. (*E.* v. Moeller) *parva* v. Moeller.

Cr. *Panderi* v. Moeller.

Wand stark durchbohrt.

Bradyina v. Moeller.

Schale wie bei *Cribrospira*, durchbohrt, aber stets ganz gewunden und in den die Kammern außen trennenden Furchen besonders große Poren, welche die Scheidewände durchsetzen, und welche offenbar die äußersten Poren der ursprünglichen Kammercheidewände darstellen.

Fossil Kohle. Zwei Arten (vgl. Moeller l. c.).

¹ Mém. de l'Acad. St. Pétersbourg. 7. sér. Bd. XXV u. XXVII.

Endothyra (Philips) nobis.

Gehäuse stets ganz gewunden und nur wenig asymmetrisch, sandig oder kalkig, in letzterem Falle fein porös, innen zuweilen mit dichter porzellanartiger Kalkmasse. Nur eine große, schlitzartige, viertelmondförmige Öffnung. Fossil seit der Kohle.

a) sandige Formen:

Lebend von 14—2600 Faden (25—4735 m) Tiefe.

E. (Haplophragmium) latidorsata Bornem.

Hauptöffnung schlitzförmig, statt derselben zuweilen Poren. Lebend und fossil seit dem Tertiär (Fig. 44).

E. (Haplophragmium) glomerata Brady.

Nur drei bis vier Kammern sichtbar, ähnlich *Pullenia*, mit schlitzförmiger Hauptöffnung. Lebend. BRADY t. LXXXIV.

b) kalkige Formen:

E. Bowmanni Philips.

E. ammonoides Brady u. A.

S. BRADY Pal. soc. 1876 und v. MOELLER l. c.

Pullenia Parker und Jones.

Kammern zu einem fast kugeligen Gehäuse zusammengeballt. Mündung ein breiter Querschlitz. Wand fein durchbohrt. Lebend in allen Tiefen, fossil seit der Kreide. BRADY t. LXXXIV.

Sphaeroidina d'Orb.

Wie vorher, aber Mündung klein, halbmondförmig, oft durch eine hervorragende Zunge zu einem Schlitz geschlossen. Lebend in allen Tiefen, fossil seit der Kreide. BRADY t. LXXXIV.

An die *Endothyridae* schließen sich als Verwandte die *Polystomelliden*, *Rotaliden*, *Globigeriniden* und *Fusuliniden* an.

30. Fam. Polystomellidae Neumayr.

Gehäuse vielkammerig kalkig, spiralgewunden, die innersten Windungen meist verdeckt, die letzte stark bauchig vorgewölbt, die Mündung überdeckend, auf beiden Seiten gleich, meist Ammoniten-, besonders *Nautilus*-ähnlich, durchbohrt, eine Abtheilung mit gröberen Poren in den Furchen zwischen den Kammern. Hauptöffnung viertelmondförmig schlitzartig, wie bei den *Endothyren* oder wie dort, statt derselben einzelne größere Poren. Die höheren mit

Zwischenskelett und Wandkanälen. Lebend und fossil seit dem Jura, vielleicht seit der Kohle.

Nonionina d'Orb.

Keine größeren Poren zwischen den Kammergrenzen, Zwischenskelett fehlend oder, wenn vorhanden; nur unvollkommen und auf den innersten Theil der Windungen beschränkt. Wandkanäle nicht oder nur gering entwickelt. Hauptöffnung ein einfach gekrümmter Schlitz oder eine Anzahl von Löchern.

Nonionina bildet in ihren Arten die Fortsetzung der Gattung Endothyra, sie soll schon im Kohlenkalk vorkommen (vgl. NEUMAYR, Stämme des Thierreichs), BRADY dagegen giebt an (Challenger-Bericht p. 725), dass sie mit Sicherheit erst seit dem Tertiär nachgewiesen sei, sie kommt im Eocän des Pariser Beckens vor und wird von da an häufiger bis in die Neuzeit, sie lebt in allen Tiefen.

Nach Obigem kann man die Nonionina-Arten wieder in Cribrosa und Osculosa abtheilen. Bei einigen Arten wie Nonionina scapha Fichtel und Moll (Challenger-Bericht Taf. CXIX, Fig. 14—16) und *N. turgida* Williams (ebenda Fig. 17—19) legen sich die vorderen Kammern Cassidulinen-ähnlich an einander (Fig. 45), so dass das ganze Gehäuse die Gestalt einer phrygischen Mütze bekommt. Nach der Abbildung Fig. 16 von Nonionina scapha sind aber die ältesten Windungen hier nicht schief gewickelt, wie bei den Cassidulinen, sondern gleichseitig, indessen wäre eine genauere Untersuchung nothwendig, da bei diesen Formen sonst nach der Art der Windung vielleicht Beziehungen zu den Cassidulinen gesucht werden müssten, wenn nicht, so wäre Nonionina, abgesehen von den Einrichtungen der Mündung, in zwei Gruppen zu bringen, in ganz- und in halbspiralig gewundene.

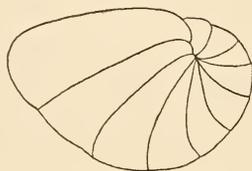


Fig. 45.

Nonionina scapha Ficht. u. Moll.

Polystomella Lam.

Auf den Grenzen der Kammern große Poren, Zwischenskelet und Wandkanalsystem mehr oder weniger entwickelt. Statt der Hauptöffnung eine V-förmig gestellte Reihe von Löchern. Fossil nach UHLIG¹ seit dem mittleren Jura, lebend in allen Tiefen, bilden durch die zwischen den Kammern ausmündenden Poren und durch die Löcher statt der Hauptöffnung eine Gruppe, welche die Fort-

¹ Beiträge zur Paläontologie von Österreich. 1881.

setzung und weitere Ausbildung der Arten der Gattung *Bradyina* unter den Endothyriden darstellt.

31. Fam. Rotalidae nobis.

Kalkig, vielkammerig durchbohrt, spiralig ungleichseitig gewunden, so dass man auf der einen Seite nur die letzte, auf der anderen alle Windungen sehen kann. Bald die eine, bald die andere Seite mehr gewölbt oder die eine eingezogen. Mündung gewöhnlich schlitzförmig. Einige der höheren Formen haben doppelte Kammerwände, Zwischenskelett und Wandkanäle. Es werden aber gewöhnlich in die Familie auch Formen von sehr verschiedener Gestalt gestellt, deren Entwicklung aus jener Windungsart erst festgestellt werden müsste, wie *Polytrema*, *Tinoporus*, *Gypsina*, sogar *Cyclocypeus* und *Orbitoides* u. A., deren Stellung hierher vollkommen zweifelhaft ist, wie *Patellina*¹, endlich stellt BRADY hierher auch die zu den Cornuspiriden gehörige Gattung *Spirillina*. Wir bezeichnen als Rotalidae nur diejenigen, welche wirklich ungleichseitige Windungen nachweisen lassen.

Wir unterscheiden wie bei den Nonioninen nach Art der Cassidulinen halbgewundene und ganz gewundene.

1) Halb gewundene. Dieselben sind bis jetzt in der Gattung *Pulvinulina* untergebracht, nämlich:

- P. auricula* Fichtel und Moll.
- P. oblonga* Williams.
- P. Hauerii* d'Orb.
- P. lateralis* Terqu.,

für welche, wie für die ähnlich gebauten Nonioninen eine besondere Gattung, *Pulvinulinella nobis*, wird aufgestellt werden müssen.

2) Ganz spiralig gewunden sind die übrigen Formen. Man kann hier unterscheiden:

a. Helix-artige, mäßig spiralig gewundene, auf einer Seite häufig genabelte:

- Rotalia* z. Th.
- Pulvinulina* z. Th.
- Discorbina* z. Th.
- Truncatulina* z. Th.
- Anomalina*.

¹ Von dieser Form ist es zweifelhaft, ob sie überhaupt zu den Foraminiferen gehört.

b. Patella-ähnliche oder Trochus-artig gewundene:
 manche *Discorbina*,
 manche *Cymbalopora*,
Pulvinulina procera Brady,
Pulvinulina Berthelotiana d'Orb.

c. Zweiseitig gewölbte:
 manche *Planorbulina*,
 manche *Rotalia*.

d. Globigerinen- und Endothyren-ähnlich:
Cymbalopora,
Discorbina allomorphinoïdes.

e. Eingerollte Formen:
Pulvinulina crassa d'Orb.,
Pulvinulina canariensis d'Orb.,
Pulvinulina patagonica d'Orb.

f. Nur hinten eingerollt (opisthostrept) sind:
Truncatulina soluta Brady,
Truncatulina variabilis d'Orb.

g. Kammern zuerst spiralg, dann kreisförmig, zuweilen unregelmäßig angeordnet, die jüngeren je mit zwei besonderen Hauptöffnungen.

Planorbulina z. Th.

Ähnlich gewunden ist:

Pulvinulina vermiculata d'Orb.

aber es fehlen Hauptöffnungen an den jüngeren Kammern.

Als ganz unregelmäßig schließt sich wohl an die vorhergehenden an:

P. dispansa Brady.

Mehr oder weniger unregelmäßige Anhäufungen von Kammern, zuweilen mit innerster spiralgiger Windung ohne Hauptöffnung bildet *Acervulina* M. Schultze (*Gypsina* Carter), deren Stellung hierher eben so wie die der zuletzt genannten anderen Formen zweifelhaft ist (vgl. hinten).

Bei den *Rotalien* nehmen offenbar einige Formen eine besondere Stellung ein, welche grobe Poren zwischen den Kammern haben, nach Art der *Polystomella*, und welche demnach wieder mit dieser, bzw. mit *Bradyina* unter den *Endothyren* verwandt, aber trochiform gewunden sind, nämlich:

Discorbina polystomelloides Parker und Jones und
Cymbalopora tabellaeformis Brady.

Dann gehört offenbar hierher auch die sonst zu den Globigerinen gestellte Gattung

Candeïna d'Orb.

Candeïna zeichnet sich dadurch aus, dass sie keine Hauptöffnung hat, wie *Polystomella* und die oben genannten *Endothyren*-Gattungen, während die genannten Arten von *Discorbina* und *Cymbalopora* eine schlitzförmige Hauptöffnung haben, wie andere *Endothyren*.

Die oben benannten, bis jetzt gültigen, Gattungen sind hauptsächlich nach der Beschaffenheit der Poren, auf der Oberfläche gebildet, und die meisten enthalten, wie die von uns gegebene Zusammenstellung zeigt, sehr verschiedenartige Formen, so dass diese Gattungen auf den ersten Blick als wenig natürliche erscheinen. Es ist aber unmöglich, ohne ins Einzelne gehende genaue Untersuchung, und insbesondere Anfertigung von Schliffen zur Feststellung von neuen natürlichen Gattungen zu gelangen. Die oben von uns gegebene Gruppierung nach der äußeren Gestalt dürfte wenigstens theilweise bestimmten Entwicklungsrichtungen entsprechen, somit die natürliche Verwandtschaft andeuten und eine Grundlage für die Bildung neuer Gattungen abgeben.

Es erscheint uns aber sachgemäß, die unter g aufgeführten, innen spiralig, außen kreisförmig gewundenen Formen als besondere

32. Fam. Cyclospiridae nobis

aufzustellen. Hier wäre zu unterscheiden:

Cyclospira nobis (*Pulvinulina* d'Orb. ad p.).

Die jüngeren Kammern ohne besondere Hauptöffnungen,

C. Schreibersii d'Orb.

Dann

Planorbulina d'Orb.

Die jüngeren Kammern je mit zwei besonderen Hauptöffnungen.
Dahin gehört

Pl. mediterraneis d'Orb.

Pl. acervalis Brady.

Pl. larvata Parker und Jones.

Als die

33. Fam. Acervulinidae nobis

dürften die unregelmäßig gehäuften Formen ohne Hauptöffnung aufzustellen sein, welche zuweilen noch einen spiralig gewundenen Kern haben.

Acervulina M. Schultze (*Gypsina* Carter).

Hierher wohl auch die unregelmäßige
Pulvinulina dispansa Brady.

34. Fam. Calcarinidae nobis.

Limbenförmig mit strahlig abstehenden Fortsätzen, die eine Fläche zuweilen mit Windungen. Inwendig strahlig gekammert. Fossil vom Tertiär an, lebend meist in geringer Tiefe.

Keine Hauptöffnung, sondern Poren, welche zuweilen an der Endfläche der Fortsätze stehen.

Hierher gehört:

Calcarina d'Orb.

Windungen auf der einen Seite sichtbar.

Tinoporus Carp.

Windungen auf keiner Seite sichtbar.

Vielleicht hierher auch:

Polytrema Risso, *Rupertia* Wallich und
Carpenteria Gray.

35. Fam. Globigerinidae nobis.

Gehäuse kalkig, durchbohrt, selten sandig, meist mit Stacheln oder Kalkhaaren, vielkammerig (s. *Orbulina*), die wenig zahlreichen Kammern, besonders die letzten kugelig aufgeblasen, meist gehäuft, mehr oder weniger spiralg bis unregelmäßig gehäuft angeordnet. Die letzte Kammer frühere überdachend (»involut«) mit einer oder mehreren viertel- oder halbmondförmigen Öffnungen oder ohne solche. Wandungen dünn, kein Zwischenskelet und Wandkanalsystem. Sie schwimmen frei im Meere, besonders auch an der Oberfläche, selten festgewachsen. Kommen seit der Trias vor.

Wir stellen hierher nur *Globigerina*, *Orbulina* und *Hastigerina*, von anderen werden gewöhnlich noch hierher gerechnet *Pullenia*, *Sphaeroidina*, *Candeina* und wohl auch *Cymbalopora*. *Pullenia* und *Sphaeroidina* haben wir zu den Endothyriden *Cymbalopora* und *Candeina* zu den Rotaliden gestellt. Alle diese Formen hängen mit den Endothyren, bezw. mit *Haplophragmium* zusammen. Schon hier bei *Endothyra latidorsata* tritt die Haupteigenthümlichkeit der Globigerinen, die kugelige Vergrößerung der jüngsten Kammern auf und *H. globigeriniforme* ist durchaus eine sandige Globigerine. Eben so zeigen wiederum mit den Haplophragmien verbundene sandige Textularien, wie das von

uns als *Globotextularia* bezeichnete *Haplophragmium anceps* die Globigerineneigenschaft an den letzten Kammern. Ferner kommt bei den mit *Haplophragmium* zusammenhängenden Endothyriden die Neigung der letzten Kammern, sich aufzublähnen, verbreitet vor und führt in *Sphaeroidina* und *Pullenia* zu Globigerinen-ähnlichen Formen. Endlich erscheint diese Neigung, bei der übrigens trochiform gewundenen, und deshalb zu den Rotaliden zu stellenden Gattung *Cymbalopora* und bei der eben so gewundenen durch ihre Poren zugleich an *Cribrospira*, also wiederum an die Endothyriden sich anschließenden *Candeina*. Es tritt somit dieselbe Entwicklungsrichtung bei den verschiedenen mit den Endothyriden, bezw. mit *Haplophragmium* zusammenhängenden Familien auf und findet ihre Vollendung in sandiger Bildung schon in *Haplophragmium* globigeriniforme und dann in den kalkigen freischwimmenden Arten von *Globigerina* (*Orbulina*) und *Hastigerina*. Die schlitzförmige Hauptöffnung kommt bei allen den genannten verwandten Familien und auch bei den gleichfalls zu ihnen gehörenden *Polystomelliden* und *Fusuliniden* vor, nachdem sie zuerst bei *Haplophragmium* aufgetreten ist. An ihre Stelle treten zuweilen jene großen Poren, welche sich in den Furchen zwischen den Kammern erhalten und besonders eine Eigentümlichkeit der Gattung *Polystomella* bilden. Auch die Überwölbung der letzten Kammer über die vorhergehende Windung, mit welcher die Gestaltung der Hauptöffnung zusammenhängt, ist durch alle genannten Familien mehr oder weniger deutlich zu verfolgen.

A. Sandige.

Ammoglobigerina bulloides nobis (*Haplophragmium* globigeriniforme Parker und Jones),

ungefähr 1,4 mm messend, braun gefärbt, frei, selten angewachsen, hauptsächlich in der Tiefsee der verschiedensten Gebiete, abgebildet von TERRIGI nach Stücken, welche im oberen Pliocänsand von Rom gefunden wurden, isomorph mit *Globigerina bulloides* d'Orb.

B. Kalkige.

Hastigerina Wyv. Thomson.

Gehäuse Nautilus-ähnlich gewunden, mit langen stacheligen Dornen, mit weiter halbmondförmiger Hauptöffnung, das Ganze, abgesehen von den Dornen, sehr an die Endothyren erinnernd. Nur ein oder zwei pelagische Arten.

Globigerina d'Orb.

Kammern mehr oder weniger unregelmäßig gehäuft, im Grunde trochoid, einige der jüngsten Kammern viel größer als die übrigen, an der letzten eine viertel- oder halbmondförmige Hauptöffnung oder je eine solche an jeder der jüngsten Kammern. Die lebenden meist mit Stacheln oder Kalkhaaren besetzt, welche an den ausgestorbenen wohl oft verloren gegangen sind.

Manche Arten der Gattung Globigerina gehen in Rotalia über und sind von dieser nicht zu trennen, offenbar sind aber ausgesprochen trochoid gewundene Formen wie *Gl. cretacea* d'Orb. und *linneana* d'Orb. zu Rotalia zu stellen, denn hier überwiegt der Eindruck der Windung weit den der Aufblähung der Kammern.

Orbulina d'Orb.

Schale einkammerig, kugelig, meist lang bestachelt, ohne Hauptöffnung (vielleicht zuweilen mit einer solchen): sind wohl nur abgelöste Kammern von Globigerinen, da man in ihrem Inneren wiederholt junge Globigerinen gefunden hat, vgl. *Thurammina*.

36. Fam. Fusulinidae nobis.

Gehäuse mehrkammerig, sandig oder kalkig, durchbohrt oder nicht durchbohrt, gleichseitig ungenabelt spiralig gewunden, Endothyren-ähnlich oder kugelig, linsen- oder spindelförmig, indem im letzteren Falle die Hauptachse wie bei den Alveolinen in die Länge gezogen ist, dabei verdecken die äußeren Windungen die inneren vollständig. Öffnung ein einfacher verbreiteter Schlitz oder eine Reihe von kleinen runden Poren am inneren Rande der letzten Kammer. Keine Zwischenwandkanäle, aber Kammern bei den höheren durch Einfaltungen der Wand in Unterabtheilungen gebracht. Groß: bis 12 mm. Nur ausgestorben, Anfänge im Devon und im unteren Theil der Kohle, in ungeheuren Mengen in der oberen Kohle, felsbildend in den Fusulinenkalken, im Zechstein schon verschwindend, in der Trias nicht mehr sicher nachgewiesen.

Die einfachsten Formen der Fusuliniden sind Endothyra-ähnlich und schließen sich offenbar unmittelbar an Endothyra an. Diese einfachsten Formen finden sich in der Gattung Fusulinella, welche theils sandige, theils kalkige Arten enthält, sich aber da, wo sie ganz wie Endothyra gewunden ist (noch ohne Verlängerung der Hauptachse), von dieser durch den Mangel

der Poren unterscheidet. Die höheren Gattungen, die eigentlichen Fusuliniden (*Fusulina* Fisch. und *Schwagerina* v. Moeller) sind kalkig, durchbohrt und bekunden ihre Zusammengehörigkeit mit den Endothyriden auch durch das Vorkommen einer Reihe von runden Poren statt der Hauptöffnung.

37. Fam. Nummulitidae nobis (autt. ad p.).

Vielkammerig, mit sehr zahlreichen Kammern und Windungen, durchbohrt, kalkig, spiralig oder kreisförmig, oder auf beide Arten in einer Ebene gewunden. Hauptöffnung schlitzförmig oder eine Reihe von Poren. Gestalt münzen- oder linsenförmig. Sehr ausgebildetes Wandkanalsystem und Zwischenskelet. Größe zuweilen sehr bedeutend bis 6 cm Durchmesser.

Die zwei Hauptabtheilungen der Nummulitidae sind:

1) Die eigentlichen Nummuliten oder Nummulitinae, meist münzenförmig, zuweilen auch Endothyra-ähnlich mit spiraligen Windungen und schlitzförmiger Hauptöffnung. Dieselben treten vereinzelt im Kohlenkalk von Belgien und Russland auf. Nummuliten-ähnliche Körper finden sich im Muschelkalk von Württemberg, sicher kommen sie wieder im oberen Jura von Franken vor, aus der Kreide kennt man sie nicht mit Sicherheit, in ungeheurer Menge erscheinen sie plötzlich im Eocän, wo sie mächtige Kalklager »Nummulitenkalke« bilden, schon im Oligocän treten sie zurück, im oberen Tertiär und lebend finden sich nur noch selten kleine Formen. Die ausgestorbenen Arten enthalten die größten Foraminiferen. Die Nummuliten zeigen einen eigenthümlichen Dimorphismus: an den meisten Orten eine kleine und eine größere Form, jene mit großer, diese mit kleiner Anfangskammer. Auch andere Foraminiferen, z. B. Milioliden, zeigen ihn.

2) Die Cycloclypeiden, mehr linsenförmig, zuerst spiralig, dann kreisförmig oder durchweg kreisförmig gewunden, mit einer Porenreihe statt der Hauptöffnung. Fossil seit oberer Kreide.

Leider lässt sich über den Zusammenhang der Nummuliten mit anderen Foraminiferen durchaus nichts Bestimmtes sagen. Ein Zusammenhang mit solchen wäre gegeben, wenn, wie dies wohl geschieht, auch die Polystomelliden zu den Nummuliten gestellt werden könnten, aber eine solche Zusammenstellung ist schon wegen des viel einfacheren Baues der ersteren durchaus unstatthaft: mit viel größerem Recht könnte man alle mit den Endothyren, bezw. Haplophragmidae zusammenhängenden Familien zu einer großen

Gruppe vereinigen, denn, wenn die Nummuliten mit den Polystomeliden überhaupt verwandtschaftliche Beziehungen haben, so beruhen diese auf Zusammenhang mit den niedersten Endothyra-ähnlichen Formen derselben, wie die Nonioninen, bei welchen in der That zuerst die Spuren eines Wandkanalsystems auftreten und welche auch in der äußeren Gestalt den einfachst gewundenen Endothyra-ähnlichen Arten der Gattung Nummulites gleichen. Am meisten weist diese einfachste Art der Windung und die schlitzförmige Hauptöffnung von Nummulites jedenfalls auf Endothyra hin. Die Cycloclipeiden müssen sich aus spiralig gewundenen Formen erst entwickelt haben.

Tübingen, im Oktober 1898.

Litteraturverzeichnis.

- H. B. BRADY, Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger. Report on the scientific Results of the Cruise of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. IX. 1884.
- The Foraminifera of tidal rivers. Ann. Mag. nat. hist. 3. Ser. T. VI. 1870.
- O. BÜTSCHLI, BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. 2. Aufl. I, 1. 1880/82.
- W. B. CARPENTER (assisted by W. K. PARKER and T. R. JONES), Introduction to the study of the Foraminifera. Roy. Soc. London 1862.
- F. DREYER, Die Principien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen. Ein Versuch zur mechanischen Erklärung organischer Gebilde. Jen. Zeitschr. 1892.
- Peneroplis, eine Studie zur biologischen Morphologie und zur Speciesfrage. Leipzig 1898.
- EHRENBERG, Über fortschreitende Erkenntnis massenhafter mikroskopischer Lebensformen in den untersten silurischen Thonschichten bei Petersburg. Monatsber. Berliner Akad. 1858. p. 295—337.
- G. H. TH. EDMER, Untersuchungen über das Variiren der Mauereidechse. Berlin 1851.
- Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen. I. Jena 1859. II. 1895.
- Entstehung der Arten. II. Orthogenesis der Schmetterlinge. Leipzig 1897.
- GERVAIS, Sur un point de la Physiologie des Foraminifères. Compt. rend. hebd. 1847. p. 467 ff.
- E. HAECKEL, Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen. I. Berlin 1894.
- R. HÄUSLER, Bemerkungen über einige Milioliden. Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1887. Bd. I. p. 190—194.

- V. v. MOELLER, Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg 1879. Bd. XXVII.
- MUNIEZ-CHALMAS et SCHLUMBERGER, Nouvelles Observations sur le Dimorphisme des Foraminifères. Compt. rend. Hebd. 1883. Bd. I. p. 862—866. Bd. II. p. 1598—1601.
- M. NEUMAYR, Die Stämme des Thierreichs. I. Prag 1889.
- A. D'ORBIGNY, Tableau methodique de la classe des Cephalopodes. Ann. sc. nat. T. VII. 1826.
- Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle. Paris 1850—1852.
- A. E. REUSS, Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Bd. XLIV. 1861.
- L. RHUMBLER, Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren. Nachr. der königl. Ges. der Wissensch. Göttingen. Math.-phys. Klasse. 1895.
- F. SCHAUDINN, Untersuchungen an Foraminiferen. I. Calcituba. Aus dem zool. Institut zu Berlin. Diese Zeitschr. Bd. LIX. 1895. p. 191.
- M. SCHULTZE, Über den Organismus der Polythalamien nebst Bemerkungen über die Rhizopoden im Allgemeinen. Leipzig 1854.
- C. SCHWAGER, Saggio di classificazione dei Foraminiferi. Bolletino di comitato geologico d'Italia. 1876, 1877.
- Paläontologische Entwicklung der Rhizopoda. BÜTSCHLI-BRONN. p. 242 bis 260. 1881.
- J. D. SIDDAL, On the Foraminifera of the river Dee. Ann. mag. nat. hist. 4. Ser. T. XVII. 1878.
- UHLIG, Beiträge zur Paläontologie von Österreich. 1881.
- A. WEISMANN, Aufsätze über Vererbung. Jena 1892.
-