

Article

Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren
Rhumbler, L.

in: Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu
Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse | Nachrichten
von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen,
Mathematisch-Physikalische Klasse - 1895 | Periodical issue -
1

48 Page(s) (51 - 98)



Nutzungsbedingungen

DigiZeitschriften e.V. gewährt ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht kommerziellen Gebrauch bestimmt. Das Copyright bleibt bei den Herausgebern oder sonstigen Rechteinhabern. Als Nutzer sind Sie nicht dazu berechtigt, eine Lizenz zu übertragen, zu transferieren oder an Dritte weiter zu geben.

Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen:

Sie müssen auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten; und Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgend einer Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen; es sei denn, es liegt Ihnen eine schriftliche Genehmigung von DigiZeitschriften e.V. und vom Herausgeber oder sonstigen Rechteinhaber vor.

Mit dem Gebrauch von DigiZeitschriften e.V. und der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

DigiZeitschriften e.V. grants the non-exclusive, non-transferable, personal and restricted right of using this document. This document is intended for the personal, non-commercial use. The copyright belongs to the publisher or to other copyright holders. You do not have the right to transfer a licence or to give it to a third party.

Use does not represent a transfer of the copyright of this document, and the following restrictions apply:

You must abide by all notices of copyright or other legal protection for all copies taken from this document; and You may not change this document in any way, nor may you duplicate, exhibit, display, distribute or use this document for public or commercial reasons unless you have the written permission of DigiZeitschriften e.V. and the publisher or other copyright holders.

By using DigiZeitschriften e.V. and this document you agree to the conditions of use.

Kontakt / Contact

[DigiZeitschriften e.V.](#)

Papendiek 14

37073 Goettingen

[Email: info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

Entwurf
eines natürlichen Systems der Thalamophoren.

Vorläufige Mittheilung

von

Dr. Ludwig Rhumbler,
Privatdocent und Assistent in Göttingen.

Vorgelegt in der Sitzung am 26. Januar 1895 von Ehlers.

Unter Thalamophoren verstehe ich mit Häckel alle marinen, beschalten, retikulären Rhizopoden und setze sie durch diese Bezeichnung in Gegensatz zu den beschalten Süßwasser-rhizopoden, den Testaceen, welche meiner Ueberzeugung nach in keiner unmittelbaren Beziehung zu den Thalamophoren stehen.

Ein natürliches System der Thalamophoren ist deshalb nur mit größter Schwierigkeit aufzustellen, weil soviel Formenreihen existieren, die mit merkwürdiger Vollkommenheit in einander übergehen, so daß man in Gefahr läuft, diejenigen Formen mit denen man sich gerade intensiver beschäftigt hat, mit den anderen in phylogenetischen Zusammenhang zu bringen, ohne daß man dabei gewahr wird, daß sich eine ähnlich geschlossene Reihe von noch sehr vielen anderen Punkten des Formencomplexes aus hätte aufstellen lassen.

Unter allen Umständen ist für die Aufstellung eines natürlichen Systems die richtige Erkenntnis der ursprünglichsten Formen eine große Hauptsache, denn hat man erst den Ausgangspunkt des ganzen Formencomplexes erfaßt, so läßt sich hoffen durch einen Vergleich dieser Ausgangsformen mit irgend einer Reihe von höherstehenden Formen den Weg, den die Weiterentwicklung genommen hat, dem Princip nach wenigstens feststellen zu können. Unter der Voraussetzung, daß dieses Princip sich im Laufe der Stammesgeschichte nicht geändert hat, wird man dann auch mit großer Wahrscheinlichkeit nach demselben Princip andere Reihen

mit den Ausgangsformen in Verbindung bringen und eventuell auch weiter fortführen können.

Wäre es z. B. erwiesen, daß die Lageninen der Ausgangspunkt der Nodosarien wären, so würde sich daraus als sehr wahrscheinliches Entwicklungsprincip ergeben, daß aus ursprünglich monothalamen Formen etwa durch Ausbildung von Tochterthieren, die von dem Mutterthier nicht abgeschnürt wurden sondern mit ihm in Verbindung geblieben sind, ohne weitere Zwischenstufe polythalamie Formen entstanden seien. Die Lagen-Nodosaria-Reihe als richtig angenommen, könnten dann weitere ähnliche von der Monothalamie zur Polythalamie unmittelbar überführende Reihen aufgestellt werden, eine sandschalige, lagenartige, monothalamie Saccamina könnte als Ausgangspunkt von sandschaligen, nodosariaartigen Nodosinellen, oder eine bestachelte, monothalamie Kugelschale als Ausgangspunkt von den polythalamen, bestachelten Globigerinen angenommen werden. Eine scharfe Trennung von Kalkschalern und Sandschalern, von Perforaten und Imperforaten wäre bei dem angenommenen Ausgangspunkt und dem gefolgerten Entwicklungsprincip schon an der Wurzel des Thalamophorenstammes möglich, denn es finden sich sowohl lagenartige wie nodosariaähnliche Vertreter unter den perforierten und imperforierten Kalkschalern ebenso wie unter den Sandschalern. Diese scharfe Trennung brächte dann schon wichtige Hauptgruppen für das natürliche System. Ich brauche nicht erst hervorzuheben, daß die meisten der seitherigen Systeme in dieser Weise vorgegangen sind, wenn sie die Thalamophoren in Perforate und Imperforate, in Monothalamia und Polythalamia, in Sand- und in Kalkschaler eingetheilt haben.

Das letzte System dieser Art ist von Hæckel aufgestellt worden (Litt. 9). Hæckel verwendet dann auch, wenn ich ihn richtig verstanden habe, die oben als Beispiel angeführte Auffassung, daß die monothalamen Formen durch Hervortreiben von nicht vom Mutterthier abgeschnürten Tochterthieren zu polythalamen Arten geworden seien, als Erklärung für das Zustandekommen der Polythalamie. Er faßt die mehrkammerigen Thalamophoren als Catenal-Cönobien auf, d. h. als Zellgemeinschaften, bei denen jede Kammer für sich einer Zelle gleichzusetzen sei. Es muß allerdings hervorgehoben werden, daß diese Auffassung mit apodiktischer Sicherheit nicht gegeben wird. Pag. 58 heißt es „indessen kann man auch z. B. die zusammengesetzten Riesenformen der Siphoneen und Polythalamien als Coenobien auffassen“ und pag. 179 „dieser Vermehrungsproceß der Kammern, der sich bei den größeren

Formen oftmals wiederholt, ist nach unserer Ansicht nur eine besondere Form der Knospung.“ Es ist leicht verständlich, wie Häckel für die dargelegte Auffassung eintreten konnte. Die Untersuchungen Schaudinn's über die Fortpflanzung der Thalamophoren haben nur von solchen polythalamen Formen Meldung gebracht, welche sehr frühe vielkernig wurden, so daß für jede Kammer Kerne disponibel waren. Besaß aber jede Kammer einen oder mehrere Kerne, so konnte auch jede Kammer mit Berechtigung als Zelle aufgefaßt werden.

Meine Studien an dem reichen Material der Deutschen Plankton-Expedition haben aber ergeben, daß alle Globigerinen (incl. *Orbulina*), *Hastigerina* und *Pullenia* — höchst wahrscheinlich alle pelagisch lebenden Thalamophoren — während der Hauptzeit ihres Lebens bloß einen einzigen Kern besitzen, während einer Zeit, in der schon alle Kammern zur Ausbildung gekommen sind, die überhaupt angelegt werden. (Vgl. auch *Polystomella* bei F. E. Schulze Litt. 18.) Solchen Thatsachen gegenüber kann die Catenal-Coenobionten-Theorie für die mehrkammerigen Thalamophoren nicht aufrecht erhalten werden, denn die ganze Kammerkette besitzt bloß einen Kern, das ganze Kammerensemble kann also nur als das Abscheidungsprodukt einer einzigen Zelle aufgefaßt werden.

Die Globigerinen sind also keine Catenal-Coenobien von *Orbulina*; sie lassen sich aber auch nicht auf andere Weise von *Orbulina* ableiten. Eine *Autorbulina*, wie Häckel meint, existiert nach meinen Untersuchungen überhaupt nicht; die große Zahl von *Orbulinen*, die mir zur Untersuchung vorlagen, konnten alle als spätere Entwicklungsstadien von ursprünglich vollständig globigerinaähnlichen Jugendformen mit zweifelloser Sicherheit festgestellt werden. Leider muß ich wegen der Beweise auf meine erst später erscheinende Arbeit im Planktonwerke verweisen; nur soviel sei hier schon gesagt, daß selbst dann, wenn eine *Autorbulina* im Sinne Häckels existierte und nur in meinem Material nicht vorgekommen wäre, also eine *Orbulina*, die sich als solche fortpflanzte, diese *Autorbulina* kaum die Stammform der Globigerinen gewesen sein könnte; denn die Kammern der Globigerinen haben nur wenig, die Embryonalkammer der Globigerinen aber außer annähernder Kugelform nicht die geringste Aehnlichkeit mit einer *Orbulina*. Die Ausbildung der *Orbulinaschale*, welche sich um die Globigerinen herumlegt, ist eine sekundäre Anpassung an das pelagische Leben, wie ich früher schon (Litt. 14c) betont habe; sie kann mit der Schwimmkammer der pelagischen *Tinoporos*-Arten verglichen werden;

über ihre phylogenetische Entstehung ist später pag. 94 Einiges gesagt. Die Orbulinen sind also von Globigerinen abzuleiten, nicht die Globigerinen von den Orbulinen.

Häckel nennt einmal *Orbulina* eine palaeozoische Form, worauf dieses „palaeozoisch“ gegründet ist, weiß ich nicht. Hier muß ein Irrthum oder eine Verwechslung vorliegen; nach meinen Informationen treten die ersten Globigerinen im „unteren Keuper“ auf (cf. Schwager bei Bütschli 3a. pag. 252), ihnen folgen die Orbulinen in der rhätischen Stufe. (Bütschli 3a. pag. 201) oder nach Terquem erst im Lias (cf. Brady 2b pag. 611).

Wir dürfen also mit großer Bestimmtheit behaupten, daß die mehrkammerigen Globigerinen nicht aus einkammerigen Orbulinen entstanden sind. Die einfache Ableitung der mehrkammerigen Formen unmittelbar von einkammerigen durch Kammeransatz erhält hierdurch aber den ersten empfindlichen Stoß. Unhaltbar wird die Annahme dadurch, daß auch die Ableitung der *Nodosarinen* von den *Lageninen* mehr wie unsicher ist, wie ich pag. 74 noch zeigen werde.

Der Ausgangspunkt der seitherigen, oben charakterisierten, Systeme ist daher nicht richtig gewesen; wir müssen uns nach einem neuen Ausgangspunkt umsehen.

Die Palaeontologie, die am ersten dazu geeignet ist, hierin Rath zu schaffen, da sie die Schalen unserer *Rhizopoden* in so außerordentlicher Zahl und meist in gutem Zustand erhalten hat, läßt uns leider gerade am Anfange der Stammesgeschichte fast gänzlich im Stiche; sie hat uns aus den älteren palaeozoischen Schichten nur spärliche Spuren, meist Steinkerne, deren Bestimmung sehr schwer und unsicher ist, überliefert, und bringt dann in der Carbonformation mit einem male eine recht bedeutende Zahl von ganz verschiedenen Formen, von denen einige schon zu den höchstentwickelten gehören, die wir überhaupt kennen.

Die erste Entwicklung der *Thalamophoren* muß also schon weit vor der Carbonformation gelegen haben, ohne daß uns ihre Anfänge in den älteren Schichten erhalten geblieben sind. Trotzdem aber vermag uns die Palaeontologie gewichtige Nachweise auch über die Beschaffenheit jener ersten nicht erhaltenen *Thalamophoren*, wenn auch erst auf indirektem Wege, zu geben. Vergleicht man die im Kohlenkalk erhaltenen *Thalamophoren* mit denjenigen späterer Perioden, so muß auf den ersten Blick auffallen, daß die weitaus meisten derselben ihre Wände aus Sandpartikelchen aufgebaut haben, daß ein anderer Theil dieser palaeozoischen *Thalamophoren* bald in sandschaliger bald in kalkschaliger

Schalentextur auftritt und daß rein kalkschalige Genera in dieser Periode noch überaus selten sind. Schwager bei Bütschli (Litt. 3a. pag. 246) macht die Angabe, daß in den verschiedenen Kohlenkalkproben, die er zu beobachten Gelegenheit hatte, *Archæidiscus* Brady meist die allein rein kalkschalige Thalamophore war, die er in diesen Proben antraf.

Ganz besondere Beachtung verdient dann aber weiterhin der Umstand, daß sich in jenen frühen Schichten auch zahlreiche Uebergänge von rein sandschaligen zu kalkig-sandschaligen und schließlich zu rein kalkschaligen Thalamophoren vorfinden; und zwar scheinen sich die in der Regel nicht perforierten Sandschaler ebensowohl in perforate als imperforate Kalkschaler umgewandelt zu haben. So treten die *Endothyren*, die zweifellos die Stammform der Rotaliden darstellen, in solchen Uebergangsreihen auf; so haben sich ähnliche Uebergänge bei den Textulariden heute noch erhalten. Aus diesen Thatsachen hat schon Neumayr mit vollem Recht, wie ich überzeugt bin, geschlossen, daß sich die kalkschaligen Formen aus Sandschalern entwickelt haben. Zu seinen Argumenten füge ich noch ein anderes hinzu.

Es giebt nämlich eine ganze Anzahl von Formen, die der sonst geltenden Regel einer vielseitigen Anschlußmöglichkeit zuwider, sich garnicht an andere Formen anschließen lassen, obgleich sie erst in palaeontologisch sehr jungen Formationen oder gar erst recent auftreten, zu einer Periode also, welcher schon viele andere Perioden mit wohlerhaltenen Thalamophoren vorausgegangen sind. Sie können von den früheren in Weiterentwicklung begriffenen Arten also ohne Zweifel nicht abgeleitet werden, sondern sind augenscheinlich Neulinge, die jedenfalls von unbeschalten Rhizopoden her durch Schalenbildung gerade erst zu Thalamophoren geworden sind. All diese Neulinge sind sandschalige Formen, meistens stellen sie Röhren dar, die gelegentlich Anfänge einer ersten unregelmäßigen Segmentierung erkennen lassen, z. B. *Rhabdammina* Brady.

Wir dürfen also für unsere Ausgangsgruppe die Annahme machen, daß sie aus sandschaligen Thalamophoren bestand, und als Princip feststellen, daß sich perforate und imperforate Kalkschaler von sandschaligen Formen ableiten lassen, vorausgesetzt natürlich, daß sich beide in ihren sonstigen Eigenthümlichkeiten genau entsprechen.

Mit diesen Erörterungen trete ich der Anschauung Häckels, daß die chitinen Schalen¹⁾ die ursprünglichsten seien, durchaus

1) Um eigentliches Chitin handelt es sich nach meinen Untersuchungen an

nicht entgegen; ich glaube aber, daß die chitinigen Schalen in den weitaus meisten Fällen, wenn nicht immer, erst zu Sandschalen geworden sind, bevor sie sich zu Kalkschalen umwandelten. Für diese Umwandlung haben wir palaeontologische Beweise, während uns reine Chitinschalen aus den älteren Formationen überhaupt nicht erhalten sind.

Aus meinen Erörterungen folgt aber gleichzeitig, daß eine scharfe systematische Scheidung von Kalk- und Sandschalern nicht möglich ist; denn wenn auch die höchstentwickelten Sandschaler und Kalkschaler in der Regel nie mehr in ihrer Schalentextur überschlagen, nie mehr bald mit einer Sandschale auftreten bald mit einer Kalkschale, so zeigen doch die tiefer stehenden Formen so mannigfache Zusammenhänge und nach beiden Richtungen hin wechselnde Schalenkomposition, daß eine solche fundamentale Trennung an der Wurzel zum mindesten Zusammengehöriges auseinanderreißen würde. Eine Ordnung der Kalk- und Sandschaler darf also nicht aufgestellt werden; dagegen ist es zulässig und sogar zweckmäßig von den höher stehenden Formen rein kalkschalige Formen als besondere Familien, von sandschaligen oder in der Schalenkomposition wechselnden Formen abzuscheiden, wie ich dies durch Trennung der *Nodosariden* von den *Nodosinelliden*, und der *Rotaliden* von den *Endothyriden* gethan habe; es treten durch diese Scheidung zugleich die Stammfamilien deutlicher hervor.

Die Palaeontologie giebt uns aber noch weitere Winke zur Aufstellung des natürlichen Systems. Wenn wir solche Formen ins Auge fassen, die sich erst in palaeontologisch bekannter Zeit auf eine höhere Entwicklungsstufe emporgehoben haben, wie z. B. die *Miliolinen*, über deren Entwicklung ich später noch Einiges mittheilen will, oder wenn wir überhaupt irgend eine Fortbildung, die sich in palaeontologisch bekannter Zeit an niederen Formen eingestellt hat, aufmerksamer betrachten, so wird sich meist die unbestreitbare Thatsache herausstellen, daß diese Weiterentwicklung ein Fortschreiten in der Festigkeit der Schalenkonstruktion bedeutet. Es würde mich zu weit führen, dies im Einzelnen hier näher auszuführen, es mag nur daran erinnert werden, daß z. B. eine spirale Aufrollung, wie sie unter anderen bei den *Cristellarinen* auftritt, nothwendiger Weise eine festere Schalenkonstruktion zur Folge hat, als die gerade ge-

sehr verschiedenen Genera in den meisten Fällen nicht, da die Schalen sich mehr oder minder rasch in warmer, stark konzentrierter Kalilauge lösen.

streckte perlschnurartige Aneinanderreihung der Kammern der Nodosarinen; und Niemand hat noch bezweifelt, daß sich die Cristellarinen von den Nodosarinen aus entwickelt haben, mit denen sie die Eigenart ihrer Perforation und ihrer Kammermündungen theilen.

Ein Streben nach Festigkeit des Gehäuses macht sich in der Entwicklung fast einer jeden Formengruppe geltend, wobei dann noch zwei weitere Principien maßgebend waren, nämlich bei der angestrebten Festigkeit möglichsten Rauminhalt des Gehäuses und möglichste Einfachheit desselben zu erzielen.

Die beiden letzteren Principien sind augenscheinlich darauf gegründet, daß sie den Gehäuseträger am wenigsten mit Baugeschäften belasteten, und ihm deshalb die meiste Zeit zu anderen Lebensfunktionen, wie Ernährung und Fortpflanzung übrig ließen, welche ja für Erhaltung und Verbreitung und deshalb auch für die Fortbildung der Art die maßgebendsten Faktoren genannt werden dürfen.

Dieses Festigkeitsprincip als Movens der Weiterentwicklung ist zu interessant und für die Aufstellung meines Entwurfs zu wichtig, um die Frage unerörtert zu lassen, warum diese Bevorzugung der Festigkeit stattgefunden hat. Meiner Ansicht nach lautet die Antwort auf diese Frage einfach, weil die Thalamophoren meistens unter Verhältnissen leben, die ihre Schalen in hohem Grade der Gefahr des Zerbrechens aussetzen; es muß also eine fortwährende Auslese des Festeren stattfinden.

Schon die große Zahl zerbrochener und wieder regenerierter Thalamophorenschalen, die man in allen Grundproben findet, legt die Vermuthung nahe, daß unsere Rhizopodenordnung vielfach solchen Gefahren ausgesetzt ist und durch dieselben zu leiden hat. Die Thalamophoren leben zum weitaus größten Theil auf dem Meeresgrund in geringer Tiefe, wo die Bewegung des Wassers sie auf dem Boden entlang rollen oder sie gegen Steine und dergleichen anschlagen kann, oder wo sie zwischen von der See getragenes Gerölle gerathen können. Schon Max Schultze (Litt. 17) hat auf die Häufigkeit regenerierter Exemplare an solchen Stellen hingewiesen, wo eine starke Brandung herrscht, oder wo die Wasserhöhe des Fangortes gering war. Wer sich von der Ausdehnung solcher Gefahren einen Begriff machen will, den erinnere ich an die großen Transporte von Molluskenschalen und an die Schleifstücke solcher Schalen, welche zeigen, mit wie großer Kraft das Wasser in geringen Tiefen auf die Bestandtheile des Meeresbodens

und auf seine Bewohner zu wirken vermag, Verhältnisse, die durch eine kürzlich erschienene Schrift Heincke's eine interessante Beleuchtung gefunden haben¹⁾. Wie groß die den Schalen von Seiten des Gerölls drohende Gefahr sein kann, scheint mir aus der Thatsache zu erhellen, daß ich an besonders schillreichen Gegenden der Nordsee öfters selbst in sehr großen Grundproben überhaupt keine Thalamophorenschalen gefunden habe, obgleich sie selbst in kleinen Grundproben anderer Composition sonst niemals gefehlt haben.

Aber die Wasserbewegung ist für die kleinen Gehäuseträger nicht die einzige Gefahr, welche ihr Gehäuse bedroht. Auf dem Meeresgrunde leben neben ihnen und mit ihnen noch sehr viele andere Thiere, durch deren Bewegungen sie in empfindlicher Weise belästigt werden können, vor Allem sind es wohl die Schnecken, deren breite über sie hinweggleitende Sohle die Festigkeit ihres Gehäuses auf eine harte Probe stellen muß, selbst wenn die Schnecken, was ich glaube, ihnen selbst nicht nachstellen²⁾.

Man erkennt, wie die Festigkeit des Gehäuses auch dann noch ein Selektionsprincip bleiben konnte, wenn es sich um Formen handelte, welche in größeren Tiefen lebten und dadurch mehr oder weniger gegen die Bewegungen des Bodens geschützt waren.

So verständlich dem Gesagten zufolge die Festigkeitsauslese ist, ebenso zweifellos ist es, daß sie beim Zustandekommen einiger Formenreihen trotzdem außer Thätigkeit gesetzt wurde. Ausnahmen bestätigen die Regel, sofern sie durch Ursachen erklärt werden können, welche die Regel nicht umstoßen. Eine solche Erklärung scheint mir aber bei den nachgenannten Ausnahmen überall möglich und naheliegend zu sein.

Hier ist zuerst *Syringamina* Brady zu nennen, eine vielfach auf sich selbst zusammengeknäuelte Sandröhre, von so hinfälligem Bau, daß sie meist auseinanderfällt, sobald sie aus dem Wasser genommen wird. Sie lebt aber in so großer Tiefe, daß sie von den Wasserbewegungen nicht insultiert werden kann; ob sie

1) Heincke Fr.: „Die Mollusken Helgolands“ in: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel und der biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. I. Band pag. 140 u. 141.

2) So halte ich es auch für eine Schutzvorrichtung besonders gegen Schnecken, wenn sich auf Hydrozoenstöckchen oder Algen festsitzende Thalamophoren, nochmals mit einer elastischen Sandhülle ausserhalb ihrer Schalen umgeben. Cf. Rhumbler Litt. 14b. pag. 487 z. B. *Truncatulina lobatula* u. *Quinqueloculina* sp.

an ihrem Wohnort vor den Insulten der Schnecken und anderer Thiere sicher ist, steht dahin. Die dunkelgefärbte Sarcodide, die Brady erwähnt, scheint mir auf einen Schlickbewohner (ähnlich wie bei *Saccamina*) hinzudeuten (cf. pag. 60); auf alle Fälle ist sie eine sehr ursprüngliche Form, wahrscheinlich ein recenter Neuling, der noch nicht lange genug unter der Festigkeitsauslese gestanden hat, um ein festeres Gehäuse zu producieren. Fossil ist sie natürlich nicht bekannt.

Zweitens haben sich die pelagisch lebenden Globigerinen¹⁾, die den Gefahren des Meeresbodens nicht ausgesetzt sind, der Festigkeitsauslese durch ihren Aufenthaltsort entzogen. Sie haben nach einer Ausdehnung ihrer Gehäuse auf weiteren Umfang hingestrebt, um ihre Schwimmfähigkeit zu erhöhen, obgleich durch diese Ausdehnung für äußere Gewalten größere Hebelarme geschaffen und hierdurch also die Schalen zerbrechlicher wurden. Die Zerbrechlichkeit wurde bei dünnchaligen Gehäusen mit dem Schalenwachsthum allmählich so groß, daß selbst die Wellenbewegung für ältere Gehäuse gefahrdrohend wurde und diese sich durch Umhüllung mit der oben schon erwähnten Orbulinaschale schützen mußten. (Vgl. R h u m b l e r Litt. 14c.)

Diese Ausnahmegruppe umfaßt gleichzeitig diejenigen Formen, welche der sonst geltenden Regel zuwider bis in ihr spätes Alter hinein einkernig sind, wie ich eingangs (cf. pag. 3) schon mitgetheilt habe. Die Frage verdient daher aufgeworfen zu werden, ob dem Zusammenfallen zweier Ausnahmen von sonst weithin geltenden Regeln nicht eine gemeinsame Ursache zu Grunde liegt. Diese Ursache scheint mir im pelagischen Leben gegeben zu sein; die Globigerinen wurden durch ihre schwimmende Lebensweise der Vielkernigkeitsauslese entzogen, denn auch die Vielkernigkeit schützt die Thalamophoren vor Untergang an gefahrdrohenden Oertlichkeiten, wie sie der Meeresboden, aber nicht das offene Meerwasser darstellt. Die Vielkernigkeit verlieh nämlich den Thieren eine hohe Regenerationskraft; jedes Bruchstück, das einen Kern enthielt, konnte sich eine neue Schale ausbilden (cf. Verworn Litt. 21) und so den Schaden, der dem Individuum begegnet war, durch den Vortheil, welcher daraus für Erhaltung und Verbreitung der Art erwuchs, wieder wett machen. Ja es ist nicht zu verwundern, wenn der letztgenannte Vortheil ebenso wie das Leben

1) Als Randbemerkung werde hier eingeschaltet, daß die Globigerinen hauptsächlich von Copepoden oder sinkenden Copepodenleichen leben; man findet ihren Weichkörper oft ganz mit den Muskelfasern dieser Thiere angefüllt.

in der Tiefe oder das pelagische Leben einzelne Formengruppen ebenfalls ganz der Auswahl des Festeren entrissen hat, und wenn solche Ausnahmeformen geradezu auf Ausbildung einer möglichst zerbrechlichen Schalenform zusteuerten, weil sie durch ihre frühe Vielkernigkeit in den Stand gesetzt waren, jeden Zertrümmerungsakt für weitere Verbreitung auszunützen. Als solche Ausnahmeformen sind drittens die Orbitoliten zu betrachten. Sie besitzen schon in früher Jugend außerordentlich viele und kleine Kerne (Litt. 3b u. 10a). Selbst geringste Bruchstücke müssen daher regenerationsfähig sein, und sind es in der That, wie aus zahlreichen Exemplaren hervorgeht, deren centraler Theil aus einem nicht zu verkennenden, oft minimalen Bruchstücke einer größeren Schale besteht (cf. Carpenter Litt. 4a). Viertens aber glaube ich, daß die Nodosarien durch ein ähnliches Streben nach Vervielfältigung und durch den losen Bau ihrer Schale zur Entstehung der Lageninen geführt haben, ich kann daher Häckel und den früheren Autoren entgegen die Lageninen nicht für den Ausgangspunkt der Nodosarien und der anderen Polythalamien ansehen, sondern halte im Einklang mit Neumayr umgekehrt die Nodosarien für die Stammform der Lageninen, wenn auch meine Auffassung über die Art dieser Entstehung eine andere ist als diejenige Neumayr's, wie aus dem Späteren hervorgehen wird (cf. pag. 75). Grund dieser Auffassung ist das palaeontologische Vorkommen von Nodosarinen und Lageninen. An fünfter Stelle müßte dann hier noch *Calcituba* angeführt werden, doch bitte ich hierüber das auf pag. 74 Gesagte vergleichen zu wollen.

Durch das Zusammengehen von Festigkeitsauslese und Vielkernigkeitsauslese wird erst recht deutlich, wie sehr die Phylogenie bestrebt war, den Gefahren des Bodenlebens zu steuern; doch muß hier als Ausnahme der Vielkernigkeit von Bodenbewohnern *Saccamina sphaerica* M. Sars. hervorgehoben werden, die sich durch meine Untersuchungen (Litt. 14b) als sehr langdauernd, einkernige Form erwiesen hat; sie lebt im Schlick verborgen, von dem sie sich ganz zu nähren scheint, und ist hierdurch wohl den maßgebenden Gefahren entzogen¹⁾.

1) Diese sandschalige Thalamophore unterscheidet sich außerdem sehr wesentlich durch ihre Kernentwicklung von allen den zahlreichen Thalamophoren, die Schaudinn (Litt. 15c) untersucht hat; eine gleiche Kernentwicklung ist mir nur noch von der gleichfalls einkernigen, pelagischen *Pulvinulina Menardii* L. bekannt, während die anderen pelagischen Formen trotz ihrer langdauernden Einkernigkeit dem Schaudinn'schen Entwicklungstypus zu folgen scheinen. Ich habe in Globigerinen sehr verschiedenen Alters niemals die typischen Binnen-

Wir haben nun bereits die Bedeutung der Sandschaler und das Festigkeitsprincip zu Führern bei Aufstellung des natürlichen Systems gewonnen; sie helfen wohl schon bedeutend, sie reichen aber zur genaueren Ausarbeitung des Systems noch nicht aus.

Zunächst mag die Frage erörtert werden, ob die Perforation oder der Mangel einer solchen als Scheidungsmittel für besondere Stämme verwendet werden kann? Mit diesem Unterschiede verhält es sich gerade, wie mit der Unterscheidung von Arenosen und Kalkschalern; wenn auch ganze Gruppen der höher stehenden Thalamophoren entweder perforiert oder nicht perforiert sind, so ist dies doch nicht mit allen der Fall, und namentlich zeigt die wichtige Stammgruppe der Endothyren und diejenige der Nodosinelliden, perforierte Vertreter neben solchen ohne Poren; ebenso verhält es sich mit den Fusulinen und auch mit den Orbitoliten, wenn die Familie der Orbitolitidae in meiner Fassung zu Rechte bestehen kann. Ich selbst habe vor einiger Zeit gezeigt (Litt. 14d), daß die zu den imperforierten Milioliden gehörige *Peneroplis pertusus* Forsk. eine perforierte Embryonalkammer besitzt, während ihre späteren Schalenwände imperforiert sind. Als stämmescheidendes Merkmal kann also die Perforation nicht benutzt werden, wenn sie auch für die höheren Gruppen der Nodosariden und Rotaliden mit zur Diagnose derselben verwerthet werden kann.

Auch die Unterscheidung von Monothalamien und Polythalamien kann nicht schroff durchgeführt werden, wenn sie auch von den seither in Gebrauch gewesenen groben Unterscheidungsmitteln das natürlichste und brauchbarste gewesen ist. Viele monothalame Formen zeigen an ihrer Gehäusewand periodische Einschnürungen, die bald tief, bald flach sind, das Gehäuse bald als monothalam, bald als polythalam erscheinen lassen. Die monothalamen Spirillinen stehen in nächster Beziehung zu den polythalamen Patellinen, sie haben sich aus ihnen zwar nicht durch einfache Segmentierung sondern dadurch entwickelt, daß die Spirillinaröhre hohle seitliche erst stachelähnliche, dann taschenförmige Anhänge hervortrieb, welche zu den Patellinakammern geworden sind. Spirillinen und Patellina dürfen meiner Ueberzeugung nach nicht von einander getrennt werden, und das würde durch die Aufstellung von Monothala-

körper, die *Saccamina* und *Pulvinulina* auszeichnen, vorgefunden, sondern nur Stadien der Kernentwicklung, welche sich mehr oder weniger leicht dem Schaudinn'schen Entwicklungstypus anschließen lassen.

mien und Polythalamien geschehen. Schließlich sind in dieser Beziehung auch die Lageninen nicht zu vergessen, die erst sekundär monothalam geworden sind, und deshalb nothwendig zu den Polythalamen gestellt werden müßten, wenn sie nicht aus ihrer Verwandtschaft herausgerissen werden sollen. Man könnte die Spirillinen und Lageniden, die beide perforat sind, dadurch von einer monothalamen Unterabtheilung ausschließen, daß man die imperforaten Monothalamien Rhabdamminiden und Ammodisciden etwa als Archimonothalamia zusammenfaßt; denn die Rhabdamminiden und Ammodisciden besitzen, soweit meine Erfahrungen reichen, nie eigentliche Poren, wenn auch die Rhabdamminiden oft mehrere Gehäusemündungen tragen. Die Bezeichnung würde darauf aufmerksam machen, daß auch noch andere Monothalamien in den sonst polythalamen Familien versteckt vorkommen. Da sich aber die anderen Familien nicht recht zu einem Gegensatz zusammenfassen lassen, so ist auch mit der Bezeichnung Archimonothalamia nicht allzuviel gewonnen, und ich gebrauche sie deshalb in meinem Entwurf vorläufig nicht.

Wie man aus meiner späteren Aufstellung ersehen wird und wie aus dem vorigen Absatz schon hindurchblickt, halte auch ich die monothalamen Formen für den Ausgangspunkt der polythalamen. Aber diese Umwandlung der einkammerigen in mehrkammerige Genera liegt bereits in den sandschaligen Stammgruppen, und man darf sich den Uebergang nicht einfach so vorstellen, daß monothalame Kalkschaler etwa durch Catenation, d. h. durch Knospenbildung, polythalam geworden wären. Wer sich, um eine solche Anschauung zu stützen, auf den Theilungsvorgang der Süßwassertestaceen berufen wollte, würde dabei vergessen, daß bei dieser Formen-
 gruppe die neuerzeugten Schalen gerade die umgekehrte Lage inne haben, wie die Kammern der Thalamophoren, sie kehren ja Mündung gegen Mündung. Gleichwohl bin ich der Ueberzeugung, daß sowohl die Kammerbildung der polythalamen Thalamophoren als die Schalenbildung beim Theilungsakt der Testaceen (Litt. 14a) aus derselben Quelle, nämlich aus einem ursprünglich sehr einfachen Längenwachsthum der Schale, aber beide in verschiedener Weise, hervorgegangen sind. Es würde mich zu weit führen, hierauf näher einzugehen. Das Längenwachsthum der Thalamophoren wurde ein periodisches, es entstanden zuerst wenig unterschiedene Segmente, die dann erst durch Aufblähung zu wirklichen Kammern wurden.

Doch bevor ich auf diesen Entwicklungsgang näher eingehe, möchte ich noch eine weitere wichtige Frage erledigen. Bei den Metazoen hat bekanntlich das biogenetische Grundgesetz

glänzende Fingerzeige für das natürliche System geliefert. Wie steht es hiermit bei den Thalamophoren?

Da die Anfangskammern den Jugendzustand der Thalamophoren erkennen lassen, so ist in diesen Kammern ein trefflicher Anhaltspunkt für ihre Ontogenie und auch für ihre systematische Stellung gegeben, vorausgesetzt, daß sich die Erstlingskammern in ihrem Aufbau von den späteren unterscheiden. Ein solcher Unterschied zwischen früheren und späteren Kammern besteht nun thatsächlich bei all denjenigen Genera, die man lange Zeit hindurch als dimorph bezeichnet hat. Neuerdings haben aber Munier-Chalmas und Schlumberger (Litt. 12) den Ausdruck „Dimorphismus“ für eine andere Erscheinung verwerthet, auf die ich bald zu sprechen kommen werde. Um Verwechslungen vorzubeugen, wähle ich daher für Schalen von (mit dem Alter) einmal wechselndem Bau die Bezeichnung „biform“, für solche, die ihren Bau zweimal ändern, — denn auch solche giebt es — die Bezeichnung „triform“.

Es gehört keine große Kenntnis unserer Gruppe dazu, um auf den ersten Anblick der biformen Gruppen zu erkennen, daß die Anfangswindungen derselben einen höheren, d. h. festeren Bauplan verfolgen als die Endwindungen. Ein spiral aufgewickelter Thalamophorengehäuse hat immer für ein höher entwickeltes gegolten als ein geradegestrecktes, nodosaroides; und wir sehen bei denjenigen biformen Schalen, die man als bischofsstabförmige bezeichnet hat, den Anfang spiral aufgerollt, das Ende aber gerade gestreckt, nodosaroid. Die biformen Arten verhalten sich kurz gesagt, gerade umgekehrt, als man nach dem biogenetischen Grundgesetz erwarten sollte. Die phylogenetisch höhere Entwicklungsstufe wird durch die jugendlichen Stadien vertreten, die Ahnenstufen treten an den erst später gebildeten Kammern auf. Man könnte glauben, daß es sich hier blos um eine gelegentliche Degeneration der älteren Kammern handelt, da es aber zahlreiche Arten giebt, welche nur biform auftreten, müßte diese Degeneration zum mindesten einen gesetzmäßigen Platz in der Ontogenie gewonnen haben. Wenn man die Palaeontologie zu Rathe zieht, so scheint sie in vielen Fällen die Vermuthung einer Rückbildung zu bestätigen, denn es treten gelegentlich in jüngeren Perioden biforme Arten auf, deren höherer Entwicklungstypus in uniformer Gestalt bereits schon vor ihnen in den ältesten Perioden vorhanden war. Diese biformen Arten sind aber nicht beweisend, denn es können Neulinge sein, die eben erst im Begriffe stehen, sich zu demselben höheren Entwicklungstypus umzuwandeln, der zwar von früheren, verwandten Formen schon lange erreicht worden ist, für sie selbst

aber eine neue Errungenschaft ist. So gut die Thalamophoren von ihrer Ursprungsstelle in jüngeren Perioden neuen Zuschuß erfahren haben, ebensogut haben sich in jüngeren Perioden niedere Formentypen zu höheren entwickeln können.

Auf alle Fälle werden wir aber von einer Reihe, welche sich erst in palaeontologisch bekannter Zeit entwickelt hat, hier gewichtigen Aufschluss erlangen können. Eine solche Reihe stellen die Milioliden dar. Häusler hat uns hier durch Aufstellung einer ganzen Reihe von Ophthalmidien aus dem Lias die Entwicklung dieser Form aus der Gruppe der *Nubecularia tibia* Jones und Parker lückenlos vor Augen geführt. *Nubecularia tibia* besteht aus mehreren, nach Art der Nodosarien aneinandergereihten, mehr oder weniger schlauchförmigen Kammern, die am Fundus der Kammern jedesmal bauchig erweitert sind; sie findet sich im Trias, im oberen Jura und in der Jetztzeit in denselben Modifikationen. Nun treten im Lias auffällige Varietäten von *Ophthalmidium Walfordi* Reuss auf, deren jüngerer Theil frei absteht und ganz einer *Nubecularia tibia* entspricht. „Diese Species scheint auf die Zone und Lokalität, oberer Lias von Banbury (Oxfordshire) beschränkt zu sein“ (Litt. 10).

Es scheint mir 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. Die volle Ueberzeugung hiervon wird man durch Nachsehen der Häusler'schen Abbildungen gewinnen. Durch die langgestreckte Gestalt der *Nubecularia tibia*-Kammern kommt es, daß sich die erste Kammer unter Umständen fast anderthalb Windungen lang wie eine einfache Röhre um die kugelige Anfangskammer, welche dem bauchig aufgetriebenen Kammerfundus der Stammform entspricht, herumlegt. Aus *Ophthalmidium Walfordi* entwickeln sich nun durch verschiedene Ausbildung der eingerollten Schalentheile, einerseits verschiedene andere Ophthalmidien, andererseits *Spiroloculinen* und Formen, die theilweise bereits Uebergänge zu den Miliolinen (*Quinqueloculinen*) andeuten.

Wir haben aber noch weitere Belege dafür, daß bei den Thalamophoren in vielen oder allen Fällen das biogenetische Grundgesetz in umgekehrter Form gilt, d. h. daß bei ihnen die phylogenetisch höchste Stufe in jungen Stadien gefunden wird, während die älteren Schalentheile auf Ahnenformen zurücksinken. Auf die

merkwürdige Perforation der Embryonalkammer von *Peneroplis pertusus* habe ich an anderer Stelle schon aufmerksam gemacht und dieselbe bereits im angedeuteten Sinne verwerthet (Litt. 14d). Die auf den Kohlenkalk beschränkte Stammgruppe der Rotalinen, die *Endothyren*, besitzen z. Th. an ihren Endkammern eine siebförmige Mündungsplatte, während ihre älteren Kammern sich durch eine einfache, schlitzförmige Mündung auszeichnen; siebförmige Mündungen sind 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 zeigten¹⁾. Schließlich mag darauf hingewiesen werden, daß die höchst entwickelten Thalamophoren niemals biforme Arten zur Ausbildung bringen, während alle tieferstehenden solche aufweisen. Auch dies spricht für die Auffassung der Biformen als Uebergangsformen.

Auf Grund dieser Thatsachen, die ich noch später um Vieles vermehren werde, halte ich mich jetzt zu der Behauptung berechtigt, daß die biformen Arten in der Regel keine degenerierten sondern in der Vorwärtsentwicklung begriffene Arten sind. Gelegentlich mag ja, was ich vorläufig nicht bestreiten will, Rückbildung an ihrer Entstehung schuld sein. Hierdurch gewinnen wir dann für das natürliche System einen weiteren wichtigen Gesichtspunkt, die Endkammern nicht die Anfangskammern der biformen Arten geben uns Aufschluß über ihren Ursprung. Bekanntlich hat *Carpenter* von den Orbitoliten gerade das Gegentheil behauptet, indem er hier das biogenetische Grundgesetz in seiner für die Metazoen geltenden Form bestätigt gefunden glaubte. Daß diese Anschauung mit den palaeontologischen Befunden im krassesten Widerspruch steht, habe ich früher schon dargethan, und dort zugleich auch den Weg gezeigt, wie sich diese *Carpenter'schen* Befunde mit meinen Anschauungen vereinbaren lassen (Litt. 14d).

Die Milioliden sind wegen ihres späten Auftretens zu sehr von Interesse, um nicht zu weiteren Erörterungen selbst in dieser kurzen Mittheilung Anlaß zu geben. Wie ich hier nicht weiter

1) Die *Endothyren* sind Uebergangsformen, wo man sie nur ansieht, ihre wechselnde Schalenstruktur, das Verhalten ihrer Mündung, und schließlich eine noch häufig bei ihnen auftretende biforme Gestalt (ihr Anfangstheil ist oft spiralig eingewunden, ihr Schalenende gerade gestreckt) charakterisieren sie als Uebergangsform von einer gerade gestreckten, sandschaligen, siebmündigen Ausgangsform, etwa wie *Nodosinella cylindrica* (?) zu einer kalkschaligen spiraligen Form mit schlitzförmiger Mündung.

ausführen kann, muß aus rein physikalischen Gründen¹⁾ Biloculina als die am wenigsten gefestigte Form der Miliolinen angesehen werden, dann folgt Triloculina und schließlich Quinqueloculina, mit der festesten Schalenform, welche den Miliolinen zugänglich gewesen scheint. Dieser Festigkeitsskala entspricht genau ihr palaeontologisches Auftreten; Biloculina im Trias; Triloculina im Jura, Quinqueloculina erst in der Kreide.

Nun ist an recenten Materialien durch Munier-Chalmas und Schlumberger auf eine merkwürdige Erscheinung aufmerksam gemacht worden, welche sie als „Dimorphismus“ bezeichnen, und welche darin besteht, daß die meisten Miliolinen in zweierlei Formen auftreten, welche als A- und B-Formen bezeichnet werden. Während die A-Formen eine große Embryonalkammer besitzen, und ihre Kammern von Anfang an bis zu Ende nach einem und demselben Modus aufbauen (sie sind „uniform“), zeichnen sich die B-Formen durch eine kleine Embryonalkammer aus und bauen außerdem — dies ist hier das Wichtige — ihre Erstlingskammern nach einem höheren Modus auf als ihre Endkammern. Da bei den Miliolinen die Endkammern die vorausgegangenen vollständig einhüllen, so können diese Verhältnisse nur an Schliffen oder nach meinen Erfahrungen auch gelegentlich an durchsichtigen Canadabalsampräparaten erkannt werden. Was zunächst den Größenunterschied der Embryonalkammern anlangt, so finde ich den Durchmesser der Embryonalkammer bei den meisten Thalamophoren (größere Erfahrungen habe ich hierüber für Polystomella, Globigerinen und Cornuspirinen, wo ich zahlreiche Messungen vorgenommen habe, gelegentliche Erfahrungen über außerordentlich viel andere Genera) so überaus schwankend und diese Schwankungen durch keine Grenzen getrennt, daß ich mich wegen der Größendifferenzen als Unterscheidungsmerkmal sehr skeptisch verhalten muß, vor allen Dingen in Bezug auf die Embryonalkammern der offenspiralig gewundenen Thalamophoren, bei welchen sich ebenfalls der Dimorphismus finden soll — bei den Milioliden ist es allerdings unverkennbar, daß die meisten der sogenannten B-Formen kleinere Embryonalkammern besitzen als die A-Formen; ich bin nach meinen Erfahrungen aber auch hier noch im Zweifel, ob dies immer der Fall ist. Daß der von Schlumberger vermuthete Dimor-

1) Die Zunahme der Festigkeit beruht der Hauptsache nach darauf, daß jeder äußere Druck bei der verschiedenen Kammeranordnung der oben aufgestellten Skala auf eine immer größere Zahl von Wänden vertheilt wird, so daß die einzelne Wand dadurch immer weniger gefährdet wird.

phismus der Globigerinen — die *Orbulina* wird als A-Form angesehen — durchaus unhaltbar ist, geht aus einer meiner Mittheilungen hervor, mit welcher die *Schlumberger'schen* Thatsachen sehr gut, ihre Deutung aber absolut nicht übereinstimmen (Litt. 14c).

Was nun den wechselnden Aufwindungsmodus der B-Formen anlangt, so kann ich in ihm Nichts weiter erblicken, als die Ausbildung von biformen Arten nach meinem Sinne. Wenn die B-Form einer *Biloculina* ihre Anfangskammern erst quinqueloculinär (d. h. so viel wie nach Art von *Quinqueloculina*) aufrollt und dann erst eine biloculinäre Anordnung annimmt, so unterscheidet sie sich im Princip ihres Verhaltens garnicht von einer bischofsstabförmigen Form, die ihren Anfang spiralig aufgerollt hat und dann in eine gerade gestreckte Kammeranordnung übergeht, und selbst wenn bei den B-Formen der Aufwindungsform zweimal statt einmal wechselt, so daß ein und dasselbe Exemplar drei verschiedene Aufwindungsweisen erkennen läßt, wie dies bei *Biloculina* vorkommt, die erst quinqueloculinär, dann triloculinär und schließlich erst biloculinär aufgerollt sein kann, so läßt sich diesem Verhalten z. B. eine *Gaudryina* gegenüber stellen, die anfänglich erst verneulinär, dann textularinär und schließlich nodosarinär aufgewunden sein kann. Die in Parallele gestellten Reihen haben das Gemeinsame, daß sie vom höheren Aufwindungsmodus schrittweise auf einen niederen Aufwindungsmodus ihrer Vorfahrenformen herabsinken, daß sie eben biforme Arten repräsentieren, und unterscheiden sich nur dadurch, daß bei dem involuten Wachsthum der *Milioliden* die Anfangskammern verdeckt sind, bei den anderen biformen Thalamophoren dagegen frei zu Tage liegen. Ich betrachte also die B-Formen *Schlumbergers* theils als gelegentliche Varietäten der uniformen A-Formen, theils als bereits selbständige Arten, die, einerlei ob Varietäten oder Arten, im Begriffe stehen, sich in Arten von höherem Aufwindungsmodus umzuwandeln; die biformen Arten anderer Familien fasse ich genau ebenso auf.

Anfänglich glaubten *Munier-Chalmas* und *Schlumberger* die Annahme für wahrscheinlich halten zu dürfen, daß sich die B-Formen aus den A-Formen entwickelten; nach Resorption der großen Embryonalkammer von A solle eine Reihe von neuen Kammern nach Art der Form B im Schalencentrum aufgebaut werden; die Centralkammer reiche nach vorgenommenen Messungen für die abweichend angeordneten Erstlingskammern der Form B vollständig aus und es sei nicht wahrscheinlich, daß beide Formen von Jugend auf verschieden seien, weil nie kleine, junge

Exemplare der Form B aufgefunden wurden. Wie soll man aber, so frage ich, eine kleine junge B-Form einer triformen Biloculina z. B. namentlich auf Schliften auffinden, wenn sie erst im Alter, nachdem sie groß geworden ist, biloculinäre Kammern aufbaut, also dann erst als Biloculina erkennbar ist¹⁾. Ich glaube hierauf hinweisen zu dürfen, wenn auch Schlumberger seine frühere Ansicht bereits zurückgenommen hat, weil ich die Beweggründe dieser Rücknahme, welche auf einer irrthümlichen Auffassung des Verhältnisses von Globigerina zu Orbulina beruhen, nicht gelten lassen kann, und man deshalb auf die ältere Ansicht zurückkommen könnte.

Durch diese Auslassungen soll der Dank nicht geschmälert werden, den jeder Thalamophorenkenner den sorgsam Forschern schuldigt; ohne ihre Bemühungen wären vielleicht die interessanten Verhältnisse noch lange im Dunkel geblieben.

Wir haben also in den Miliolinen, die früher als B-Formen aufgefaßt wurden, gewichtige Hinweise auf die systematische Gliederung des Miliolinenstammes vor uns; sie bestätigen, was uns sowohl das Festigkeitsprincip als die Palaeontologie bereits verrathen haben, nämlich daß Biloculina, dann Triloculina und schließlich Quinqueloculina eine fortlaufende Entwicklungsreihe darstellen. Sie machen uns aber auch auf eine neue interessante Thatsache aufmerksam. Nicht blos biforme oder triforme Biloculina- oder Triloculina-Arten haben ihre Anfangskammern quinqueloculinär aufgewunden, sondern dieselbe Aufwindungsweise treffen wir auch bei biformen Spiroloculinen, die 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 erinnert, so müssen wir auch in ihr eine Thalamophore erkennen, die von einem viel ursprünglicheren Ausgangspunkte demselben Ziele „Quinqueloculina“ hin zustrebt.

Angesichts dieser Thatsachen müssen wir die Frage aufwerfen, ob unter solchen Umständen das Genus Quinqueloculina als

1) Dieses Zeugnis würde selbst dann nicht geschmälert, wenn gegen meine Ueberzeugung die B-Formen sich dennoch als mit den A-Formen zusammengehörig erwiesen und vielleicht einer verschiedenen Fortpflanzungsweise der betreffenden Formen zugeschrieben werden müßten.

ein einheitliches aufgefaßt werden darf. Eine sichere Antwort kann hierauf noch nicht gegeben werden, da wir bis jetzt noch nicht wissen, in wie weit sich biforme Miliolinen schon in früheren Erdperioden gefunden haben, und ob dort eine Umwandlung, die in der Jetztzeit unverkennbar im Gange ist, schon stattgefunden hat. Wie dem auch sei, vielleicht wird uns eingehendes Studium des Weichkörpers die einzelnen Stammeszwige, welche zu dem Genus *Quinqueloculina* zusammengeschmolzen scheinen, wieder voneinander trennen lassen. Ich bin somit vollständig davon überzeugt, daß ein eingehendes Studium der Weichkörperverhältnisse zur feineren Ausbildung des Systems sehr erforderlich ist, ich vermag aber in dieser Richtung nicht soweit zu gehen wie Schaudinn, der die These vertheidigt hat: „die Eintheilung der Rhizopoden auf Grund der Schalenmorphologie ist keine natürliche.“ Gegen eine solche extreme Auffassung scheint mir das ganze That-sachenmaterial der Palaeontologie zu sprechen.

Die auffällige Erscheinung eines gemeinsamen Entwicklungszieles für verschiedene Schalenform könnte beinahe den Anschein erwecken, als ob hier eine gewisse Telologie im Spiele sei, welche die ganze Familie der Miliolinen nach einem Zielpunkt zusammenziehe; als ob die Entwicklung eine zielbewußte wäre. Diese scheinbare Teleologie ist das Werk der Festigkeitsauslese, die jede Form nach derjenigen Schalenausbildung hintreibt, welche für sie die erreichbar höchststehende, die festeste ist. Für die Miliolinen scheint der *Quinqueloculinatypus* der festeste zu sein. So konnte Schlumberger unter 10 *Quinqueloculina*species nur für 3 seine B-Formen auffinden, und diese unterschieden sich von seinen A-*Quinqueloculinen* nur durch eine Drehung der Anfangskammern, nicht aber durch die Kammeranordnung selbst; die *Quinqueloculinen* haben eben das Erreichbare schon erlangt.

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.

Ich komme also zu folgenden für die Aufstellung des natürlichen Systems wichtigen Gesichtspunkten.

Die ursprünglichsten Thalamophoren waren monothalame Sand-schaler, sie waren imperforat und haben sich zu perforaten und imperforaten Sand- und Kalkschalern weiter entwickelt, indem sie entweder in monothalamer Form verharrten oder durch segmentiertes Längenwachsthum polythalam wurden. Beim Komponieren der Reihen sind die biformen oder triformen Arten als Ueber-

gänge von Wichtigkeit, indem sie in ihren späteren Kammern ihre Herkunft, in ihren Erstlingskammern aber die Richtung kennzeichnen, in der sich ihre Stammformen weiter entwickelt haben. An diesen sichergestellten Reihen läßt sich mit großer Gewißheit konstatieren, daß das *Movens* ihrer Weiterentwicklung eine Festigkeitsauslese gewesen ist. Diese Festigkeitsauslese hat dann oft zur Entwicklung von außerordentlich ähnlichen Schalenformen geführt, die sich bis jetzt, da ihr Weichkörper noch nicht eingehend genug studiert ist, nicht auseinanderhalten lassen. Dem System wird deshalb an solchen Convergenzpunkten noch eine gewisse Unsicherheit anhaften, die aber nicht schwer in's Gewicht fallen kann, da nur bei nächstverwandten Arten diese Convergeng gelegentlich eine so große ist, daß sie bis jetzt an den Convergengpunkten für eine Art gelten müssen. Die eventuell später durch Studium des Weichkörpers ermöglichte Scheidung wird ihre Stellung im System voraussichtlich nicht in namhafter Weise ändern können.

Die unterste Wurzel des Stammbaums der Foraminiferen, die erste Gruppe des natürlichen Systems, kann palaeontologisch nicht mehr eruiert werden, dagegen sind in späteren Formationen Neulinge aufgetreten, welche ohne Vorfahrenformen sind, und sich außerdem durch die Einfachheit ihres Schalenbaues als Formen ansehen lassen, denen jene erst entstandene Thalamophoren wohl sehr ähnlich gewesen sind; ich fasse diese Thalamophoren als *Rhabdamminidae* zusammen.

Bei ihrer Anordnung sowie bei Feststellung ihrer Beziehung zu höheren Thalamophorenfamilien will ich induktiv vorgehen, indem ich von einer sehr losen Schale als Grundform ausgehe, und immer die Frage aufstelle, wie konnte sich diese Form und die auf sie folgenden festeren Formen immer weiter festigen, und welche Folgen erwachsen aus der jeweiligen Festigungsweise für das Schalenwachsthum, resp. für die Schalengestalt. Die Stammformen sind wohl zweifellos nackte Amoeben mit spitzen retikulären Pseudopoden gewesen (z. B. *Pontomyxa*), die sich durch Hüllbildungen gegen äußere Einflüsse zu schützen suchten. Diese Amoeben mögen schon durch eine Gallerthülle geschützt gewesen sein, wie sie sich nach Frenzels Mittheilung bei vielen Amoeben heute noch findet und wie sie auch den im Gehäuse geborgenen Weichkörper der *Saccamina sphaerica* M. Sars noch heute umgiebt. Durch Verfestigung oder besondere Umwandlung dieser Gallerte muß alsdann eine merkwürdige Nebengruppe *Rhynchosaccinae* entstanden sein, die nicht zur Ausbildung höherer

Thalamophoren geführt hat, aber sehr wahrscheinlich die Stammformen der Greganinen enthält. cf. pag. 80.

Als weiteren Stationspunkt nach den Thalamophoren hin kann *Myxotheca arenilega* Schaudinn betrachtet werden, welche durch lose aneinanderhaftende Steinchen ihre Gallerthülle verstärkt. Diese lose Steinhülle erhält durch eine noch plasmatisch (leicht färbbar, leicht löslich in KHC) reagierende Kittmasse weitere Festigung bei *Astrohiza*. Diese gallertige oder plasmatische Hüllbildungen setzten dem Wachstum des Weichkörpers keinerlei Schranken entgegen, sie konnten beim Wachstum erweicht und gedehnt werden. (1. Expansionswachstum.)

Auf einer späteren Stufe erzeugte das, mit der Zeit leistungsfähiger gewordene, Protoplasma chitinige oder chitinartige, kalkige, kieselige Bindemittel, welche zur Schalenverstärkung zwischen den Bausteinen des Gehäuses abgelagert werden konnten. Mit dieser Festigung der Hülldecke hörte aber die Unabhängigkeit des Weichkörpers vom Schalenwachstum auf; die Hülle wurde zu fest oder die Lösung des verwendeten Kittes zu umständlich, um jedesmal beim Wachstum des Weichkörpers expandiert werden zu können. Zwar wurde manchmal noch die feste Hülldecke, sobald eine Vergrößerung des Schalenlumens stattfinden sollte, aufgebrochen und unter Einschaltung von neuen Festigkeitsmaterialien ausgedehnt. (2. Intercalares Wachstum.) *Saccamina* cf. Litt. 14b. Meist blieb alles bestehen was bislang an der Schale gebaut war, der sich vergrößernde Weichkörper setzte neue Schalenstücke an die alten, unverändert gebliebenen, an. (3. Appositionelles Wachstum.)

Da, wo sich die Mündung am Gehäuse befand, wurden die neuen Schalentheile angesetzt. Die einfachste Form solcher Ansatzstücke ist die Röhrenform. Es entstanden so cylindrische Röhren wie *Hyperamina* oder *Rhabdammina*. Waren mehrere Gehäusemündungen vorhanden, so strahlten mehrere solcher Röhren von der ursprünglichen Schale aus (*Rhabdammina linearis*). Durch Verzweigung der Ansatzröhren entstanden Formen wie *Hyperamina ramosa* und *Hyperamina arborescens*. Das Röhrenwachstum in gerader Richtung brachte aber zweierlei Nachteile für die betreffenden Formen mit sich. Die hiermit verbundene Längenausdehnung des Gehäuses mußte namentlich dünnwandigen Gehäusen, oder solchen mit spröder Kittmasse (Kiesel, Kalk) geradezu verderblich werden, da für äußere Gewalteinflüsse desto größere Hebelarme geschaffen wurden, je ausgiebiger dieses Wachstum war. Außerdem mußten derartig

in die Länge geführte Schalen dem Träger den Transport derselben ungemain erschweren.

Es galt daher, die wachsenden Röhren auf einen kleineren Raum zusammenzudrängen. Dies konnte in zweierlei Weise geschehen. Die wachsende Röhre konnte einmal ihre Cylinderform aufgeben und die neuen Ansatzstücke mit immer größer werdenden Radien aufbauen, wodurch ein trichterartiges Gehäuse entstand. (Appositionelles trichterartiges Wachsthum.) Eine solche Wachsthumswiese hatte aber den Nachtheil, daß nach vorne zu eine große Mündungsöffnung offen blieb, die ungeschützt war. (Jacullela.) Wenn auch einige Formen wie die recente *Hippocrepina* diesem Nachtheil dadurch begegnen konnten, daß sie das Mündungsende mit einem Deckel verschlossen, der eine kleinere Mündungsöffnung enthielt und lockerer zusammengefügt erscheint als die übrige Gehäusewand, um beim Schalenwachsthum entfernt und neu gebildet werden zu können; so war diese Wachsthumswiese doch zu umständlich um der anderen einfacheren gegenüber das Feld behaupten zu können.

Dieses andere einfachere Mittel der Gehäuseverkürzung bestand darin, daß es nicht mehr in gerader Richtung fortwuchs, sondern sich in Windungen zusammenknäuelte (Knäuelwachsthum). Diese Zusammenknäuelungen mögen anfänglich noch sehr unregelmäßige gewesen sein (*Hyperammina vagans* H. B. Brady, mit welcher Brady *Girvanella* aus dem Silur identificieren zu dürfen glaubt), allmählich mag dann das einfachere, regelmäßig spiralige Wachsthum entstanden sein¹⁾ (*Amodiscus*). Eine weit ausgiebigere Vergrößerung des Wohnraumes bei gleichzeitiger Zusammenhaltung des Gehäuses (minimale Verlängerung des Gehäusedurchmessers) wurde dadurch erreicht, daß die beiden vorgenannten Wachsthumsprincipien sich vereinigten, d. h. daß die ursprüngliche Gehäuseröhre sich spiralig aufwand und gleichzeitig ihren Durchmesser stetig vergrößerte. Dieser Aufwindungsmodus bot zwei Vortheile; er machte durch größere Raumgewährung seltener einen Neuansatz von Wachsthumstücken nothwendig, belastete also das Thier weniger mit Baugeschäften; und verlieh der wachsenden Schale eine größere Festigkeit, weil die sich aufwindende Röhre als eine Hohl säule betrachtet werden kann, deren Wider-

1) Als Beleg für das seither Gesagte können diejenigen biformen Röhren gelten, deren Anfang spiral eingewunden ist, während ihr Ende frei absteht und gerade gerichtet ist; unter diesen finden sich auch solche, deren Anfangstheil regelmäßig eingerollt ist, während ihr Endtheil sich unregelmäßig hin und her windet.

standskraft mit dem Durchmesser wächst. Es ist dieser Aufwindungsmodus denn auch der höchste, den die Monothalamen erreicht haben; wenn er trotzdem nur selten (*Cornuspira*, *Psammonyx*) benutzt worden ist, so liegt dies wohl daran, daß auch hier mit dem Anwachsen der Röhrenradien die Mündungsöffnung immer größer wurde.

Die Entwicklung der polythalamen Schalen geht von den langgestreckten Röhren aus. An vielen derselben lassen sich schon von Zeit zu Zeit leichte Einschnürungen erkennen, die in unregelmäßigen oder regelmäßigeren Abständen aufeinander folgen. Aus diesen Einschnürungen läßt sich schließen, daß das Wachstum dieser Röhren bereits ein periodisches zu werden im Begriffe steht. (Segmentierte Röhren.) Es scheint für die Schalenträger von Vortheil gewesen zu sein, wenn die Arbeiten des Schalenbaues auf kürzere Zeiten beschränkt wurden, worin dieser Vortheil aber bestand, kann bis jetzt nicht gesagt werden; dagegen ist es mehr wie wahrscheinlich, daß die Wachstumsperiode Störungen mit sich brachte, und daß es deshalb von weiterem Vortheile war, wenn diese Störungen möglichst selten eintraten¹⁾. Es wird das Bestreben geworden sein, die neu angesetzten Schalenstücke so geräumig als irgend möglich von Anfang an anzulegen, um den Vergrößerungsvorgang des Gehäuses auf das Minimum seiner Nothwendigkeit zu beschränken. Die beste Raumausnutzung bot aber die Kugelform, daher wurden die periodischen Ansatzstücke in Kugelform oder Beutelform ausgeführt, was zugleich den Vortheil hatte, daß die Gehäuseöffnung jede beliebige Weite annehmen konnte, und daß sie nicht wie bei dem nichtperiodischen Trichterwachsthum einer durch Anlage der Ansatzstücke verursachten Erweiterung anheimfiel. Sie wurde möglichst eng gehalten. So denke ich mir aus den ursprünglich einfachen Sandröhren durch Vermittelung der segmentierten Röhren schließlich die Nodosinellen des Kohlenkalkes entstanden, die uns zugleich in das palaeontologisch bekannte Thalamophoreengebiet einführen. Je größer der Durchmesser der kugel- oder beutelförmigen Gehäuseabschnitte war, die wir jetzt schon als Kammern bezeichnen dürfen, desto mehr wurde zugleich der allzugroßen, gefährlichen Längenausdehnung der Gehäuse gesteuert.

1) So fand ich, daß *Saccammina*, die im Begriffe standen, vom *Psammosphaerastadium* in das Stadium der ausgebildeten *Saccamina* überzutreten, alle Nahrungskörper und Schlickmassen ausgestoßen hatten; *Schaudin* beobachtete, daß sich die *Calcituben* vor dem Weiterbau ihrer Röhren manchmal eine ganze Woche lang in ihr Gehäuse zurückziehen, ohne Nahrung aufzunehmen oder *Pseudopodien* auszuschicken.

Nichts desto weniger drohte in der jedesmaligen Verengerung des Gehäuses an Stelle der jeweiligen Kammermündungen die Gefahr des Zerbrechens auf's Neue; ja diese Gefahr wurde dadurch noch gesteigert, daß einige Formen ihre beutelförmigen Kammern zu einem flaschenhalsähnlichen Mündungsrohre auszogen¹⁾.

Diese Gefahr hat meiner Ansicht nach zur Entstehung der Lageninen geführt. Wir haben durch die Untersuchungen Schaudinns von einer merkwürdigen Fortpflanzungsweise der *Calcituba* Kenntnis erhalten, die darin besteht, daß eine ursprüngliche, jugendliche, sternförmige Schale in mehrere Bruchstücke auseinanderbricht, deren jedes nunmehr sich wieder zu einer *Calcituba* weiterentwickelt. Wenn auch bei diesem Auseinanderbrechen augenscheinlich äußere Einflüsse eine Hauptrolle mitspielen (Schwerkraft Schaudinn), so unterscheidet sich dasselbe doch von dem oben diskutierten Auseinanderbrechen der Orbitoliten dadurch, daß es als regelmäßiger Vermehrungsakt in die Entwicklungsgeschichte der *Calcituba*, soweit sich wenigstens bis jetzt urtheilen läßt, eingeschoben erscheint, während das Zerschellen der Orbitolitesschalen mehr von Zufälligkeiten abhängen muß. In derselben Weise wie bei *Calcituba* hat sich nun meiner Auffassung nach ein regelmäßiger Trennungsvorgang, ursprünglich wohl durch rein äußere Faktoren veranlaßt, in die Entwicklungsgeschichte einiger *Nodosarinen* eingeschoben, in derart, daß jede nach *Nodosarien*-Art neu angelegte Kammer an dem Verbindungshalse bald nach ihrer Entstehung von der ursprünglichen Kammer abbrach oder von dem Thier selbst abgebrochen wurde²⁾. Ich gedenke an einem anderen Orte detaillirte Belege für diese Anschauungen zu bringen. Ich bin zu ihnen schon lange gekommen, bevor ich noch die Neumayer'schen Arbeiten kannte oder bevor Schaudinn seine Untersuchungen an *Calcituba* veröffentlichte. Gegründet ist diese Anschauung auf die palaeontologische Thatsache, daß die Lageninen erst im Lias in irgend nennenswerther Zahl auftreten, während die *Nodosarien*³⁾ schon viel früher, in der Steinkohlenformation, eine reiche Ent-

1) Ich glaube, daß die langen Hälse der *Nodosarien* und der von ihnen abzuleitenden Lagenen als Stützpfeile für das Pseudopodienensemble Verwendung finden.

2) Die betreffenden *Nodosarinen*, welche hiernach als Stammformen der Lagenen gelten, müssen natürlich mehrkernig gewesen sein, die Lagenen selbst können einkernig sein.

3) Die ersten bekannten *Nodosarien* stammen aus dem unteren Silur, die ersten zweifelhaften Lageninen aus dem oberen Silur.

faltung zur Schau tragen. Zwar sind einzelne Exemplare von Lagenen schon in älteren Perioden aufgefunden worden, diese Befunde sind aber durchaus unsicher, und selbst in den Perioden zwischen Steinkohle und Lias, wo lagenaartige Schalen ganz vereinzelt aufgefunden worden sind, ist man nie sicher, ob es sich um Anfangskammern von Nodosarien oder um Bruchstücke von Nodosarien handelt, wie von den Findern meist selbst anerkannt wurde. Bei der Ableitung der Nodosarien von den Lageninen herrscht also zum mindesten die allergrößte Unsicherheit, dagegen bieten sich bei der umgekehrten Ableitung der Lageninen von den Nodosarien die schönsten Anhaltspunkte, und die Reihe „Nodosaria-Lagena“ läßt sich bis auf die Sandröhren zurückverfolgen, deren ältester bekannter Vertreter in *Girvanella* aus dem Silur vorliegt. *Nodosinella* im Kohlenkalk ist bald nach *Nodosaria*-Art deutlich gekammert, bald erinnert sie noch an segmentierte Sandröhren, ihre Schalensubstanz ist sandig mit kalkiger Kittmasse, verhält sich also gerade wie andere sand-schalige Formen (z. B. *Endothyra*), die zu reinen Kalkschalern überführen. Die ersten echten Nodosarien im Kohlenkalk sind rauhwandig und ihre nahe Beziehungen zu *Nodosinella* sind selbst H. B. Brady nicht entgangen, der sonst auf dem Boden der alten Anschauungen stand (Litt. 2a). In den späteren Perioden sind die *Nodosinellen* verschwunden und die Nodosarien ganz an ihre Stelle getreten; man kann für dieses merkwürdige Zusammentreffen von Verschwinden und Neuerscheinen in so vieler Beziehung übereinstimmender Formen keine bessere Erklärung finden als daß sich die verschwindenden in die neuerschiedenen Formen umgewandelt haben. Ob diese Umwandlung ganz in die Zeit der Kohlenperiode verlegt werden muß, oder ob wir in der Kohlenperiode bloß die letzten Vertreter der Uebergangsgruppen vor uns haben und die ersten Anfänge der Umbildung schon vor der Kohlenperiode zu suchen sind, kann wegen des Fehlens von Thalamophoren in jenen früheren Schichten nicht entschieden werden. Die Beziehungen, die also ganz augenscheinlich im Kohlenkalk zwischen *Nodosinella* und *Nodosaria* vorhanden sind, haben denn Neumayr zu der Annahme veranlaßt, daß die Nodosarien von den *Nodosinellen* abstammen — hierin stimme ich ihm vollständig bei —, er meint dann aber, daß die Lageninen durch Verkümmern der späteren Kammern aus den Nodosarien entstanden seien. Dieser Auffassung kann ich mich durchaus nicht anschließen; ich kann mir nicht denken, daß in so kurzer Zeit eine so hochgradige Verkümmern — von vielen Kammern bis auf eine, die von allem

Anfang an die kleinste war — stattgefunden hat; ebensowenig wie ich mir denken kann, daß eine einkammerige Stammform unvermittelt und plötzlich die Fähigkeit erlangt haben soll, mehrere oder viele Kammern vor ihrer einfachen Anfangskammer anzubauen.

Nicht Verkümmern sondern Schalenbruch hat die Lageninen aus den Nodosarien entstehen lassen und die Entwicklung der Lageninen hat wahrscheinlich folgende Vorgeschichte. Ungekammerte Sandröhre, segmentierte Sandröhre, Nodosinella, Nodosaria, getheilte Nodosaria-Lagenine. Hauptentstehungszeit der Lageninen im Lias, vielleicht später noch einige Nachschübe ebenfalls von den Nodosarien aus.

Wenn ich somit über die ursprüngliche Herkunft der Lageninen von den Nodosarien nicht im Zweifel bin, so will ich gern zugeben und ich halte es sogar für recht wahrscheinlich, daß einige Lageninen namentlich im Jura sekundär wieder zu Nodosarien geworden sind, indem sie ihre Kammern nicht ablösten, sondern wie in früheren Zeiten die Kammern in unlösbarem Verbands an die Ausgangskammer ansetzten; dann handelt sich es aber um eine Art Rückschlag im Vermehrungsproceß, nicht um einen ganz neu auftretenden, ursprünglichen Vorgang.

Die Polythalamie ist durch eine Segmentierung von monothalamen Schalen entstanden, nicht durch einen Knospungsproceß von monothalamen Schalen aus. Die Polythalamien sind keine Catenal-Coenobien.

Sollte die Brüchigkeit der durch Aufbauschung neuentstandener Ansatzstücke entstandenen Kammerreihen nicht allenthalben zu einem Auseinanderfallen der Kammern führen, so mußten neue Festigungswege beschritten werden. Solcher Wege wurden drei von den in Weiterentwicklung begriffenen Formen eingeschlagen.

Entweder wurden erstens, die neuen Kammern enger zusammengeschoben, indem sie nicht auf die Mündung der vorausgehenden Kammer selbst aufgesetzt wurden, sondern in weiterem Umfange auf der Wandung der vorletzten Kammer ihre Ansatzstelle fanden, z. B. Glandulina.

Auch hier mache ich darauf aufmerksam, daß dieses Zusammenschieben zuerst bei den Erstlingskammern auftritt und anfänglich auf die späteren Kammern nicht ausgedehnt wird, daß also auch hier die höhere Entwicklung erst allmählich nach den Endkammern hin phylogenetisch fortschreitet.

Zweitens wurde wieder das Mittel der Aufknäuelung zur Anwendung gebracht.

Am ausgiebigsten wurde aber der doppelte Zweck, der Festigung und der größten Raumbeschaffung dadurch erreicht, daß sich drittens die beiden vorgenannten Wachstumsarten vereinigten. So finden wir denn die weitaus größte Mehrzahl der Polythalamien aus aufgeknauelten aufgetriebenen Kammern zusammengesetzt, von denen sich die späteren mit möglichst breiter Basis an die früheren anlegen.

Die Aufknauelung der Polythalamien konnte in sehr verschiedener Weise vor sich gehen, sie konnte spiral, textularoid, miliolinid etc. etc. sein, dabei haben die einzelnen Stämme durch lange Reihen hindurch den einmal angenommenen Aufwindungsmodus beibehalten, wenn auch unter mannigfachen Variationen.

Das Uebergreifen der Wände späterer Kammern auf die Wände der früheren konnte zur Erzielung einer größeren Festigkeit bis zu sehr verschiedenem Grade ausgedehnt werden und bis zur vollständigen Involution, d. h. Einhüllung der früheren Kammern durch die späteren führen; die Involution ist auf keine besondere Art der Schalenkonstruktion beschränkt. Gleichwohl muß das eine auffallen, daß die imperforaten Formen in sehr viel ursprünglicher Ausbildung das weitere Festigungsmittel der Involution benutzt haben, als die perforierten Formen, bei denen nur in den höchst entwickelten Zweigen eine mehr oder weniger ausgedehnte Involution auftritt. Dies scheint mir leicht begreiflich, die involutierenden Kammern nehmen den eingehüllten die Möglichkeit, durch Pseudopodien direkt mit der Außenwelt in Verbindung zu treten. Da nun bei imperforaten Formen überhaupt nur die zuletzt angelegte Kammer mit der Außenwelt durch die Gehäusemündung in direkter Kommunikation steht, ist es für sie ganz gleichgültig, ob die früheren Kammern durch die späteren eingehüllt werden oder nicht, und der Vortheil der Involution hat denn schon auf sehr einfacher Stufe zur Ausbildung involuter Genera (*Biloculina*) geführt. Nicht so bei den perforierten Formen, hier besaßen die Erstlingskammern ebensogut Poren als die später angelegten; hätten nun die späteren Kammern die früheren eingehüllt, so hätten sie die Erstlingskammern der Fähigkeit einer direkten Kommunikation mit der Außenwelt beraubt. Der Vortheil der Involution scheint aber ein so großer gewesen zu sein, daß schließlich auch die perforierten Formen die Involution, wenn auch nicht ohne Weiteres, annahmen. Sie sicherten nämlich durch oft sehr komplizierte Canalsysteme, die so angelegt sind, daß sie der Festigkeit der Schalenwand möglichst wenig schaden, ihren früheren Kammern die Möglichkeit einer direkten Kommunikation mit

der Außenwelt, wenn sie zur vollkommenen Involution schritten. Ich halte demnach das Canalsystem von höheren perforaten Formen, für eine Begleiterscheinung der Involution. Weder bei imperforaten Formen noch bei nicht involutierten kommt ein solches Canalsystem vor. Das Verhalten von *Fusulinella* noch unsicher.

Schließlich muß ich, ehe ich zur Mittheilung des Systems selbst schreite, noch auf eine Erscheinung aufmerksam machen, die mir ebenfalls das Resultat der Festigkeitsauslese zu sein scheint, nämlich auf die Theilung von Kammern in Unterkammern durch sekundäre Scheidewände. Diese Erscheinung kommt nur bei solchen Formen vor, die sich durch flache in die Länge oder in die Breite stark gedehnte Kammern auszeichnen. Da die Kammerwände der Polythalamen sonst nur da eine Stütze an den anderen Schalentheilen finden, wo sie sich an die voraufgehenden Kammern ansetzen, lägen die Stützpunkte der stark gedehnten Kammern viel zu weit auseinander, um ihnen die nöthige Widerstandskraft zu verleihen. Sie würden sich etwa verhalten wie die Decke eines großen Saales, die ohne weitere Stützen von den vier Wänden allein nicht getragen werden kann, die durch Säulen gestützt werden muß, oder die eine noch größere Haltbarkeit erhält, wenn man den Saal durch Wände in einzelne Abtheilungen theilt. Bei der Saaldecke ist es die Schwere; bei den Thalamophoren ist es die Sicherung gegen Stoß von außen, der die Anlage von Stützwänden nöthig macht. Die Stützwände der Thalamophoren sind immer so gestellt, daß sie ihre Kante der Außenwand zukehren — diese Stellung ist zugleich die ihrer größten Widerstandskraft und die Außenwand ist die Stelle der Gefahr —, gelegentlich sind allerdings diese primären Stützwände durch sekundäre Wände miteinander verbunden, welche der Außenwand der Schale parallel laufen. Diese zweite Wandart ist aber ein späterer Erwerb, fehlt den meisten Formen vollständig und ist als eine weitere Stützvorrichtung der primären Stützwände zu betrachten, welche dann ihrerseits die Schalenwand stützen; so daß sie auch in ihrer zur Außenwand der Schale parallelen Lagerung, wenn auch auf indirektem Wege, die Außenwand stützen. Die Orbitoliten schützen auf die angegebene Weise wenigstens ihre einzelnen Kammern — wenn diese auch durch ihre lose Aneinanderreihung sich selbst leicht von einander trennen (cf. pag. 60) — vor dem Zusammengedrücktwerden.

Die Unterabtheilung von ursprünglichen Kammern in Unterkammern kommt in allen Gruppen vor, wo die Kammern eine große Dehnung erfahren haben; sie kann deshalb nicht immer als

Zeugnis einer nahen Verwandtschaft benutzt werden, sondern ist öfters unabhängig von einander durch die Festigkeitsauslese entstanden.

Nunmehr bringe ich die Genera in derjenigen Reihenfolge, welche ich für die richtige vom Ursprünglichen, Unvollkommenen zum Vollkommeneren führende, halte. Dabei werde ich bei einigen Genera noch Bemerkungen machen, die ihre Stellung rechtfertigen sollen oder die sonstige neue Anschauungen über ihre Bedeutung enthalten.

I. Familie Rhabdamminidae.

Diese Familie enthält die sandigen Vorfahrenformen aller übrigen Thalamophorenfamilien. Eine dieser Formen, *Girvanella*, schon im Silur bekannt, in späteren Perioden als Neulinge auftretend.

Schale chitinig oder aus Fremdkörpern zusammengesetzt, in der Regel von erheblicher Größe, einkammerig, oft verzweigt oder strahlenförmig, manchmal durch Schaleneinschnürung segmentiert, aber niemals wirklich gekammert; nie dicht oder regelmäßig perforiert, mit einer oder doch nur wenigen Mündungen.

Die Familie der Rhabdamminidae entspricht im Großen und Ganzen der Brady'schen Familie „Astrorhizidae“, wenn man alle gekammerten Formen von ihr ausschließt.

Die Frage, ob die sandschaligen Thalamophoren die ursprünglichsten sind, ist zuerst von Carpenter kurz berührt worden. Unabhängig von ihm hat dann Neumayr die große Wahrscheinlichkeit klar und präcis dargestellt, daß die Sandschaler die Stammformen der Kalkschaler gewesen sind. Ihm haben sich Dreyer und Schaudinn angeschlossen (Litt. 4b; 13a u. b; 6 u. 15a).

Ich nenne die hier zusammengefaßten Formen *Rhabdamminidae*, weil die stabförmige *Rhabdammina* durch ihre bei einzelnen Species (z. B. *Rhabdammina discreta* H. B. Brady) vorkommende unregelmäßige Segmentierung den Uebergang zu höheren polythalamen Formen darstellt und weil ich suchen werde, mit den Familiennamen zugleich die Hauptstufen der Stammesgeschichte zu charakterisieren. *Astrorhiza* ist sternförmig, hat also eine Ausnahmestaltung, und ich halte schon aus diesem Grunde die Bezeichnung der Gruppe als *Astrorhizidae* nicht für angebracht.

1. Unterfamilie *Myxotheicinae*.

Weichkörper von einer weichen formveränderlichen oder auch festeren, chitinähnlichen oder protoplasmatischen Hülle umgeben. Wo die Hülle fester ist, treten für die Pseudopodien besondere Mün-

dungen auf; kuglig oder schlauchförmig. Zuweilen hinfällige Sandauflagerungen auf der Hülle; nie feste Sandschalen.

a. *Myxotheca* Schaudinn.

Gallertige freibewegliche Hülle mit hinfälliger Sandinkrustierung (cf. Litt. 15a).

b. *Hyalopus* Schaudinn.

Mit festerer Hülle, Jugendformen schlauchförmig, später verzweigt (cf. Litt. 15d).

c. *Gromia*.

d. *Craterina* Gruber.

e. *Rhynchogromia* Rhumbler.

Hyalopusartig mit stäbchenförmigen Einlagerungen in der Hülle (Litt. 14b).

f. *Dendrotuba* Rhumbler.

Die Rhizopodennatur der von mir nach Spiritusexemplaren beschriebene *Dendrotuba* kann jetzt als gesichert gelten, da der von mir beschriebene und abgebildete Kern (Litt. 14b, Taf. XXV, Fig. 123a) augenscheinlich in jener Art der Vermehrung begriffen ist, die Schaudinn für die Thalamophoren entdeckt hat.

g. *Dactylosaccus* Rhumbler.

Die Rhizopodennatur dieser Form kaum zweifelhaft; da ihr merkwürdig gebauter Kern dem Kern von *Myxotheca* sehr ähnlich ist (Litt. 14b).

h. *Shepherdella* Siddall (Litt. 19).

i. *Rhynchosaccus* Rhumbler.

Diese Form ist dadurch interessant, daß sie vielleicht eine Uebergangsform zu den Gregarinen darstellt, worauf auch ihre Einwanderung in Saccaminengehäuse hinweist. Das von mir gelegentlich beobachtete Vorkommen von *Rhynchosaccus* mit zwei Stomostylen erinnert an die freilebende *Shepherdella*¹⁾.

1) Auch Siddall ist die Aehnlichkeit seiner *Shepherdella* mit Gregarinen nicht entgangen; er weist merkwürdigerweise die Anschauung ab, daß sie Jugendstadien von Gregarinen sein könnten; obgleich mir die Gefahr einer solchen Auffassung gar nicht nahe zu liegen scheint. Ich kann mir wenigstens nicht denken, daß Jemand die *Shepherdellen*, die Siddall freilebend im Meerwasser fand und die ganz wie die Thalamophoren lange retikuläre Pseudopodienbüschel aus den Endpolen der pelliculaähnlichen Hülle hervorstreckten, für junge Gregarinen zu halten Neigung gehabt haben würde. Es ist dieser Abweis Siddalls aber ein Beweis dafür, wie groß die sonstige Aehnlichkeit dieser retikulären Rhizopoden mit den Gregarinen ist, und daß man voraussichtlich nicht fehlgehen wird, wenn man beide — was Siddall nicht gethan hat — für sehr nahe Verwandte hält, d. h. die Gregarinen von *Shepherdella* oder noch besser

2. *Unterfamilie Astrorhizinae.*

Schalen lose mit Sand und Schlamm zusammengebaut, fladenförmig niedergedrückt oder röhrenförmig. Die platten Formen mit eckigen oder unregelmäßig ausstrahlenden Rändern oder mit verzweigten Aesten. Schalenmündungen an den Ecken oder an den Enden der Zweige. Schalenwachstum durch Expansion.

a. *Astrorhiza*, im Jura bekannt.

3. *Unterfamilie Saccammininae.*

Schale annähernd kuglig, aus mehr oder weniger fest verkitteten Fremdkörpern zusammengesetzt. Eine oder wenige Gehäusemündungen. Das Schalenwachstum ist wohl meistens ein interkalares. Die Gehäuse mehrerer Individuen treten manchmal zu Aggregaten oder Colonien zusammen.

a. *Pelosina* Brady.

b. *Saccamina* M. Sars, im Jura bekannt.

von rhynchosaccusähnlichen Rhizopodenformen ableitet. *Rhynchosaccus immigrans* steht durch seine Körperform und seine Lebensweise — er lebt als fremder Eindringling in *Saccamina*-Gehäusen — den Gregarinen jedenfalls um ein bedeutendes Stück näher als *Shepherdella*. Denn, daß die Einwanderung des *Rhynchosaccus* in die Gehäuse keine bloß zufällige ist, geht daraus hervor, daß *Carpenter*, wie ich nachträglich erfahren habe, ohne Zweifel ähnliche, wenn nicht dieselben Organismen in anderen sandschaligen Rhizopodengehäusen aufgefunden hat (Litt. 4b). Ich lasse hier die diesbezügliche Mittheilung *Carpenters* wörtlich folgen: it is a curious circumstance that many of the „orthocerine“ tubes (augenscheinlich eine *Hyperammina*) were found to be occupied by a large parasitic Protozoon of the *Gregarina* type. The most careful examination has failed to detect in this any higher organization than that of ordinary *Gregarinae*; and its parasitic character may be inferred from the fact that I often found it coexisting in the same tube with the ordinary sarcodic body of the *Lituolae*, which was then more or less reduced in bulk, indicating that the latter had been partially preyed on by the former. Moreover, I found a precisely similiar body coiled up in the midst of a mass of sand that occupied the interior of a large detached and partly broken spherical segment of a „*nodosarine*“.

Die hier mitgetheilte Auffassung der Herkunft der Gregarinen könnte mit größerer Bestimmtheit vertreten werden, wenn nicht bei gewissen Gregarinen kleine lobose Amöben als wahrscheinliche Jugendstadien beobachtet worden wären; dies spricht eher für eine Herkunft von lobosen Amöben. Aber die Gregarinen können sich ja auch polyphyletisch theils aus retikulären, theils aus lobosen Schalenträgern entwickelt haben, so daß die aufgestellte Reihe doch zu Rechte bestehen kann. Die von *Schewiakoff* entdeckten Gallertabscheidungen während der Bewegung könnten dann vielleicht als aus der ursprünglichen Schalenabscheidung hervorgegangen gedacht werden.

Psammosphaera F. E. Schulze ist das Jugendstadium von *Saccammina*.

Saccammina Carteri Brady und *S. Schwagerii* Zittel gehören als mehrkammerige Genera nicht hierher, sondern müssen zu den arenosen *Nodosarinen* gestellt werden.

c. *Storthosphaera* F. E. Schulze. d. *Thurammina* Brady. e. *Sorosphaera* Brady. f. *Pilulina* Carpenter. g. *Reophax* (Montfort) emend. Rhumbler.

Hierher rechne ich nur die streng monothalamen, *diffugia*-ähnlichen Formen; die gekammerten Formen wie *R. pilulifera* Brady, *R. dentaliformis* Brady, *R. bacillaris* Brady etc. vereinige ich zu dem neuen Genus *Nodulina* und stelle dasselbe zu den *Nodosinellen*.

h. *Tholosina* n. g.

Gehäuse kuppelartig auf Fremdkörpern festgewachsen; früher zu *Placopsilina* gestellt. Hierher also: *Tholosina bulla* (Brady) und *Tholosina vesicularis* (Brady).

4. Unterfamilie *Rhizammininae*.

Lange dünne, biegsame, einfache oder verzweigte, chitinig sandige Röhren.

a. *Rhizammina* Brady.

5. Unterfamilie *Rhabdammininae*.

Gehäuse röhrenförmig gerade, oder sternförmig oder verzweigt aus Fremdkörpern zusammengesetzt, die durch einen festen Kitt zusammengehalten werden. Appositionelles Schalenwachstum.

a. *Technitella* Normann. b. *Marsipella* Normann.

c. *Bathysiphon* Sars; Fossil aus dem Flysch Liguriens unbestimmten Alters, kretaceisch oder unteroligocaen (cf. Andreae Litt. 1). d. *Botellina* Carpenter. e. *Webbina* d'Orbigny; Fossil im Lias. f. *Rhabdammina* M. Sars. g. *Dendrophrya* Str. Wright. h. *Haliphysema* Bowerbank.

i. *Ophiotuba* Rhumbler.? Vielfach hin und hergewundene, anfangs unverzweigte Röhren, als fremde Eindringlinge in *Saccammina*-Gehäusen gefunden, ihr verzweigtes Vorderende zur Mündung des *Saccammina*-Gehäuses hervorstreckend (Litt. 14b).

k. *Hyperammina* Brady. Gehäuse langgestreckt, röhrenförmig, das geschlossene Hinterende breit und abgerundet, manchmal zu einer förmlichen Kammer aufgeblasen; einfach oder ver-

zweigt. Frei, nicht festgewachsen. Manchmal äußerlich segmentiert.

Hyperammina vagans Brady giebt sich durch ihre Aufknäuelungsweise als eine höher stehende Form kund, und ist deshalb meiner Ansicht nach ganz von *Hyperammina* zu trennen. Ich stelle für sie das neue Genus *Tolypammina* auf.

6. Unterfamilie *Hippocrepinae*.

Die späteren Theile des sandwandigen Gehäuses erweitern sich trichterartig.

a. *Hippocrepina* Parker. b. *Jacullela* Brady.

7. Unterfamilie *Girvanellinae*.

Gehäuse mehr oder weniger festgewachsen, mit kugliger oder ovaler Anfangskammer, sonst eine gleich weite Röhre darstellend, welche sich in unregelmäßigen Hin- und Herwindungen aufknäuel.

a. *Girvanella* Nicholson und Etheridge. Nicht recent, nur im Silur bekannt.

b. *Tolypammina* n. g. mit den Merkmalen der Unterfamilie. Hierher also *Tolypammina vagans* (Brady) cf. *Hyperammina*.

Girvanella und *Tolypammina* entsprechen sich in ihrer Form so sehr, daß man sie beide zu einem Genus vereinigen könnte. *Girvanella* ist nur kleiner als *Tolypammina*. Ich sehe von einer solchen Vereinigung ab, weil die beiden Formen palaeontologisch so weit von einander getrennt sind, daß ich nicht annehmen kann, daß beide in unmittelbarer Verwandtschaft miteinander stehen. *Tolypammina* ist augenscheinlich ein späterer Neuling, steht aber auf derselben Entwicklungshöhe wie *Girvanella*¹⁾.

c. *Syringammina* Brady.

II. Familie *Ammodiscidae*.

Einfache monothalame, aber manchmal unregelmäßig segmentierte Röhren mit mehr oder weniger vollständiger spiraler Einrollung. Imperforat.

Die *Ammodisciden* schließen sich an die *Girvanellinen* an, doch ist bei ihnen die Aufknäuelung nicht mehr unregelmäßig sondern eine regelmäßig spirale.

1. *Sandschalig*.

a. *Lituotuba* n. g. Ich vereinige in diesem Genus alle diejenigen biformen Arten der von Bütschli und Neumayr

1) Die Originalabhandlung von Nicholson und Etheridge ist mir nicht zugänglich gewesen, ich muß mich auf Brady (Litt. 2b) beziehen, der nicht abgeneigt ist, *Girvanella* mit *Tolypammina vagans* zu identifizieren.

schon als chaotisch erkannten Ordnung *Trochammina*, deren Anfang spiral eingerollt, deren Ende aber noch gerade gestreckt ist. Hierher also: *Lituotuba* (*Trochammina*) *filum* Schmid; *Lituotuba centrifuga* (Brady); *L. lituiformis* (Brady). Fossil im Kohlenkalk.

+ b. *Ammodiscus* (Reuss) emend. Rhumbler. Hierher rechne ich nur die regelmäßig gewundenen, planospiral gewundenen Sandröhren und scheidet dadurch die neuen Genera *Gordiammina* und *Turitellopsis* von *Ammodiscus* ab. Fossil seit der frühesten Steinkohle bekannt.

c. *Psammonyx* Döderlein (Litt. 5).

d. *Gordiammina* n. g. In diesem Genus vereinige ich alle ammodiscusartigen Sandröhren, deren Windungen nicht in einer Ebene bleiben, sondern etwa wie ein Fadenklingel in wechselnder Weise, aber immer in demselben Sinne aufgeknäuel sind. Theils früher zu *Trochammina* gestellt, theils zu *Ammodiscus*. Die Selbständigkeit dieser Formengruppe wurde schon von Neumayr betont. Fossil in Steinkohle und Jura bekannt. Hierher demnach *Gordiammina gordialis* (Jones und Parker), *Gordiammina charoides* (Jones und Parker).

Die fadenknäuelartige Aufwindung ist unstreitig eine festere, höhere als die planospirale Aufwindung von *Ammodiscus*, denn das spätere Röhrenende, das sich in verschiedenen Richtungen um die früheren Röhrentheile herumlegt, hält letztere zusammen und entzieht sie sogar durch Involution äußeren Gefahren mehr oder weniger vollständig.

e. *Turitellopsis* n. g. Unter diesem Genusnamen begreife ich diejenigen seither zu *Ammodiscus* gerechneten Arten, welche um eine lange Achse turitellaartig in die Höhe gewunden sind, also: *Turitellopsis schoneanus* (Siddall) und *Turitellopsis spectabilis* (Brady).

2. Kalkschalig.

✓ f. *Curnuspira* M. Schultze. Seit Kohlenkalk. Interesse verdient, daß die von Steinmann (Litt. 20) im Kohlenkalk gefundene *Cornusp. carbonaria* Steinmann in ihren Anfangswindungen Neigung zeigt, sich wie *Gordiammina* aufzuwinden¹⁾.

1) Herr Professor Dr. G. Steinmann hatte die Güte, mir auf meine Bitte seine Original-Exemplare zur Ansicht zuzuschicken. Ich erlaube mir, ihm hierfür meinen größten Dank auszusprechen.

III. Familie Spirillinidae.

Spiralig gewundene, perforierte Kalkröhren, welche in ihrer höchsten Entwicklung durch Ausbildung säckchenartiger Ausstülpungen ihrer peripheren Röhrenwand kammerartige Räume erzeugt haben. Ich habe in dem Thalamophoren-Material der Deutschen Plankton-Expedition eine neue Spirillina gefunden, welche durch die genannten säckchenartigen Ausstülpungen charakterisirt ist, und die so sehr an Patellina erinnert, daß ich die Zugehörigkeit der Patellina zu dieser Familie nicht zu bezweifeln vermag.

a. *Spirillina* Ehrbg. Fossil im Jura; ist jedenfalls von *Ammodiscus* abzuleiten. b. *Involutina* Terqu. Fossil im Lias.

c. ? *Archaeodiscus* Brady. Fossil schon in der Kohlenformation; kann also nicht direkt von *Spirillina* abgeleitet werden. Man wird ihr aber eine spirillinaartige, nicht bekannte Vorfahrenform zuschreiben dürfen; sie stellt bei den Spirilliniden eine Art Parallelgruppe zu *Gordiammina* bei den Ammodisciden dar.

d. *Patellina* Will. Fossil seit Kreide; also später als *Spirillina*.

IV. Familie Nodosinellidae.

Schale sandig oder mehr oder weniger kalkig. Perforat oder imperforat; polythalam, aus einer gerade gestreckten oder doch nur wenig gebogenen Reihe einzelner Kammern zusammengesetzt. Bei *Aschemonella* Kammerreihe verzweigt. Diese Familie enthält die Vorfahrenformen aller höheren polythalamen Gruppen excl. *Spirillinidae* (*Patellina*).

a. *Nodosinella* Brady. Auf den Kohlenkalk beschränkt.

Von hier sind jedenfalls abzuleiten 1. eine kalkig imperforate Reihe, nämlich diejenigen Formen von *Nubecularia*, welche Häusler schon als besondere Gruppe der *Nubecularia tibia* bezeichnet hat und welche ich zu dem Genus *Nodobacularia* vereinige cf. pag. 87; 2. eine kalkig perforate Reihe *Nodosaria*.

Nodosinella selbst sowohl als die genannten Reihen haben sich dann später in verschiedener Weise aufgewunden und sind dadurch zum Ausgangspunkt der anderen Familien geworden.

b. *Nodulina* n. g. seither mit *Reophax* Montfort vereinigt (cf. *Saccamminae* pag. 81). Unterscheidet sich von *Nodosinella* durch ihren viel grobsandigeren Bau und ihr späteres palaeontologisches Auftreten. Von reophaxartigen Vorfahrenformen durch Segmentation, wie sie bei *Reophax fusiformis* Will.

heutzutage noch andeutungsweise auftritt, abzuleiten, auf der Entwicklungsstufe von *Nodosinella* stehend. Fossil im Jura bekannt.

c. *Hormosina* Brady. Fossil vielleicht im Jura. d. *Bdelloidina* Carter. Fossil in der Kreide bekannt. e. *Haplostiche* Reuss. Fossil seit Dyas. f. *Polyphragma* Reuss. Fossil seit der Kreide.

g. *Aschemonella* Brady. Vielleicht durch Segmentation von haliphysemaartigen Formen abzuleiten.

Die nunmehr an die *Nodosinelliden* anzureihenden Familien laufen unabhängig nebeneinander her und stehen in ihren Anfängen auf derselben Festigkeitsstufe. Ihre Aufeinanderfolge im System ist daher mehr oder weniger willkürlich; sie müßten eigentlich nebeneinander, nicht nacheinander gesetzt werden. Die *Milioliden* und *Orbitoliten* sind palaeontologisch erst verhältnismäßig spät aufgetreten; der Mangel einer Perforation läßt sie aber den *Textulariden*, *Nodosariden*, *Endothyriden* und *Rotaliden* gegenüber als niedrigere Formen erscheinen, die um so eher hier zunächst angeschlossen werden können, als die vorausgegangenen Formen auch zum weitaus größten Theil imperforat waren. Die *Textulariden*, *Nodosariden* und *Endothyriden* treten alle drei schon im Kohlenkalk nebeneinander auf; und wenn auch die *Nodosariden* die einfachste Weiterentwicklung der *Nodosinelliden* veranschaulichen, so erheben sie sich doch in ihren höchststehenden spiralig aufgewundenen Formen über die *Textulariden*, welche letztere zugleich auch durch den Reichtum an arenosen Formen ein ursprünglicheres Verhalten kundgeben. Schließlich hat die Entwicklung der *Endothyriden* zu weit höher stehenden Formen geführt als die Entwicklung der *Nodosariden*, denn sie sind die Stammgruppe der *Rotaliden*. Ich schließe daher die noch zu behandelnden Familien folgendermaßen an: V. *Miliolinidae*, VI. *Orbitolitidae*, VII. *Textularidae*, VIII. *Nodosaridae*, IX. *Endothyridae*, X. *Rotalidae*; indem ich aber nochmals hervorhebe, daß diese Reihenfolge keine phylogenetische ist, daß vielmehr all diese Familien nebeneinander herlaufen und unmittelbar an die *Nodosinelliden* angeschlossen werden können.

V. Familie *Miliolinidae*.

Schale polythalam; (mit Ausnahme der Embryonalkammer von *Peneroplis*) imperforat; in der Regel kalkig, porcellanartig, manchmal mit Sand untermengt, oder vollständig sandig; im

brackischen Wasser chitinig oder chitinig sandig; in großen Tiefen zu einer dünnen homogenen, kieseligen Schalenhaut sich verändernd.

1. Unterfamilie *Nubecularinae*.

Schale frei oder häufiger festgewachsen, oft unregelmäßige assymetrische Formen annehmend, mit veränderlicher Mündung oder Mündungen.

a. *Nodobacularia* n. g. Schale aus nodosariaartigen langgestreckten Kammern zusammengesetzt; erste Kammern öfters spiral eingerollt. Früher zu *Nubecularia* gestellt. Fossil im Trias bekannt (cf. pag. 64). Jedenfalls auch Angehörige der seitherigen Gattung *Articulina* hierher gehörend, sofern diese, wie ich gesehen zu haben glaube, an ihrem Primordialende eine einfache Kammer und nicht einen quinqueloculinaartigen Kammerkomplex aufweisen. Ich kann einen derartigen Kammerkomplex, von meinen eigenen Erfahrungen abgesehen, bei *Articulina funalis* Brady ebensowenig als bei *Articulina conico articulata* Batsch in den von Brady und Egger gegebenen Abbildungen erkennen (Litt. 2b u. 7).

Hierher *Nodobacularia tibia* (Jones und Parker).

b. *Nubecularia* Defr. excl. *Nodobacularia*. Fossil seit Trias.

c. *Calcituba* v. Roboz. Leider liegen von den interessanten Untersuchungen Schaudinns über *Calcituba* noch keine Zeichnungen vor. Das unregelmäßige Wachstum, wie es sich schon bei *Nubecularia* findet, scheint bei *Calcituba* zur Ausbildung einer sternförmigen Schale geführt zu haben, die dann in einzelne selbständig und unregelmäßig fortwachsende Stücke zerbricht (cf. pag. 74).

2. Unterfamilie *Miliolinae*.

Zwei Kammern in jedem Umgange um eine lange Achse herumgewunden. Mündung abwechselnd am einen und am anderen Schalenende.

a. *Agathammina* Neumayr. Fossil vorwiegend im Carbon und Perm. cf. Neumayr Litt. 13a.

b. *Biloculina* d'Orbigny. Fossil seit Trias bekannt.

c. *Fabularia* Defr. Eine *Biloculina*, deren langgestreckte Kammerwände durch sekundäre Wände gestützt werden. Nur im Tertiär gefunden, nicht recent.

d. *Triloculina* d'Orbigny. Seit Jura.

e. *Articulina* d'Orb. Eventuell abzüglich der bei *Nodobacularia* erwähnten Species; als biformes Genus von *Nodobacularia* direkt nach *Quinqueloculina* überführend. Fossil seit Beginn der Tertiärzeit.

f. *Quinqueloculina* d'Orb. Seit Kreide. g. *Ophthalmidium* Kübler. h. *Spiroloculina* d'Orb. Seit oberer Jura. i. *Sigmoilina* Schlumberger. k. *Masilina* Schlumberger.

3. Unterfamilie *Hauerininae*.

Schale biform, Kammern erst miliolinär, dann spiral, dann gradlinig angeordnet; oder erst spiral mit mehr als zwei Kammern auf jedem Umgang, dann gradlinig angeordnet.

↳ a. *Vertebralina* d'Orb. Fossil im Eocän. b. *Pene-roplis* Forskal. Fossil: seit Eocän. c. *Hauerina* d'Orb. Fossil: Kreide und Miocän. d. *Planispirina* Segu. Fossil in Tertiär.

VI. Familie *Orbitolitidae*.

Diese Familie bietet einem richtigen Verständnis noch die größten Schwierigkeiten dar. Ich halte es für das Wahrscheinlichste, daß die einzelnen Genera sich unabhängig von einander aus einer sandigen oder kalkig sandigen Vorfahrenform entwickelt haben. Das cyklische Wachstum, welches die Orbitoliten auszeichnet, tritt gelegentlich schon bei *Nubecularia* auf. In *Neusina* Goës haben wir in neuerer Zeit eine Form kennen gelernt, welche als eine rein sandige Vorstufe der Orbitoliten betrachtet werden kann. Die Ausbildung der Kämmerchen steht mit der Langstreckung der Kammern in Zusammenhang (cf. pag. 78) Da also die Orbitoliten auf eine sandige Vorstufe zurückgeführt werden können, — wer *Neusina* als solche nicht gelten lassen will, kann die ebenfalls zuweilen sandig auftretende *Nubecularia* als solche ansehen — so können auch die cyklisch gebauten Perforaten in dieser Familie mit untergebracht werden, denn wir wissen ja, daß sich sehr oft aus sandschaligen Formen perforate und imperforate Genera abgezweigt haben.

1. Sandige Vorstufe.

a. *Neusina* Goës. Die sandigen Röhrenansätze an den Kammerenden halte ich für Pseudopodialröhren, wie ich sie in meiner *Saccamina*-Arbeit beschrieben habe. Fossil nicht bekannt (Litt. 8a).

2. *Kalkig imperforate Entwicklungsstufe.*

b. Orbitolites Lamark. Bekannt seit Lias. c. Orbiculina Lamark. Bekannt seit jüngerem Tertiär. d. Keramosphaera Brady. Fossil nicht bekannt.

3. *Kalkig perforate Entwicklungsstufe.*

e. Orbitoides d'Orb. Bloss fossil, oberste Kreideformation bis Miocän.

f. Cycloclypeus Carpenter. Fossil seit Miocän.

VII. Familie Textularidae.

Schalen sandig, kalkig sandig oder rein kalkig, meist perforat, selten imperforat. Kammern in zwei oder mehr alternierenden Reihen, welche bei den höheren Formen spiral aufgewunden sind.

1. *Unterfamilie Textularinae.*

In der Regel zwei- oder dreireihig; oft biform oder sogar triform.

a. Bigenerina d'Orbigny. Fossil seit Eocän. b. Textularia DeFrance. Steinkohle bis Jetztzeit. c. Pavonina d'Orb. Recent. d. Cuneolina d'Orb. Fossil seit Kreide.

e. Spiroplecta Ehrenbg. Dieses biforme Genus ist dadurch merkwürdig, daß die Kammern seines Primordialendes uniserial spiral aufgerollt sind, während die späteren Kammern in biserialer Anordnung geradegestreckt verlaufen. Das niedriger stehende textularide Wachstum steht im Begriffe sich in ein einfaches spirales umzuwandeln. Fossil aus dem Gault und Posttertiär bekannt und recent.

f. Gaudryina d'Orbigny. Kreide-Jetztzeit. g. Verneuilina d'Orb. Kreide-Jetztzeit. h. Tritaxia Reuss. Kreide-Jetztzeit. i. Chrysalidina d'Orb. Kreide-Jetztzeit. k. Valvulina d'Orb. Steinkohle, hauptsächlich tertiär, Eocän, recent. l. Clavulina d'Orb. Tertiär, Eocän-Jetztzeit.

2. *Unterfamilie Buliminae.*

In der Regel spiral; schwächere Formen mehr oder weniger regelmäßig zweireihig; Mündung schräg zur Schalenaxe, kommaförmig oder wenigstens ähnlich gestaltet.

a. Bolivina d'Orb. Kreide-Jetztzeit.

b. Chilostomella Reuss. Zweireihig, ovoid, bedeutend in die Breite gezogen, außerordentlich involut, so daß nur zwei Kammern äußerlich sichtbar sind. Mündung schlitzförmig, da wo

sich die Kammerwand an die vorausgegangene Kammer anlegt. Fossil seit Tertiär. Die Stellung der *Chilostomella* im System scheint mir gar keine Schwierigkeiten zu bieten, man muß nur die Schale anders orientieren, als es seither geschehen ist. Legt man die Breitseite der Schale mit der Mündung nach unten, so wird man die textularide, aber stark involute Natur derselben sofort erkennen.

c. *Pleurostomella* Reuss. Seit Kreide. d. *Bifarina* Parker und Jones. e. *Bulimina* d'Orb. Oberer Trias, hauptsächlich Kreide-Jetztzeit. f. *Allomorphina* Reuss. Kreide-Jetztzeit. Diese Form verhält sich zu *Bulimina* wie *Chilostomella* (s. d.) zu *Bolivina*.

g. *Virgulina* d'Orb. Anfang Tertiär; hauptsächlich Miocän-Jetztzeit.

3. Unterfamilie *Cassidulinae*.

Kammern alternierend, zweireihig; die Kammern der Breitseite nach spiralig aufgerollt; stets rein kalkig.

a. *Ehrenbergina* Reuss. Miocän und Jetztzeit.

b. *Cassidulina* d'Orbigny. Eocän; von Zeit zu Zeit in späteren Schichten — Jetztzeit.

VIII. Familie *Nodosaridae*.

Schale stets kalkig, sehr fein perforiert; Kammern perlschnurartig aneinandergereiht in gerader, gekrümmter oder planospiral gewundener Reihe. Bei den Lageninen trennen sich die neu entstandenen Kammern sofort nach ihrer Entstehung als selbständige monothalame Schalen ab.

1. Unterfamilie *Nodosarinae*.

Kammerreihe geradegestreckt oder nur wenig gekrümmt. Mündung fast ausnahmslos central, oft auf einem sehr langen Kammerhals gelegen.

a. *Nodosaria* Lamark. Unterer Silur, vielleicht Kohlenkalk; aber schon im Perm und von da bis Jetztzeit eine der häufigsten Formen.

b. *Glandulina* d'Orb. Fossil seit Trias.

c. *Ellipsoidina* Seguenza. Das Uebergreifen der späteren Kammern über die früheren, wie es für *Glandulina* charakteristisch ist, hat bei *Ellipsoidina* zur vollständigen Einhüllung der früheren Kammern geführt. Nur fossil im Miocän.

- d. *Lingulina* d'Orb. Lias — Jetztzeit.
- e. *Amphimorphina* Neugeboren.
- f. *Fronicularia* DeFrance. Trias — oberer Tertiär häufig; Jetztzeit selten.
- g. *Dentalinopsis* Reuss.
- h. *Rhabdogonium* Reuss. Lias, Kreide häufig, seltener Tertiär; Jetztzeit weit verbreitet.
- i. *Marginulina* d'Orbigny. Lias — Jetztzeit.
- k. *Vaginulina* d'Orbigny. Oberer Trias, häufig im Lias, von da — Jetztzeit.
- l. *Rimulina* d'Orbigny.

2. Unterfamilie *Lageninae*.

Schale einkammerig, oft mit langem Mündungshalse, der entweder nach Außen (ectosolene Formen) oder nach Innen (entosolene Formen)¹⁾ gerichtet ist. Sind ursprünglich aus auseinander getrennten Nodosarien entstanden (cf. pag. 74). Sind aber später vielleicht zum Theil wieder zu Nodosarinen geworden.

a. *Lagena* Walk und Jac. Oberer Silur und Steinkohle zweifelhaft. Trias bloß eine zweifelhafte Art. Im Lias zahlreicher, dreizehn Species aus der Kreideperiode bekannt. Im frühen Tertiär vielleicht ein neuer Zuschuß; in den späteren Formationen bis Jetztzeit eine der häufigsten Formen.

3. Unterfamilie *Cristellarinae*.

Kammerreihe um eine kurze Achse spiral aufgerollt; öfters in gerades Wachsthum übergehend.

- a. *Amphicoryne* Schlumberger.
- b. *Lingulinopsis* Reuss.
- c. *Flabellina* d'Orbigny. Fossil im Miocän und Pliocän.
- d. *Cristellaria* Lamarck. Im unteren Silur fraglich, Lias häufig, von da — Jetztzeit.

4. Unterfamilie *Polymorphininae*.

Kammern spiral oder unregelmäßig um eine lange Achse angeordnet; selten zweireihig alternierend.

- a. *Dimorphina* d'Orbigny.
- b. *Polymorphina* d'Orbigny. Oberer Trias, mäßig häufig im Lias, von da — Jetztzeit.

1) In einer späteren Publikation werde ich zeigen, wie sich die merkwürdigen, entosolenen Häuse auf sehr einfache Weise aus der Ableitung von den Nodosarinen her erklären lassen.

c. *Sagrina* Parker und Jones. Miocän und Pliocän, Jetztzeit.

d. *Uvigerina* d'Orbigny. Eocän — Posttertiär, Jetztzeit.

5. Unterfamilie.

Schale unregelmäßig verästelt aus aufgeblasenen Kammern mit langen Hälsen.

a. *Ramulina* R. Jones.

IX. Familie Endothyridae.

Planospirale, oder doch nur um eine kurze Achse aufgewundene einreihige Formen. Zum Theil Kammern durch sekundäre Septa in Unterkammern getheilt. Perforat und imperforat. Sandig, sandig kalkig oder rein kalkig.

1. Unterfamilie Endothyrinae.

Schale sandig; bei *Carterina* mit eigenthümlichen Plättchen; meist mit viel Kalk; zuweilen perforiert; Kammerung deutlich; an die *Nodosinelliden* anschließend.

a. *Placopsilina* d'Orbigny excl. *Tholosina* (cf. *Saccaminae*). Oberer Lias, Kreide und Neuzeit.

b. *Haplophragmium* Reuss. Kohlenkalk — Jetztzeit.

c. *Endothyra* Phill. Auf den Kohlenkalk beschränkt.

d. *Bradyina* v. Möller. Kohlenformation.

e. *Stacheia* Brady. Kohlenkalk. Zu den *Fusulinen* überführend.

f. *Trochammina* (Parker und Jones) in dem von Neumayr (Litt. 13a, pag. 171) angegebenen Umfange. Fossil seit unterem Tertiär.

g. *Carterina* Brady.

h. *Cyclammina* Brady.

2. Unterfamilie Fusulininae.

Kammern in der Richtung der Windungsachse stark in die Länge gezogen, und hiernach durch Stützwände in Unterkammern getheilt, einige noch sandig, perforat oder imperforat. Jedenfalls aus *Endothyren* entstanden, welche sich in der Richtung der Windungsachse gestreckt haben.

a. *Fusulina* Fischer v. W. Nur Kohlenformation.

b. *Schwagerina* v. Möll. Obere Kohlen- — untere Dyasformation.

c. *Hemifusulina* v. Möll. Kohlenformation.

- d. *Fusulinella* v. Möll. Kohlenformation.
- e. *Loftusia* Brady. Nur fossil im Kohlenkalk und Tertiär.
- f. *Alveolina* d'Orb. Fossil seit mittlerer Kreide.

X. Familie Rotalidae.

Schale stets kalkig porös; frei oder festgewachsen, spiral entweder so aufgewunden, daß alle Kammern auf der oberen Fläche sichtbar sind, auf der unteren Schalenfläche (wo die Oeffnung liegt) aber bloß die Kammern des letzten Umganges, oder so, daß auf beiden Seiten nur der letzte Umgang sichtbar ist. Manchmal die Dorsalfäche, manchmal die Ventralfläche mehr konvex. Schale namentlich bei aufgewachsenen Formen oft unregelmäßig, bei den höheren involuten Formen mit Canalsystem.

1. Unterfamilie Rotalinae.

Schale spiral, nur auf der einen Seite alle Kammern sichtbar; frei oder festgewachsen, im letzteren Falle meist unregelmäßig.

- a. *Truncatulina* d'Orbigny. Fossil seit Kohlenformation.
- b. *Planorbulina* d'Orbigny. Fossil seit Lias.
- c. *Anomalina* Parker und Jones. Fossil seit Kreide.
- d. *Pulvinulina* Parker und Jones. Fossil seit Kohle.
- e. *Rotalia* Lamark. Fossil seit Kreide. (Oberer Jura?)
- f. *Discorbina* Parker und Jones. Fossil seit Kreide.
- g. *Cymbalopora* Hagenow. Interesse verdient, daß die pelagischen Formen dieses Genus eine mächtig aufgeblasene Endkammer, eine Schwimmkammer, ganz in ähnlicher Weise wie *Orbulina* zur Ausbildung gebracht hat. Fossil seit Kreide.
- h. *Carpenteria* Gray. Recent.
- i. *Polytrema* Risso. Vielleicht schon im Kohlenkalk.
- k. *Calcarina* d'Orbigny. Fossil seit Kreide.

2. Unterfamilie Tinoporinae.

Schale aus unregelmäßig zusammengehäuften Kammern bestehend, mit oder manchmal auch ohne einen mehr oder weniger deutlich spiral aufgewundenen Anfangstheil. Meistens ohne jede größere, gemeinsame Mündung. Gruppierung in dieser Unterfamilie noch sehr unsicher.

- a. *Tinoporus* Carpenter.
- b. *Gypsina* Carter. Fossil seit Miocän.
- c. *Aphrosina* Carter.
- d. *Thalamopora* Reuss.

3. *Unterfamilie Globigerininae.*

Schale frei, kalkig perforiert, Kammern aufgetrieben spiral angeordnet. Mündung in der Ein- und Mehrzahl, oft recht groß, immer deutlich. Kein Zwischenskelett, kein Canalsystem. Alle größeren Formen leben pelagisch. Diese Unterfamilie hat sich jedenfalls der Hauptsache nach aus *Pulvinulina* entwickelt. Einzelne Genera mit langen radiolarienähnlichen Stacheln.

α. Stachelige Formen.

a. *Globigerina* d'Orbigny. Fossil seit unterem Keuper.

b. *Orbulina* d'Orbigny. Ganz wie *Globigerina* nur im späteren Alter von einer Schwimmkammer vollständig umhüllt. Letztere hat sich phylogenetisch aus einer Kalkplatte entwickelt, die ursprünglich bei schwachen Formen nur die Nabelregion der Schale klammerartig zusammenhielt, später aber über die Kammerwände hinauswuchs und diese schließlich vollständig einhüllte. Belege hierfür werde ich in einer anderen Arbeit bringen. Fossil seit Rhätische Stufe.

c. *Hastigerina* Wy v. Thomson. Von *Globigerina* durch den Besitz von dreikantigen Stacheln unterschieden; die Stacheln von *Globigerina* und *Orbulina* haben einen runden Querschnitt.

Hierher gehört auch die seither zu *Globigerina* gestellte *Hastigerina digitata* (Brady).

β. Stachellose Formen.

d. *Pullenia* Parker und Jones. Mittlere Kreide — Jetztzeit.

e. *Sphaeroidina* d'Orbigny. Kreide, häufig im Miocän und Pliocän, Jetztzeit.

f. *Candëina* d'Orbigny. Fossil?

4. *Unterfamilie Polystomellinae.*

Schale bilateral symmetrisch nautiloid, mit einfachem oder kompliziertem Canalsystem.

a. *Nonionina* d'Orbigny. Fossil seit Kreide.

b. *Polystomella* Lamark. Fossil seit Kreide. (Kohlenformation?)

c. *Operculina* d'Orbigny. Untere Kreide selten, hauptsächlich tertiär, recent.

5. *Unterfamilie Nummulitinae.*

Schale linsenförmig oder abgeplattet; Kammern flügelartig auf den vorangegangenen Kammernumgang übergreifend, die über-

greifenden Flügel mit lappenförmigen Kammeranhängen, deren Hohlraum Sekundärkammerchen darstellen. Höhere Formen mit Zwischenskelett und kompliziertem Canalsystem.

a. *Amphistegina* d'Orbigny. Kohlenkalk?, Tertiär — Jetztzeit.

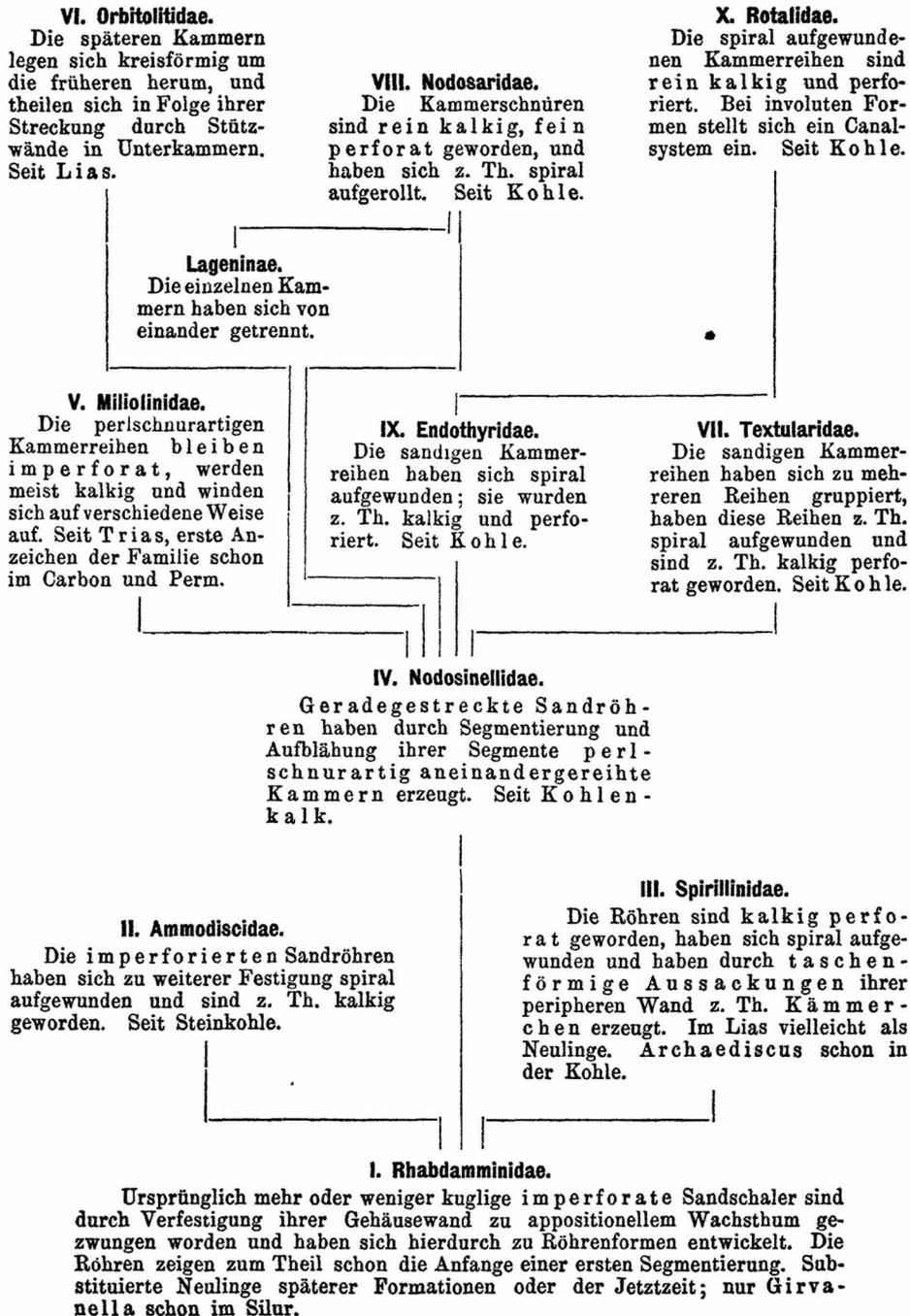
b. *Heterostegina* d'Orbigny. Fossil seit Untertertiär.

c. *Nummulites* Lamark. Kohlenkalk selten, Tertiär weit verbreitet, recent selten.

d. *Assilina* d'Orbigny.

Göttingen, 25. Januar 1895.

Entwicklungsschema und Litteratur siehe pag. 96—98.



NB. Die Knickungen der Verbindungslinien sind zur Erleichterung des Setzens vorgenommen worden, haben also keinerlei theoretische Bedeutung.

Citierte Litteratur.

1. **Andreae, A.:** „Das fossile Vorkommen der Foraminiferengattung *Rathysiphon M. Sars.*“ in Verh. des naturw.-medizin. Ver. zu Heidelberg. N. F. Bd. V. Heft 2. p. 141—144. 2a. **Brady, H. B.:** „A monograph of Carboniferous and Permian Foraminifera“ in „The Palaeontographical Society.“ Volume for 1876. XXX. London 1876. p. 1—166. Pl. I—XII. 2b. **Derselbe:** Report on the Foraminifera“ in: Report of the scientific results of the voy. of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. IX. London 1884. 3a. **Bütschli, O.:** „Protozoa“ in: Dr. H. G. Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs. I. Band. Leipzig u. Heidelberg 1880—82. Hier auch der Bericht **Schwagers** über die palaeontologische Verbreitung der Thalamophoren. 3b. **Derselbe:** „Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger mariner Rhizopoden.“ Morph. Jahrb. Bd. XI. 1886. p. 78—101. 4a. **Carpenter, William R.:** „Report on the specimens of the Genus *Orbitolites* collected by H. M. S. Challenger: in Rep. on the scient. res. of the voy. of H. M. S. Challenger. Vol. VII. 1883. 4b. **Derselbe:** „Foraminifera“ in „Preliminary report of the biological results of a cruise in H. M. S. Valorous etc.“ Proceed. of the roy. society of London. Vol. XXV. 1877. p. 223—227. 5. **Döderlein, L.:** „Sandforaminiferen“ in Verh. der Dtsch. zool. Gesellsch. auf der zweiten Jahresversammlung. 6. **Dreyer, Fr.:** „Die Principien der Gerüstbildung bei Rhizopoden, Spongien und Echinodermen.“ Jenaische Zeitschr. für Medicin u. Naturw. 1892. Bd. 26. 7. **Egger, J. G.:** „Foraminiferen aus Meeresgrundproben, gelothet von 1874 bis 1876 von S. M. Sch. Gazelle.“ In: Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wissenschaften. 1893. II. Classe. Bd. XVIII. Abth. II. 8. **Frenzel, Joh.:** „Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens.“ 1. Theil: „Die Protozoen.“ 1. u. 2. Abtheilung: „Die Rhizopoden und Heliamoeben“ in Bibliotheca Zoologica Bd. III. Heft 12. 8a. **Goes, A.:** „On a peculiar type of arenaceous Foraminifer from the american tropical pacific, *Neusina Agasizi.*“ Bullet. of the Mus. of comparat. Zool. at Harvard College. Vol. XXIII. No. 5. 9. **Häckel, E.:** „Systematische Phylogenie. 1. Theil: Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen.“ Berlin 1894. 10. **Häusler, R.:** „Bemerkungen über einige liasische Milioliden.“ Neues Jahrb. für Mineralogie. Jahrg. 1887. Bd. I. p. 190—194. 10a. **Lister, J. J.:** „On the reproduction of *Orbitolites.*“ Proceed. of the Cambridge philos. society. Vol. VIII. pat. I. 1893. 11a. **v. Möller, V.:** „Die spiral gewundenen Foraminiferen des russischen Kohlenkalkes.“ Mémoires de l'académie impér. des sciences de St. Pétersbourg. VII^e Série. Tome XXV. No. 9. 1878. 11b. **Derselbe:** „Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalkes.“ Ebenda VII^e Série. Tome XXVII. No. 5. 12. **Munier-Chalmas et Schlumberger:** „Nouvelles observations sur le dimorphisme des Foraminifères. Compt. rend. hebdom. Bd. 96. I. 1883. p. 862—866. u. II. p. 1598—1601. 13a. **Neumayr, M.:** „Die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der schalentragenden Foraminiferen.“ Sitzungsber. d. Kais. Akad. der Wissensch. Mathematisch-naturw. Classe. Bd. 95. 1. Abth. Wien 1887. p. 156—186. 13b. **Derselbe:** „Stämme des Thierreichs.“ Wien 1889. **Rhumbler, L.:** Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. 14a. I. Ueber Entstehung und sekundäres Wachsthum der Gehäuse einiger Süßwasserrhizopoden. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 52. p. 515—550. 14b. II. *Saccamina sphaerica M. Sars.* Bd. 57. p. 433—617. 14c. **Derselbe:** „Die Herkunft des *Globigerina*-Einschlusses bei *Orbulina.*“ Zool. Anz. 1894. No. 448. 14d. **Derselbe:** „Die Perforation der Embryonalkammer von *Peneroplis pertusus Forsk.*“ Zool. Anz. 1894. No. 457. 15a. **Schaudinn, F.:** „*Myxotheca arenilega* nov. gen. nov. sp.“ Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 57. p. 18—31. 15b. **Derselbe:** „Untersuchungen an

Foraminiferen“. I. *Calcituba polymorpha* v. *Rob.* Inaugural-Dissertation. Berlin 1894. 15c. Derselbe: „Die Fortpflanzung der Foraminiferen und eine neue Art der Kernvermehrung.“ Biol. Centralbl. Bd. XIV. 1894. p. 161—166. 15d. Derselbe: „Ueber die systematische Stellung und Fortpflanzung von *Hyalopus n. g.* (*Gromia dujardinii* Schultze).“ Sitz.-Ber. Gesellschaft Naturf. Freunde Berlin. Jahrg. 1894. p. 14—22. 16. Schlumberger, C.: „Sur l'Orbulina universa d'Orb.“ Compt. rend. hebd. des séances de l'acad. des sciences. Tome 98. Bd. 2. 1884. p. 1002—1004. 17. Schultze, M.: „Ueber den Organismus der Polythalamien.“ Leipzig 1854. 18. Schulze, F. E.: „Rhizopodienstudien.“ Arch. f. mikr. Anat. Bd. 13. 19. Siddall, J. D.: „On *Shepherdella*, an undescribed type of marine Rhizopoda with a few observations on *Lieberkühnia*.“ Quart. journ. of microscop. science. Vol. XX. new series. London 1880. p. 130—145. 20. Steinmann, G.: „Mikroskopische Thierreste aus dem deutschen Kohlenkalke.“ Zeitschr. der Deutsch. geolog. Gesellsch. 1880. Bd. 32. 21. Verworn, M.: „Biologische Protistenstudien.“ Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46. 1888. p. 455—470.
