

## Palaeontologische Daten zur Stammesgeschichte der Protozoen

Von Dr. Richard Schubert † (Wien)

---

Der Autor dieser Arbeit hat am 3. Mai 1915 in den Kämpfen am Dunajec seinen Heldentod gefunden. Er war geboren 1876 in Müglitz in Mähren, hatte das Gymnasium in Olmütz und Melk und dann die Universitäten Prag und Tübingen besucht. 1900 promovierte er in Prag, wo er bei Professor Uhlig Assistent war. Seitdem war er an der K. K. geologischen Landesanstalt in Wien tätig, wo er zuletzt das Amt eines Sektionsgeologen-Adjunkten bekleidete. In seinen paläontologischen Forschungen wandte er sich bald den Foraminiferen zu, deren faunistische Kenntnisse ihm auch bei seinen stratigraphischen Kartierungsarbeiten sehr zustatten kamen. Seine Untersuchungen waren aber auf diesem Gebiete vor allem morphologisch gerichtet, so daß er sich dadurch auch über die Paläontologie hinaus Ansehen als Foraminiferenforscher erwarb. Nachdem er diese Kenntnisse in mehreren spezielleren Arbeiten verwertete — genannt seien besonders „Fossile Foraminiferen des Bismarck-Archipels“ (Abh. Geol. Reichsanst. 20, 1907), „Foraminiferen-Fauna von Celebes“ (Jahrb. Geol. Reichsanst. 1913), „Bearbeitung der Foraminiferen in F. E. Schulze nomenclator animalum“, ist es erfreulich, daß er dem Wunsche der Redaktion entsprach, auch die stammesgeschichtlichen Ergebnisse seiner Forschungen zusammenzufassen. Das ist in der vorliegenden Arbeit geschehen, deren Erscheinen er nun leider nicht mehr erlebt hat.

Wie er sich bei seinen Kollegen durch braves Wesen und stete Hilfsbereitschaft viele Freunde erwarb und auch als Offizier hervorragende Beweise seiner Tapferkeit und seines Opfermutes gab, so hat er sich auch in unserem Kreise ein dankbares Andenken gesichert.

---

Wenn wir von einer Stammesgeschichte der Protozoen sprechen, kann es sich natürlich nur um eine Stammesgeschichte jener Klassen oder Ordnungen derselben handeln, die fossil erhaltungsfähige Hartteile besitzen; es sind dies außer den fossil spärlich oder ungenügend bekannten Flagellatenresten der **Silicoflagellaten** und **Coccolithophoriden**, vornehmlich die zu den Rhizopoden gehörigen **Radiolarien** und **Foraminiferen**, die aus allen Formationen und meist massenhaft bekannt sind.

In phylogenetischer Beziehung verhalten sich jedoch diese beiden Ordnungen der Rhizopoden völlig verschieden. Während bei den Foraminiferen die einzelnen Kammern und Kämmerchen von kalk- oder kieselwandigen Schalen umgeben sind und die fossil erhaltungsfähigen Schalen infolgedessen die Einzelheiten des Aufbaues erkennen lassen sowie dadurch die Erkenntnis stammesgeschichtlicher Entwicklung ermöglichen, verhält es sich bei den **Radiolarien** anders. Das Protoplasma dieser besteht aus einer von einer (pseudo)chitinigen Membran umschlossenen Zentralkapsel, welche die Kerne enthält und den wichtigsten Teil des Radiolarienkörpers darstellt, und einem extrakapsulären Weichkörper. In der Nähe der Zentralkapselmembran, in und außerhalb der Zentralkapsel befindet sich nun ein meist sehr zierliches und kompliziertes anorganisches Skelett, das meist aus Kieselsäure, bei manchen Formen (*Acantharia*) dagegen nach Bütschli aus schwefelsaurem Strontium besteht.

Trotzdem nun besonders die Kieselskelette fossil sehr wohl erhaltungsfähig sind und das häufige Vorkommen von Radiolarien seit den ältesten Zeiten bekannt werden ließen, konnte doch bisher eine Entwicklung der überaus mannigfachen Formen aus einander oder wenigstens eine Entwicklung einzelner Reihen nicht nachgewiesen werden. Dies hat seinen Grund vornehmlich darin, daß die Skelettbildungen als „Verkieselungen“ von Kanten und Wänden des schaumförmigen Plasmawabenwerkes nur auf die Plasmastruktur Schlüsse ziehen lassen, so daß manche Forscher (besonders Dreyer) meinten, die Gestaltungen des Radiolarienskeletes seien nicht durch Vererbung bedingt, sondern lediglich durch Gesetze der Flüssigkeitsmechanik und Zufälligkeiten bestimmt, was indessen auch nicht der Fall ist.

Außerdem macht der Umstand, daß bezüglich der Lagerungsverhältnisse und des Alters vieler radiolarienhaltiger Gesteine keine Klarheit herrscht, ein sicheres Urteil über die Veränderungen der Radiolarien im Laufe wenigstens der fossilführenden geologischen Formationen derzeit unmöglich.

## 1. Die Stammesgeschichte der Foraminiferen

Häufig ist auch heute noch die Ansicht verbreitet, auch bei den Foraminiferen habe seit den Zeiten, aus welchen die ältesten fossilführenden Schichten stammen, keine wesentliche stammesgeschichtliche Entwicklung stattgefunden, da schon aus den ältesten fossilführenden Schichten noch jetzt lebende Gattungen bekannt sind. Dies ist besonders bei einer kleinen Anzahl von Gattungen und Familien der sogenannten „Perforaten“ der Fall, die, wie im folgenden noch näher erwähnt ist, tatsächlich schon aus kambrischen und silurischen Sedimenten bekannt sind und bei ihnen die zu beobachtende Weiterentwicklung lediglich in der Umwandlung einiger Formen in anders angeordnete Typen besteht. Aber ganze große Gruppen auch der perforaten Foraminiferen entwickelten sich erst im Laufe der fossilführenden Formationen, ferner entwickelte sich die so formen- und individuenreiche Gruppe der Imperforata erst seit dem Ende des Paläozoikums, so daß sich besonders deren Entwicklung vielfach sehr gut verfolgen läßt.

Weniger günstig freilich für eine Erkenntnis der stammesgeschichtlichen Entwicklung liegen die Verhältnisse bei den sandig agglutinierten Foraminiferen, die in den jetzigen Meeren meist in größeren Tiefen leben, ferner bei den nur mit einer chitinigen oder gallertigen Schale versehenen Foraminiferen des Süßwassers. Diese stehen wohl als in die Tiefsee und in das Süßwasser gedrängte Formen den primitivsten Typen recht nahe, dürfen jedoch keineswegs alle direkt als Ausgangsformen der beschalten Rhizopoden aufgefaßt werden.

Bevor ich jedoch auf die nähere Entwicklung der einzelnen Gruppen eingehe, möchte ich zunächst einige Bemerkungen über den Bau-, Geschlechts- und Schalendimorphismus vorausschicken.

Die Foraminiferen bestehen in ihren niedrigsten Vertretern aus einem einfachen einkernigen, von einer pseudochitinigen, sandig-agglutinierten, kieseligen oder kalkigen Schale umgebenen Plasmaklumpchen, dessen Fortbewegung und Ernährung vermittelt Pseudopodien erfolgt; die höher organisierten Foraminiferen sind mehrkammerig, indem sich das periodisch hervorquellende Plasma gesetzmäßig an die vorhergehenden Kammern anfügt und auch von einer Schalenmasse umgeben wird.

Die im Süßwasser lebenden Foraminiferen besitzen zum Teil lappige oder fadenförmige Pseudopodien und eine gallertige oder pseudochitinige Schale, in die bisweilen auch Fremdkörper aufgenommen werden, die aber fossil meist nicht erhaltungsfähig und daher auch in stammesgeschichtlicher Beziehung wenig bekannt sind.

Die marinen Foraminiferen, die meist auch mehrere Kammern besitzen, haben kieselige oder kalkige Schalen, die bei manchen Gruppen, noch durch Fremdkörper verstärkt werden und fossil sehr wohl erhaltungsfähig sind. Ihre Pseudopodien sind wie bei den meisten Foraminiferen echte Rhizopodien, die sich vielfach und verschiedentlich verästeln und wieder miteinander verschmelzen.

Die Schalenwände der kalkschaligen Formen sind bei sehr vielen Familien von zahlreichen feinen Poren — Foramina — durchsetzt, durch welche das Plasma mit der Außenwelt kommuniziert. Es ist dies der Fall bei der phylogenetisch heterogenen Gruppe der Perforata, während die Imperforata (oder Porzellanea) eine porzellanartig dichte bis auf wenige Ausnahmen nicht von Poren durchsetzte Schale besitzen. Bei diesen treten die Pseudopodien lediglich bei der Schalenmündung hervor, die infolgedessen auch in der Regel geräumiger ist als bei jenen Gruppen, wo das Plasma außer durch die Mündung auch noch durch Poren in der Schalenwand austreten kann.

Eine eigenartige Erscheinung bei den Foraminiferen, die erst in neuerer Zeit ihre Erklärung fand, ist der Geschlechtsdimorphismus. Zuerst war es bei den Nummuliten aufgefallen, daß von je zwei in der Kammeranordnung offenbar nahe verwandten Formen eine mit einer auffallend großen und eine andere mit einer winzig kleinen Anfangskammer beginnt. Dazu gesellten sich oft bedeutende Unterschiede bezüglich der Größe: die makrosphärische (mit großer Anfangskammer versehene) Form blieb klein, die mikrosphärische dagegen nahm oft bedeutende Dimensionen an. Die Deutung dieser Erscheinung war lange Zeit unmöglich, man nannte die makrosphärische die A-Form, die mikrosphärische die B-Form, indem man die erstere als die ursprünglichere auffaßte. Dieser bei sehr vielen anderen Gattungen nachgewiesene Dimorphismus stellte sich durch Beobachtungen an rezenten Foraminiferen als Geschlechtsdimorphismus heraus; indem besonders durch Schaudinn, Lister und F. W. Winter nachgewiesen wurde, daß die mikrosphärische (B-)Form die geschlechtliche, die makrosphärische (A-)Form dagegen die ungeschlechtliche Generation darstellt; aus dem Plasma der mikrosphärischen Form entstehen durch Zerfall der Kernmasse und Umhüllung mit Plasma die makrosphärischen Agameten (Embryonen), aus welcher sich die makrosphären Individuen entwickeln. In diesen wiederum entstehen die winzigen Isogameten oder Schwärmer, die ausschwärmen, und aus denen durch Kopulation die Anfangskammer der mikrosphärischen Generation entsteht. Bisweilen kommt es, doch anscheinend als Abnormität, auch zur Verschmelzung makrosphärischer

Embryonen. Dann entstehen, wenn die Schalenbildung noch nicht erfolgte, abnorm große Anfangskammern, die irrigerweise oft als Merkmale eigener Spezies aufgefaßt wurden und werden. Ist die Beschalung jedoch schon mehr oder weniger vorgeschritten, dann sieht man beide Anfangskammern noch mehr oder weniger getrennt, offenbar verschmilzt dann die Schalenmasse, da das Gehäuse weiterhin einheitlich weitergebaut wird; bisweilen wird jedoch auch das eine Individuum vom anderen wie ein Fremdkörper umwachsen. Seltener kommen auch Verschmelzungen makro- und mikrosphärischer Individuen derselben Art vor.

Nicht selten läßt sich beobachten, daß besonders mikrosphärische Individuen im Laufe der individuellen Entwicklung verschiedene Stadien durchlaufen. So bauen z. B. mikrosphärische Bilokulinen zuerst Quinque-, dann Trilokulinen- und erst zum Schlusse Bilokulinenkammern auf, während die makrosphärischen Bilokulinen gleich von der Anfangskammer an Bilokulinenkammern besitzen, oder die mikrosphärische Generation von *Cycloclypeus* besitzt noch einen deutlichen *Heterostegina*-Anfangsteil, der bei makrosphären Formen fehlt usw. Schon Lister hat auf die Analogie hingewiesen, welche diesbezüglich bei gewissen Arthropoden herrscht, wo auch die geschlechtliche Generation eine Larvenentwicklung durchmachen soll, während die ungeschlechtlich erzeugten Individuen direkt die Gestalt ihrer Eltern annehmen.

Solche Verschiedenheiten in der Bildung der Anfangs- und Endkammern wurden als Bi(Tri)-formität oder auch als Bi(Tri)-morphismus bezeichnet; vielleicht würde sich dafür im Gegensatz zum Geschlechtsdimorphismus der Ausdruck Schalendi(tri)-morphismus empfehlen. Diese Eigentümlichkeit, das Gehäuse nach zwei oder drei Anordnungsarten aufzubauen, findet sich bei den Foraminiferen nämlich auch losgelöst vom Geschlechtsdimorphismus bei fast allen Gruppen recht häufig, indem beide Generationen ihre Schalen di- oder trimorph aufbauen, drei-, zwei- oder einreihig, spiral und gestreckt usw.

Lange Zeit begnügte man sich damit, diesen Mischformen eigene Namen zu geben und stellte sie im System bald zu jenen Gattungen, nach deren Bauplan die Anfangs- oder die Endkammern aufgebaut sind. Obwohl ihnen in geringerem Grade auch früher eine phylogenetische Bedeutung beigemessen wurde, hat doch besonders Rhumbler und der Verfasser auf die große Bedeutung der Mischformen (als Übergangsformen) für die Erkenntnis der phylogenetischen Entwicklung hingewiesen. Während der Verfasser indessen in Übereinstimmung mit der großen Mehrzahl oder allen übrigen Foraminiferenforschern die Ansicht vertritt, daß das biogenetische Grundgesetz auch bei den Foraminiferen gilt,

will Rhumbler in Modifizierung seiner ursprünglichen Ansicht das biogenetische Grundgesetz nur dort in normaler Folge gelten lassen, wo Festigkeitsfragen nicht in Betracht kämen; in allen Fällen jedoch, wo die Festigkeit der Schalen in Betracht komme, soll es umgekehrt gelten, d. h. sollen die Ahnenstadien von Mischformen an den End- und nicht an den Anfangskammern erkennbar sein. Wie jedoch Verfasser anderen Orts zeigte, sind die für diese eigenartige Ansicht gebrachten Gründe in keiner Weise beweiskräftig oder auch nur stichhaltig. Daß hier dieser abweichenden Anschauung dennoch Erwähnung getan wurde, schien bei der Bedeutung L. Rhumblers als Protozoenforscher trotzdem nötig.

Im folgenden sind dann die einzelnen Mischformen in ihrer Bedeutung für die Stammesgeschichte näher besprochen; hier sei nur noch kurz erwähnt, daß besonders jene, deren Endkammern einreihig angeordnet sind, keineswegs etwa für eine rückläufige Entwicklung sprechen, oder auf eine umgekehrte Gültigkeit des Grundgesetzes hinweisen, indem die einreihige Kammeranordnung für den telostomen und schizostomen Schalentypus dasselbe bedeutet wie die zyklisch oder in anderer Form umfassenden Kammern des basistomen und porzellaneen Schalentypus, nämlich eine bei stärkerer Plasmazunahme notwendig werdende Erscheinung.

Es wurde jedoch in dieser Übersicht keineswegs eine Besprechung aller Gattungen beabsichtigt; vielmehr fehlen manche altbekannte Gattungen wie *Amphistegina*, *Peneroplis*, auch neuere, sofern deren genetische Beziehungen unklar schienen. Besonders ist dies auch bei den tiefstehenden sandig-agglutinierten wie chitinigen Formen der Fall.

Von Literaturangaben glaubte ich insofern leicht absehen zu können, als bibliographische Arbeiten über die Foraminiferenliteratur bis Ende 1910 in wünschenswerter Vollständigkeit vorliegen und die Auffindung der betreffenden Arbeiten recht erleichtern. Es sind dies folgende:

- Ch. D. Sherborn: A Bibliography of the Foraminifera, recent and fossil from 1565—1888. London 1888.
- P. Toutkowsky: Index bibliographique de la littérature sur les foraminifères vivants et fossiles (1888—1898). Kiew 1898.
- F. W. Winter: Foraminifera (*Testacea reticulosa*) für 1896—1900 (im Archiv für Naturgeschichte 1905, Bd II, Heft 3).
- F. W. Winter: Foraminifera (*Testacea reticulosa*) für 1901—1905 (ebenda 1908 Bd. II, Heft 3) und für 1906.
- K. Beütler: Paläontologisch-stratigraphische und zoologisch-systematische Literatur über marine Foraminiferen, fossil und rezent bis Ende 1910. München, Selbstverlag.
- Ch. D. Sherborn: An Index to the Genera and Species of the Foraminifera. Smithsonian Miscell. Coll. Washington 1893 und 1896.

### Foraminiferensysteme

Die Entstehung unserer Kenntnisse oder Ansichten über die Stammesgeschichte der Foraminiferen spiegelt sich am besten in den verschiedenen Systemen, in welche dieselben gebracht wurden. Ich teile daher zu diesem Zwecke die bedeutendsten Systeme mit, wodurch sich auch gleichzeitig die Unterschiede meiner auf Grund der Zusammenfassung natürlicher Entwicklungsreihen gewonnener Gruppierung von den bisherigen Systemen erkennen lassen.

#### Orbigny 1846 (fossile Foraminiferen von Wien)

I. Ordnung Monostegier: Gromia, Orbulina, Oolina.

II. Ordnung Stichostegier:

1. Fam. Aequilateralidae:

1. Sektion mit 1 Öffnung: Glandulina, Nodosaria, Orthocerina, Dentalina, Frondicularia, Lingulina, Rimulina, Vaginulina, Marginulina.

2. Sektion mit mehreren Öffnungen: Conulina, Pavonina.

2. Fam. Inaequilateralidae: Webbina.

III. Ordnung Helicostegier:

1. Fam. Nautiloidae:

1. Sektion mit 1 Öffnung: Cristellaria, Flabellina, Robulina, Fusulina, Nonionina, Nummulina, Assilina, Siderolina, Hauerina, Operculina, Vertebralina.

2. Sektion mit mehreren Öffnungen: Polystomella, Peneroplis, Dendritina, Spirolina, Cyclolina, Lituolina, Orbiculina, Alveolina.

2. Fam. Turbinoidae:

1. Division, vollkommene Spindel:

1. Sektion mit 1 Öffnung: Rotalina, Globigerina, Planorbulina, Truncatulina, Anomalina, Rosalina, Valvulina, Verneuilina, Bulimina, Uvigerina, Pyrulina.

2. Sektion mit mehreren Öffnungen: Faujasina, Candaina, Chrysalidina.

2. Division, Spindel bloß in der Jugend: Clavulina, Gaudryina.

IV. Ordnung Entomostegier:

1. Fam. Asterigerinidae: Robertina, Asterigerina, Amphistegina, Heterostegina.

2. Fam. Cassidulinidae: Cassidulina.

## V. Ordnung Enallostegier:

1. Fam. Polymorphinidae:
  1. Sektion: Dimorphina, Guttulina.
  2. Sektion: Polymorphina, Virgulina.
2. Fam. Textularidae:
  1. Sektion: Bigenerina, Gemmulina.
  2. Sektion: Textularia, Vulvulina, Bolivina, Sagrina, Cuneolina.

## VI. Ordnung Agathistegier:

1. Fam. Miliolidae:
  1. Sektion: Uniloculina.
  2. Sektion: Biloculina, Fabularia, Spiroloculina.
2. Fam. Multiloculidae:
  1. Sektion: Triloculina, Cruciloculina, Articulina.
  2. Sektion: Sphaeroidina.
  3. Sektion: Quinqueloculina, Adelosina.

Diese Einteilung ist bezüglich der Hauptgruppen lediglich auf die Kammeranordnung begründet; zweifellos verwandte Formen sind auseinandergerissen, sicher verschiedene oft in eine Ordnung oder Familie zusammengestellt.

A. E. Reuss 1861 (S. 394—396, Sitzungsab. 44, Bd. I, 1861)

## A. Foraminiferen mit porenloser Schale:

## I. Mit sandig-kieseliger Schale:

1. Lituolidea: Ammodiscus, Nubecularia, Haplostiche, Lituola.
2. Uvelliidea: Trochammina, Valvulina, Verneuilina, Tritaxia, Ataxophragmium, Plecanium, Clavulina, Gaudryina, Bigenerina.

## II. Mit kompakter porzellanartiger Kalkschale:

1. Squamulinidea? Squamulina.
2. Miliolidea:
  - a) Cornuspiridea: Cornuspira.
  - b) Miliolidea genuina: Uniloculina, Biloculina, Spiroloculina, Triloculina, Quinqueloculina.
  - c) Fabularidea: Fabularia.
3. Peneroplidea: Peneroplis, Vertebralina, Hauerina.
4. Orbitulitidea: Cyclolina, Orbitulites, Orbitulina, Orbiculina, Alveolina.

## B. Foraminiferen mit poröser Schale:

## I. Mit glasiger feinporöser Kalkschale:

1. Spirillinidea: Spirillina.
2. Ovulitidea: Ovulites.
3. Rhabdoidea:
  - a) Lagenidea: Lagenina, Fissurina.
  - b) Nodosaridea: Nodosaria.
  - c) Vaginulinidea: Vaginulina.
  - d) Frondicularidea: Frondicularia, Rhabdogonium, Amphimorphina, Dentalinopsis, Flabellina.
  - e) Glandulinidea: Glandulina, Psecadium, Lingulina, Lingulinopsis.
  - f) Pleurostomellidea: Pleurostomella.
4. Cristellaridea: Cristellaria.
5. Polymorphinidea: Bulimina, Virgulina, Polymorphina, Uvigerina, Arophoconus, Robertina, Sphaeroidina, Dimorphina.
6. Cryptostegia: Chilostomella, Allomorphina.
7. Textilaridea: Textilaria, Proroporus, Sagraina, Vulvulina, Bolivina, Cuneolina, Gemmulina, Schizophora.
8. Cassidulinidea: Cassidulina, Ehrenbergina.

## II. Mit mehrfach poröser Schale:

1. Rotalidea: Rotalia, Patellina, Rosalina, Truncatulina, Planorbulina, Globigerina, Spirobotrys.

## III. Mit kalkiger von verzweigtem Kanalsystem durchzogener Schale:

1. Polystomellidea: Polystomella, Nonionina, Fusulina.
2. Nummulitidea: Nummulites, Amphistegina, Operculina, Heterostegina, Cyclocypeus, Orbitoides, Conulites.

C. Schwager (Boll. com. geol. Ital. 1877, VIII, S. 18—24)

## I. Kalkig-porös:

Lagenoidea: Lagenina, Fissurina.

Rhabdoidea: Nodosaria, Orthocerina, Rhabdogonium, Glandulina, Lingulina, Frondicularia, Amphimorphina.

Dentalinoidea:

Dentalinidae: Dentalinopsis, Dentalina, Placopsilina, Citharina.

Pullenidae: Pullenia, Nonionina, Polystomella, Fusulina (Melonia).

Nummulitidae: Amphistegina, Nummulites (Assilina), (Operculina), Heterostegina.

- Cristellaroidea: Marginulina, Vaginulina, Cristellaria (Planularia), Robulina, Lingulinopsis, Flabellina.
- Polymorphinidea: Polymorphina, Ellipsoidina, Proroporus, Uvigerina, Sagrina, Dimorphina.
- Buliminidea:
- Buliminidae: Pleurostomella, Bulimina, Virgulina (Bifarina), Sphaeroidina.
- Rotalidae: Pulvinulina, Rotalia, Archaediscus.
- Globigerinidea:
- Globigerinidae: Orbulina, Ovulites, Globigerina, Discorbina (Truncatulina), (Anomalina), (Planulina).
- Planorbulinidae: Planorbulina, Cymbalopora, Asterigina, PateLLina, Siphonina.
- Textilaridea:
- Textilaridae: Textilaria, Cuneolina, Vulvulina, Bolivina, Schizophora, Gemmulina, Reussia n. g. (Verneuilina aut.), Cassidulina, Ehrenbergina, Robertina.
- Cryptostegia: Chilostomella, Allomorphina.
- Tinaporidea: Polytrema, Tinoporus, Calcarina, Conulites, Cycloclypeus, Orbitoides.
- II. Agglut.:
- Trochamminidea: Trochammina (Ammodiscus), (Silicina).
- Lituolidea: Saccamina, Haplostiche (Reophax), Webbina, Haplophragmium, Coskinolina, Lituola, Polyphragma.
- Ataxophragmidea: Ataxophragmium, Clavulina, Valvulina, Climacamina, Loftusia? Orbiculina? Endothyra, Stachea.
- Plecanioidea: Plecanium, Verneuilina, Gaudryina, Heterostomella, Bigenerina, Venilina.
- III. imperf. kalkig:
- Cornuspiridea: Nubecularia, Cornuspira, Hauerina, Vertebralina (Articulina).
- Peneroplidea: Peneroplis (Spirolina), Orbiculina, Orbitulites, Alveolina.
- Miliolidea: Biloculina, Spiroloculina, Triloculina, Quinqueloculina, Fabularia.
- Dactyloporidea: Petrascula, Uteria, Gyroporella (Haploporella), (Dactyloporella), (Thyrsoporella).
- Receptaculitidea: Receptaculites.
- IV. Chitinia-Form:
- Gromidea: Gromia.

## Brady 1884 (Challenger Report)

1. Fam. Gromidae: Lieberkuehnia, Mikrogromia, Gromia, Diaphoropodon, Shepheardella.
2. Fam. Miliolidae:
  - Nubecularinae: Squamulina, Nubecularia.
  - Miliolininae: Biloculina, Fabularia, Spiroloculina, Miliolina.
  - Hauerininae: Articulina, Vertebralina, Ophthalmidium, Hauerina, Planispirina.
  - Peneroplidinae: Cornuspira, Peneroplis, Orbiculina, Orbitolites.
  - Alveolininae: Alveolina.
  - Keramosphaerinae: Keramosphaera.
3. Fam. Astrorhizidae:
  - Astrorhizinae: Astrorhiza, Pelosina, Storthosphaera, Dendrophrya, Syringammina.
  - Pilulininae: Pilulina, Technitella, Bathysiphon.
  - Saccammininae: Psammosphaera, Sorosphaera, Saccammina.
  - Rhabdammininae: Jaculella, Hyperammina, Marsipella, Rhabdammina, Aschemonella, Rhizammina, Sagenella, Botellina, Haliphysema.
4. Fam. Lituolidae:
  - Lituolinae: Reophax, Haplophragmium, Coskinolina, Placopsilina, Haplostiche, Lituola, Bdelloidina.
  - Trochammininae: Thurammina, Hippocrepina, Hormosina, Ammodiscus, Trochammina, Carlerina, Webbina.
  - Endothyrinae: Nodosinella, Polyphragma, Involutina, Endothyra, Bradyina, Stacheia.
  - Loftusinae: Cyclammina, Loftusia, Parkeria.
5. Fam. Textularidae:
  - Textularinae: Textularia, Cuneolina, Verneuilina, Tritaxia, Chrysalidina, Bigenerina, Pavonina, Spiroplecta, Gaudryina, Valvulina, Clavulina.
  - Bulimininae: Bulimina, Virgulina, Bifarina, Bolivina, Pleurostomella.
  - Cassidulininae: Cassidulina, Ehrenbergina.
6. Fam. Chilostomellidae: Ellipsoidina, Chilostomella, Allomorphina.
7. Fam. Lagenidae:
  - Lageninae: Lagenia.

Nodosarinae: Nodosaria, Lingulina, Frondicularia, Rhabdognonium, Marginulina, Vaginulina, Rimulina, Cristeliaria, Amphicoryne, Lingulinopsis, Flabellina, Amphimorphina, Dentalinopsis.

Polymorphininae: Polymorphina, Dimorphina, Uvigerina, Sagrina.

Ramulininae: Ramulina.

8. Fam. Globigerinidae: Globigerina, Orbulina, Hastigerina, Pullenia, Sphaeroidina, Candeina.

9. Fam. Rotalidae:

Spirillininae: Spirillina.

Rotalinae: Patellina, Cymbalopora, Discorbina, Planorbulina, Truncatulina, Anomalina, Carpenteria, Rupertia, Pulvinulina, Rotalia, Calcarina.

Tinoporinae: Tinoporus, Gypsina, Aphrosina, Thalamopora? Polytrema.

10. Fam. Nummulinidae:

Fusulininae: Fusulina, Schwagerina.

Polystomellinae: Nonionina, Polystomella.

Nummulitinae: Archaeodiscus, Amphistegina, Operculina, Heterostegina, Nummulites, Assilina.

Cycloclypeinae: Cycloclypeus, Orbitoides.

? Eozooninae: Eozoon.

M. Neumayr 1889, Die Stämme des Tierreiches, I, S. 198

Tabelle der natürl. Verwandtschaftsverhältnisse unter den Foraminiferen

Irregulär agglutinierende Entwicklungsstufe	Astrorhiziden			
	A. Cornuspiridentypus	B. Textularidentypus	C. Lituolidentypus	D. Fusulidentypus
Regulär agglutinierende Entwicklungsstufe	Ammodiscus Silicina Agathammina	Agglutinierende Textulariden	Lituola (Haplophragmium, Haplostiche, Rheophax usw.) Trochammina Endothyra Stacheia Nodosinella usw.	Fusulinella usw. agglutinierende Foram.

Irregulär agglutinierende Entwicklungsstufe	Astrorhiziden			
	A. Cornuspiridentypus	B. Textularidentypus	C. Lituolidentypus	D. Fusilidentypus
Kalkige Entwicklungsstufe	I. Imperforate Reihe a. Cornuspiriden Cornuspira b. Milioliden Ophthalmidium Planispirina Spiroloculina Biloculina Triloculina Quinqueloculina c. Peneropliden Hauerina Vertebralina Peneroplis Orbiculina Orbitolites ? d. Alveolinen II. Perforate Reihe Spirilliniden Spirillina Involutina Problematina	Kalkschalige Textulariden ? Chilostomellen?	(Perforata) 1. Nodosarien-Reihe Nodosarien (Lageniden) 2. Endothyren-Reihe a. Zweigreihe der Polystomelliden Nonionina, Polystomella b. Zweigreihe der Globigeriniden Sphaeroidina, Globigerina Pullenia, Orbulina c. Zweigreihe der Rotaliden aa. Rotaliden Cymbalopora Discorbina Planorbulina Truncatulina Pulvinulina, Rotalia Calcarina, Amphistegina Tinoporus, Carpenteria? bb. Cycloclypeiden Cycloclypeus Orbiotides ? Nummulitiden Operculina Nummulites	(Perf. u. imperf.) 1. Imperforate Reihe Fusulinella 2. Perforate Reihe Fusulina Hemifusulina Schwagerina

Rhumbler 1895, Entwurf eines natürl. Systems der Thalamophora.

I. Fam. Rhabdamminidae:

1. Myxothecinae: Myxotheca, Hyalopus, Gromia, Craterina, Rhynchogromia, Dendrotuba, Dactylosaccus, Shephardella, Rhynchosaccus.
2. Astrorhizinae: Astrorhiza.

3. Saccamininae: Pelosina, Saccamina (Psammosphaera), Storthosphaera, Thuramina, Sorosphaera, Pilulina, Rheophax, Tholosina.
  4. Rhizammininae: Rhizammina.
  5. Rhabdammininae: Technitella, Marsipella, Bathysiphon, Bottellina, Webbina, Rhabdammina, Dendrophrya, Haliphysema, Ophiotuba, Hyperammina.
  6. Hippocrepinae: Hippocrepina, Jaculella.
  7. Girvanellinae: Girvanella, Tolypamina, Syrinamina.
- II. Fam. Ammodiscidae:
1. Sandschalig: Lituotuba, Ammodiscus, Psammonyx, Gordiammina, Turritellopsis.
  2. Kalkschalig: Cornuspira.
- III. Fam. Spirillinidae: Spirillina, Involutina, Archaeodiscus, Patellina.
- IV. Fam. Nodosinellidae: Nodosinella, Nodulina, Hormosina, Bdeloidina, Haplostiche, Polyphragma, Aschemonella.
- V. Fam. Miliolinidae:
1. Nubecularinae: Nodobacularia, Nubecularia, Calcituba.
  2. Miliolininae: Agathammina, Biloculina, Fabularia, Triloculina, Articulina, Quinqueloculina, Ophthalmidium, Spiroloculina, Sigmoilina.
  3. Hauerininae: Vertebralina, Peneroplis, Hauerina, Planispirina.
- VI. Fam. Orbitolitidae:
1. Sandig: Nensina.
  2. Kalkig imperf.: Orbitolites, Orbiculina, Keramosphaera.
  3. Kalkig perforat: Orbitoides, Cycloclypeus.
- VII. Fam. Textularidae:
1. Textularinea: Bigenerina, Textularia, Pavonina, Cuneolina, Spiroplecta, Gaudryina, Verneuilina, Trilaxia, Chrysalidina, Valvulina, Clavulina.
  2. Bulimininae: Bolivina, Chilostomella, Pleurostomella, Bifarina, Bulimina, Allomorphina, Virgulina.
  3. Cassidulininae: Ehrenbergina, Cassidulina.
- VIII. Familie Nodosaridae:
1. Nodosarinae: Nodosaria, Glandulina, Ellipsoidina, Lingulina, Amphimorphina, Frondicularia, Dentalinopsis, Rhabdogonium, Marginulina, Vaginulina, Rimulina.
  2. Lageninae: Lagenina.
  3. Cristellarinae: Amphicoryne, Lingulinopsis, Flabellina, Cristellaria.

4. Polymorphininae: Dimorphina, Polymorphina, Sagrina, Uvigerina.
5. Unterfam.: Ramulina.

## IX. Fam. Endothyridae:

1. Endothyridae: Placopsilina, Haplophragmium, Endothyra, Bradyina, Stacheia, Trochammina, Carterina, Cyclammina.
2. Fusulininae: Fusulina, Schwagerina, Hemifusulina, Fusulinella, Loflusia, Alveolina.

## X. Fam. Rotalidae:

1. Rotalinae: Truncatulina, Planorbulina, Anomalina, Pulvinulina, Rotalia, Discorbina, Cymbalopora, Carpenteria, Polytrema, Calcarina.
2. Tinoporinae: Tinoporus, Gypsina, Aphrosina, Thalamopora.
3. Globigerininae: a) Globigerina i. H., Orbulina, Hastigerina, b) Pullenia ohne Stacheln, Sphaeroidina, Candëina.
4. Polystomellinae: Nonionina, Polystomella, Operculina.
5. Nummulitinae: Amphistegina, Heterostegina, Nummulites, Assilina.

Eimer u. Fickert 1899, Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen.

## I. Astrorhizidae EF.

1. Protocystidae EF.: Placopsilina.
2. Astrorhizidae EF.: Astrorhiza, Rhizammina, Sagenella.

## II. Siphonoforaminifera:

3. Rhabdamminidae EF.: Rhabdammina, Marsipella, Bathysiphon, Gyrammina.
4. Dendrophryidae EF.: Haliphysema, Dendrophrya.
5. Saccorhizidae EF.: Psammatodendron, Saccorhiza.

## III. Cystoforaminifera:

6. Gromiidae Carp.
7. Psammosphaeridae EF.: Psammosphaera, Sorosphaera, Storthosphaera.
8. Saccamminidae EF.: Saccammina, Pseudoplacopsilina, Pिलulina, Lagena.
9. Kyphamminidae EF.: Thurammina.

## IV. Ascoforaminifera:

10. Ammoasconidae EF.: Jaculella, Pelosina, Hippocrepina, Bactammina, Ammolagena, Botellina, Technitella.
11. Serpuleidae EF.: Serpulella.

- V. Stichostegia EF.:
  - A. Sandige Psammostichostegia:
    - 12. Hyperamminidae EF.: Hyperammina, Reophax, Hormosina.
    - 13. Aschemonellidae EF.: Aschemonella, Ramulina.
  - B. Kalkige Tilanostichostegia:
    - 14. Nodosaridae EF.: Nodosaria.
- VI. Textularidae Carp.:
  - 15. Opistho-Dischistidae:
    - A. Cribrosa: Moellernia.
    - B. Osculosa: Protoschista, Bigenerina, Sagrina.
  - 16. Pavoninidae: Pavonina.
  - 17. Dischistidae:
    - A. Cribrosa: Cribrostomum.
    - B. Osculosa: Textularia, Globotextularia.
  - 18. Opistho-Trichistidae:
    - A. Cribrosa: Chrysalidina.
    - B. Osculosa: Clavulina, Gaudryina.
  - 19. Trischislidae: Verneuilina, Tritaxia, Valvulina.
  - 20. Buliminidae EF.: Bulimina, Polymorphina, Uvigerina.
  - 21. Frondicularidae EF.: Frondicularia.
- VII. Euclinostegia EF.:
  - 22. Cassidulinidae: Cristellaria, Vaginulina, Cassidulina, Sagrina.
- VIII. Orthoklinostegia:
  - A. Cornuspiriden-Stamm:
    - 23. Cornuspiridae EF.: Ammonema, Ammodiscus, Cornuspira, Spirillina.
    - 24. Miliolidae Carp.: Articulina, Vertebralina, Ptychomiliola, Ophthalmidium, Spiroloculina.
    - 25. Orbitolitidae EF.: Hauerina, Peneroplis, Orbiculina, Orbitolites.
    - 26. Alveolinidae EF.: Alveolina.
    - 27. Chilostomellidae EF.: Ammochilostoma, Allomorphina, Chilostomella, Ellipsoidina.
  - B. Endothyriden-Stamm:
    - 28. Haplophragmidae EF.: Haplophragmium, Trochammina, Carterina, Cyclammina.
    - 29. Endothyridae EF.: Cribrospira, Bradyina, Pullenia, Sphaeroidina.
    - 30. Polystomellidae Neuweg: Nonionina, Polystomella.

31. Rotalidae EF.: Pulvinulina, Rotalia, Discorbina, Cymbalopora, Truncatulina, Planorbulina, Candeina usw.
32. Cyclospiridae EF.: Cyclospira, Planorbulina.
33. Acervulinidae EF.: Acervulina, Pulvinulina.
34. Calcarinidae EF.: Calcarina, Tinoporus, ? Polytrema, ? Rupertia, Carpenteria.
35. Globigerinidae EF.: Globigerina, Orbulina, Hastigerina, Ammoglobigerina.
36. Fusulinidae: EF.
37. Nummulitidae EF.: Nummuliten und Cycloclypeiden.

1902 endlich veröffentlichte **F. Champan** eine Einführung („The Foraminifera“) in das Studium der Protozoen mit 354 Seiten, 14 Tafeln, 42 Textfig. Das darin niedergelegte System der Foraminiferen deckt sich bezüglich der Familien und Ordnungen völlig mit Bradys System von 1884, nur sind einzelne Gattungen (auch die letzte Familie der Eozooninae) gestrichen und die seit 1884 neu aufgestellten Gattungen größtenteils in die Bradyschen Familien eingefügt.

## 2. Spezieller Teil

Wenn wir dem Ursprung der so formenreich beschalteten Foraminiferen nachgehen, müssen wir uns als Vorläufer derselben unbeschaltete Rhizopoden (Amoebinen) denken, die sich jedoch, wie Rhumbler hervorhob, durch Hüllbildungen gegen äußere Einflüsse zu schützen suchten. Als erstes Stadium läßt sich eine bei manchen Amoeben auch heute zu findende Gallerthülle denken, die dann verfestigt wurde und durch Aufnahme von Fremdkörpern einen besseren Schutz gewährte; einen weiteren Festigkeitsgrad erlangten dann diese Formen durch Ausscheidung eines chitinigen (oder nach Rhumbler pseudochitinigen), kieseligen oder kalkigen Bindemittels zwischen diesen Fremdkörpern der Schalenhülle.

Eine große Anzahl von einkammerigen agglutinierenden Foraminiferen befindet sich auch heute noch in diesem Entwicklungsstadium, ohne daß es bisher meistens möglich war, genetische Beziehungen zwischen ihnen festzustellen. Lediglich von Saccamina wissen wir durch Rhumblers Beobachtungen, daß diese Gattung ein vorgeschritteneres Stadium von Psammosphaera darstellt. Ich habe in einer früheren Arbeit für diese ursprünglich organisierten einkammerigen Typen, von denen keine mehrkammerigen Entwicklungen bekannt sind, den Namen **Protammida** gebraucht, ohne daß dieser Name jedoch mehr als einen systematischen Behelf bedeuten sollte.

Im Gegensatz dazu faßte ich die übrigen sandig agglutinierenden Formen, soweit sie in ihrer phylogenetischen Entwicklung nicht zur Ausbildung rein kalkiger Formen gelangten, als **Metammida** zusammen. Auch diese Gruppe umfaßt einige Entwicklungsreihen, von denen sich jedoch bisher nur wenige klarer erkennen lassen.

Im Gegensatz zu den bisherigen systematischen Gruppierungsversuchen bin ich der Ansicht, daß die agglutinierenden Formen, die Ausgangspunkte von höher organisierten Entwicklungsreihen darstellen wie *Endothyra*, *Ammodiscus*, *Nodosinella* usw., nicht in diese sonst größtenteils *Bradys Lituoliden* entsprechende Gruppe zu stellen sind, sondern an die Basis der von ihnen ausgehenden Entwicklungsreihen.

Zu den wenigen durch Übergangsformen sicher erwiesenen Reihen gehört:

#### die Spiroplectenreihe.

Diese nimmt ihren Ausgang von planospiral eingerollten sandig-agglutinierenden Formen, die der Gattung *Haplophragmium* entsprechen, und wandelt sich zu Formen mit zweireihig alternierenden Kammern vom *Textulariabau*. Mischformen, an denen diese beiden Anordnungsreihen ersichtlich sind, sind bereits aus der Unterkreide bekannt in *Spiroplecta Terquemi* Berth., sind dann besonders im Tertiär und in der Gegenwart verbreitet. Nicht selten ist der spirale Anfangsteil bei diesen so gut wie ganz verschwunden. Die verschiedene Gestalt der Spiroplecten läßt aber vermuten, daß sich der textularienartige Kammerbau bei mehreren *Haplophragmium*arten ausbildete.

Seit dem Alttertiär erfolgte sodann eine Weiterentwicklung gewisser Spiroplecten dahin, daß mit zunehmendem Volumen der hervortretenden Plasmamasse analog wie bei *Bigenerina* oder *Climacammina* auf die zweireihig angeordneten Kammern einreihige Kammern folgten. Die Mündung ist aber nicht einfach rund oder siebartig, sondern ein der *Lingulinamündung* entsprechender Längsschlitz. Bisweilen ist bei solchen an den Endkammern lingulinenartig gebauten Gehäusen noch ein haplophragmiumartiger spiraler Anfangsteil vorhanden (*Trigenerina* Schub.), bisweilen sind jedoch in der als *Schizophora* Reuß beschriebenen Ausbildung lediglich die beiden Endstadien ersichtlich. Lediglich einreihig ausgebildete Gehäuse mit Schlitzmündung und der sandig-agglutinierten Schalenstruktur der *Haplophragmien* und *Spiroplecten* sind noch nicht bekannt; sie würden äußerlich (bis auf die Schalenstruktur) der Gattung *Lingulina* entsprechen.

Während Ellipsoidina und Ellipsobulimina bisher nur aus dem Miozän bekannt sind, kennt man Ellipsoglandulinen schon aus dem Alttertiär von England, Nieder-Österreich und Italien, wodurch die Vermutung entsteht, daß Ellipsoidina nicht von Ellipsobulimina, sondern von Ellipsoglandulinen entstanden sein könnte und zwar durch allmählich immer vollständigeres Umfassen der vorhergehenden Kammern; doch wäre dann die eigenartige Spaltröhre der Ellipsoidineureihe nicht recht verständlich, die sich bei Annahme der Abstammung von Buliminen (speziell *Bulimina pyrula* ist seit dem Jura bekannt) leicht verstehen läßt. Wahrscheinlich dürfte auch Ellipsobulimina und Ellipsoidina noch im Alttertiär gefunden werden.

#### Bolivininae

Vollständig und regelmäßig alternieren die Kammern bei *Bolivina*, bei welcher die Schale von vorn nach hinten zusammengedrückt ist und die bezüglich der Schalenstruktur wie auch in Form und Lage der spaltförmigen Mündung ganz mit *Bulimina* übereinstimmt. Man könnte daher versucht sein, sie als von *Bulimina* etwa durch *Virgulina* abstammend aufzufassen. Doch spricht der Umstand, daß bisher bei *Bolivina* trotz der gerade bei dieser Gattung herrschenden Pellucidität noch nie ein anders gestalteter Anfangsteil beobachtet wurde, dafür, daß die Abzweigung von *Bulimina*, wenn sie je stattfand, weit vor jener Zeit erfolgt sein müßte, aus welcher uns Fossilreste bekannt sind. Auffällig ist jedoch dabei, daß die ältesten mit Sicherheit hierherstellbaren Formen erst aus dem mittleren und oberen Jura bekannt sind, und daß erst in der Kreide und im Tertiär sich eine größere Formenfülle innerhalb dieser auch in der Jetztzeit arten- und individuenreichen Gattung bemerkbar macht.

Als Weiterentwicklung von *Bolivina* (und z. T. *virgulina*-artigen Formen) kennt man seit längerer Zeit nur *Bifarina* (seit der Oberkreide), indem durch größere Plasmazunahme die letzten Kammern bisweilen so groß werden, daß an Stelle der alternierenden eine uniseriale Kammeranordnung platzgreift. Die Mündung ist dann fast endständig und spaltförmig. Daß *Bifarina* daher nicht einen Gattungsnamen, sondern das teilweise (oder ganz) einreihige Endstadium verschiedener Bolivinen oder *Virgulinen* bedeutet, ist leicht verständlich.

Ein weiteres erst in neuerer Zeit bekannt gewordenes Entwicklungsstadium von *Bolivina* stellt die seit dem Alttertiär bekannte *Plectofrondicularia* Liebus dar. Es sind dies ausgesprochene Fron-

dicularien mit einem mehr oder weniger deutlich ersichtlichen biserialen Anfangsteil mit Bolivina-Mündung.

Als von *Bolivina* abstammend läßt sich vielleicht die erst seit dem Tertiär bekannte *Chilostomella* deuten, indem die geblähten alternierenden Kammern einander zum größten Teile, bisweilen sogar ganz umfaßten. Die Mündung dieser geblähten Kammern ist natürlich dann nicht mehr spaltförmig, sondern weiter als bei den komprimiert erscheinenden Bolivinen.

### 3. *Basistoma* m.

Auch das wesentlichste Merkmal dieser Gruppe besteht in der Ausbildung und Lage der Mündung, denn im Gegensatz zu den z. T. analog gebauten doch telostomen *Cristellarinen* liegt die Mündung nicht am Dorsalrand, sondern an der Basis der Kammer. Freilich finden sich auch hier mannigfache mit der höheren Spezialisierung verbundene Modifikationen dieser basalen Spaltmündung, die indessen durch Übergänge sich auf den erwähnten primitiven Mündungstypus zurückführen lassen.

### Familie *Endothyridae*

#### *Endothyrinae*

Bezüglich der Abstammung von *Endothyra*, die sehr flach schraubenförmig spirale, fast planospirale Formen mit einfacher am Innenrande der letzten Kammer gelegenen Mündung umfaßt, sind die Beobachtungen Möllers von großer Bedeutung, welcher fand, daß an Stelle einer einfachen Zentralkammer sich größtenteils eine Gruppe „unregelmäßig gebildeter und verschiedenartig aneinandergereihter Kammern“ befindet, weshalb das spirale Wachstum erst in einiger, oft recht bedeutender Entfernung vom Zentrum erfolgt. Nach dieser Beschaffenheit der Anfangswindungen haben wir daher die Vorfahren der *Endothyren* in Verwandten des palaeozoischen *Archaediscus* oder in *Glomspiren* zu sehen, an denen dann echte Segmentierung auftrat und schließlich flach schraubig spirales Kammerwachstum wie bei *Spirillinen* und *Patellinen*, nur in wesentlich davon verschiedener Art und Weise.

Von *Endothyra* selbst zweigten sich im Palaeozoikum mehrere ganz verschiedene Gattungen ab, die sich von verschiedenen Arten von *Endothyren* herleiten.

Daß die *Fusuliniden* mit *Fusulinella* an *Endothyra* anknüpfen, hat schon Neumayr 1889 betont und diese Auffassung wurde durch

die neueren Forschungen von Staff nur bestätigt. Außerdem war Neumayr der Ansicht, daß auch die Nonioninen, Polystomellen, Globigerinen und Rotaliden, ja auch Orbitoiden und Cycloclypeus davon abstammen. Bevor indessen diese letzteren Fragen diskutiert werden, seien hier einige andere Typen besprochen, die zweifellos als aus *Endothyra* hervorgegangen betrachtet werden können.

Hierzu gehört *Cribrospira* Moeller, eine *Endothyra* mit siebartig polystomer Mündung statt mit der einfachen kolumellaren *Endothyren*mündung. Moeller hat allerdings der Gattung *Cribrospira* nur auf völlig involute cribrostome Formen (*Cr. Panderi*) aufgestellt und auffallenderweise in den letzten Kammern stabförmig gestreckte Schalen mit siebartiger Mündung, die nur am Anfangsteil involut sind, zu *Endothyra* gestellt (*globulus*).

Durch Ausbildung eigenartiger weiter an diejenigen von *Polystomella* erinnernder Kanäle in den Septen entwickelte sich aus *Endothyra* und allem Anscheine nach als Fortentwicklung von cribrospirenartigen Formen die Gattung *Bradyina*, die auch äußerlich durch die eigenartigen Septalporen an *Polystomella* erinnert. Ja, es hat den Anschein, als wenn die älteren (jurassischen und triadischen?) *Polystomellen* eher aus *Bradyina* als aus *Nonionina* hervorgegangen zu denken wären, während manche der jüngeren *Polystomellen* (z. B. *striatopunctata*) sich aus *Nonionina* entwickelt haben dürften.

*Nonionina* selbst, die planospirale Form ohne Kanalsystem, läßt sich von palaeozoischen *Endothyren* ableiten, wenngleich mangels reicher Trias- und Perm-Foraminiferen-Faunen die näheren Einzelheiten derzeit noch nicht bekannt sind.

Einen Seitenzweig und z. T. eine pelagische Modifikation des *Nonioninentypus*, der sich im mittleren Mesozoikum von *Nonionina* abgezweigt haben dürfte, ist die strukturell und habituell sehr ähnliche *Pullenia*, wenigstens in den seit der Kreide bekannten Arten *bulloides* und *quinqueloba*; *Pullenia obliqueloculata* jedoch könnte wohl auch als asymmetrische Fortbildung von *Pullenia* gedacht werden, könnte aber auch überhaupt nicht hierher gehören.

Unverständlich scheint jedoch die so vielfach übliche Zuteilung von *Pullenia* zu *Globigerina* von der sie sich strukturell wie in bezug auf die Aufwindungsart wesentlich unterscheidet.

#### Fusulininae

Die im jüngeren Palaeozoikum zu so hoher Blüte gelangende und allem Anscheine nach mit Schluß desselben aussterbende Gruppe der

Fusulininen stammt, wie allseits angenommen wird, von (altpalaeozoischen) Endothyren ab.

Als erste Gattung kommt *Fusulinella* in Betracht, die meist noch die linsenförmige Gestalt der Endothyren besitzt, doch bisweilen auch fast sphärische Gestalt annimmt. Die Schale besteht nur aus einem poren- und wabenlosen Dachblatte.

Durch Streckung nach der Aufrollungsachse entsteht *Schubertella* Staff und Wedekind, die noch die primitive Schalenstruktur von *Fusulinella* besitzt, aber durch die bereits spindelförmige Gehäuseform zu *Fusulina* Fischer v. Waldh. hinüberleitet. In *Fusulina* entwickelt sich aber in Verbindung mit der Streckung der Gestalt nach der Gehäuseachse eine zuweilen überaus reiche Fältelung der Septen, die besonders an der Längsachse parallelen Schliffen wahrnehmbar ist. Auch die Schalenstruktur hat eine wesentliche Differenzierung durch Ausbildung eines enger- oder weitermaschigen Wabenwerkes, das neben dem Dachblatte vorhanden ist und den größten Teil der Schalenmasse darstellt.

Von primitiven Fusulinen nun hat sich und zwar, wie H. v. Staff annimmt, als pelagische Fazies *Schwagerina* abgezweigt, indem die Kammern an Höhe bedeutend zunahmten und Wände von geringerer Dicke zur Ausbildung gelangten, die aber gleichfalls ein Wabenwerk besitzen. Nach J. Deprat würde dagegen *Schwagerina* von *Fusulinella* abzuleiten sein und vermutlich dürfte *Schwagerina princeps* und deren oberpermischer Modifikation *Sch. Douvillei* wie auch *Sch. Yabei* St. von *Fusulina* abgezweigt sein, *Schwagerina prisca* Deprat aus dem Moscovien von Indochina dagegen aus *Fusulinella* entstanden sein.

Durch regelmäßige, geringe Fältelung der Septen am untersten Teile, wodurch an dicken Längsschliffen dunkle Basalfleckenreihen entstehen, unterscheidet sich die permische *Verbeekina* Staff (mit *V. Verbeeki*) von *Schwagerina*, der sie sonst durch die geblähte Gestalt ähnelt. Sie dürfte durch schwagerinaartige Stadien von *Fusulinella* abgezweigt sein. Durch Ausbildung eines Basalskelettes (Basalreifen) differenzierte sich bereits im Oberkarbon aus primitiven *Schwagerina*-typen die besonders im Perm verbreitete Gattung *Doliolina*; aus noch wenig gestreckten Typen wie *Dol. Aliciae-Claudia* Deprat entwickelte sich dann die tönchenförmige *Doliolina lepida* Des (unteren? und) mittleren Perm und die ganz nahe verwandte *pseudolepida* Deprat aus dem Oberperm.

Indem diesem Basalreifen entsprechend vom Wabenwerk des Kammerdaches Reifen entgegenwachsen, entstand die für *Neoschwagerina* charakteristische Unterteilung der Kammer in zahlreiche Kämmerchen, die sich im Oberkarbon oder Unterperm vollzog. Im Verlaufe des Perm wurden die Kammern von *Neoschwagerina* dann langgestreckter, niedriger, und vom Wabenwerke des Kammerdaches ragen ein oder mehrere etwa als Pseudosepten zu bezeichnende Reifen parallel den Septen herab (*N. multicircumvoluta* Depr.). Indem nun in diesem Wabenwerk des Kammerdaches einzelne Teile bedeutend kräftiger ausgebildet wurden, vollzog sich ein Übergang und zwar durch *Neoschwagerina* (*Sumatrina*) *multiseptata* Depr. zu der höchst spezialisierten Gattung *Sumatrina* Volz. Diese besitzt außer der Sekundärseptierung von *Neoschwagerina* noch ein kräftiges Dachskelett, das sich, wie Deprat annimmt, aus den kräftiger entwickelten Partien des Kammerdach-Wabenwerkes von *Neoschwagerina* entwickelte.

Außer den bisher besprochenen Fusulinen wurde von H. v. Staff auch noch eine Gattung *Girtyina* aufgestellt und zwar auf Fusuliniden vom Fusulinatypus mit reich gefältelten Septen, die sich jedoch durch eine nur aus einem porenlosen Dachblatte bestehender Schalenrand (also ohne Wabenwerk) von *Fusulina* unterscheidet. Nach Ansicht von Wedekind und v. Staff könnte es sich um eine Brackwasserfazies von *Fusulina* handeln, doch auch eine direkte Abstammung von *Fusulinella* nicht ausgeschlossen sein.

Nicht unerwähnt sei hier, daß von H. v. Staff und R. Wedekind für *Fusulina* s. str. der Name *Schellwienia* vorgeschlagen wurde, indem *Schellwienia* und *Schwagerina* als Untergattungen von *Fusulina* aufgefaßt wurden. Die Einführung eines neuen Namens scheint jedoch nicht nötig, ja, bei der noch nicht völligen Klärung der genetischen Verhältnisse von *Schwagerina* nicht einmal zulässig zu sein.

### Familie **Rotalidae**

#### Truncatuliniinae

Die ältesten Vertreter dieser grobperforierten Formen sind bereits im jüngeren Palaeozoikum bekannt (abgesehen von den einigermaßen der Nachprüfung bedürftigen Formen des belgischen Karbons, auch in *Truncatulina* „*haidingeri*“ und *Anomalina* *supracarbonica* des austral. Permokarbons). Seither finden sie sich in allen Formationen und anscheinend den Typus recht konstant beibehaltend, bald mit höherem (Truncatulinen-) oder flacherem Anomalinengewinde.

Auf das Vorhandensein bei *Truncatulina* ungewöhnlicher, doch in ihrer Konstanz und Bedeutung noch nicht genügend erforschter Doppelsepten bei *Trunc. Dutemplei* wurde von Andreae die Bezeichnung *Pseudotruncatulina* (von Franzenau kurz darauf die Bezeichnung *Heterolepa*) gegründet.

Als Weiterentwicklung von *Truncatulina* kommen in Betracht: im Tertiär die sessile *Carpenteria*, die in der Jugend ganz truncatulinartig gebaut ist, die erst durch die sessile Lebensweise eine lappige, unregelmäßige, bei einigen Arten auch eine in die Höhe wachsende Gestalt annimmt. Die letztere Tendenz ist noch mehr bei *Rupertia* ausgebildet, die gleichfalls in ihren Jugendstadien ihre Verwandtschaft mit *Truncatulina* erkennen läßt.

Völlig verschieden ist die Fortbildung zu *Planorbulina*, indem um die festsitzende spirale *Truncatulina* oder *Anomalina* fast kreisförmig oder unregelmäßig angehäuften Kammern angeordnet werden, wobei das Gehäuse fast scheibenförmig wird. Die Mündungen der einzelnen Kammern öffnen sich dann nach außen und sind oft gelippt.

Zu verschiedenen geologischen Zeiten (Kreide und Tertiär) wurden *Truncatulin* sessil, ohne sich im übrigen wie bei den vorhergehenden Gattungen weiter zu entwickeln. Gleichwohl resultierte durch die sitzende Lebensweise, bei welcher verschiedene Pflanzenteile überkrustet wurden, Verzerrungen der ursprünglichen *Truncatulin*gestalt, die auch zur Aufstellung einer eigenen Gattung *Karrerria Rzehak* führten, doch anscheinend ohne Berechtigung.

Wenigstens als Untergattung getrennt sollte jedoch *Siphonina* gehalten werden: Diese Bezeichnung wurde von Reuß für jene *Truncatulin* gewählt, deren Mündung röhrenförmig ausgezogen ist — *Siphonina reticulata* Czjz. (= *Fimbriata* Rss.). Außer dieser im ganzen Tertiär bekannten Art gehört hierher die nur eine Weiterbildung von *reticulata* darstellende *Truncatulina (Siphonina) soluta* Brady, wie auch *Trunc. (Siph.) echinata* Br., bei welcher das *Truncatulin*äußere durch Höckerbildungen ganz verwischt scheint.

#### Pulvinulininae

Die *Pulvinulin* in ihrer heutigen Fassung sind unter allen *Rotaliden* durch die feine Schalenperforierung charakterisiert, während sie sonst im Baue den übrigen *Rotaliden* entsprechen und unter den anderen Reihen derselben isomorphe Vertreter besitzen.

Mit dieser feinen Schalenöffnung scheint offenbar das Vorhandensein einer zweiten (randlichen Spalt-)Mündung nebst der typischen

Rotalidenmündung bei einer Gruppe der Pulvinulinen bei *Epistomina Terq.* zu stehen. Bemerkenswert scheint es nun, daß gerade die ältesten Vertreter der Pulvinulinen aus der Jura- und Triasformation (auch die noch einigermaßen dubiose *broeckiana* des Karbon) Epistominen sind, die sich übrigens auch durch die Kreide- und Eozänformation bis in die Gegenwart erhielten. Die Pulvinulinen im engeren Sinne (*repanda*, *menardii*, *auricula* usw.) entwickelten sich erst seit der Kreideformation und allem Anscheine nach nicht aus Epistominen, sondern vielleicht aus *truncatulin*artigen Vorfahren.

Ähnlich wie sich aus *Truncatulin* *Planorbulina* entwickelte, sehen wir im Tertiär auch aus einigen Pulvinulinen flache unregelmäßige Formen entstehen, anscheinend infolge einer sessilen Lebensweise, z. B. die als *Pulvinulina verniculata* oder *dispana* beschriebenen Typen. Sie ließen sich etwa als *Planopulvinulina* von den typischen Pulvinulinen abgrenzen.

#### Globigerininae

Die Anordnung der Kammern ist bei den von mir zu dieser Reihe gestellten Formen fast durchaus flach schraubig spiral, und deshalb ist es begreiflich, daß sie von verschiedenen Autoren zu den Rotaliden gestellt wurden. Die wesentlichste Eigenschaft besteht in der geblähten Gestalt der Kammern und dem aus sehr langen feinen Stacheln bestehenden Schwebearrangement; beide Merkmale sind Anpassungserscheinungen an die pelagische Lebensweise und bei der Verschiedenheit der Globigerinen scheint es wohl, daß sich diese Eigenschaften zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Formen ausbildete.

Wie bereits bei den Endothyriden erwähnt wurde, sind *Hastigerina* und *Pullenia*, die sonst auch zu dieser Gruppe gestellt werden, nicht mit *Globigerina* verwandt, sondern pelagische Ausbildungen des Endothyriden-Nonioninen-Typus.

Die Abstammung der Globigerinen ist keineswegs geklärt. Schon aus dem Kambrium von Nordamerika wurden Globigerinen und *Orbulina* beschrieben, doch nur auf Grund von (Phosphat-)Steinkernen. Diese palaeozoischen Funde sagen bisher also nur, daß zu jener Zeit Formen lebten, deren Steinkerne jenen von Globigerinen entsprechen, keineswegs jedoch, wie die Schale beschaffen war. Wo man nun beschaltete Exemplare von palaeozoischen Vertretern globigerinenartiger Foraminiferen kennt, wie dies im Karbon und Perm von Nordamerika, England, Rußland, Australien usw. der Fall ist, sind es nicht Globigerinen, sondern „*Valvulina*“ *bulloides*, für welche ich den Namen *Globivalvulina*

vorschlug, Formen mit sandig agglutiniertes, z. T. perforiertes Schale; daher ist auch die Vermutung berechtigt, daß auch die Steinkerne der übrigen palaeozoischen Foraminiferen nicht auf echte Globigerinen, sondern auf Globivalvulinen zurückführbar sind. Bestärkt wird man in dieser Vermutung noch dadurch, daß die Steinkerne mancher jurassischer Formen (*Gl. lobata* und „*bulloides Orb.*“ bei Terquem) eine auffallend rauhe Oberfläche besitzen.

Die Umwandlung von Globivalvulinen in Globigerinen dürfte sich im älteren Mesozoikum vollzogen haben; die ersten sicheren Globigerinen kennen wir aus der Obertrias der Alpen und schon hier in überaus großer Individuenzahl; sie dominieren dann in pelagischen Ablagerungen aller Formationen bis in die Gegenwart.

Doch nicht alle Globigerinen dürften sich aus direkt sandigen valvulinenartigen Formen entwickelt haben; besitzen doch, wie L. Rhumbler betonte, manche Formen, wie z. B. *Globigerina triloba* zahlreiche nicht geblähte deutliche Pulvinulinen-Anfangskammern, welche die Abstammung mancher Globigerinen zunächst von Pulvinulinen erkennen lassen. Freilich erwähnt Rhumbler bei Besprechung dieser Tatsache 1911 S. 40, daß diese Anfangsstadien eine rauhe Kalkoberfläche besitzen mit Kalkkonkrementen, die fast wie Steinchen aussehen und sich wohl recht ungezwungen als letzte Überreste agglutinierender Schalenbildung deuten ließen.

Innig verwandt mit *Globigerina* ist *Orbulina*, die aus einer einfachen feiner oder gröber porösen Kugel besteht, innerhalb welcher jedoch noch vielfach kleine Globigerinengehäuse nachgewiesen wurden. Das Vorkommen erklärt sich aus der Entstehung der Orbulinenschale, indem diese das infolge besonders starker Sarkodezunahme die übrigen Kammern völlig umfassende Endstadium von Globigerinen darstellt. Daß dies nur bei Globigerinenarten mit rasch und stark auwachsenden Kammern wie bei *Glob. bulloides* der Fall sein kann, ist leicht verständlich. Arten mit langgezogenen Kammern, wie *Glob. digitata* oder *sacculifera* werden Orbulinestadien normalerweise ebensowenig bilden wie langsam anwachsende Typen ähnlich der *Glob. cretacea*.

Ob die palaeozoischen als *Orbulina* gedeuteten Steinkerne ihre Entstehung einem analogen physiologischen Vorgange bei Globivalvulinen verdanken, ist zurzeit noch nicht geklärt. Zum Teil müssen sie wohl noch überhaupt als problematisch bezeichnet werden, wozu auch die als „*Orbulina irregularis*“ von Terquem beschriebene jurassische Form gehört, die trotz starker Vergrößerung keine Spur von Poren zeigte und demnach eine Kugel mit porzellanartiger Schale zu sein scheint.

## Rotalinae

Diese Reihe, welche der ganzen Gruppe den Namen gab, ist mit Sicherheit erst seit der Juraformation bekannt. *Rotalia* zeigt die schraubigspirale Kammeranordnung durchweg am besten ausgebildet, sowie die damit verbundene Asymmetrie der beiden Seiten. Die Schale ist meist porös, die Mündung ein einfacher Spalt am Innenrande der letzten Kammer. Die höheren Vertreter dieser Gattung besitzen doppelte Scheidewände und zwischen diesen verlaufende Kanäle; sie zeigen z. T. eine bemerkenswerte Formenpersistenz.

Seit dem Ende des Mesozoikums zweigte sich von *Rotalia* die eigenartige Reihe der Gypsininen ab. Als erste Modifikation derselben läßt sich *Calcarina* (exkl. *Siderolithes*) deuten, eine trochospirale Form mit Rotalienbau, deren Spaltmündung jedoch in eine Reihe am Innenrande der Septalwand gelegener Poren aufgelöst ist. Außerdem hat sich ein Kanalsystem sowie ein Radialskelett entwickelt, dessen Enden über den Schalenrand hinausragen. Die sicher bekannte geologisch älteste Art dieser bis in die Gegenwart reichenden Gattung ist *Calcarina schweinfurthi* Schwag. aus dem ägyptischen Eozän, doch dürfte die Abzweigung schon in der Oberkreide erfolgt sein; nur ist hier derzeit ein klarer Einblick durch die vielfache Verwechslung der trochospiralen *Calcarina* mit dem umfassend spiralen *Siderolithes* nicht möglich.

Indem nun die regelmäßige Trochospirale in ein unregelmäßig kugeliges Wachstum überging, ähnlich wie dies bei den Porzellaneen bei *Keramosphaera* der Fall ist, entstand die gleichfalls seit dem Eozän und bis in die Gegenwart bekannte Gattung *Baculogypsina* Sacco (= *Tinoporus* Montf.). Auch hier blieb das Gehäuse von Radialpfeilern durchsetzt, in denen sich auch teilweise Büschel von divergierenden verzweigten (bei den rezenten Formen mehr parallelen) Kanälen entwickelten. Die Radialpfeiler ragen z. T. zeitlebens über das Gehäuse hinaus, z. T. nur in den Jugendstadien, während im Alter das Gehäuse ohne dornige Fortsätze ist.

Durch völligen Schwund dieser Radialpfeiler entstand sodann (soviel bekannt ist, zuerst im Oligozän oder schon im Obereozän von Borneo) *Gypsina*, die aus anfangs spiralen, dann überwiegend konzentrisch angehäuften Kammern besteht, von mehr oder weniger kugeliger Gestalt (*globulus* — *vesicularis*). Diese Gattung kommt auch im Neogen und in den gegenwärtigen Meeren vor; durch Annahme sessiler Lebensweise im Neogen wurden dann manche Gypsinen inkrustierend (*G. inhaerens*).

## Discorbininae

Mit Sicherheit erst etwa seit der Unterkreide bekannt, dürfte sich *Discorbina* P. u. J. doch allem Anscheine nach weit früher von anderen Rotaliden abgezweigt haben. Die Mannigfaltigkeit der hierhergestellten Formen ist indessen so groß, daß *Discorbina* in der jetzt üblichen Fassung kaum als einheitlich entstandene Gattung angesehen werden darf. Doch ist darüber noch zu wenig bekannt.

Als Weiterentwicklungen von Discorbinen kommen vor allem zwei Typen in Betracht: 1. *Cymbalopora* beginnt in der seit der Trias bekannten *Polyi-tabellaeformis*-Reihe mit spiral angeordneten Discorbinenkammern und geht dann in fast planorbulinartig angeordnete über, die jedoch auf der Unterseite nicht aneinanderstoßen, sondern durch mehr oder weniger breite vertieft bleibende Zwischenräume getrennt sind; 2. bei *Cymbalopora bulloides* dagegen kommt es zur Ausbildung einer großen geblähten Kammer, deren Terminalende von offenbar beim Durchtritt der Embryonen entstandenen, groben Poren durchsetzt ist. Gleichfalls aus *Discorbina* hervorgegangen ist die nach Angabe von Heron Allan und Earland mit einem exzentrisch gelegenen Discorbinenahnenrest versehene Gattung *Cycloloculina* aus dem englischen Alttertiär. Aus Discorbinenkammern entwickelten sich hier mehrere konzentrische Ringe, die übrigens nicht durch sekundäre Septen untergeteilt sind, wodurch ein flach scheibenförmiges und kalkig perforiertes Gehäuse entstand.

## Patellininae

Während für die überwiegende Menge der Rotaliden heute unmöglich mit Sicherheit die Abstammung feststellbar ist, macht die kleine Gruppe der Patellinen diesbezüglich eine Ausnahme: Sie umfaßt bisher die nur neogen und rezent bekannten hyalinen Formen *Pat. corrugata*, *punctata* und vielleicht *campanaeformis* und läßt bei der erstgenannten Art erkennen, daß sie sich aus Spirillinen vom *Obconica*-Typus entwickelte, denn der Anfangsteil ist in größerem oder geringerem Umfange noch ungekammert spiral und wird erst dann segmentiert spiral und sekundär gekammert.

Meist wird diese Form wohl als Degeneration der kretazischen Orbitolinen und deren eozäner Nachkommen aufgefaßt, doch meiner Ansicht nach mit Unrecht, da sowohl die Orbitolinen wie die *Dictyoninen* ganz anders organisiert sind.

Trotz des geringen Umfanges scheinen die neogen-rezenten Patellinen doch insofern eine größere Bedeutung zu haben, weil die durch

Vorhandensein eines Spirillina-Ahnenrestes sicher erkennbare Abstammung dieser sonst trochospiralen Formen auch auf die Abstammung der übrigen Rotaliden ein Licht wirft.

### Familie Orbitoididae

Die ältesten sicheren Vertreter dieser im ganzen linsenförmig gestalteten Formenreihe sind bisher aus der obersten Kreide bekannt — Orbitoides s. str. Es sind Formen, deren Mediankammern um eine oder einige große Anfangskammern fast völlig zyklisch angeordnet sind und bei dorsoventraler Abplattung einen gerundet-rhombischen bis spitzbogigen Querschnitt besitzen. Zu beiden Seiten der Mediankammern sind viel weniger regelmäßige Lateralkammern gelegen, welche die Verdickung des Gehäuses bewirken und zwischen denen Kalkpfeiler eingeschaltet sind, deren Enden an der Gehäuseoberfläche als Höcker ersichtlich sind.

Ob diese oberkretazischen Formen auch noch ins Eozän und Oligozän hinüberreichen, wie neuerdings vielfach behauptet wird, ist noch nicht endgültig entschieden. Sicher ist nur, daß im allergrößten Teile der Eozänablagerungen (und bisher überall, wo es sich nicht um aufgearbeitetes Kreidematerial handelt) die Orbitoiden durch eine andere Modifikation — Orthophragmina — vertreten sind; diese besteht darin, daß die Mediankammern einen rektangulären Querschnitt besitzen, auch meist kleiner und zahlreicher sind, als die der kretazischen Form.

Die Hauptverbreitung besitzt Orthophragmina im Eozän und Unteroligozän; im Oligozän beginnt jedoch zum Teil eine Umwandlung oder wenigstens der Ersatz derselben durch Lepidocyclina, d. i. Orbitoiden mit hexagonalen oder spitzbogigem Querschnitt der Mediankammern, die im Oligozän und Miozän vorkommen. Dadurch ähneln die Lepidocyclinen den oberkretazischen Orbitoides s. str. beträchtlich, weshalb sie auch von mehreren Palaeontologen direkt damit identifiziert werden. Der Beweis für die Identität ist jedoch trotz großer Ähnlichkeit bisher nicht erbracht.

Orbitoides s. str. und Orthophragmina sind nur in vollkommen zyklischer Entwicklung und makrosphärischer Generation bekannt, ebenso ist dies beim größten Teile der Lepidocyclinen der Fall; doch mehren sich die Funde von mikrosphärischen Lepidocyclinen, deren Anfangsteil dann häufig planospiral eingerollt ist, eine Erscheinung, die sich regelmäßig bei der meist miozänen Miogypsina findet, die übrigens auch schon aus dem Oligozän bekannt ist und in der tropischen Tiefsee bis ins Pliozän erhalten blieb.

Miogypsina ist deshalb besonders interessant, weil sie, obgleich anscheinend der letzte Ausläufer der Orbitoiden doch Verhältnisse aufweist, wie sie die Vorfahren der Orbitoiden besessen haben müssen, wenn wir gleich diese kretazischen Vorläufer nicht kennen, abgesehen vom spiralen Anfangsteil auch durch die spärlichen Lateralkammern.

Dieses spirale Vorstadium der kretazischen Orbitoiden müssen wir nach unseren Erfahrungen bei den analog zyklisch gebauten Cycloclypeen, Orbitoliten, Orbiculinen usw. unbedingt annehmen. Diese wie auch andere Gruppen der Foraminiferen lassen aber auch gleichzeitig erkennen, daß nebst der vollkommen zyklisch ausgebildeten Form die spiralen Anfangsstadien oder Übergangsformen der spiralen zu den zyklischen Formen gleichzeitig weiterleben; nirgends beobachtet man Rückbildung aus hochkomplizierten zu primitiveren Formen. Daraus würde sich aber die Folgerung ergeben, daß miogypsinenartige Formen auch schon zur oberen Kreide lebten und nur noch nicht bekannt sind.

In die nähere Verwandtschaft der Orbitoiden gehört auch noch die gleich den Orbitoiden s. str. aus der obersten Kreide bekannte Gattung *Omphalocyclus*, welche der Mediankammerlage der kretazischen Orbitoiden entspricht. *Omphalocyclus* gehört wohl zweifellos zu den Vorfahren der Orbitoiden, ist jedoch allem Anscheine nach nur als Seitenzweig und nicht als direkter Vorläufer zu deuten, da wir auch diese Gattung nur als vollkommen zyklische Form mit großer Embryonalkammer kennen.

Aus Ausgangsformen der Orbitoiden, aus welcher sich miogypsinaartig gebaute Formen entwickelten, dürften nach dem jetzigen Stande unseres Wissens am ehesten planospiral eingerollte involutinaartige Formen des Jura in Betracht kommen.

#### Familie **Nummulitidae**

Über die Abstammung dieser Formenreihe geben uns die bisherigen palaeontologischen Kenntnisse keine sichere Auskunft. Echte Nummuliten (*N. pristina* Brady und *antiquior* R. u. V.) wurden bereits aus dem belgischen und russischen Karbon beschrieben, doch bezüglich der ersteren Art liegt eingestandenermaßen eine Verwechslung mit eozänem Material zugrunde, und auch bezüglich der zweiten Art scheinen Zweifel bei dem vereinzeltten Fund in den früheren Jahren wohl berechtigt. Anscheinend gesichert scheint der Fund mehrerer verkieselter Nummuliten aus dem Oberjura von Franken (*N. jurassica* Gümbel), die nach Gümbel sowohl im Längs- wie im Querschliff mit den tertiären Nummuliten übereinstimmen. Aus der Kreideformation kennt man Nummu-

liten bisher noch nicht, sie setzen dann bekanntlich im Untereozän spärlich ein, erreichen den Höhepunkt der Entwicklung in der massenhaften Ausbildung z. T. riesiger Formen (bis 120 mm im Durchmesser) im Mitteleozän, um dann im unteren und mittleren Oligozän bis auf wenige kleine Formen, die bis aus der Gegenwart genannt werden (*N. cummingi*), zu verschwinden.

Eine Unterteilung der Nummuliten wurde 1902 von H. Douvillé versucht, indem dieser auf Grund radial verlaufender oder netzartig verzweigter Septalendigungen auf der Oberfläche die Nummuliten in zwei Gattungen *Lenticulina* Lam. und *Camerina* Brug unterschied, denen als dritte *Assilina* angereiht wurde. Prever ging dann noch weiter und teilte auch die beiden ersteren „Gattungen“ je nach dem Fehlen oder Vorhandensein von Körnelungen 1902 in zwei Untergattungen *Camerina* in *Bruguieria* (später *Bruguieria*) und *Laharpeia* und *Lenticulina* in *Hantkenia* (1903 in *Paronaea* umgeändert) und *Gümbelia* ein.

Später stellte sich jedoch heraus, daß die netzartigen Verästelungen der Septalendigungen lediglich die in verschiedenen Reihen auftretenden Entwicklungsstadien der einfachen radialen und geschwungenen Septalendigungen darstellen, und daß auch die „Körnelung“, d. h. das Durchsetzensein von Pfeilern keinen derartigen systematischen Wert besitzt, daß eine Gruppierung der Nummuliten in die erwähnten vier Untergattungen, die inzwischen gar als Gattungen bezeichnet wurden, lediglich den morphologisch (d. h. bezüglich Septalendigungen und Körnelung) gleichen Stadien verschiedener Reihen entspricht. Diese Entwicklungsreihen auf Grund des Septalbaues klarzulegen, ist derzeit das Ziel mehrerer Nummulitenforscher.

Während bei *Nummulites* die Sarkode und Schale der späteren Umgänge die vorhergehenden umfaßt, ist dies bei *Assilina* bezüglich der Sarkode nicht der Fall, und auch die Schale umfaßt nur bei einigen Formen und auch da meist nur in den ältesten Umgängen, die Kammern der vorhergehenden Windungen. Die von der Basis des Mitteleozäns an bekannte älteste *Assilina* (*A. praespira*) kann wohl von *Operculina* abgeleitet werden, die bereits aus der Oberkreide bekannt sind und sich von *Assilina* eigentlich nur durch höhere Windungen und andere geringfügige Unterschiede unterscheiden, so daß es bei manchen Formen (*Assilina praespira* — *Operculina canalifera*) eigentlich fraglich ist, zu welcher der beiden Gattungen man sie zuteilen soll.

Manche Nummulitenforscher nehmen nun auch eine Abstammung der Nummuliten von *Operculina* an, und es scheint auch einleuchtend,

daß sich durch Fortsetzung des Involutionprozesses aus *Assilina* (oder direkt aus *Operculina*) die vollkommen involuten *Nummuliten* entwickeln konnten. Gegen eine Entwicklung der *Nummuliten* aus *Assilinen* sprechen vor allem chronistische Bedenken.

Typische *Nummuliten* (*planulata*, *spileceensis*) sind nämlich aus älteren Schichten bekannt als die primitivsten *Assilinen* (*Ass. praespira*), aus denen sich *Ass. spira exponens-granulosa* zu einer Zeit entwickelten, in der *Nummulites* bereits auf der Höhe der Entwicklung stand. Es könnten sich höchstens vereinzelt obereozäne *Nummuliten* aus *Assilinen* entwickelt haben, während die Hauptmasse der *Nummuliten* von kretazischen und (für den Fall, daß *N. jurassica* tatsächlich existierte) vorkretazischen Formen abzuleiten sind, über die wir jedoch nichts Sicheres wissen, wenn sie auch gar wohl *Operculinen*-artig gebaut gewesen sein konnten.

Wenn wir nun einerseits annehmen, daß die *Nummuliten* *Operculinen*-artige Vorfahren besaßen, so läßt doch der bei tertiären und rezenten *Operculina*-arten vorhandene *nummuliten*-artige Anfangsteil mit großer Wahrscheinlichkeit manche *Operculinen* von *Nummuliten* ableiten, speziell von manchen obereozänen *Nummuliten* (z. B. *Orbignyi Gal.*).

Als Fortentwicklung der alttertiären *Operculinen* kommt zunächst die mit dem Eozän bekannte *Heterostegina* in Betracht, die sich durch sekundär untergeteilte Kammern als weiteres Entwicklungsstadium von *Operculina* erkennen läßt, dann aber auch durch die meist noch nicht untergeteilten *operculinen*-artigen Anfangskammern.

Im Oligozän, vielleicht auch Obereozän bildete sich in *Spiroclypeus* eine eigenartige Modifikation des *Heterosteginentypus* dadurch aus, daß nicht nur die ältesten, sondern alle Umgänge einander *nummuliten*-artig umfassen und deren Spiralblatt nach Boussac in der Nähe der zentralen Verdickung doppelt erscheint.

Obwohl die Sekundärseptierung das augenfälligste Unterscheidungsmerkmal zwischen *Operculina* und *Heterostegina* ist, unterscheidet sich diese doch auch wenigstens an ausgewachsenen Exemplaren durch die auffallende Verlängerung der Kammern. Durch weiteres Wachstum in dieser Richtung entstanden immer weiter umfassende und schließlich ringförmige Kammern. Solche Formen mit anfangs *heterosteginen*-artigen und dann ringförmigen untergeteilten Kammern, die als *Heteroclypeus* Schub. beschrieben wurden, bilden den Übergang zu dem völlig konzentrisch ringförmigen *Cycloclypeus*. Einheitlichen *Cycloclypeus*-bau scheint jedoch lediglich die makrosphärische Generation zu besitzen,

während an der mikrosphärischen (wie dies übrigens analog auch bei den Miliolideen der Fall ist) mindestens sehr häufig noch ein heterosteginenartiger Anfangsteil — Ahnenrest — vorhanden ist.

Die Entwicklung von *Cycloclypeus* aus *Heterostegina* vollzog sich, soweit wir sichere Daten besitzen, seit dem Aquitanien, vielleicht übrigens schon früher, im Alttertiär.

#### 4. *Porcellanea* auct.

Für diese durch die porzellanartig imperforate Schalenstruktur ausgezeichnete Gruppe gebrauchte ich diesen Namen statt des von Brady gebrauchten Miliolidae, obwohl sich beide Gruppen fast gänzlich decken und sich hauptsächlich nur in der Gruppierung voneinander unterscheiden. Ich habe lediglich genetisch zusammengehörige Formen zusammengefaßt und vermied den Namen Miliolidae, da *Miliola* doch weder der Ausgangspunkt noch auch in morphologischer Beziehung für alle Formen bezeichnend ist.

#### Familie *Cornuspiridae*

Einer der primitivsten Typen unter den Imperforaten ist *Cornuspira*, da sie aus einer ungeteilten mehr oder weniger regelmäßig planospiral aufgerollten Röhre besteht. Diese regelmäßig aufgerollte Form zeigt sich ebenso wie die unregelmäßig aufgeknäuelte *Glomospira* Rz. im Palaeozoikum, lokal sogar sehr häufig.

Vom Lias an nun sind besonders durch Häusler Formen in reicher Mannigfaltigkeit bekannt, deren Anfangsstadium cornuspirenartig ausgebildet ist, deren Endstadium jedoch eine segmentierte Kammerausbildung erkennen läßt. Die Plasmazunahme ist hier derart, daß bei jeder neuen Kammerbildung eine meistens den halben Umfang umfassende Kammer entsteht; und zwar beginnt jede Kammer mit einer mehr oder weniger ausgesprochenen Anschwellung und verschmälert sich gegen das Mündungsende der Kammern, das infolgedessen vom Basalende der nächstfolgenden Kammer sich deutlich abhebt. Die Mündungen zweier aufeinanderfolgender Kammern befinden sich stets diametral entgegengesetzt. Diese Übergangsformen werden mit Kübler und Brady *Ophthalmidium* genannt.

Weiter finden sich gleichfalls schon etwa seit dem Beginn der Juraformation bis zur Gegenwart Foraminiferen, welche ganz nach dem Endstadium von *Ophthalmidium* gebaut sind und die von Orbnigny *Spiroloculina* genannt wurden.

Bei Entstehung der Ophthalmidien aus *Cornuspira*, d. h. beim Eintritt der Segmentierung zeigen sich mannigfache Unregelmäßigkeiten, indem nicht selten (und zwar gerade bei den primitiveren Formen) die segmentierten Kammern nicht stets einen halben Umgang bildeten, sondern auch weniger, so daß nicht nur zwei (wie regelmäßig), sondern auch drei und mehr Kammern in einem Umgange vorhanden sind, auch unregelmäßig abstehen. Auch bei geologisch jungen, z. B. rezenten *Spiroloculina* und Ophthalmidien, z. B. „*Ophthalm. inconstans* Brady“ tritt eine ähnliche Tendenz zutage, die indessen hier wohl als seniles Merkmal gedeutet werden könnte. Daß solche Formen keine echten Ophthalmidien mehr sind, geht schon daraus hervor, daß Brady diese Form zuerst als *Hauerina* beschrieb, und die in der Tat *Hauerina*-artige Anordnungsform der Endkammern bei den der Gattung *Hauerina* phylogenetisch völlig fernstehenden Formen veranlaßt mich, den Namen *Hauerinella* einzuführen: für völlige oder mit *Cornuspira*-Anfangsteil versehene *Spiroloculina*, deren letzte Kammern nicht mehr einen halben Umgang bilden, sondern nur den dritten oder vierten Teil eines solchen.

#### Discospirina-Reihe

Die den Ausgangspunkt von *Ophthalmidium*, *Spiroloculina*, *Hauerinella* bildenden *Cornuspira* waren Formen vom Typus der *C. involvens* Rss. Aus diesen der Bauart wie auch dem geologischen Vorkommen nach primitivsten Typen entwickelten sich durch rascheres Anwachsen des Umganges Formen wie *C. foliacea*. Durch weitere Verbreiterung bis zum völligen Umfassen, wobei die nötige Festigkeit durch Segmentierung und Ausscheidung Praesorites- (f. diesen) artiger sekundärer Scheidewände angestrebt wurde, entstanden im Tertiär aus solchen *Cornuspira* (vermutlich über *Peneroplis*-artige Entwicklungsstadien) *Orbitolites*-artige Formen — „*Orbitolites tenuissima* (italica), auf deren wesentliche Verschiedenheit mit *Orbitolites* jedoch schon Munier-Chalmas 1902 hinwies, als er „*O. tenuissima* zum Typus seiner Gattung *Discospirina* aufstellte.

#### Vidalina-Reihe

Eine weitere Abzweigung von den *Cornuspira* ist in der von Schlumberger im Santonien Spaniens gefundenen Gattung *Vidalina* zu sehen: diese besteht aus einem *Cornuspira*-artigen imperforierten Rohre, wobei jedoch die Wände der einzelnen Umgänge seitlich bis zur Mitte einander übergreifen, wodurch eine zentrale Verdickung entsteht.

Unsicher erscheint die Stellung von Sigmolima, einer Gattung von Miliolina- bis Massilinaartigem Äußeren, deren Kammern jedoch nach zwei stark gewundenen Symmetriefflächen angeordnet sind („Planispirina“ cellata und sigmoidea, „Spiroloculina“ tenuis). Entweder entwickelten sie sich aus Spiroloculinen-artigen Formen oder aus Massilinen, doch scheint das erstere wahrscheinlicher.

### Familie Miliolidae

Die formen- und individuenreichsten Vertreter dieser Gruppe gehören zu den Gattungen Biloculina, Triloculina und Quinqueloculina, welche beide letzteren vielfach als Miliolina zusammengefaßt werden. Die vorstehenden Bezeichnungen richten sich darnach, ob die einen halben Umgang einnehmenden Kammern derart angeordnet sind, daß zwei oder drei oder fünf Kammern am letzten Umgange sichtbar sind, d. h. nach der Anzahl der Aufwindungsachsen.

In ähnlicher Weise wie die analog segmentierten Spiroloculina-kammern aus dem Cornuspira-rohre hervorgingen, darf wohl auch die Entstehung der Miliolinen aus analogen unsegmentierten Vorfahren angenommen werden, wiewohl die Übergangsstadien nicht so leicht wie bei den nicht umhüllenden Cornuspiren-Spiroloculinen zu beobachten sind.

Die nach drei bis sechs (selten acht) Ebenen aufgeknäuelten, je nach einem halben Umgang abgesetzten Miliolidenkammern leiten sich daher offenbar von der schon im Palaeozoikum häufigen Agathammina Neumayer (unter der aber außer den sandigen, auch kalkige Vertreter verstanden sind) her, d. i. von einem mehr oder weniger regelmäßig aufgeknäuelten imperforierten Rohre. Da das zunächst gar nicht oder nur andeutungsweise segmentierte und dann erst periodisch abgesetzte Rohr ursprünglich etwa einen kreisförmigen Querschnitt besaß, ist es wahrscheinlich, daß Miliolinen mit mehr als zwei Aufwindungsebenen ursprünglicher sind als die breiten Biloculinen.

Bei wachsender Plasmazunahme entstand dann aus Quinqueloculina Triloculina und dann erst Biloculina, bei welcher letzterer Gattung nur mehr zwei einander umfassende Kammern einen Umgang bilden. Für die Abstammung zahlreicher Biloculinen von Tri- und Quinqueloculinen spricht deutlich die namentlich an der mikrosphärischen (geschlechtlichen) Generation von Biloculinen ersichtlichen Quinqueloculina- und Triloculinaanfängerkammern, aus denen sich erst im Laufe der individuellen Entwicklung durch stärkere Umfassung Biloculina-kammern herausbilden.

Bei noch größerem Sarkodewachstum könnten dann schließlich Schalen entstehen, bei denen die letzte Kammer alle vorhergehenden umhüllt, wie dies bei manchen trematophoren Milioliden, z. B. *Idalina* bisweilen tatsächlich der Fall ist. *Orbignys Uniloculina*, welche man dem Namen nach vielleicht als solches Endstadium auffassen könnte, dürfte nur auf Jugendstadien von Miliolinen gegründet sein. Ein solches alle vorhergehenden Kammern umfassendes Wachstum kann nur bei Formen erfolgen, bei denen das Plasma genügend dünnflüssig ist.

Bei zähflüssiger Sarkode werden die Biloculinenkammern nicht sowohl in die Breite wachsen, sondern in die Höhe. Bei manchen derartigen Biloculinen wurde dann die dadurch anscheinend verminderte Festigkeit dadurch wieder erhöht, daß die Kammern durch sekundäre Septen untergeteilt wurden — *Fabularia* Defr. Die Mündung ist bei diesen Formen dementsprechend nicht einfach, sondern besteht aus zahlreichen Poren, wie das übrigens auch bei den „trematophoren“ Milioliden der Fall ist. In der Regel umfassen die Kammern von *Fabularia* wie bei *Biloculina* je einen halben Umgang. Bisweilen ist die Sarkodemenge nur imstande, Kammern von weniger als  $\frac{1}{2}$  Umgang zu bilden, so daß dann Gehäuse mit drei oder mehr Kammern in einem Umgange resultieren.

Von Quinque-, Tri- und *Biloculina* sind auch andere Fortbildungsstadien bekannt: die „trematophoren“ Milioliden, zu denen auch *Fabularia* gezählt werden könnte und die sich von den einfachen Milioliden dadurch unterscheiden, daß die Sarkode auch an der Basis der Kammern eine Kalklage ausscheidet und daß die Mündung nicht einfach, sondern durch einen von Poren durchsetzten Deckel — Trematophor — bedeckt ist. *Quinqueloculina* besitzt eine trematophore Fortbildung in *Pentellina*, *Triloculina* in *Trillina*; für die trematophoren Biloculinen, welche in zweikammerigem Zustande blieben, schlugen Schlumberger und Munier-Chalmas, denen wir hauptsächlich die Kenntnis dieser Formen verdanken, 1885 den Namen *Dillina* vor, während die trematophoren Biloculinen, die in den Endstadien einander ganz umhüllende Kammern besitzen, *Idalina* genannt wurden, unter welchem Namen jetzt auch die verstanden werden, an deren letztem Umgang zwei Kammern ersichtlich sind. Entwickeln sich sodann noch Scheidewände im Innern der *Idalinen*, so entstehen noch kompliziertere Formen, welche den *Fabularien* entsprechen und von Schlumberger und Munier-Chalmas *Periloculina* genannt wurden.

Daß diese trematophoren Miliolideen Fortbildungsstadien von einfachen Miliolideen sind, ergibt sich schon daraus, daß der trematophore

Kammerbau zumeist lediglich an den letzten Umgängen vorhanden ist, die Anfangskammern jedoch die charakteristische Basalausscheidung der Kammern nicht besitzen, wie auch die älteren Periloculinenkammern idalinaartig gebaut sind, ja auch die ältesten Kammern von Fabularien noch einen tri- und quinqueloculinenartigen Bau und dadurch ihre Abstammung von diesen Formen erkennen lassen.

Bei Besprechung der Cornuspirengruppe sahen wir, daß sich aus Cornuspiren durch Ophthalmidien Spiroloculinen entwickelten. Kammern, die nach dem Spiroloculinentypus aneinandergereiht sind, entwickelten sich jedoch auch aus Miliolinen — und zwar sowohl aus einfachen, indem auch die Spiroloculinenkammern nach dem einfachen Miliolidentyp gebaut sind — *Massilina* Schlumb. (mit miliolidenartigen Anfangs- und spiroloculinenartigen Endkammern), wie auch aus trematophoren Milioliden — *Heterillina* Mun. Ch. u. Schl.

Daß sich übrigens auch aus Biloculinen Spiroloculinen durch allmählich geringeres Umfassen der Umgänge, beweist *Flintia* („Spiroloculina“ *robusta*).

Indem bei Spiroloculinenkammern, die wie bei *Massilina* auf ein Miliolinastadium folgen, nicht  $\frac{1}{2}$ , sondern nur  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  eines Umganges gebildet wurde, entstanden Formen, die in den letzten Umgängen, planospiral angeordnete Kammern besitzen — *Hauerina* Orb. (Kreide bis Gegenwart). Sofern diese letzteren die Tendenz zeigen, aus der planospiralen in eine gestreckte Kammeranordnung überzugehen, wurden diese seit dem Eozän bekannten Formen von *Orbigny Vertebralina* genannt und schließlich resultieren aus dieser Entwicklungstendenz jene *Articulina* genannten und auch seit dem Eozän bekannten Typen, bei denen auf einen kleinen Miliolinaanfangsteil lediglich „gestreckte“ Kammern folgen und welche an gewisse Nubecularien (*Nodobacularia*) erinnern, von denen sich Bruchstücke, sofern der Anfangsteil fehlt, nicht unterscheiden lassen.

Eine ähnliche Modifikation wie *Vidalina* unter den Cornuspiriden ist auch in *Planispirina* (= *Nummoloculina* Steinmann) bei den Milioliden vorhanden, welche Gattung gleichfalls in *Miliolina* ihren Ausgangspunkt hat. Aus Miliolinenkammern entwickelten sich planospiral angeordnete Kammern, die jedoch seitliche, die früheren Umgänge umhüllende Verlängerungen der Kammerwand besitzen.

#### Familie **Nubecularidae**

Zu dieser Familie gehören unperforate porzellane Formen, deren Kammeranordnung durch ihre große Unregelmäßigkeit auffällt.

Der älteste bekannte Vertreter derselben ist *Nubecularia Stephensi* Howchin aus dem Permokarbon (Pokolbinschichten) von Neu-Süd-Wales, eine Form mit bisweilen miliolidenartig, meist ganz unregelmäßig spiral oder geknäuelte aufgewundenen Kammern von unregelmäßig wechselndem Kammerquerschnitt. Das Gehäuse ist dünn-schalig und unterscheidet sich eigentlich nur dadurch von *N. lucifuga* der mesozoischen tertiären und gegenwärtigen Meere.

Wohl gleichfalls noch ins Palaeozoikum dürfte eine zweite Gattung dieser Familie reichen, die mit *Nubecularia* einen gemeinsamen Ursprung haben dürfte, wenn sie nicht davon abstammt — *Calcituba* Roboz. Diese wurde ursprünglich auf eine rezente Mittelmeerform *C. polymorpha* Rob. begründet und ist gleichfalls ein sehr primitiver Typus; sie besitzt ein zerbrechliches, dünn-schaliges Gehäuse, das nicht selten nach spiralem Anfangsstadium sich unregelmäßig verästelt, wobei die Gesamtgestalt durch bruchsackartige Aussackungen gar mannigfaltig wird.

Fossil sind solche Typen, beziehungsweise Bruchstücke von solchen anscheinend schon seit dem Lias bekannt, da Typen wie das als *Nubecularia tibia* P. u. J. (irrtümlich aus der Trias) beschriebene Fragment im Entwicklungsformenkreis von *Calcituba polymorpha* vorkommen. Nur durch länger gestreckte Form der Kammern ist die gleichfalls als *Nubecularia* beschriebene *Calcituba fusiformis* Millett verschieden, größere Fremdkörper nimmt *C. divaricata* in die Schale auf.

Von *Calcituba* stammt noch eine dritte durch die rezente „*Nubecularia*“ *inflata* Brady (= *Bradyi* Millett) vertretene Gattung, für die ich den Namen *Silvestria* vorschlagen möchte. Diese beginnt mit *Calcituba polymorpha* ähnlicher Kammeranordnung (dadurch die Abstammung von solchen Formen erweisend), um dann nur geblähte Kammern auszuscheiden, deren Gesamtbild an gewisse zu *Miliolinen* (z. B. *M. labiosa* Orb.) gestellte Formen erinnert.

## Familie Orbitolitidae

### Orbitolitinae

Diese Familie umfaßt bis auf die Anfangskammer imperforierte, im wesentlichen scheibenförmige Foraminiferen, deren Kammern zumeist zyklisch untergeteilt sind, die jedoch von Formen mit spiral angeordneten Kammern abstammen, da die einfacheren Typen unter ihnen wenigstens teilweise noch einen spiralen Anfangsteil besitzen.

Als bisher nachweisbar älteste Form dieser Reihe können wir *Cycloclina* Orb. auffassen, die aus konzentrischen, nicht untergeteilten Kammern besteht. Ein spiraler Anfangsteil ist bei dieser Gattung noch

nicht bekannt, doch dürften die sehr wenigen bisher bekannt gewordenen Exemplare derselben der makrosphärischen Generation angehören, bei welcher ja das Überspringen von Anfangsstadien in der ontogenetischen Entwicklung sehr häufig erfolgt.

Besitzt doch noch *Broecknia*, die ganz ähnlich gebaut ist und nur bei erwachsenen Exemplaren schon Anfänge von Unterteilung der zyklischen Kammern zeigt, einen deutlich spiralen Anfangsteil, der deutlich für die Herkunft der zyklischen Form von spiralen spricht.

Als Seitenzweig von *Cycloclina* läßt sich vielleicht *Cyclopsina* Mun.-Chalmas auffassen, die gleich *Cyclolina* noch feinsandig agglutiniert ist und die aus konzentrischen ringförmigen Kammern besteht, welche symmetrisch in eine obere und eine untere Hälfte geteilt sind.

Einen weiteren Schritt in der Entwicklung von *Broeckina* bedeutet *Praesorites* Dour. *Praesorites* Douvillé. Das Gehäuse ist wie das von *Broeckina* gebaut, aber die zyklischen Kammern sind schon im Jugendstadium durch Ansätze radialer Scheidewände untergeteilt. Gleichzeitig ist die Mündung nicht mehr spaltförmig und am ganzen letzten Umgang ersichtlich, sondern besteht aus 1—2 Reihen gerundeter Öffnungen; da jedoch die von der Rückwand her zur Ausbildung gelangenden Scheidewände die Vorderwand der kreisförmigen Umgänge nicht erreichen, so ist die Lage dieser Mündungen von den Sekundärkammern unabhängig.

Schließlich bildeten sich die Scheidewände der zyklischen Kammern vollkommen aus, quer durch die ganze Kammer, so daß die Sekundärkammern nur mehr durch mehr oder weniger enge Kanäle mit kreisförmigem Querschnitt kommunizieren — *Sorites* (= *Bradyella* Mun.-Chalm.).

Meist sind die Gehäuse dieses Stadiums nur aus zyklischen Kammern aufgebaut, bisweilen besitzen sie jedoch trotz des *Sorites*baues ein spirales Anfangsstadium (*Taramellina* Mun.-Chalm.). Namentlich in den jetzigen Meeren verbreitet ist in *Marginopora* ein weiteres Entwicklungsstadium, bei dem die Kammern sich in den späteren Umgängen verdoppelten und zwischen den beiden Hälften eine mittlere Lage zylindrischer Kämmerchen entstand, die mit der Außenwelt durch eine mehrfache Lage von Öffnungen in Verbindung stehen, während die beiden äußeren Lagen einen *sorites*artigen Bau behielten. Indem ferner auch die Verbindungskanäle der äußeren *sorites*artigen Lagen verschwanden, nahmen auch diese äußeren Lagen den Charakter der medianen Lage an, so daß bei dem anscheinend höchstentwickelten Vertreter der Orbitoliten — bei *Orbitolites* s. str. alle Kämmerchen

zylindrisch sind und von den Nachbarkammern desselben Ringes getrennt und nur mehr mit den Kämmerchen desselben Ringes verbunden sind.

Vergleichen wir mit diesen Daten über die Entwicklung der Orbitolitiden die palaeontologisch bekannt gewordenen Tatsachen, so sehen wir *Cyclolina* im Cenoman, *Broeckina* und *Praesorites* im Campanien, die anscheinend höchstentwickelte Form *Orbitolites* kennen wir mit Sicherheit nur aus dem Eozän, *Sorites* im Alt- und Jungtertiär wie in der Gegenwart, *Marginopora* dagegen mit Sicherheit aus der Gegenwart doch in den von Schwager 1883 aus dem ägyptischen Eozän beschriebenen „*Orbitolites*“ cf. *complanata* mit großer Wahrscheinlichkeit bereits auch aus dem älteren Eozän. Ob *Orbitolites* s. str. im Eozän bereits ausstarb, oder vereinzelt noch weiterlebte, ist derzeit noch nicht bekannt.

#### Orbiculininae

Diese unterscheiden sich von den Orbitolitiden dadurch, daß bei den spiralen Jugendstadien jeder Umgang den vorhergehenden oben und unten umfaßt, so daß die Orbiculinen in diesem Stadium nummulitenartig gebaut erscheinen. Die Kammern sind ähnlich wie bei *Orbitolites* durch mehr oder weniger vollständig erhaltene Quersepten in zahlreiche Kämmerchen oft recht kompliziert untergeteilt. In den Jugendstadien ähneln einander alle Orbiculinen sehr. Die Schalenstruktur ist wie bei *Orbitolites* kalkig imperforiert.

*Fallotia* Douvillé ist eine oberkretazische Form von zeitlebens nummulitenartig einander umfassenden Umgängen; die Unterteilung der Kammern ist praesoritesartig. Schon in der Kreide bildeten sich jedoch aus den spiralen Formen scheibenförmige Gehäuse mit kreisförmigen Kammern aus — *Maeandropsina* Schlumberger, die auch noch praesoritesartige Scheidewände haben.

Vollkommene, soritesartige Scheidewände besitzt dann die tertiäre und rezente Gattung *Orbiculina*, deren Jugendstadien noch spiral angeordnete Kammern besitzen wie *Fallotia*. Im Laufe der individuellen Entwicklung verbreitern sich die Kammern immer mehr, bis sie ganz umfassend zyklisch werden. Diese letzteren bilden dann den größten Teil des äußerlich orbitolitesähnlichen Gehäuses.

Die Verwandtschaft der besonders durch H. Douvillé studierten Orbitoliten und Orbiculinen ist zweifellos. *Fallotia* stammt sicher von einer umfassenden spiralen Form ohne sekundäre Kammerung ab und diese wohl nur von einer nicht umfassenden planospiralen — *renulites*-

artigen Ahnenform. Die Abzweigung dürfte sich während der Unterkreide (oder schon im Oberjura) vollzogen haben.

#### Familie **Keramosphaeridae**

Die Challengerexpedition fand in der australischen Tiefsee zwei kleine Exemplare einer porzellanartig kalkigen kugeligen Foraminifere, die von Brady *Keramosphaera* genannt wurde und aus in konzentrischen Lagen angeordneten Kämmerchen besteht.

Lange stand diese Gattung ganz isoliert da, bis ich 1901 nachweisen konnte, daß die nächsten Verwandten oder damit identischen Formen in der oberkretazischen *Bradya Stache* der österreichischen Küstenländer zu sehen sind, deren Name inzwischen von *S. Stache* in *Keramosphaerina* umgewandelt wurde; darnach würde der Unterschied zwischen *Keramosphaera* und *Keramosphaerina* vornehmlich in dem Fehlen der bei *Keramosphaera* vorhandenen kanalartigen Verbindungen oder porenartigen Öffnungen in den Grenzwandungen der Kämmerchen von *Keramosphaerina* liegen.

Die Anfangswindungen der oberkretazischen Form sind nach *Stache* spiral angeordnet und lassen mit Sicherheit auf die Abstammung dieser interessanten Formen von spiral gebauten anscheinend glomospirenartigen Formen schließen.

Die in jüngster Zeit auch aus der galizischen Oberkreide zitierte *Keramosphaera irregularis* Grzybowski, die zuerst aus angeblich oligozänen Bildungen Galiziens beschrieben wurde, gehört allem Anscheine nach nicht hierher und ist noch ganz problematisch.

#### Familie **Alveolinidae**

Anscheinend ganz isoliert steht unter den imperforaten Foraminiferen die Gruppe der Alveolinen, die namentlich im Eozän lokal unendlich häufig sind. In neuerer Zeit wurde wohl der Versuch gemacht, die Alveolinen als imperforierte Nachkommen der Fusuliniden zu deuten, doch allem Anscheine nach ohne jegliche Berechtigung. Abgesehen davon, daß noch kein Beweis erbracht wurde, daß die Fusulinenschale in die imperforate Alveolinschale übergehen könne, scheint mir als wichtigster Grund dagegen die fundamental verschiedene Art der Weiterentwicklung bei beiden Gruppen zu sprechen, wie auch die Aufschlüsse, die uns die ältesten Kammern der Alveolinen selbst geben. Denn auch bei Alveolinen findet man nicht selten die Anfangskammern nicht nach dem Bauplane des sonstigen Gehäuses an-

geordnet, sondern auf eine primitivere Weise. Und nach dem Bau der Anfangskammern zu schließen, kann *Alveolina* nicht von fusulinartigen Vorfahren abstammen. Die Deutung dieser Anfangskammern ist bisher noch nicht eindeutig gelungen, doch war es offenbar parallel oder schräg zur Gehäuseachse des erwachsenen Tieres aufgeknauelte Kammern ohne sekundäre Kammerteilung also miliolina- oder glomospiraartige Vorfahren, von denen wir die Alveolinen abstammend zu denken haben. F. Chapman betonte 1908, daß mikrosphaerische Gehäuse von *Alveolinella boscii* deutlich triloculinenartige Anfangskammern besitzt. Ob jedoch diese Triloculinen schon wirklich miliolidenartig abgesetzte Kammern besaßen (oder nur glomospirenartig kontinuierlich wachsende), ist bisher auf Grund von Schliffen noch nicht erweisbar gewesen, scheint mir auch in Berücksichtigung der Art des Alveolinenwachstums nicht ganz wahrscheinlich. Immerhin ist die Beobachtung Chapmans, die sich auch mit meinen Wahrnehmungen deckt, von Wichtigkeit, da er hervorhebt, daß die Anfangskammern nicht peneroplisartig seien wie Lister und Schlumberger annahmen.

Bei der Entwicklung der Alveolinen von den primitiven Vorfahren könnte man an die bisher nur rezente bekannte *Miliolina alveoliniformis* denken, doch kommen wir da bei einer Weiterentwicklung von *Miliolina* nicht gut über die Schwierigkeit hinweg, welche sich aus der verschiedenen Aufrollungs- (bzw. Aufknauelungs)art sowie auch der Lage der Mündung ergeben.

Ein planospirales Stadium etwa ähnlich demjenigen von *Planispirina* nur mit der Tendenz sich in analoger Weise nach der Längsachse zu strecken wie *Fusulina* aus *Fusulinella* dürfte wohl mit größerer Wahrscheinlichkeit als unmittelbares Vorstadium der Alveolinschale aufzufassen sein, bevor die Sekundärseptierung erfolgte.

Die ältesten sicher bekannten Alveolinen gehören *Alveolina* s. str. an, deren älteste Vertreter nebst sandigen zu *Loftusia* gestellten Formen in der obersten Kreide vorkommen sollen. Die Hauptentwicklung fand jedoch im Eozän statt. Es sind meist Formen von kugelig oder ovaler bis spindelförmiger Gestalt von einfachem Bau, in dem die Kammern durch Quersepten in eine einzige Lage von Kammern getrennt sind. Lokal zeigt sich im Mitteleozän bei *Alveolina* eine eigenartige Entwicklung, in dem die basale Schalenwand derart verdickte, daß der eigentliche Raum für die Sarkode verschwindend klein wurde — *Flosculina* Stache. In nicht seltenen Fällen trat die „Flosculinierung“ nicht bei allen Umgängen ein, sondern umfaßte lediglich die älteren Umgänge, bisweilen lediglich die jüngeren.

Bisweilen erfolgte ein mehrfacher Wechsel von Flosculinen und echten Alveolinenkammern, der wohl darauf hindeutet, daß dieser Eigentümlichkeit kein generischer Wert zukommt.

Ein zweifellos höheres Entwicklungsstadium besteht jedoch darin, daß Kammern nicht nur quer zur Längsachse des Gehäuses untergeteilt wurden, sondern außerdem auch parallel zu derselben. Wir sehen dann an Längsschliffen mehrere Lagen von kleinen mehr oder weniger regelmäßigen Kämmerchen übereinander liegen — *Alveolinella* Douv. Diese Entwicklungsrichtung, die besonders im jüngeren Neogen und in der Gegenwart verbreitet ist, begann andeutungsweise schon im oberen Mitteleozän (soviel bisher bekannt ist) bei *Alveolina gigantea* Cheech. Risp. Doch erhielt sich die einfach gebaute *Alveolina*-form gleichfalls bis in die Gegenwart.

Eine weitere Modifikation von *Alveolina* ist die oligomiozäne *Flosculinella* Schubert die sich von *Alveolinella* dadurch unterscheidet, daß im Querschnitte nicht mehrere Lagen gleich ausgebildeter Kämmerchen übereinander ersichtlich sind, sondern über einer Reihe großer Kammern eine Lage ganz kleiner Kämmerchen (*F. bontangensis* Rütten, vielleicht auch *A. rotella*). Es kann sich dabei ebensogut um das Anfangsstadium der Alveolinenbildung wie um einen ausgestorbenen Seitenzweig der Alveolinen handeln.

Eine weitere gut bekannte Reihe stellen die Dictyoconinen dar:

Aus basalen Schichten des Lutetien wurde in *Lituonella Roberti* Schlumb. Douv. eine etwas asymmetrisch spirale *Lituola* beschrieben, deren aus einreihig angeordneten Kammern bestehendes Schalenende ein deutliches Bestreben, sich kegelförmig zu verbreitern, aufweist. Außerdem ist die Mündungswand bis auf eine ringförmige periphere Zone siebartig durchbohrt.

Bei *Coskinolina* Stache ist das spirale *Lituola*-Anfangsstadium bedeutend reduziert, die periphere ringförmige Zone durch zahlreiche radiale Sépten untergeteilt.

Einen weiteren Fortschritt weist einerseits *Chapmania Silvestri* durch völlige Reduktion des spiralen Anfangsstadiums und Entstehung hyalin-kalkiger Schalenstruktur im Gegensatz zu der sandig agglutinierten von *Coskinolina* auf.

Andererseits bildet sich bei dem agglutiniert bleibenden *Dictyoconus* Blanckenhorn noch ein feines kortikales Netzwerk aus, wodurch diese Gattung die höchstdifferenzierte Schalenstruktur besitzt.

Der rein kegelförmig gebaute *Conulites Carter* soll angeblich von Zwischenskelet Pfeilern durchzogen sein, würde also, wenn neue

Untersuchungen dies bestätigen, noch komplizierter als *Dictyoconus* gebaut sein. Der letzte rezente Ausläufer dieser Reihe dürfte die übrigens gleichfalls noch nicht genügend bekannte *Conulina Orbigny* sein.

Reicher sind unsere stammesgeschichtlichen Kenntnisse bei den höher organisierten Foraminiferen, bei denen sich zahlreiche genetisch unzweifelhaft zusammengehörige Reihen zu Familien zusammenfassen lassen und mehrere dieser nach wichtigen gemeinsamen Merkmalen zu Gruppen, von denen hier folgende erwähnt sein mögen:

#### V. *Telostoma* m.

Diese Gruppe umfaßt jene perforaten oder überwiegend perforaten Foraminiferen, deren Mündung terminal liegt und entweder einfach rund oder „gestrahlt“ oder in spezieller Ausbildung eines dieser Mündungs-„strahlen“ endständig spaltförmig ist.

Sie umfaßt die Familie der **Nodosariden**, deren Vertreter Gehäuse mit verschiedentlich einreihig angeordneten Kammern besitzen, und der **Polymorphiniden**, deren Gehäuse schraubig spiral angeordnete Kammern besitzen, die sich jedoch auch zu einreihigen weiterentwickeln.

#### Familie **Nodosaridae**

##### Nodosarinae

Schon aus dem Oberkambrium (von Malvern, England) wurden durch F. Chapman Foraminiferen bekannt, welche nur als typische Vertreter von Nodosariden (*Dentalina*, *Marginulina*, *Lagena*) aufgefaßt werden können. Es ist daher wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß wir je völlige Klarheit darüber erhalten werden, wie *Nodosaria* entstanden ist, jene aus uniserial aneinandergereihten kugeligen Kammer bestehende Form.

Bekanntlich leitete man sie früher allgemein von *Lagena* ab, der einkammerig kugeligen Form, bis namentlich M. Neumayr 1889 annahm, daß sie sich aus der Gattung *Nodosinella* entwickelten, jener z. T. agglutinierten, z. T. angeblich grob perforierten nodosarienartigen Form des Karbons. Wenn sich nun auch ein Teil der Nodosarien wohl sicher aus *Nodosinellen* (vielleicht auch aus rein agglutinierten rheophax-artigen Formen) entwickelte, so scheint es doch ebenso möglich, daß ein Teil der Nodosarien in präkambrischer Zeit aus *Lagenen* entstand.

Auch über die genaue Entstehung dieser letzteren werden wir also kaum sobald völlige Klarheit erhalten. Wie viele „Gattungen“ der Fora-

miniferen dürfte auch *Lagena* verschiedener Entstehung sein: z. T. aus einkammerigen *Rheophax*- oder *Proteonina*-Arten entstanden sein, z. T. durch direkte Ausscheidung einer Kalkschale bei unbeschalten Formen, aus welcher durch Sandaufnahme rheophaxähnliche Formen entstanden sein können, z. T. vielleicht auch, wie Rhumbler meint, durch Zerfall aus *Nodosarien*. Was wir *Nodosaria* und *Lagena* nennen, sind also aller Wahrscheinlichkeit, um nicht zu sagen mit Sicherheit, Typen verschiedener Abstammung.

Typische *Nodosarien* sind, wie erwähnt, bereits im Karbon (*N. radicula* L.), auch Chapmans Abbildungen aus oberkambrischen Schichten lassen keinen Zweifel an der Existenz dieser Form im Kambrium berechtigt erscheinen und auch von *Dentalina* und *Marginulina*, d. h. von *Nodosarien*, bei denen die auf die Anfangskammer folgenden Kammern nicht völlig zentral, sondern mehr oder minder exzentrisch aufeinander zur Ausscheidung gelangten, wodurch auch die Lage der Mündung stets randständig wurde.

In weiterer Ausbildung dieser Tendenz entwickelte sich *Cristellaria*, soviel sicher bekannt ist, — Chapmans oberkambrische als *Cristellaria acuta* F. u. M. gedeutete Form kann wohl auf Grund des einen Schliffes als solche nicht anerkannt werden — erst seit dem Mesozoikum und zwar, indem gleichzeitig die Kammern anstatt des runden nodosarienartigen, einen mehr elliptisch komprimierten Querschnitt annahmen. Die liassischen und sicher triadischen *Cristellarien* haben auch noch meist (doch nicht mehr stets) nur halb involuten Charakter („*Hemicristellaria*“ Stache), der sich jedoch auch bis in die Gegenwart erhielt; auch ist ihre Abgrenzung von *Marginulina* und selbst von *Vaginulina* oft schwer und selbst die völlig eingerollten jurassischen Formen haben noch nicht die für die kretazischen und tertiär rezenten Formen bezeichnende Gestalt erreicht.

In die gleiche Zeit (Beginn des Mesozoikums) fällt auch die Entwicklung von *Vaginulina*, welche eigentlich nur eine nicht eingerollte sehr flache Modifikation des älteren *Cristellariatypus* mit schräg gestellten Nähten darstellt.

Abänderungen des nichtgekrümmten *Nodosarientypus* erfolgten bereits im Paläozoikum. Zu Ende desselben (im Oberkarbon und Perm) sehen wir bereits Formen, deren Kammern auf den vorhergehenden nicht mit kreisförmigem Querschnitte aufsitzen wie bei *Nodosaria*, sondern mit mehr oder weniger elliptischem (*Lingulina*) oder schmal epipedischem Querschnitte (*Fronicularia*). So scharf nun die jüngeren meso- und kaenozoischen Vertreter dieser<sup>1</sup> beiden Gattungen meist voneinander

und von *Nodosaria* getrennt sind, so schwer sind die palaeozoischen Lingulinen und Frondicularien zu trennen, denn auch die Hauptunterscheidungsmerkmale (die runde Mündung bei *Fronicularia* und spaltförmige bei *Lingulina*) sind zu jener Zeit nicht völlig ausgeprägt und überdies die genaue Feststellung dieses Merkmales bisweilen nicht leicht.

Bisweilen wurden Formen beobachtet, bei welchen die Anfangskammern noch nodosarienähnlich, die weiteren dagegen frondicularienähnlich angeordnet sind. Für solche nachweisbar aus Nodosarien entstehenden und entstandenen Frondicularien schlug ich bereits 1911 den Namen *Staffia* vor. Es ist dies, soviel bisher bekannt ist, eine jungtertiäre Entwicklungsform, die aber verstehen läßt, wie sich in vorpermischer Zeit Frondicularien aus Nodosarien entwickelt haben können.

Eine mit *Lingulina* verwandte primitive Entwicklungsform des Nodosarientypus stellt die gleichfalls noch im Perm (oder schon Oberkarbon) erfolgte *Geinitzina Spandel* vor, eine keilförmige Form mit flachen einreihigen Kammern, die an einer Breitseite (Subgen. *Lunucamina Spandel*) oder an beiden (*Geinitzina Sp.*) eine axiale Depression besitzen, die Mündung ist terminal spaltförmig.

Im Gegensatz zu *Lingulina* und *Fronicularia*, die sich vom Ende des Palaeozoikums in allen Formen finden, scheinen die Geinitzinen (und *Lunucammen*) im Jura ausgestorben zu sein, und in den als Frondicularien beschriebenen *G. lingulaeformis* Schwag. aus dem Dogger und *G. lucida* Schwag. aus dem unteren Malm ihre letzten Vertreter zu besitzen.

Indem die auf die Anfangskammer folgenden Kammern die vorhergehenden nicht an zwei Stellen umfaßten, wie bei *Lingulina* und *Fronicularia*, sondern an drei oder vier Stellen, entwickelten sich und zwar soviel bekannt ist, seit dem Lias Nodosariden von drei- (oder vier-)kantigem Querschnitt, die *Rhabdogonium* genannt wurden. Die Blütezeit dieses Typus fällt in die Jura- und Kreideformation, dann werden Angehörige desselben sehr spärlich und scheinen im Tertiär ganz zu verschwinden; genau läßt sich dies zurzeit nicht feststellen, da sich im Tertiär auch aus Tritaxien (durch *Clavulinestadien*) im Äußern und Bau den *Rhabdogonien* entsprechende Formen entwickelten (z. T. *Rhabdogonium tricarinatum*).

Als Weiterentwicklung von Nodosarinen wurden bisher bekannt: *Dentalinopsis* Reuß aus dem norddeutschen Hils, die zeigt, daß *Rhabdogonien* sich mindestens im Laufe der individuellen Entwicklung in *Dentalinen* umwandeln. Auch Frondicularien besaßen zeitweilig die Tendenz, in Nodosarienkammern überzugehen: *Amphimorphina* Neugeb.

Besonders war dies im Neogen der Fall, wo sich aus schmalen Frondicularien vom Habitus der *Pulchella-Akneriana* Mischformen entwickelten, in denen auf glatte Frondiculariakammern mehrere gerippte Nodosariakammern vom Habitus der *Nodosaria obliqua* L. folgten: *A. haueriana* Neug. Diese Form ist mit Sicherheit nur aus dem Neogen, vielleicht auch aus dem Oberoligozän von Niederhollabrunn bekannt, doch scheint es fast, als wenn in einigen Exemplaren der rezenten *Nodosaria obliqua* Abkömmlinge jener Amphimorphina zu sehen wären.

*Amphimorphina striata* Reuß aus dem oberen Hils Norddeutschlands zeigt ferner, daß auch während des Mesozoikums lokal sich Frondicularien nach dem Nodosariaplan weiter entwickeln, gleichzeitig aber, daß sich die zwei bisherigen Vertreter von Amphimorphina sicher zu verschiedener Zeit aus verschiedenen Frondicularienarten entwickelten.

Zu rhabdogoniumartigen Formen (*Tribrachia* Schubert 1912) schließlich entwickelten sich manche oberkretazische Frondicularien. In der gleichfalls oberkretazischen *Frondivaginulina* Dettm. liegen schließlich anscheinend z. T. rückläufige Übergänge von Frondicularia zu *Vaginulina* vor.

#### Cristellarinae

A. Als durch ontogenetische Entwicklung nachweisbare Fortentwicklung von *Cristellaria* kommen in Betracht die unter den Namen *Flabellina*, *Lingulinopsis* und *Amphicoryne* beschriebenen Formen.

Die geologisch älteste Fortentwicklung von *Cristellaria* erfolgte zu *Flabellina*, nämlich soviel bekannt ist, schon im Lias. Schon in dieser Formation sind Vertreter dieses Mischtypus aus *Cristellaria* und *Frondivaginulina* reichlich bekannt und zwar schon aus dieser Zeit sowohl solche, in denen der *Cristellaria*-teil noch überwiegt (*Fl. inaequilateralis*, *metensis*, *cuneiformis*, z. T. *primordialis*) und nur die Endkammern die reitende Gestalt der Frondicularienkammern annehmen, wie auch bedeutend vorgeschrittene Formen (z. B. *Fl. flouesti* Terq., *ambigua*). Seit dieser Zeit nun haben sich aus verschiedenen *Cristellaria*-arten *Flabellina*-typen entwickelt, wie schon aus den bisweilen recht primitiven Typen erhellt, die wir auch in späteren Juraabschnitten, auch zur Kreidezeit und im Tertiär finden. Unter den kretazischen ist *Flabellina simplex* aus der galizischen Oberkreide interessant, da der Kalkschale außen ein völliger aus festen oft recht groben Quarzkörnchen zusammengekitteter Panzer angefügt ist. Bei manchen der ältesten

Flabellinen ist der Cristellarieteil noch so charakteristisch ausgeprägt, daß er auf noch vollständige Cristellariaarten bezogen werden kann wie z. B. *Terquem* bei mehreren liassischen Formen denselben Speziesnamen für *Cristellaria* wie für *Flabellina* verwendete, z. B. *Cr.* und *Fl. centralis, anceps, primordialis*.

Der Umstand, daß schon im Lias, auch im höheren Jura (*Nikitini Uhl.*) und in der Unterkreide (*karreri* und *didyma Berth.*) relativ sehr entwickelte Flabellinen vorkommen, läßt bei der langen seither verflossenen Zeit wohl den Schluß zu, daß manche der tertiären und quartären Frondicularien, die jetzt nur aus einreihigen Kammern bestehen, sich aus Flabellinen und in letzter Linie aus Cristellarien entwickelten.

Eine ganz analoge Fortentwicklung von Cristellarien stellt *Lingulinopsis* Reuß dar, nämlich, aus welchen sich seitlich zusammengedrückte Kammern, doch nicht wie bei *Flabellina* mit runder Frondicularia- sondern mit schließförmiger *Lingulinamündung*. Den primitivsten Typus stellt *Lingulinopsis sequana Berth.* aus dem Aptien dar, die eigentlich bis auf die stark ausgeprägte Schlitzmündung noch eine *Cristellaria* darstellt. In der Oberkreide ist dann in *L. bohemica* Reuß eine hochentwickelte Vertreterin dieses Typus vorhanden, im Tertiär scheint der cristellarienartige Anfangsteil ganz verschwunden oder so gering, daß er bisher der Beobachtung entging; es dürften daher manche *Lingulinen* als aus *Cristellarien* entwickelt aufzufassen sein. Die rezente *L. carlofortensis* Born. dagegen zeigt, daß sich auch später noch von *Cristellaria* der *Lingulinentypus* entwickelte.

Eine *Amphicoryne* Schlumb. genannte Weiterentwicklung nach dem *Nodosarienplan* zeigen schließlich gewisse neogene und rezente *Cristellarien* besonders vom *Crepidulatypus*. Zum Teil durch *vaginulinaartige Übergänge* (d. h. unter allmählicher Aufrollung) oder mehr oder minder direkt entwickeln sich einreihig angeordnete Kammern, welche ganz glatten (*glabra*) oder gestreiften (*falx, costata*) *Nodosarien*kammern entsprechen, bisweilen auch *Dentalineen* (*A. parasitica*). Die wenigen bekannten Arten stammen wohl sicher nicht voneinander ab, sondern von verschiedenen *Cristellarien*. Die Ausbildung des *Nodosarienteiles* scheint hier noch nicht so weit bis zum völligen Verschwinden des *Cristellaria*aahnenrestes vorgeschritten; Fragmente von *Amphicoryne*, an denen die älteren Kammern fehlen, unterscheiden sich jedoch in keiner Weise von echten *Nodosarien*.

B. In ganz analoger Weise wie *Cristellarien* entwickelten sich auch *Vaginulinen* zu *Frondicularien* weiter — *Flabellinella* Schub.

Äußerlich besitzen die Flabellinellen eine ganz ähnliche Gestalt wie Flabellinen, lassen sich aber von diesen durch den vaginulinaartigen Bau der Anfangskammern unterscheiden. Auch hier kennt man und zwar aus der Oberkreide Mischformen, bei denen nur die letzte Kammer einen Frondicularienbau besitzt wie stark vorgeschrittene Entwicklungsstadien.

### Familie **Polymorphinidae**

Schon im kambrischen Grünsand von St. Petersburg kommen Steinkerne vor, die Ehrenberg als von *Polymorphina* herrührend deutete (*abavia*, *avia*) und die tatsächlich eine derartige Ähnlichkeit mit Steinkernen von Polymorphinen aus dem Formenkreise der *P. compressa* aufweisen, daß man das Vorkommen dieser Gattung im Kambrium als so gut wie sicher auffassen kann. Im Palaeozoikum wurden sie sonst noch nicht gefunden, sondern mit Sicherheit erst in der alpinen Trias (Gümbel) und vom Lias an in reicher Individuen- und Artentwicklung bis in die Gegenwart. Die oben erwähnte Art stellt eine der persistentesten Typen dar, die mit Sicherheit vom Lias an bis zur Gegenwart bekannt ist, wie sich *Polymorphina* überhaupt im Laufe der geologischen Formationen relativ konstant erweist: es sind Formen mit schraubig spiral sowie ganz oder fast zweizeilig angeordneten Kammern, ähnlich wie *Bulimina* und *Bolivina* aber mit terminal gestellter einfach runder oder gestrahlter Mündung. Die früher gebräuchliche Unterteilung in *Polymorphina* s. str., *Guttulina*, *Globulina* und *Pyulina* wurde bereits seit langem als nicht zweckentsprechend und durchgreifend erkannt und aufgelassen.

Gleichwie die Buliminiden entwickelten sich die Polymorphinen bisweilen einreihig weiter und zwar zunächst zu nodosarien- oder dentalinenähnlichen Formen, für welche Mischformen der Name *Dimorphina* in Gebrauch kam. Man kennt solche Formen schon seit dem Jura, aus der Kreide, dem Tertiär und der Gegenwart; stets sind sie selten und gleich den anderen analogen Mischformen (wie *Bifarina*, *Sagrina*) von den entsprechenden multiseriellen Formen abzuleiten.

Nachweislich im Tertiär, vermutlich aber wohl auch im Mesozoikum entwickelten sich aus Polymorphinen auch Formen mit reitenden Kammern, die von typischen Frondicularien nur dann unterscheidbar sind, wenn sich ein *Polymorphina*-Ahnenrest vorfindet (*Spirofrondicularia* Schub.).

Als wohl zweifellos aus *Polymorphina* hervorgegangen muß ferner *Uvigerina* betrachtet werden. Auch diese Gattung besteht aus Formen

mit schraubig spiral und zwar häufig triserial angeordneten Kammern, feinglasiger Schale und terminaler Mündung, nur liegt diese wenigstens bei den typisch gebildeten Arten am Ende einer gut ausgeprägten Röhre, die eine Weiterentwicklung der namentlich an jurassischen Polymorphinen häufigen einfach runden (ungestrahnten) Mündung darstellt. Die hauptsächlichste Verbreitung besitzt *Uvigerina* im ganzen, besonders im jüngeren Tertiär und in der Gegenwart, doch erscheinen Formen mit den wesentlichen Merkmalen dieser Gattung schon in der Oberkreide (*Uvigerina cristata* Marss.); die Abzweigung der *Uvigerinen* von *Polymorphina* dürfte sich also im jüngeren Mesozoikum vollzogen haben.

In analoger Weise wie die Polymorphinen entwickelten sich auch manche *Uvigerinen* weiter zu Formen mit nur im Anfang multi- dann (und zwar oft überwiegenden) uniserialen Kammern, zu *Sagrina* (oder *Sagraina*), bei denen auch an den einreihigen Kammern die Merkmale der *Uvigerinamündung* meist sehr gut ausgeprägt sind. Die Hauptentwicklung dieser Typen dürfte erst seit dem Neogen stattgefunden haben, wengleich auch schon aus dem Alttertiär und selbst aus der Oberkreide (*S. aspera* Marss., *raphanus*) übrigens noch einigermaßen fragliche Formen angeführt werden.

Durch Sekundärseptierung der *Sagrinenkammern* entstanden im Neogen komplizierte Formen, die als Zweig der *Uvigerinenreihe* aufgefaßt werden müssen — *Schubertia* Silvestri 1912 (= *Millattia* Schubert 1911) (*Sch. tessellata*, deren Unterteilung ein tafelartiges Muster der Oberfläche veranlaßt).

Bemerkenswert sind die besonders bei *Polymorphina* (sehr selten auch bei *Cristellaria* und *Lagena*) vorkommenden „fistulösen“ Formen. Sie stellen sicher nicht eigene Fortentwicklungen dieser Gattungen dar, sondern monströse Bildungen, welche mit der gestrahlten Mündung der Polymorphinen (u. a. Gattungen) in einem noch nicht völlig geklärten Zusammenhange zu stehen scheinen. Vielleicht ist Rhumblers Ansicht richtig oder kommt ihr am nächsten, daß die fistulösen Formen eine Anpassung an die Brutbildung darstellen. Rhumbler meinte nämlich, die gewöhnliche Schalenmündung sei so eng, daß weder Embryonen noch Schwärmer durch sie hindurchkönnten; vor der Brutbildung sammle sich daher die Sarkode offenbar vor der Endkammer an und umkleide sie mit einer bauchigen Schalenwand, die Ausführöffnungen von genügender Weite für die Brut besäße. Während sich die fistulösen Auswüchse der Mündungsregion so erklären ließen, legen die bisweilen gleichfalls vorkommenden über die ganze Schale verbreiteten fistulösen Auswüchse den Gedanken an parasitäre Überkrustungen nahe, sofern

man nicht annehmen will, daß bei solchen eben das Plasma nicht konsistent genug war, um vor der Mündung angehäuft zu bleiben, sondern die ganze Schale umfloß.

## 2. Schizostoma m.

Das gemeinsame Merkmal der zu dieser Gruppe gehörigen Entwicklungsreihen bildet die spaltförmige Valvulinamündung, als deren Abänderung nach Form und Lage ebenso die Spaltmündung der Textularinen wie der Buliminiden aufzufassen ist, wie auch einige abweichende Mündungstypen z. T. der siebartige genetisch mit Formen dieser Reihen zusammenhängt.

Hierher gehören die Familie der **Valvuliniden** (mit den Valvulininen und Textularinen) und **Buliminiden** (mit den Bulimininen und Bolivininen).

### Familie Valvulinidae

#### Valvulininae

Zu den ältesten bekannt gewordenen Foraminiferen gehört der Formenkreis der Valvulinen, deren älteste sicher nachweisbare Vertreter besonders häufig im Karbon und Perm vorkommen. Es sind Formen mit schraubig spiral (bisweilen in regelmäßiger 3—4, doch auch bis 12zähliger Spirale) angeordneten Kammern, deren Mündung am Innenrande der letzten Kammer gelegen, spaltförmig und oft von einer deckelartigen Klappe überdeckt ist. Zu den ältesten Vertretern der Valvulininen gehört *Tetrataxis Ehrenberg* mit oft sehr weiter Nabelhöhlung (*decurrans*, *palaeotrochus*, *maxima*). Diese entstanden in ähnlicher Weise wie *Patellina* aus asymmetrisch aufgewundenen agglutinierten Spirillinen oder Ammodisciden, deren Vertreter schon aus kambrischen Schichten bekannt wurden, da manche Arten noch mit einem nicht oder undeutlich septierten Spiralrohre beginnen.

Schon im Kambrium oder in vorkambrischer Zeit muß von *Palaeovalvulina* die Abzweigung von *Globivalvulina m.* erfolgt sein, jener *Valvulina* mit globigerinenartig geblähten Kammern, aber agglutiniertes Schalenbeschaffenheit, wie sie in der jungpalaeozoischen *Globivalvulina bulloides* bekannt ist. Denn schon im Kambrium von Rußland und Nordamerika, auch im Devon der Eifel kommen Steinkerne von globigerinenartigen Foraminiferen vor, die sich mit größerer Wahrscheinlichkeit auf die variable *Globivalvulina bulloides* beziehen lassen, als auf die erst seit dem Mesozoikum sicher bekannten Globigerinen. Ob von diesen agglutinierten Globivalvulinen direkt wenigstens einige der

meso- und kaenozoischen Globigerinen herzuleiten sind (wobei sich *Globivalvulina bulloides* auch noch im Mesozoikum erhielt), dafür liegen bisher keine Anhaltspunkte vor, doch scheint dies nicht unwahrscheinlich.

So viel bisher bekannt ist, im jüngeren Palaeozoikum erfolgte eine Weiterbildung von *Tetrataxis* nach zwei Richtungen: 1. durch eine Unterteilung der Kammern durch sekundäre Scheidewände in zahlreiche kleine Kämmerchen: *Valvulinella* Schub. und zwar durch einfache Querwände bei *V. Bukowskii* Sch. und kompliziertere, so daß 2—3 Lagen von Kämmerchen in jeder Kammer vorhanden sind bei *V. Youngi*, 2. durch Ausbildung von grob agglutinierten Formen mit labyrinthischen Kammern vom Typus der *Valvulina rudis* Br., wofür ich den Namen *Ruditaxis* vorschlage.

Die komplizierteren *Valvulinella* und *Ruditaxis* scheinen mit dem Palaeozoikum auszusterben, denn man kennt keine sicheren Vertreter derselben mehr in jüngeren Schichten; die palaeontologisch primitiveren Formen *Globivalvulina* und *Tetrataxis* dagegen wandeln sich im Mesozoikum um: erstere in manche Globigerinen und von letzterer die einfachen Typen (z. B. die ohne extrem ausgebildete Nabelhöhlung) durch stärkere Sarkodenzunahme zunächst zu Formen, bei denen nicht vier, sondern nur drei Kammern einen Umgang aufbauen. Die letztere Verhältnis scheint nun für eine größere Reihe von Formen konstant geworden zu sein, besonders für die postpalaeozoischen und jüngsten sogar noch lebenden Vertreter (*Fusca* Will., *conica* P. u. T.), die sich durch den Mangel einer zentralen Höhlung auch nicht unwesentlich von den karbonen *Valvulinen*, den *Tetrataxis*arten, unterscheiden; deshalb scheint sich auch ihre (etwa subgenerische) Abgrenzung von den karbonen etwa als *Tritaxis* zu empfehlen. Diese durch das Kammerwachstum bedingte Reduktion der Kammerzahl innerhalb der Umgänge auf drei muß im älteren Mesozoikum stattgefunden haben. Denn wir treffen bereits im Schweizer Jura (*Tr. conica* Häusl.), ferner im Lias eine von diesen Typen abweichende Form, die seit langem als *Verneuilina* bekannt ist (*Vern. mauritii* und *Georgiae* Terq.): die triseriale Kammeranordnung kommt dann in der Kreide auch in der bisweilen dreikantigen Gestalt mit dreieckigem Querschnitt zum Ausdruck, die spaltenlange Mündung liegt wie bei *Tetrataxis* — *Tritaxis* am Innenrande der Kammer.

Durch Ausbildung einer Lippe oder eines Deckels über der Mündung entstand vermutlich am Ende des Mesozoikums *Valvulina* s. str. (*Valv. triangularis*, *limbata*, *columna*, *tortilis*). Indem wir die

Ähnlichkeit der alttertiären gelippten *Valvulina limbata* (und *irregularis*) mit den kretazischen *Verneuilinen* betrachten, drängt sich die Vermutung auf, als wenn *Valv. triangularis*, der Orbignysche Typus dieser Gattung, sich nicht direkt aus den karbonen bzw. mesozoischen *Valvulininen* (d. i. *Tetra-* und *Tritaxis*) entwickelt hätte, sondern vermittels *limbata*ähnlicher Formen aus *Verneuilina*.

*Valvulina* s. str. (exklusive *Tritaxis*) ist in der Gegenwart bisher nicht bekannt geworden, als tertiäre bis in die Gegenwart reichende Weiterentwicklungen dieser Gattung sind hingegen gewisse *Clavulina*-arten aufzufassen, d. i. *Valvulina*, bei denen offenbar infolge abnorm großer Plasmazunahme die Kammern nicht in drei Reihen angeordnet sind, sondern uniserial aufeinander folgen. Wenn jedoch von den meisten Foraminiferenforschern alle *Clavulinen* als mit *Valvulina*anfang versehen beschrieben werden, so entspricht dies nicht den tatsächlichen Verhältnissen, da gewisse *Clavulinen* mit röhrenförmiger terminaler Mündung weit eher auf *Tritaxia*formen zurückzuführen sind.

Es wäre übrigens auch möglich, daß sich auch von den komplizierten palaeozoischen *Valvuliniden* Vertreter in späteren Formationen erhielten, und daß auch hier eine Weiterentwicklung zu uniserialer Kammeranordnung eintrat. Denn Brady hat uns in der seltenen rezenten „*Tritaxia*“ *caperata* eine Form kennen gelehrt, die eine solche Deutung vermuten läßt. Es ist dies eine dimorphe Art, die er bei der ersten Beschreibung viel richtiger als *Clavulina* bezeichnete. Die Anfangskammern sind triserial, sekundär untergeteilt, fast labyrinthisch, die weiteren Kammern einreihig. Da diese Form sich zu *Valvulinella* verhält wie *Clavulina* zu *Valvulina*, mag sie etwa als *Clavulinella* bezeichnet sein, denn eine *Tritaxia* ist sie infolge der uniserialen Endkammern ebensowenig wie eine *Clavulina* infolge der labyrinthischen Kammern.

#### Verneuilinenzweigreihe

Wie bereits erwähnt, erscheint der Typus dieser Zweigreihe, *Verneuilina* zuerst (soviel bisher bekannt ist) im mittleren Lias und ist seither in allen Formationen bis zur Gegenwart bekannt.

Schon in der unteren Kreide entwickelte sich gleichzeitig auch eine Modifikation dieses triserialen Typus, indem die Kammern anfangs triserial angeordnet sind, im Laufe der individuellen Entwicklung jedoch eine zweireihige Anordnung annehmen, indem Lage und Form der Mündung sonst gleich bleibt — *Gaudryina*. Auch dieser Mischtypus erhält sich durch das ganze Tertiär bis in die Gegenwart; bald sind

so viele triseriale Kammern erhalten, daß der Mischtypus leicht erkennbar ist, bisweilen aber so wenig, daß textularienartige Gehäuse resultieren, deren Anfangskammern nur weniger deutlich dreireihig angeordnet sind. Ja, lokal haben sich durch völlige Entwicklung des Verneuilinenstadiums aus den Gaudryinen völlige Textulariagehäuse entwickelt (z. B. *Text. gibbosa* aus *Gaudryina pupoides*), mit welcher sie sonst große Ähnlichkeit zeigen.

Unter den Verneuilinen sind hauptsächlich zwei Typen zu unterscheiden: 1. mit gerundeten Kammern, dem auch die ältesten bekannten *Vern. mauritii-georgiae* Terquem aus dem Lias angehören und die sich an die palaeozoischen Valvulinen anschließen und 2. solche mit dreieckigem Querschnitt, deren ausgeprägtesten Vertreter *Vern. spinulosa* Rb. darstellt und die zuerst in der Kreide erscheinen.

Als Weiterentwicklung von *Verneuilina* und zwar nicht bezüglich des Kammerbaues, sondern bezüglich der Mündungsverhältnisse muß *Mimosina Millett* aufgefaßt werden (und zwar *M. spinulosa*, vielleicht auch *M. affinis*), indem sich bei manchen sonst verneuilinenähnlich gebauten Formen nebst der spaltförmigen Mündung gleichzeitig noch eine zweite terminal gestellte (von ovaler oder rundlicher Form) ausgebildete. Ob die zellige Schalenstruktur mit dieser doppelten Mündung in genetischer Beziehung steht oder lediglich Artunterschiede bedeutet, ist noch nicht festgestellt.

#### Tritaxienreihe

Vom dreikantigen Typus der Verneuilinen dürfte sich ferner *Tritaxia* Reuß abgezweigt haben, die davon durch die terminale Mündung verschieden ist. Sie erscheint zuerst in der Unterkreide, also soviel bisher bekannt ist, gleichzeitig mit den analogen Verneuilinen und ihre Ähnlichkeit mit *Uvigerina* läßt die Vermutung entstehen, daß vielleicht *Tritaxia* richtiger als regulär triserial gewordene *Uvigerina* aufzufassen wäre. Doch spricht gegen eine solche Auffassung der Umstand, daß *Uvigerina* eine glasige feinperforierte Schale besitzt, *Tritaxis* jedoch agglutiniert und grob perforiert wie *Verneuilina*, also älter ist. Die Ähnlichkeit zwischen *Tritaxia* und *Uvigerina* scheint jedoch rein äußerlich zu sein und *Uvigerina* in analoger Weise aus Polymorphiniden wie *Tritaxia* aus Verneuilinen entstanden zu sein.

*Tritaxia* ist seit der Kreide bis in die Gegenwart bekannt; doch seit dem Eozän entwickeln sich manche Tritaxien ähnlich wie die Verneuilinen oder richtiger Gaudryinen zu einreihigen Formen: wir finden im Alttertiär zunächst Mischformen mit viel drei- und wenig einreihigen

Kammern — *Clavulina* (Szaboi), im Neogen dagegen mehren sich die letzteren bedeutend, ohne daß jedoch in den meisten Fällen völlig uniseriale Individuen zur Ausbildung gelangen würden. Als Endstadien gewisser *Tritaxia*-*Clavulina*-Entwicklungen erscheint schließlich eine völlig einreihige Form mit dreieckigem Querschnitt — *Rhabdogonium*, die bisweilen, wenn der Verlauf der Nähte nicht klar ersichtlich ist, mit *Tritaxia* verwechselt werden kann. So gewiß nun manche tertiäre und rezente *Rhabdogonien* wie *Rh. tricarinatum* von *Tritaxien* stammen, so wenig scheint dies bei anderen, besonders den jurassischen der Fall zu sein, da manche derselben vor dem Erscheinen der *Tritaxien* auftreten. Für diese bleibt dann nur die Annahme verschiedener Abstammung übrig, wohl von *Nodosarien* vom Habitus der *Dentalina trigona* Schwag., die bis auf die ganz flach aufsitzenden Kammern sonst mit *Rhabdogonium* übereinstimmt.

#### Textularinae

Die ältesten bekannt gewordenen Vertreter dieser Familie stammen aus dem Karbon, doch treten sie dort bereits in einer Veränderlichkeit auf, die ihr Vorkommen in vorkarbonischen Schichten außer Zweifel stellt.

Den geologisch bekannt gewordenen Ausgangspunkt dieser Gruppe stellt *Textularia* dar, eine agglutinierte, meist grob gefügte Form, deren Kammern zweireihig alternieren und welche sehr mit den meso- und kaenozoischen *Textularien* übereinstimmt, höchstens eine einfache rundliche Mündung und nicht den sonst so charakteristischen „Querspalt“ zu besitzen scheint und die vielleicht zweckmäßiger als *Palaeotextularia* abzugrenzen wäre. Diese Gattung ist verhältnismäßig arten- und individuenarm (denn die bei Brady 1876 beschriebenen palaeozoischen „*Textularien*“ *Jonesi* (cuneiformes Jones), *triticum* Jones und wahrscheinlich auch *multilocularis* Reuß sind nach Spandels Untersuchungen *nodosaridenartige* Formen, für die von ihm der Name *Geinitzina* aufgestellt wurde. *Palaeotextularia* bildet im Karbon den Ausgangspunkt für Formen mit zweireihig angeordneten Kammern, aber siebartig durchbohrter Mündungswand — *Cribrostomum* Möller, die namentlich im russischen Karbon reich vertreten sind. Daß die einfache *Textularien*- (bzw. *Palaeotextularia*-)mündung die ursprünglichere, aus der sich die *cribrostome* Mündung ableitet, beweisen die vielen von Möller gegebenen Längsschnitte, die ausnahmslos bei den älteren Kammern von *Cribrostomen* einfache Mündungen erkennen lassen.

*Cribrostomum* entwickelt sich im Karbon häufig zu Formen mit einreihig angeordneten Kammern weiter, bei denen jedoch die siebartige

Mündung beibehalten wird, und zwar entstehen zunächst Mischformen aus anfangs zweireihigen, dann einreihigen Kammern — *Climacammine* (Typus *Cl. antiqua* Br.) und schließlich durch immer stärkeres Überwiegen der einreihigen Kammern Formen mit siebartiger Mündung und lediglich einreihig angeordneten Kammern — *Cribrogenerina* Schubert.

Außer zu *Cribrostomen* entwickelten sich einzelne karbone *Palaeotextularien* auch zu *Bigenerina* weiter, d. h. zu anfangs zweidann einreihigen Formen mit einfacher Mündung (*Big. patula* Br. pars), ja aus dem Permokarbon von Nordamerika und Australien wurden von Spandel, Chapman und Howskin auch völlig einreihige Formen als *Monogenerina* Spandel beschrieben.

Die *Textulariden* mit siebartiger Mündung verschwinden mit Schluß des Palaeozoikums fast gänzlich; ganz vereinzelt Funde von *Climacammina robusta* Br. im miozänen Schlier von Oberösterreich und in der Gegenwart lassen jedoch vermuten, daß sich spärliche Überreste dieser Reihe bis in die Gegenwart erhielten und bisher im Mesozoikum noch nicht gefunden wurden.

Die *Textularien* mit einfacher Mündung erhielten sich jedoch sicher vom Palaeozoikum an, ja sie erlangten nach Absterben (oder nach der starken Reduktion) des *cribrostomen* Seitenzweiges im Meso- und Känozoikum ihre Hauptentfaltung, entwickelten sich auch seither wiederholt zu *Bigenerinen* weiter (z. B. *Big. nodosaria*).

Doch sei auch hier hervorgehoben, daß weitaus nicht alle meso- und känozoischen „textularien“artig gebauten Foraminiferen von diesen palaeozoischen *Textularien* abstammen. Wie bei *Haplophragmium* und *Gaudryina* gezeigt ist, entwickelten sich auch aus ganz verschiedenen Formen durch Alternieren planospiraler oder triserieller Kammern Formen, bei denen zunächst die jüngsten, dann sämtliche Kammern textularienartig gebaut sind (*Spiroplecta*, *Gaudryina*, auch *Pseudotextularia*).

Von ursprünglichen *Textularien* stammt ferner *Pavonina* ab, die auch ähnlich wie *Climacammina* anfangs textulariaartige Kammern besitzt, die in einreihige mit *cribrostomer* Mündung übergehen. Doch besitzen sie nicht einen runden Querschnitt wie *Climacammina*, sondern sind von vorn nach hinten frondiculariaartig komprimiert. Die Abgrenzung von *Textularia* dürfte im Mesozoikum stattgefunden haben, obgleich bisher nur *Pavonina agglutinans* Schub. aus dem südlichen Alttertiär und die rezente *P. flabelliformis* Orb. bekannt ist.

Eine eigenartige sehr interessante Fortentwicklung von *Pavonina* lernte ich vor kurzem aus dem miozänen Schlier von Steiermark kennen. Bei dieser Form, die ich *Pavonitina* nannte, sind die einreihigen

Pavoninenkammern äußerst flach und anscheinend aus Festigkeitsgründen von zahlreichen schrägen Leisten durchsetzt.

Ob die karbone Palaeotextularia eine ursprüngliche Form ist, oder etwa ähnlich wie *Spiroplecta* und *Gaudryina* sich aus anderen Gattungen entwickelten, kann derzeit mangels näherer Anhaltspunkte nicht entschieden werden.

Wie ich im Vorstehenden erwähnte, entwickelten sich im Palaeozoikum aus zweireihigen Textularien mit einfacher Mündung Formen mit zweireihig angeordneten Kammern, jedoch mit siebartig perforierter Mündungswand. Nun erscheint in der Oberkreide eine Gattung mit dreireihig angeordneten Kammern, jedoch nicht mit einer den Textularien entsprechenden Spaltnündung, wie sie für die dreireihigen Verneuilinen bezeichnend ist, sondern mit Cribrostomum-Mündungsverhältnissen — nämlich *Chrysalidina* Orbigny (*Ch. gradata*). Es ist dies eine sehr seltene und daher mikroskopisch noch nicht genügend untersuchte Gattung, die aber allem Anscheine nach (wie *Cribrostomum* von *Textularia*) von *Verneuilina* oder einer dieser nahe verwandten *Valvulina* abzuleiten ist.

Ähnlich wie sich die triserialen kretazischen *Valvulinen-Verneuilinen* im Tertiär (infolge bedeutenderer Plasmazunahme) zu einreihigen Formen weiterentwickelten, verhält es sich auch mit *Chrysalidina*; denn wenn auch anfangs selten, so sind doch von verschiedenen Orten rezente Formen mit siebartig perforierter Mündungswand bekannt geworden (durch Brady, Millett, Egger), deren Anfangskammer dreireihig und deren weitere Kammern einreihig angeordnet sind — *Chrysalidinella dimorpha*. Doch stammt diese Mischform nicht direkt von der bisher einzigen bekannten *Chrysalidina* ab, da diese geblähte Kammern besitzt, *Chrysalidinella dimorpha* dagegen auf die Abstammung von einer Form mit dem äußeren (dreikantigen) Habitus der *Verneuilina spinulosa* schließen läßt. Offenbar haben sich auch die *Chrysalidinen*-charaktere mindestens bei zwei Reihen von *Verneuilinen* ausgebildet, bei solchen vom Typus der *Verneuilina pygmaea-propingua* und solchen vom *Spinulosahabitus*.

Obwohl *Chrysalidinen* bisher nur rezent bekannt wurden, scheint die Weiterentwicklung der kretazischen *Chrysalidina* wenigstens der ersten Reihe schon im Alttertiär, wenn nicht in der Oberkreide erfolgt zu sein, denn am Pliozän von Kar Nikobar kommen schon vollkommen einreihige nodosarienartige Foraminiferen mit siebartiger Mündung vor — *Chrysalogonium* Schubert (*polystomum* Schwag.), die möglicherweise uniseriale Fortentwicklungsstadien der *Chrysalidinen* darstellen.

Doch müssen hier noch sorgfältige Untersuchungen dieser seltenen Formen angestellt werden, ehe es als gesichert gelten kann, ob es sich bei *Chrysalogonium polystomum* nicht etwa um eine an echten Nodosarien auftretende siebförmige Mündung handelt, die mit *Chrysalidina* in keinem direkten Verwandtschaftsverhältnisse steht.

## Familie **Buliminidae**

### Bulimininae

Unter den ältesten (kambrischen) Fossilresten sind bereits Steinkerne vorhanden, die sich anscheinend nur auf die Gattung *Bulimina* beziehen lassen, die (in beschalteten Exemplaren) auch aus dem Devon bekannt ist, ferner aus dem jüngeren Palaeozoikum. Formen- und individuenreich werden die Buliminen jedoch erst im Mesozoikum, sie erhalten sich dann in reicher Fülle bis in die jetzigen Meere. Über die Abstammung wissen wir nichts Sicheres, da sie bereits wie erwähnt in anscheinend völlig den jetzigen Buliminen entsprechenden Formen bereits in den ältesten Schichten auftreten.

Es sind zum Unterschiede von den Valvuliniden überwiegend rein kalkige Formen mit fein perforierter und glasig glänzender Schale von durchschnittlich weit geringeren Dimensionen. Die Mündung ist spaltförmig und meist am Innenrande der letzten Kammer gelegen. Die Kammeranordnung ist schraubig-spiral.

Aus diesem Formenkreise entwickelte sich schon im Mesozoikum (vom Jura an oder schon früher) durch besondere Streckung und Kompression der Kammern, so daß sie unvollständig zu alternieren scheinen, *Virgulina*, deren einzelne bis in die Gegenwart reichende Vertreter jedoch sich nicht voneinander, sondern mehrere Male von *Bulimina* aus entwickelt haben dürften.

Die eigentlichen Buliminen besitzen bald ein mehr gedrungenes, bald ein mehr gestrecktes Gehäuse. Besonders gestreckte Formen entstanden offenbar gleichfalls wiederholt, wobei sich durch Verbreiterung und eigenartige Ausbildung der Mündung die als *Pleurostomella* bezeichneten Typen entwickelten, deren wichtigstes Merkmal die weite lateral gelegene Mündung ist. Weiterhin sind *Pleurostomellen* meist mehr oder weniger deutlich alternierend gebaut, ja bisweilen gehen die biserialen oder buliminenartigen Kammern in einreihige über, ja die unterkretazische *Pl. barroisi* Berth. besteht nur aus einreihigen Kammern (*Pleurostomellina* Schub.). Mit dem Schwinden der typischen Buliminenanordnung steht auch die Änderung der Mündung im Zu-

sammenhänge, die sich aber nur im Formenkreise der tertiären und rezenten *Pleurostomelle alternans* und *rapa-brevis* zu einer eigenartigen Form entwickelt hat, sowohl bei den jurassischen (*Pl. jurassica* Häusl.) wie bei *Pl. obtusa-reussi* Berth. und *subnodosa* aus der Kreide (und die letztere auch in den gegenwärtigen Meeren) noch recht primitiv ist.

Im Gegensatz zu den meisten Bulimininen weisen zahlreiche Arten dieser Gattung eine sandig-agglutinierte Schale auf, die Reuß unter dem Namen *Ataxophragmium* abzugrenzen suchte. Da rein kalkige Bulimininen schon sicher früher bekannt sind, dürften in diesen oberkretazischen Formen nicht sowohl agglutinierte Ahnenformen der kalkigen Bulimininen als vielmehr durch physikalische Verhältnisse bedingte Formen zu sehen sein, wie ja in denselben Schichten auch andere Gattungen (z. B. Flabellinen) in ihre Schale Sandkörner aufnehmen, ja oft zu einem ganzen Panzer zusammenfügen. Eine scharfe Abgrenzung der *Ataxophragmien* von den typischen, d. h. rein kalkigen Bulimininen scheint übrigens untunlich zu sein.

Eine höchst eigenartige Formenreihe dürfte sich im Alttertiär von *Bulimina* abgezweigt haben und zwar von *Bulimina pyrula* Orb. oder einer ähnlichen Art. Durch noch intensivere Sarcodezunahme, als dies in der Regel bei dieser Art der Fall ist, entstanden um solche Buliminengehäuse völlig umfassende Kammern; äußerlich ist bei einer einzigen bisher bekannten hierhergehörigen Art aus dem oberitalienischen Neogen — bei *Ellipsobulimina sequenzai* Silvestri nur eine einzige ellipsoidinaartige Kammer mit gekrümmter terminaler Spaltmündung zu sehen, während alle älteren, von dieser umhüllten Kammern noch Bulimininenbau besitzen.

Aus solchen Formen entwickelte sich nun allem Anscheine nach die gleichfalls seltene bisher lediglich im Neogen bekannte Gattung *Ellipsoidina*, die lediglich aus einander ganz umfassenden Kammern mit analoger Mündung wie *Ellipsobulimina* besteht. Indem die abnorm große Plasmazunahme wieder verringert wurde, entstanden Formen, bei denen bloß die ältesten Kammern einander ellipsoidinenartig umfaßten, deren jüngere aber glandulinenartig aufeinander aufsitzen, wodurch glandulinaartige Formen entstanden, deren Mündung jedoch nicht einfach rund oder gestrahlt terminal, sondern ein gekrümmter Spalt wie bei *Ellipsoidina* ist — *Ellipsoglandulina* Silvestri (*E. labiata*). Daß bei manchen dieser „*Ellipsoglandulinen*“ die einreihigen Kammern nicht völlig gerade, sondern z. T. schräg gestellte Nähte besitzen, sich also wieder die Tendenz nach einem wenn auch unvollständigen Alter-

nieren der Kammern einstellt (*Ellipsopleurostomella Silvestri*), ließe sich als Rückschlag auf die Buliminenanordnung erklären. Weiterhin entwickelten sich im jüngsten Neogen äußerlich völlig nodosarienartige Foraminiferen, bei denen lediglich die bei den vorhergehenden Formen erwähnte Mündung auf die Abstammung vom Ellipsoidinenkreis hindeutet — *Nodosarella* Rzehak 1895 (= *Ellipsonodosaria* Silv.).

---

Mit den vorstehenden Darlegungen der einzelnen Formenreihen der Foraminiferen hatte der Verfasser seine speziellen Ausführungen abgeschlossen; er wollte diesen aber noch ein zusammenfassendes Schlußkapitel anfügen. Daran hat ihn der Krieg und sein späterer Heldentod im Felde gehindert. Auch die Beigabe von Textfiguren, die ich im Interesse besserer Verständlichkeit sehr gewünscht hatte, ist dadurch unmöglich geworden.

Die Hoffnung auf diese Nachträge verzögerten die Veröffentlichung des schon im Frühjahr 1914 abgeschlossenen Manuskriptes, dessen Druck nun durch die Notstände des Buchgewerbes weitere Verzögerungen erfahren hat.

Der Herausgeber.

---