

## 2. Der oberkarbone Foraminiferensapropelit Spitzbergens.

Von

Hans v. Staff und Rudolf Wedekind.

(Tafel II—IV.)

---

### Vorwort.

Der Liebenswürdigkeit von Herrn Professor WIMAN verdanke ich ein reiches und interessantes Material von Foraminiferengesteinen Spitzbergens im Besitz des Geologischen Instituts in Upsala. Der Aufforderung, dieses Material für die vorliegende Zeitschrift zu bearbeiten, kam ich um so bereitwilliger nach, als mir vor längerer Zeit durch die gütige Vermittlung von Herrn Prof. FRECH eine Anzahl von arktischen Fusulinenschliffen aus dem Nachlasse Prof. SCHELLWIEN's zugänglich geworden waren. Dadurch wurde es mir ermöglicht, auch die Fusulin fauna der benachbarten Bäreninsel hier heranzuziehen. — Um bei dieser Bearbeitung eine breitere Basis zu erhalten, habe ich im Anschlusse an meine soeben veröffentlichte spezielle Darlegung der »Anatomie und Physiologie der Fusulinen« (Zoologica, herausgeg. von Prof. CHUN, Heft. 58, 1910) mich bemüht, die morphogenetischen Ergebnisse auch auf andere Formengruppen vergleichsweise zu übertragen, um so Anhaltspunkte für die Klärung der systematischen Stellung der Fusuliniden zu gewinnen. — Einem glücklichen Zufalle verdanke ich die Mitarbeiterschaft von Herrn Dr. WEDEKIND. Wenn wir uns entschlossen haben, diese Studie gemeinsam zu veröffentlichen, ohne unsere speziellen Anteile an ihr näher abzugrenzen, so geschah dies, weil jeder von uns das Ganze vollkommen selbständig durchgearbeitet und somit gleichsam ein geistiges Miteigentum erworben hat. Somit sind auch beide Verfasser für den Inhalt voll verantwortlich, wenn auch z. B. zunächst Herrn Dr. WEDEKIND die auf Nummuliten bezüglichen Beobachtungen zu danken sind, die er in einer umfassenderen Arbeit über diese so interessante Gruppe näher auszuführen beabsichtigt. Seine Priorität in diesen Punkten ist, somit durch die gemeinsame Veröffentlichung nicht in Frage gestellt. — Wir glauben, dass es auf einem

so viel umstrittenen Arbeitsfelde, wie es die Foraminiferen darstellen, nützlich ist, wenn wenigstens zwei Bearbeiter in einer Anzahl wichtiger Fragen die gleiche Ansicht vertreten. Bezüglich der *Form* sei bemerkt, dass die Abfassung der beiden ersten und des vierten Abschnittes mir zufiel.

Für die Ueberlassung des Materials schulden wir den Herren Prof. WIMAN, FRECH und TORNQUIST unseren Dank. Ebenso möchte ich den Herren Dr. SCHOLZ und ALPETER für die Einsicht in ihre interessanten Schliffe reticulater Nummuliten bezw. Alveolinen, sowie auch ganz besonders Herrn Prof. POTONIÉ für seine so liebenswürdige Untersuchung des kaustobiolithischen Gesteins und seinen Originalbeitrag zu dieser Arbeit unseren aufrichtigen Dank sagen.

Zum Vergleiche standen uns neben den recenten Formen des zoologischen Museums, die uns Herr Prof. WELTNER liebenswürdigst zugänglich machte, noch u. a. die Schätze der EHRENBURG'schen Sammlung und Originalmaterial zu D'ORBIGNY's Werk zur Verfügung. Herrn Geheimrat BRANCA sowie Herrn Prof. WELTNER sei auch an dieser Stelle unser verbindlichster Dank ausgesprochen.

Die Anfertigung der Mikrophotographien, soweit sie nicht SCHELLWIENS Nachlasse entstammen, übernahm Herr Dr. WEDEKIND, dessen Dank gegen Herrn Privatdozent Dr. GOTHAN, auf dessen reiche Erfahrung er sich hierbei stützen konnte, ich mich hier anschliesse.

Berlin, März 1910.

*Hans v. Staff.*

### Inhalts-Uebersicht:

- 1) Das Einbettungsgestein der Fusuliniden Spitzbergens
- 2) Der Schalenbau der Fusulinen im Vergleich mit dem anderer Foraminiferen.
- 3) Einige Bemerkungen über Nummuliten.
- 4) Die Stellung der Fusuliniden im System.
- 5) Beschreibung der oberkarbonen Foraminiferen Spitzbergens.

## I. Das Einbettungsgestein der Fusuliniden Spitzbergens.

Das Gesteinsmaterial, das wir erhielten, stammte im wesentlichen von den Fundorten: Mimersbukt (Klas Billen Bay) und Tempelbay, und es bestand aus einzelnen Handstücken. Eine Anzahl fusulinenärmerer hellgrauer Kalke trug die Bezeichnung: Cyathophyllumkalk. Eine zweite äusserlich sofort deutlich unterscheidbare Serie zeigte zwar einige Uebergänge zwischen kalkreicher festerer und kalkärmerer, bröckeliger Beschaffenheit, liess aber ihre wichtigsten makroskopischen Merkmale wie folgt zusammenfassen: In einer schwärzlichen Grundmasse von mehr oder weni-

ger pappeartiger Struktur liegen zahllose Fusulinen eingebettet. Das Gestein lässt sich sehr leicht spalten und zeigt, dass die Foraminiferenschalen mit ihren Längsachsen fast sämtlich in der Spaltungsfläche liegen. Die Gehäuse liegen in der pappeartigen Masse etwa wie die »Augen« eines Gneisses. Offenbar liegt die Spaltungsfläche nicht parallel zu den ursprünglichen Schichtflächen, da das Einbettungsmaterial während des gesteinsbildenden Prozesses an Volumen verloren hat und bei seiner Kontraktion nur in den eingeschlossenen Fusulinen ein Hindernis fand, wodurch eben die leicht wellige Pappstruktur hervorgerufen wurde.

Der stark bituminöse Geruch, der bei der Anfertigung der Dünnschliffe sich bemerkbar machte und in geringerem Grade auch bei dem helleren Cyathophyllumkalk beim Anschlagen auftrat, veranlasste uns, das Gestein auf seine Brennbarkeit zu untersuchen. Die bröcklichsten Varietäten brannten mit stark russender Flamme sogar ohne vorherige Auslösung der reinkalkigen Fusulinenschalen. Herr Prof. POTONIE, dem wir nunmehr das Material und unsere Schliffe unterbreiteten, hatte die Liebenswürdigkeit, nach eingehender Untersuchung uns den folgenden Originalbeitrag zur Verfügung zu stellen:

*»Ueber den Fusulinenkalk von Spitzbergen.*

In dem vorliegenden Gestein handelt es sich sehr wahrscheinlich um einen typischen Kalkspropelit, dessen brennbare Substanz »Bitumen« zum Teil in Gestalt von asphaltartigen Blättchen oder Schlieren ausgeschieden ist. In der Zuweisung des Gesteins zu den Sapropeliten liegt die Annahme, dass das Bitumen sich an primärem Orte befindet. In den heutigen marinen Sapropeliten handelt es sich um Flachseebildungen und zwar entstanden in ruhigen, mehr oder minder stagnierenden Wassern, etwa Buchten, Lagunen und sonstigen mehr oder minder abgeschlossenen Wasserstellen, denn in der Tiefsee sind bei der immerhin ständig vorhandenen Wasserbewegung rezente kaustobiolithische Materialien nicht in nennenswerten Mengen gefunden. In den heute sich bildenden organogenen Gesteinen der Tiefsee sind daher die brennbaren Substanzen durch Verwesung so gut wie ganz verschwunden oder doch nur noch in Spuren vorhanden, die aber niemals hinreichen würden, ein so stark sapropelitisches Gestein zu liefern, wie den vorliegenden Fusulinenkalk. Dieser enthält, wie die heutigen derartigen Bildungen das sehr oft zeigen, geschwefelte Eisenverbindungen in feinsten Verteilung, aber auch makroskopisch hier und da sichtbar. Die Lieferanten des zum Bitumen gewordenen Sapropels dürften grossenteils die Fusulinen selbst gewesen sein und vielleicht mikroskopische Oelalgen und dergl., kurz andere echte Wasserorganismen (wesentlich Plankton), die mit den Fusulinen zusammengelebt haben. Der Fusulinenkalk kann sich sowohl unter kühlerem, wie tropischem Klima gebildet haben, da marine Sapropelite sich an geeigneten

Stellen heute sowohl in der gemässigten als auch in der Tropenzone bilden.

H. Potonié.»

Abgesehen von dem paläogeographischen Interesse, dass die obigen Ausführungen bieten, aus denen ohne weiteres die Existenz einer festlandnahen Lagunenzone in dem in Frage kommenden oberkarbonen Horizonte in Spitzbergen abzuleiten ist, ergeben sich auch eine Anzahl von Folgerungen, die für das gesamte Fusulinenproblem von sehr erheblicher Bedeutung sind. Das auffällige Fehlen anderer mariner Organismen in Fusulinschichten ist bereits an anderer Stelle besprochen worden. Auch in Spitzbergen scheinen ausser sehr seltenen Schalen von *Productus* sp. (*Cora*) und einem Stück einer rasenartig wachsenden Auloporida Reste anderer Lebewesen (ausser Foraminiferen) in den eigentlichen Fusulinschichten so gut wie garnicht vorzukommen. Da somit die Möglichkeit, dass die Fusulinen etwa die verwesenden Körper höherer Tiere als Nahrung benutzt hätten, wenigstens für alle kalkschaligen Organismen fortfallen musste, blieben eigentlich als Nahrungsobjekte nur die Vertreter der niedersten Pflanzenarten übrig. Somit scheint das Vorkommen von Spitzbergen eine recht wertvolle Bestätigung dieses zuvor nur deduktiv ableitbaren Schlusses zu sein. Chlorophyllreiche Oelalgen und dergl. müssen unzweifelhaft neben den Proteinkörpern der Fusulinen als Bitumenlieferanten angesehen werden, wie sich schon aus dem immerhin doch noch prozentual geringen Anteile ergibt, den die Gehäuse an dem Aufbau des Gesteines haben. Auch fehlt im Innern der Schalen der Asphalt fast völlig. — Dass dieses Milieu den Fusulinen aber an sich nicht unangenehm war, im Gegenteil durchaus behagte, zeigt neben ihrer enormen Zahl auch der Umstand, dass wir fast ausschliesslich wohl ausgewachsene Exemplare, also weder Kümmerformen noch »Kinderfriedhöfe«, antreffen. Auch die spezifische Bestimmung zeigt das Gleiche an, indem wir hier keineswegs besonders angepasste Formen haben, sondern u. a. sogar typische Vertreter der Gruppe der *Fusulina alpina*! Um eine Einschwemmung abgestorbener Schalen kann es sich gleichfalls nicht handeln, da einmal die gewaltige Menge und die gleichmässige Verteilung der Individuen kaum derartig erklärbar wäre, andererseits aber der Erhaltungszustand zu gut ist, um einen längeren Transport der Gehäuse annehmen zu lassen. Ebenso wäre dann das Fehlen anderer Einschwemmlinge ganz unverständlich. Die vergleichsweise allerdings häufigen Verletzungen der Schalen zeigen einen Habitus, der auch auf eine andere Ursache mit ziemlicher Sicherheit hinweisen könnte: keineswegs immer die mechanisch schwächsten Teile der Schale erscheinen angegriffen, sondern oft sind wahllos, bald hier, bald dort, Teile des Gehäuses zerstört. Der Charakter des Gesteines legt sofort den Schluss nahe, dass hier auch eine Corrosion durch naszierende Kohlensäure stattgefunden hat. Die Unmöglichkeit andererseits den starken Bitumengehalt etwa als nachträgliche Anreicherung zu erklären, liegt ange-

sichts der sapropelitischen Struktur des Gesteines (vgl. die Notiz POTONIÉS) zu sehr auf der Hand, als dass an dieser Stelle näher darauf eingegangen zu werden brauchte. Namentlich das Bild des Dünnschliffes zeigt klar, dass die Asphaltpartikelchen in direktem Zusammenhange mit dem Aufbau des Gesteines stehen und keineswegs etwa allomorphe Ausfüllungen von sonst ja auch schwer deutbaren Hohlräumen darstellen. Die häufigen Schalenzerdrückungen, von denen Taf. II Fig. 1 ein anschauliches Bild gibt, sind gleichfalls ein Beweis für ein nachträgliches starkes Zusammen-sacken des Kalkschlammes, wie es eben in Sapropeliten typisch einzutreten pfllegt.

Der hohe Grad der Bituminierung des Sapropelits steht gleichfalls durchaus im Einklange mit der hier gegebenen Deutung, indem der Kalk-reichtum des Gesteins eine gewisse Beschleunigung des auf Asphaltbildung abzielenden Prozesses veranlassen musste.

Ueber die Tiefe des Wasserbeckens gibt uns der starke Bitumen-gehalt ebenfalls einen sehr erwünschten Aufschluss, der zugleich früher aus anderen Gründen geäußerte Ansichten zu stützen geeignet ist. Der häufige Fazieswechsel der Fusulinschichten mit Oolithen und Korallen-bildungen einerseits, Brachiopodenkalken andererseits, hatte im Verein mit der Tatsache, dass die Kontinentgrenzen aller bisherigen Rekonstruktions-versuche der permokarbonen Geographie mehr oder weniger mit der Ver-breitung der Fusulinen zusammenfielen, ein benthonisches Flachseeleben recht wahrscheinlich gemacht. Die Spitzbergischen Funde lassen nunmehr mit grosser Sicherheit den Schluss ziehen, dass vollkommen typische, nor-malgebaute Fusulinen in grosser Nähe einer ausgedehnten Landmasse (Spitzbergen-Bäreninsel ca 250 km.) in seichten wenig bewegten Buchten oder Lagunen salzigen (oder doch nur ganz schwach brackigen) Wassers, das mit der offenen See wohl nur wenig Verbindung<sup>1</sup> hatte, durchaus zusagende Lebensbedingungen fanden. Die Nahrung bestand offenbar aus mikroskopischen Algen etc., die das Wasser in ungeheurer Zahl erfüllten. Die Abhängigkeit der Algen vom Licht gestattet die Festsetzung einer Maximaltiefe von etwa 60—80 m.; doch deutet vielleicht das Vorkommen der Auloporide auf ein durchschnittlich noch etwas seichteres Wasser hin.

Hinsichtlich des Klimas wäre freilich schon die Anwesenheit von Korallen geeignet, *tropische oder subtropische Bedingungen* mit hohen Isochimenen wahrscheinlich zu machen. Dass auch die Fusulinen an sich bereits auf warmes Klima in Analogie mit den heute lebenden Grossforaminiferen hinweisen, wurde bereits an anderer Stelle ausgeführt. Das massenhafte Vorkommen von Faulschlamm könnte eher ein Bedenken erregen, indem ja die Bedingungen zur Erhaltung derartiger Bildungen in den kühleren Zonen sich leichter verwirklichen. Doch sei hier ausdrück-lich betont, dass in dieser Frage wie in der der »Tropenmoore« es von vornherein selbstverständlich ist, dass es keineswegs lediglich auf beson-

<sup>1</sup> Die Seltenheit pelagischer Formen (*Schwagerina cf. princeps*) ist für diese Frage wichtig.

ders günstige Erhaltungsbedingungen ankommt, sondern ausschliesslich die Lieferung des torf- bzw. sapropelbildenden Materials dessen Zerstörung übertreffen muss. Die überreiche Fülle der tropischen Flora vermag in stagnierenden und darum sauerstoffarmen Gewässern mit Leichtigkeit Schritt zu halten mit den allerdings in der Wärme an sich lebhafter erfolgenden Zersetzungsprozessen. Der hervorragenden Wichtigkeit des paläoklimatischen Problems wegen sei hier wieder einmal hervorgehoben, dass entgegen vielen von autoritativer Seite ausgesprochenen Ideen *Tropenmoore und tropische Sapropelite* sowohl gegenwärtig wie in früheren Perioden keineswegs fehlen. Herrn Prof. POTONIÉ, der ja seinerzeit bereits so nachdrücklich auf die Existenz der gewaltigen rezenten Moorbildungen in Sumatra hingewiesen hat, verdanken wir für die Deutung des Spitzbergischen Asphaltvorkommens die überaus wichtige Angabe, dass die von Prof. STILLE aus Venezuela (Maracaibo) auf seine Bitte mitgebrachten Faulschlammproben so charakteristische Sapropelite (50 % Sapropel!) darstellten, dass sie gleichfalls mit heller Flamme brannten! Somit ist die Existenz hochbituminierter Kalke keineswegs an sich als ein Gegengrund gegen die Entstehung unter tropischen Verhältnissen anzusehen, wie denn auch tertiäre Grossforaminiferenkalke des Sunda-Archipels teilweise den gleichen Habitus<sup>1</sup> zeigen.

Unter den zahlreichen gleichaltrigen Gesteinsproben aus aller Herren Ländern zeigt namentlich der schwarze Fusulinenkalk der karnischen Alpen (Auernigg) im Dünnschliffe eine bemerkenswerte Aehnlichkeit mit dem Spitzbergischen Asphaltkalke. Da hier eine Wechsellagerung mit Landpflanzenresten beobachtet worden ist, die ja auch sonst bei den Fusulinenschichten nichts seltenes darstellt (karbone Kohlenflötze von Nordamerika, Donetz, etc.) muss der klimatische Wert von Kohlenbildungen hier gleichfalls kurz gestreift werden. Da in den verschiedensten Erdschichten der verschiedensten Breitenlagen sich gewaltige Kohlen und Braunkohlenlager finden (*Liaskohlen* von Fünfkirchen, *Eocänkohlen* von Tatabánya, Südost-Borneo den Kassiabergen Nordindiens, *Jurakohlen* in Ostasien, *Keuperkohlen* von Deutschland, u. s. w.), die doch unmöglich auf ein »verhältnismässig nicht allzu warmes Klima« zurückgeführt werden können, ist es auch schlechterdings nicht zulässig, aus der blossen Existenz oberkarboner Kohlenflötze ein mehr oder weniger »gemässigt« Klima zu folgern.

Zusammenfassend wäre also über das oberkarbone Klima Spitzbergens zu sagen, dass sich alle Anzeichen mit der Annahme tropischer oder subtropischer Verhältnisse ungezwungen und weitaus am besten vereinigen lassen.

Nur eine Frage muss noch kurz behandelt werden. Weshalb finden sich relativ so selten stark bituminöse Fusulinenschichten, obwohl doch die Lebensweise der Grossforaminiferen einer Bituminierung des Einbet-

<sup>1</sup> Herrn Dr. AHLBURG, der uns eine typische Probe derartigen Gesteines zeigte, sind wir zu bestem Danke verpflichtet.

tungsgesteins sehr günstig erscheinen könnte? Hierauf ist zu erwidern, dass die Erhaltungsbedingungen für die Kohlenwasserstoffe ja nur in sehr stillen Lagunen gegeben sind, während die Nahrungspflanzen der Fusulinen natürlich auch in bewegterem und daher sauerstoffreicherem Wasser vorhanden waren. Auch zur Jetztzeit ist ja die Verbreitung des Faulschlammes wesentlich geringer, als die der ihn bildenden Organismen. Zudem sind bei marinen Küstengebieten, die hier allein in Betracht kommen, ja schon die Gezeiten im Allgemeinen ausreichend, die Bitumenanreicherung wesentlich zu beeinträchtigen. Im Uebrigen ist die Seltenheit von Nachrichten über sapropelitische Grossforaminiferengesteine vielleicht auch auf andere Weise zu erklären, und die Existenz bituminöser Tertiärkalke der Sundainseln stellt vielleicht keineswegs eine so seltene Ausnahme dar (vgl. VERBEEK et FENNEMA, descr. geol. de Java et Madoura 1896, Seite 1043!). Jedenfalls ergibt sich aus dem Gesagten die bedeutende Wichtigkeit, die Spitzbergen auch in oberkarbon-permischer Zeit für das paläoklimatische Problem besitzt. —

Obwohl über die einzelnen Fusulinspezies in einem folgenden Abschnitte Näheres zu berichten sein wird, müssen noch einige speziellere Punkte kurz erwähnt werden, die von lithologischem Interesse sind: Die Fusulinen Spitzbergens gehören zwar verschiedenen Gruppen an, zeigen aber doch eine Reihe von gemeinsamen Eigenschaften, die uns beweisen, dass wir es hier mit einer Faunengesellschaft zu tun haben, die dem gleichen Milieu angepasst ist. Einmal überwiegen die makrosphärischen Individuen so stark an Zahl, dass man fast von einem Fehlen der Mikrosphären sprechen könnte. Die Makrosphären ihrerseits sind sämtlich relativ klein und schwanken in ihren Dimensionen in engen Grenzen. Auch im übrigen treten solche Konvergenzen stark hervor: Die überall mehr oder weniger deutlichen Medialreifen z. B. sind bisher in so vorherrschender Verbreitung nur in dem Permokarbon des zentralen Nordamerikas uns bekannt geworden, das gleichfalls eine sehr eng geschlossene Faunengemeinschaft aufweist. Da bisher von den anderen Angehörigen der Gruppe der *Sch. alpina* in Kärnten und Russland noch nicht bekannt geworden ist, ob sie wenigstens beim Anschleifen gleichfalls Medialreifen zeigen, liegt bis zu deren eingehenderer Untersuchung somit das interessante Problem vor, ob etwa das Milieu Spitzbergens auch bei sonst medialreifenfreien Formen derartige Stützgebilde erzwänge. Da die offenbar mit der Nordamerikanischen Gruppe der medialbereiften *Sch. secalis* verwandte *Sch. regularis* der karnischen Alpen ebenso im Achsialschliff die Medialreifen vermissen lässt (das Bild des Anschliffes ist bisher noch nicht bekannt geworden!), läge evtl. der Gedanke nahe, dass es Medialreifen begünstigende oder verhindernde Milieux gibt.

Als ein Fremdling unter diesen, wie gesagt unter einander so ähnlichen, *Schellwienien* Spitzbergens erscheint eine typische *Schwagerina*. Schon die verhältnismässig grosse Seltenheit dieser Form, die um so mehr auffallen muss, als ja die *Schwagerinen* sonst meist absolut herr-

schend aufzutreten pflegen, zeigt, dass das Milieu, das offenbar eine gewisse Festigkeit der Schale forderte, ihnen nur wenig zusagen konnte. An anderer Stelle ist ausgeführt worden, dass die Schwagerinen pelagischer Lebensweise zuneigten, und so ist einerseits wohl verständlich, dass zwar einzelne Exemplare gelegentlich verschleppt werden konnten, andererseits aber findet ihre Seltenheit in dieser typisch benthonischen Fazies ohne weiteres ihre Erklärung. Dass hier ein Tier aus anderem Lebensbezirk eingeschleppt wurde, zeigt sich auch sehr hübsch darin, dass die zierlichen mit möglicher Materialersparnis konstruierten Gehäuse stets völlig zertrümmert sich zeigen, obwohl im gleichen Dünnschliffe die massiveren Fusulinenschalen nur ganz geringfügige Einwirkung der sapropelischen Pressung erkennen lassen.

Von Interesse ist auch die Tatsache, dass die einzige grössere Foraminifere (*Bigenerina sp.*), die wir in der Fazies angetroffen haben, und die zweifellos in ihr bodenständig ist, ganz nach Art der sonst absolut verschiedenen Fusulinen ihr Dachblatt mit einem Wabenwerk versteift, während die kleineren Typen, deren geringe Grösse an sich ja bereits mechanisch widerstandsfähiger ist, nur ein Dachblatt zu besitzen scheinen. Dem entsprechend hat auch die den *Fusulinen* doch offenbar sehr eng verwandte aber kleine *Schubertella* den wabenlosen Schalenbau der *Fusulinella*. Das an anderer Stelle aufgestellte *Gesetz der mechanischen Kompensation*<sup>1</sup> innerhalb einer zusammengehörigen Foraminiferenfauna findet somit auch in dem Spitzbergischen Fusulinenkalk wiederum eine Bestätigung.

## II. Der Schalenbau der Fusulinen im Vergleich mit dem anderer Foraminiferen.

Um eine genügende Unterlage für die Entscheidung der Frage zu gewinnen, welcher Platz den Fusulinen im System zusteht, muss der Bau ihrer Schalen mit dem anderer Foraminiferengruppen verglichen werden. Namentlich zu der unlängst von DOUVILLÉ vorgeschlagenen Einteilung wird Stellung zu nehmen sein. Ebenso ist aus der an anderer Stelle ausführlich nachgewiesenen Porenlosigkeit der Fusulinen die entsprechende Konsequenz zu ziehen, und vor allem ist dadurch das Problem eventueller Beziehungen der Fusuliniden zu der so auffallend formgleichen und ebenfalls porenlosen Gruppe der Alveoliniden in eine neue Phase getreten. Liegt hier nur weit gehende Konvergenz oder aber genetische Verwandtschaft vor, bzw. hat etwa Rückschlag oder iterative Artbildung mitgewirkt?

Schon von jeher hat das Auftreten der weitgehendsten Konvergenzen der Aufstellung einer wirklich naturgemässen Foraminiferensystematik grosse Schwierigkeiten bereitet. Seit man erkannte, dass D'ORBIGNYS

<sup>1</sup> Zoologica 58, Seite 32.

klassische Einteilung<sup>1</sup> in Monostegier, Stichostegier, Helicostegier, Entomostegier, Enallostegier, Agathistegier lediglich eine *Zusammenfassung der Formanalogieen* darstellte, sind mannigfache »Natürliche« Systeme vorgeschlagen worden, von denen besonders die von BRADY<sup>2</sup>, REUSS<sup>3</sup>, SCHWAGER<sup>4</sup>, NEUMAYR<sup>5</sup>, RHUMBLER<sup>6</sup>, EIMER und FICKERT<sup>7</sup> sowie CHAPMAN<sup>8</sup> genannt zu werden verdienen. Wie wenig befriedigend alle diese Lösungen des Problems jedoch sind, beweist jeder Blick in die neue Litteratur. Als symptomatisch sei der Titel einer 1907 erschienenen Arbeit<sup>9</sup> R. J. SCHUBERTS: »Beiträge zu einer natürlicheren Systematik der Foraminiferen« genannt. Mit dem verdienstvollen Verfasser dieser Schrift glauben wir vollständig darin übereinzustimmen, dass das Ziel einer wirklich monophylenen Einteilung noch weit entfernt ist und nur nach und nach durch das auf sorgfältiger Einzeluntersuchung basierende Aufstellen von *Partialstammbäumen* erstrebt werden kann. Um aber den Blick für die zu erweisenden genetischen Zusammenhänge ungetrübt zu erhalten, ist es durchaus erforderlich, das Wesen und die Bedeutung der aufdringlichen und trügerischen Konvergenzen im Schalenbau klarzustellen. Um den Ursachen nachzugehen, welche in den nach andern Gesichtspunkten verschiedensten Gruppen doch immer wieder überraschend ähnlich aufgebaute Formen hervorbringen, wollen wir die einzelnen konstruktiven Elemente, die im Schalenbau Verwendung finden, besprechen und dabei auf den Mechanismus der Schalenabsonderung durch die Sarkode eingehen.

#### a. Die Anfangskammer.

Bei allen Thalamophoren fast ohne jede Ausnahme<sup>10</sup> finden wir ein Gebilde, welches bis zu einem gewissen Grade die physikalischen Beding-

<sup>1</sup> "Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien". 1846, Seite 8—18. Auch O. Terquem stellte sich völlig auf die Basis dieser Einteilung in Mém. Soc. Geol. France, 2<sup>me</sup> sér. X, 1875, vgl. l. c. Seite 72—76.

<sup>2</sup> "Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger", Zoology IX, 1884.

<sup>3</sup> "Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen", 1861, Sitzungsber. Wiener Akademie, XLIV.

<sup>4</sup> "Saggio di classificazione dei Foraminiferi, aouto riguardo alle loro famiglie naturali", Boll. com. geol. d'Italia, 1876, 11, 12. — 1877, 1, 2.

<sup>5</sup> "Die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der schalentragenden Foraminiferen", 1887. Sitzungsber. Wiener Akad. XCV. — "Stämme des Tierreiches I", 1889.

<sup>6</sup> "Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren", 1895, Nachr. Kgl. Ges. Wiss. Göttingen.

<sup>7</sup> "Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen; Entwurf einer natürlichen Einteilung derselben". 1899. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. LXV.

<sup>8</sup> "The Foraminifera: an Introduction to the Study of the Protozoa". London 1902.

<sup>9</sup> Neu. Jahrb. f. Min. Geol. Pal., Beilagebd. XXV.

<sup>10</sup> z. B. *Calcituba*. Nachträgliche Resorption der Jugendschale ist jedenfalls nur in den allerseltensten Fällen nachweisbar und jedenfalls keineswegs so häufig, wie MUNIER-CHALMAS und SCHLUMBERGER annahmen, die die Entstehung der Makrosphaeren darauf zurückzuführen suchten. Selbst bei der Bildung der *Orbulina*-Hülle bleiben "die innersten sehr dünnen Scha-

ungen des Lebensbeginnes jedes Individuums abzulesen gestattet. Zwei Haupttypen lassen sich leicht unterscheiden: die *Sphäroidform* verlangt zu ihrer Entstehung die ungehinderte Einwirkung der Oberflächenspannung; die *Diskoidform* zeigt daneben noch den Einfluss der Schwerkraft. Während somit die erstere ein freies Schweben im Meerwasser annehmen lässt, deutet die letztere wohl auf ein erhöhtes spezifisches Gewicht hin, das ein Leben am Meeresgrunde herbeiführte. Wenn wir nach typischen Vertretern dieser beiden Formen suchen, sehen wir, dass fast durchweg die Diskoidform bei den festgewachsenen Foraminiferen sich findet, z. B. bei *Orbitolites*, oder doch bei solchen, die ein träges bodenständiges Leben führen, wie *Orbitoides*, *Orthophragmina*, *Operculina* u. a. Allerdings ist hierbei noch folgendes zu bedenken: Für manche Foraminiferen ist eine Beschalung bereits innerhalb des Muttertieres nachgewiesen, bei anderen erfolgt sie zweifellos erst nach der völligen Abtrennung.<sup>1</sup> Von hohem Interesse ist es nun, dass z. B. bei *Orbitolites* in der Diskoidkammer stets noch eine zweite kleinere Schale sichtbar wird, die vielleicht eine wahre »Embryonalkammer«<sup>2</sup> ist, jedenfalls aber sehr viel weniger den Einfluss der Schwerkraft erkennen lässt. Es wäre demnach an sich ganz wohl möglich, dass die bisher stets als Anfangskammer aufgefasste Diskoidschale (bei *Orbitolites*) bereits eine Vereinigung von Erstlingsschale und erster Umgangskammer<sup>3</sup> darstellt. Die Anfangskammer kann porenlos (*Fusulina*) oder porös (*Peneroplis pertusus*) sein,<sup>4</sup> und zwar zuweilen auch dann, wenn die späteren Kammern porenlos erscheinen. In beiden Fällen ist mindestens eine grössere Oeffnung (Pylom) erforderlich, um das zur Bildung neuer Kammern notwendige Ueberfliessen der Sarkode zu gestatten. An dieser Stelle pflegen die Zellorgane lokalisiert zu sein, und dieser Umstand beeinflusst die Gestaltung der Schale in der Nähe der Oeffnung. Tritt nämlich eine grössere Sarkodemenge aus, ehe die Anfangsschale vollständig unnaehgiebig geworden ist, so wird die Oberflächenspannung eine Eindellung, und damit eine Art Abplattung oder *Nierenform* der Anfangskammer bewirken (*Fusulina*, *Nummulites*). Hierbei kann auch noch die Schwerkraft (in Gestalt der reinen Massenanziehung, da die Gewichts-

lenhäutchen von den eingeschlossenen Globigerina-Kammern während des Lebens erhalten“, obwohl im übrigen der Kalk der früheren Kammerwände grösstenteils resorbiert wird. Vergl. Rhumbler „Über die phylogenetisch abfallende Schalenontogenie der Foraminiferen und deren Erklärung“. Verh. Deutsch. Zool. Ges. 1897, Seite 186.

<sup>1</sup> Vergl. hierzu v. STAFF „Über Schalenverschmelzungen und Dimorphismus bei Fusulinen“, Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin 1908, Seite 231 Anm. 3, sowie Semper in Zeitschr. f. wiss. Zool. XIII, Seite 562.

<sup>2</sup> Vergl. v. STAFF, l. c. Seite 217 Anm. 1.

<sup>3</sup> CARPENTER unterschied bereits „primordial“ und „circumambient chamber“, die er den „chamberlets of the concentric zones“ gegenüberstellte: Introduction to the Study of the Foraminifera 1862, Tab. IX, Erklärung. Für Orthophragmina vgl. DEPRAT's Abbildungen im Bull. soc. geol. de France 1905, Seite 499 und 507.

<sup>4</sup> RHUMBLER „Die Perforation der Embryonalkammer von *Peneroplis pertusus* Forsk.“ Zool. Anz. 1894, 457. v. STAFF „Die Abstammung des Genus *Schwagerina* v. Möll. (em. v. STAFF)“. Neu. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. Beilagebd. XXVII 1909, Seite 486 Anm. 1.

gleichheit mit dem umgebenden Medium den Einfluss der Erd-Centripetal-kraft ausschaltet) in der Weise beteiligt sein, dass die Sarkode spezifisch leichter ist, als die beschalte Sarkode der Anfangskammer, daher die Oeffnung nach oben verlagert wird und nun der Druck der freien Sarkode gegen den gemeinsamen Schwerpunkt hinwirkt. Andererseits aber finden sich an den Oeffnungen oft hohle Röhren angesetzt, die zuweilen fast die Hälfte des Durchmessers der Anfangskammer erreichen (*Lagena*, *Nodosaria*, *Nodosinella*, *Dentalina*). Für diese *Flaschenhals-Typen* läge es nahe, gleichfalls eine Einwirkung der Schwerkraft zu vermuten, und zwar wohl in der Weise, dass hier die unbeschalte Sarkode spezifisch schwerer oder leichter wäre als der bereits beschalte Teil des Tieres.<sup>1</sup> Dass dies z. B. bei den späteren Kammern von *Nodosaria* tatsächlich der Fall ist, dürfte aus folgender Betrachtung hervorgehen: Nur die zuletzt gebildeten Kammern der Thalamophoren pflegen Sarkode zu enthalten. Schale und Sarkode wird nun aber entweder leichter oder schwerer sein als Schale ohne Sarkode. In beiden Fällen dürfte eine mehr oder weniger senkrechte Stellung der perlstabförmigen Schale im Wasser notwendig werden, und zwar wird die noch unbeschalte, soeben zur Bildung einer neuen Kammer oder zur Nahrungsaufnahme herausgetretene Sarkode dann nach einer anderen Richtung hinstreben als die übrige Schale. Nur die Adhäsion an die Schale oder die Oberflächenspannung vermögen dem entgegen zu wirken; letztere nur dann, wenn die letztgebildete Kammerwandung noch ziemlich nachgiebig ist. Die Flaschenhalsform wäre also als Folge a) geringer Adhäsion an die Aussenfläche der Schale, b) schneller wirksamer Verfestigung der Wand und c) einer merklichen Differenz des spezifischen Gewichtes der Sarkode und des Meerwassers anzusehen, während die Eindellung zur Nierenform durch a) spezifische Gewichtsgleichheit mit dem Meerwasser, b) langsame Schalenverfestigung und c) relativ stärkere Adhäsion an die Aussenwand der Kammer hervorgerufen würde. Wenn auch diese kurzen Hinweise keineswegs den Anspruch erheben sollen, die genannten Probleme erschöpfend zu behandeln, vermögen sie doch wohl zu zeigen, dass die Form der Anfangskammer bereits vielfach Hinweise auf gewisse physikalische Eigenschaften der Sarkode geben könnte. Wie weit diese jedoch systematischen Wert besitzen, vermag nur eine sorgsame Detailuntersuchung zu zeigen. Vorläufig scheint mir allerdings die Tatsache, dass in der Ontogenie des Individuums sich die genannten Faktoren mehr oder weniger konstant erweisen (und daher ja auch bei den »*Stichostegiern*«, d. h. den Typus *Nodosaria*, *Vaginulina*, *Rhabdognium*, *Dentalina*, *Lingulina*, *Marginulina* etc. eine *Formgleichheit aller späteren Kammern mit der Anfangskammer* bedingen!), stark für den systematischen Wert der beiden Varianten des Sphäroidtypus, der Nieren bzw. Flaschenhalsform, zu sprechen; doch wird hier natürlich erst eine vollständige Durchprüfung volle Klarheit schaffen können.

<sup>1</sup> Die Schale wäre evtl. als nicht völlig mit Sarkode gefüllt zu denken, so dass sie als Schwimmblase in manchen Fällen funktionierte.

Wie die Anfangskammer das für alle Thalamophoren obligatorische Konstruktionselement darstellt, so genügt es in gewissen Fällen auch als einziges. *Gromia*, *Oolina* etc. bestehen nur aus einer einzigen Kammer, die aus der Sphäroidform der Anfangsschale durch *allseitiges Wachstum*<sup>1</sup> entstanden ist. (Interessant ist es in diesem Zusammenhange, dass die Orbitulinaschale, die die *ausgewachsenen* Globigerinen umhüllt, und die von D'ORBIGNY zu den Monostegiern gerechnet wurde, im Gegensatz zu den genannten anderen Typen Poren, aber keinen Flaschenhalsansatz sowie keine eigentliche Austrittöffnung besitzt.)

b. *Die erste Reihen- oder Umgangskammer.*

Abgesehen von den Monostegiern, denen dieses Formelement überhaupt fehlt, sowie den Stichostegiern<sup>2</sup>, welche in ihm ja meist nur eine unveränderte Neuauflage der Anfangskammer besitzen, zeigt die erste Reihen- oder Umgangskammer bei fast allen Typen einen auffällig konstanten Habitus. Eine Ebene, die durch das Centrum und die Oeffnung der Anfangskammer gelegt ist (physiologische Längsebene), bildet mit ihr nämlich meist eine halbmondförmige Schnittfigur, und zwar sowohl bei der Diskoid- als der Sphäroidform der Erstlingsschale. Die Ursache ist einfach genug. Aus der Oeffnung quillt die Sarkode und bedeckt ringsum die Anfangskammerwand. Vielleicht je nachdem die Erdanziehung einwirkt oder nicht, liegt die Lokalisation der Zellorgane, und damit die spätere Oeffnung der ersten Reihen- oder Umgangskammer central oder randständig in Bezug auf die austretende Sarkode, die über der Erstlingsöffnung am höchsten angestaut ist. Dass nach den Seiten hin die Anstauhöhe abnimmt, hat seinen Grund in der Oberflächenspannung, deren Einwirkung sich als Gesetz<sup>3</sup> in folgender Weise formulieren lässt: die Sarkode überwindet sehr schwer konvexe, sehr leicht konkave Fliessflächen. Wir finden demgemäss die gleiche Schnittfigur, wie gesagt, bei *Orbitolites*<sup>4</sup> wie bei *Fusulina*, *Nummulites* etc. bei der ersten Umgangskammer, sowie im Prinzip [im Verhältnis zur jeweiligen Lage der Sarkodeaustrittsöffnung im Schnitt] auch bei allen späteren Kammern. Wenn der Durchmesser der Anfangskammer gegenüber der austretenden Sarkodemenge sehr gering ist, so geschieht es auch, dass die erste Reihen- oder Umgangskammer sich ringförmig herumlegt. Dieser Fall tritt natürlich viel eher bei den flachen auf dem Meeresgrunde, auf Algen etc. liegenden oder festgewachsenen Formen ein, als bei frei schwimmenden,

<sup>1</sup> Dem namentlich eine agglutinierende Konstruktionsart günstig zu sein scheint, deren loses Gefüge leichter das Einschalten neuen Baumaterials gestatten dürfte. Von Interesse wäre auch die Frage, wie weit in Längsreihen gestellte Poren ein allseitiges Wachstum erleichtern können.

<sup>2</sup> Die hier in einem etwas engeren Sinne gefasst sind, als bei D'ORBIGNY.

<sup>3</sup> Vgl. RHUMBLER in "Die Doppelschalen von Orbitolites" 1902, Arch. f. Protistenkunde, S. 250, 4.

<sup>4</sup> RHUMBLER l. c. Figur R 1, v. STAFF "Über Schalenverschmelzungen etc." Figur 2, 7; ferner zahlreiche Figuren bei Prever u. a.

da bei letzteren eine Kugel konzentrisch zu überfließen wäre, während hier nur ein sehr niedriger Cylinder vorliegt. Bei *Frondicularia* (*Fr. annularis* D'ORB., l. c. Tafel II 44, 47) und wie oben bereits bemerkt, vielleicht auch bei *Orbitolites* finden wir diese Erscheinung<sup>1</sup>, die das Auftreten der halbmondförmigen Schnittfiguren dann um eine oder mehrere Kammern hinauschiebt, bis nämlich das Verhältnis von Durchmesser des zu umfließenden Cylinders zur verfügbaren Sarkodemenge zu ungünstig wird.<sup>2</sup> Abgesehen von der Lokalisierung der Sarkodeaustrittsstelle der ersten Reihenkammer ist somit diese letztere radialsymmetrisch gebaut. Bei *Fusulina*, *Nummulites* etc. ist jedoch die Tendenz zur Randständigkeit der Zellorgane so stark, dass oft die im Sinn der Wachstumsrichtung rückwärtige Wand eher gebildet wird, als eine der periodisch eintretenden Stillstandsphasen die Abscheidung einer Vorderwand, d. h. eines Septums gestattet. Somit wird oft diese erste Reihenkammer eine beträchtlichere Länge erreichen, d. h. vom radialen Bau zu gunsten der Bilateralität etwas abweichen.

### c. Die Anlage der weiteren Kammern.

Je nachdem nun die Lokalisierung der Zellorgane erfolgt, d. h. vielleicht entsprechend der Differenz des spezifischen Gewichts der Sarkode gegen das Meerwasser und die Schale, gestaltet sich der weitere Bauplan der Schale.

Nehmen wir zunächst den einfachsten Fall an, dass stets nur eine Sarkodeaustrittsöffnung vorhanden ist, bzw. (was dasselbe bedeutet) dass mehrere derartige Austritte jeweils so gelegen sind, dass jeder von ihnen immer im Ausflussbereich mindestens einer der anderen liegt, so haben wir vier Typen zu unterscheiden.

a) Der *Frondicularia-Glandulina*-Typus zeigt, flach oder rund d. h. mit rechteckigem oder kreisförmigem Querschnitt, stets die Halbmondform der Kammern im Längsschnitt. Er besitzt stets eine Oeffnung, die *central* liegt. (Stichostegier p. p.).

b) Der *Bolivina-Textularia*-Typus hat gleichfalls je eine Oeffnung, die jedoch *randständig* liegt und (durch Geotropismus?) eine einseitige Richtungstendenz (von der Anfangskammer sich entfernend) zeigt. Daher wechseln die Kammern *zopfartig* ab und erscheinen zweizeilig angeordnet. (Enallostegier).

c) Der Nautiloid-Typus (*Nonionina*) hat je eine *randständige* Oeffnung, die nicht in einer zopfartigen Zickzacklinie, sondern in einer *Spirale*<sup>3</sup> von Kammer zu Kammer sich anlegt. (Helicostegier p. p.).

<sup>1</sup> CARPENTERS "circumambient chamber" l. c. Taf. IX Erklärung.

<sup>2</sup> In diesem Falle wäre es verfehlt von Biformität oder gar von "abfallender Schalenontogenie" zu sprechen. Der Bauplan ändert sich im Prinzip nicht im Geringsten, sondern passt sich der zunehmenden Schalengröße an. Über andere interessante Fälle von Pseudobiformität" vergl. Seite 94. Vergl. RHUMBLER l. c. sowie v. STAFF in "Über Schalenverschm. etc." Seite 226 Anm. 1.

<sup>3</sup> Hier läge es nahe, folgende Einwirkung der Schwerkraft zu sehen: die jeweils in der Bildung begriffene Kammer ist spezifisch leichter als die anderen und schwimmt nach

d) Der *Cristellaria-Robulina*-Typus zeigt je eine *subcentrale* Oeffnung und eine eigenartige Drehtendenz neben der Neigung, stark an Grösse zunehmende Kammern zu bilden. Vermutlich ist bei ihr die Anfangskammer die schwerste (*Cr. lanceolata* D'ORB., *Cr. semiluna* D'ORB.<sup>1</sup>). Je geringer die Grössenzunahme von Kammer zu Kammer ist, desto stärker wird (*Robulina*) die *Konvergenz zum Nautiloidtyp*, der jedoch durch strengere Involutität und geringere Tendenz zu schneidend scharfer Kielbildung unterschieden bleibt (Bei den stark an Grösse zunehmenden Cristellarien ist eine Art von Pseudo-Biformität zu beobachten, indem die Windungsspirale sich so schnell öffnet, dass auf den eingerollten Anfang eine geradlinige Fortsetzung des Schalenbaues zu folgen scheint. Helicostegier p. p.). — Ein weiterer interessanter Typus wird durch das Vorhandensein von je zwei Oeffnungen bei sessiler Lebensweise gebildet:

e) Orbitolitestypus. Je zwei Oeffnungen sind vorhanden, sodass zu beiden Seiten der ersten halbmondförmigen Kammer sich zwei weitere, gleichgeformte anlegen. Die dritte Serie Kammern umfasst daher vier, von denen zwei über der Mitte der ersten, je zwei über den Mitten der zweiten zusammenstossen und somit je eine ihrer Oeffnungen vereinigen. Die vierte Serie enthält demnach fünf Kammern u. s. w. Bald ist die Mitte der Rückseite der Anfangskammer erreicht, und nun legt sich weiter Ring um Ring von Kammern um die von einem ersten, etwas excentrischen Ringe umspannte Mitte. (Auch hier ist somit ein beachtenswerter Fall von Pseudobiformität vorhanden).

An diese fünf Typen schliessen sich als Varietäten eine Reihe weiterer, die nur durch die Streckung nach irgend einer Ebene abweichen. So ist z. B. *Cuneolina* nur eine *Bolivina*, die in der Ebene, welche auf der Zickzacksutur senkrecht steht, ausgedehnt ist und damit statt je einer Oeffnung deren eine Längsreihe aufweist. *Fusulina* (und *Alveolina*) ist eine in der Richtung der Aufrollungsaxe stark gestreckte *Nonionina* (*Fusulinella*); zwischen beiden vermittelt *Schwagerina* und *Verbeekina*. Selbst *Biloculina* lässt sich als eine *Nonionina* auffassen, deren Kammern 180° lang und etwas in sich gestreckt sind. Ein weiterer Typus von

aufwärts gerichtet. In dem Masse, als sie sich beschalt, steigt ihr Gewicht, und sie selbst sinkt herunter, entprechend der Verlagerung des gemeinsamen Schwerpunktes. Ihre Austrittsöffnung legt sich jeweilig oben an. Diese Anordnung verlangt, dass die erste Umgangskammer schwerer ist als die Anfangskammer, anderenfalls entstände der Bolivinentyp. — Umgekehrt liesse sich natürlich die *Bolivina* auch dadurch erklären, dass die ersten Kammern leichter wären, die jeweils letztgebildete schwerer, etc. Jedenfalls entspricht einer *Pendelbewegung der Bolivina* eine *Drehbewegung der Nonionina*. Der Begriff leichter oder schwerer ist somit hier nicht sowohl bereits absolut richtig angewendet, sondern bezeichnet nur die gegensätzliche Tendenz der Typen.

<sup>1</sup> l. c. Taf. III 42, 44. Für diesen Typ wäre evt. auch eine Lage denkbar, in der die Aufrollungsspirale horizontal stände. Da Beobachtungen an lebenden Formen noch nicht in ausreichender Zahl vorliegen, können diese Gedanken vorläufig nur als Anregungen gegeben werden. Ein Schwimmsaum(?), wie er gewisse Cristellarien etc. auszeichnet (vgl. BRADY l. c. Taf. CXIV 15, 16, CIV 3—11, LXX 4—6), findet sich übrigens auch (selten) bei Bolivinen und Lageniden.

Varietäten ergibt sich durch Einsetzung von drei Symmetrieebenen, die Winkel von  $120^\circ$  einschliessen, statt der zwei mit dem Winkel  $180^\circ$ . So reiht sich z. B. *Candeina*, *Chrysalidina*, *Verneulina* dem Textularientypus an, während *Triloculina* und *Cruciloculina* sich entsprechend zu *Nonionina* gesellt. Eine leichte Asymmetrie des Nonioninentypus führt über *Anomalina* und *Rotalina* zu *Rotalia*, eine Vermehrung der Symmetrieebenen auf fünf zum Typ der *Quinqueloculina*, etc.

Noch weitere Typen hier zu berücksichtigen ist schon deshalb nicht erforderlich, weil die weitgehendsten Konvergenzen naturgemäss nicht unter den komplizierteren Formen zu erwarten sind, und andererseits mutatis mutandis z. B. *Nummulites* und selbst *Calcarina* an *Nonionina*, *Orbitoides* an *Orbitolites* etc. sich in einigen Hauptzügen anschliessen lassen. Der ziemlich regellose Bau von *Globigerina* ist andererseits so einfach und folgt so durchaus den im Folgenden zu erörternden Grundprinzipien des Foraminiferenschalenbaues, dass er hier gleichfalls übergangen werden mag.

Jedenfalls haben wir die Fusuliniden als Vertreter des Nonioninentypus anzusehen, als dessen wichtigstes Kennzeichen wir eine starke Tendenz zur Randständigkeit der mesial orientierten Zellorgane genannt haben. (Distale, also von der Anfangskammer fliehende Lokalisierung des Pyloms veranlasst je nach randlicher oder centraler Stellung den Bolivinen- oder den Cristellarien-Habitus). Die Zugehörigkeit zu diesem Typus bedingt von selbst die Aufeinanderfolge von drei Kammerarten: Der radial-symmetrischen Central-, der subradialen ersten, der bilateralen weiteren Umgangskammern. Diese Pseudobiformität hat naturgemäss also keinerlei phylogenetische Bedeutung!

#### d) Die Struktur der Wand und der Septen.

Der Grundplan des Fusulinidenbaues wird somit von zahlreichen Formen (z. B. auch den Alveolinen) geteilt. Wenn auch bereits nach dem Gesagten die grundlegende Verschiedenheit zwischen den beiden Typen der alten Helicostegier die systematische Stellung der Fusulinen etwas enger zu präzisieren gestattet, so werden wir weitere Kriterien erst den spezielleren Einzelheiten der Struktur entnehmen können.

Wenn die zur Bildung einer neuen Kammer erforderliche Sarkodemenge ausgetreten ist, so beginnt die *Abscheidung einer ersten Schalenschicht*. Die Sarkode findet bei dem Nautiloidtypus bereits eine Basis sowie eine Rückwand (das vorhergehende Septum) vor. Beide bildeten zusammen eine Konkavitätszone, die leicht überflossen werden konnte. Dach und Vorderwand der neuzubildenden Kammer sind dagegen nicht allomorph, sondern lediglich der Oberflächenspannung unterworfen, die auch hier eine gerundete Form erzwingt. Abgesehen von den centripetal-randständigen Zellorganen wird sich nunmehr die Oberfläche der Sarkode mit einer Schalenschicht überziehen. Zwei Fälle sind hierbei theoretisch möglich: Entweder scheidet sich nur an der freien Aussenfläche, oder aber

in gleicher Weise auch an Basis und Rückwand Schalensubstanz ab. Die in letzterem Falle notwendige Verdoppelung des Septums findet sich bei *Fusulina* nicht, wohl aber scheint sie bei einigen Nummulitiden aufzutreten. In jedem Falle nun muss diese erste Schicht überall gleich struiert und gleich dick sein, d. h. *Unterschiede der einzelnen Partien müssen in einer späteren Phase entstanden sein*. Nahe liegt es, die Struktur der Anfangskammerschale mit der der späteren Wand zu vergleichen. Bei den Fusuliniden ist zweifellos das Dachblatt, das Septum und die Centalkammerwand in jeweils gleicher Phase abgeschlossen, mithin gleich dünn, porenlos (Ausnahmen vergl. Seite 106) und homogen. Da her stellt sich im Sinne des Bauplans der Unterschied zwischen Wand und Septum ganz allgemein lediglich derart dar, dass das Septum ein Wandteil ist, der bereits von der Sarkode der nächsten Kammer wieder überflossen wird, während die sogenannte Wand, die vom Septum strukturell und quantitativ abweicht, einer späteren Phase zuzurechnen ist. Da Resorptionen einmal gebildeter Schalentteile zu den seltensten Ausnahmen gehören (vgl. *Globigerina*) so sind namentlich Verdickungen als Veränderung zu erwarten. Derartige Verdickungen, die wie gesagt, vor allem die Wand betreffen, können von innen oder von aussen, d. h. als Dach- oder Basalverstärkung gebildet werden. Bei dem Nautiloidtypus versteht es sich von selbst, dass letztere mindestens um die Dauer eines vollen Umganges zeitlich von der Entstehung der ersten Schalenausscheidung differieren müssen, wohingegen erstere vermutlich bereits etwas früher zu stande kommen werden. Diese Ueberlegung gilt freilich zunächst nur für imperforate Formen, da bei der Existenz von Wandungsporen (im Gegensatz zu den stets im Singular oder Plural vorhandenen Mündungsporen oder Pylomen) ja bereits früher von aussen durch heraustretende Sarkode eine Deckschicht abgelagert werden kann. Diese kann aber naturgemäss nicht gleichmässig konzentrisch struiert sein, muss also ihre Entstehung unzweideutig verraten.

Nun ist an anderer Stelle für die *Fusulinen* sowohl das *Fehlen von Wandungsporen*, als die *Existenz von zahlreichen Mündungsporen* nachgewiesen worden, die teilweise sogar in mehreren Reihen übereinander, also als *Septalporen*, auftreten können. Mithin fällt hier diese von Wandporen ausgehende Schalenbildung fort. Ein für *Fusulina* und überhaupt fast alle Fusuliniden sehr bezeichnendes Merkmal ist die *Anlage eines Wabenwerkes* als ein gleichmässig das in einer ersten Phase gebildete Dachblatt der Wand von innen her versteifendes Element. Ueber Form und Entstehung ist an anderer Stelle ausführlich berichtet worden, ebenso über die von den Doliolinen und Neoschwagerinen ausgenützte Möglichkeit, in einer abermals späteren Phase unter Beibehaltung der Strukturart an sich noch eine partielle Dachskelettbildung anzulegen, die als axiale und sagittale Dachreifen mit den wesentlich anders struierten, in früherer Phase entstandenen Basalreifen sich vereinigen können. Die radialen Wabenröhren dürften in ihren Dimensionen und ihrer Anlage ziemlich gut die

Schaumstruktur der kolloidalen Sarkode widerspiegeln, indem sie vermutlich jeweils in den Zwischenwänden der sich mesial zurückziehenden Schaumbläschen abgeschieden worden sind. Mithin sind die einzelnen, nach einander durchlaufenen Sarkodeniveaux leicht zu rekonstruieren als zu den einzelnen Waben senkrecht stehende Flächen. Die Wabenröhren von Dachreifen werden demnach mesial divergieren müssen (fächerförmige Schnittfigur!), da sie ja auf der inneren Begrenzungsfläche senkrecht stehen, die das Produkt des Sarkoderückzugs darstellt. Der Wabentypus der Wandkonstruktion ist unter den Foraminiferen ziemlich verbreitet (z. B. *Climacamina* sp. von Spitzbergen) und deutet stets das Fehlen von Wandungsporen an, sowie die Tendenz der Sarkode, sich aus den inneren Kammern (wohl aus Atmungsgründen) zurückzuziehen. Für die Bestimmung des Zeitpunktes dieses Rückzuges ist vielleicht der Umstand von Bedeutung, dass das Wabenwerk offenbar einen kompensatorischen Ersatz für die schwindende Stützfähigkeit der Sarkode darstellt, der nach Anlage eines neuen Umganges vielleicht nicht mehr so erforderlich wäre, zumal dieser ja durch Abscheidung basaler Verstärkungen den gleichen Effekt erzielen kann. Aus dem Gesagten geht hervor, dass im Prinzip auch an den Septen sich nachträglich Waben anheften könnten. Es scheint jedoch, als ob diese die sich im Übrigen zurückziehende Sarkode noch längere Zeit, evtl. durch Adhäsion, festhielten, so dass bei starkem Schwinden eher noch axiale Dachreifen entstehen, die natürlich nur der Ausdruck einer zwischen den gleichfalls axialen Septen liegenden Schwächungszone des Plasmas sind.

#### e) *Das Basalskelett.*

Das Basalskelett kann — ebenso wie die Dachwaben — entweder in gleichmässiger Schicht auf das Dachblatt der vorhergehenden Windung abgelagert werden, oder als einzelne Reifen erscheinen. Naturgemäss kommen hier, da nicht die langsam zurückweichende, sondern die energisch vorwärtsfliessende Sarkode beteiligt ist, wohl lediglich sagittale Reifen vor, die zur Sarkode sich ähnlich verhalten, wie die Åsars zum Gletschereis. Scharf zu scheiden sind nun im Reiche der Foraminiferen die Formen, deren Dachblatt basale Verstärkungslagen erhält, von den wabentragenden, wengleich freilich z. B. die dachskelettierten Fusuliniden z. T. auch sagittale Basalreifen besitzen. Dafür fehlt aber bei ihnen absolut jede Spur gleichförmiger Kalkabscheidungen im Innern, wie sie noch Schellwien annahm.

Basalreifen entstehen, wie bereits früher an anderer Stelle ausgeführt wurde, zwischen den aus einzelnen Austrittstellen hervorfliessenden Sarkodetröpfchen, wo die Aufsatzpunkte des Septums auf dem Dache des nächstinneren Umganges die ausgeschiedenen Kalkpartikelchen vor Verlagerung schützen. Demgemäss ist ihre Höhe von der der Pylome abhängig, und wo sagittale Reifen, wie z. B. bei *Doliolina* die ganze Höhe

der Windung einnehmen, ist ihr oberer Teil aus Dachwabenreifen gebildet. Andererseits ist klar, dass die Basalreifen namentlich im Fließschatten der breitesten Interpylomstreifen sich mittelmoränenartig ansetzen werden. Da die Austrittsöffnungen der Sarkode im Hintergrunde der rückwärts gebogenen Falten der gewellten Septen liegen müssen, bei Fusulinen (*Schellwienia*) aber vielfach die Medianpartie wenig gefaltet ist, demnach hier breitere Interpylome auftreten (wie ja auch die mediane Mundspalte nur ein besonders breites Pylom ist), finden sich bei einigen Formen lediglich zwei submediane, zu beiden Seiten der Mundspalte liegende sagittale Basalleisten, die zum Unterschiede von den, gleichmässiger Septalwellung entsprechenden, zahlreichen *Tonnenreifen* als *Medialreifen* zu bezeichnen sind. Da das Fehlen von Tonnenreifen so wie so geringere Neigung zur Basalreifbildung anzeigt, kann es vorkommen, dass die Medialreifenansätze nicht lang genug sind, um an das nächste Septum heranzureichen. Dann entstehen statt fortlaufender Sagittalleisten nur knopfige Verdickungen des Septums zu beiden Seiten der Mundspalte, wie sie z. B. die spitzbergische Sch. *Nathorsti* oft sehr schön zeigt. Die Struktur der Basalreifen ist recht interessant (aber nur in dünnsten Schlifften sichtbar!): Nicht Waben, sondern feinste radialgerichtete *Fasern* oder Nadeln setzen das Gebilde zusammen, das demnach homogen dunkel erscheint, während die Waben stets ihre charakteristische Streifung zeigen.

*Die Wabenstruktur der Wand fehlt den Nummuliten, Miliolinen, Alveolinen, Orbitolinen etc. völlig und scheint bei ihnen durch basale Lagen (paroi interne), die ihrerseits wiederum ein Reifenskelett tragen können (Periloculina) ersetzt zu sein. Das Dachblatt ist bei diesen Formen also die innerste Schicht, deren Abbiegung das Septum bildet, das gleichfalls der frühesten Phase angehört. Da auch hier (vgl. rezente Alveolinen) mehrere Reihen von Pylomen übereinander auftreten können, kann es bei so intensiver Tendenz zur Kalkabscheidung auch zur Anlage von mehreren dem Dachblatt paralleler, einzelne Stockwerke trennender Böden kommen, die zusammen mit den Tonnenreifen dann überaus komplizierte Innenskelette bilden.*

Das Faserwerk der basalen Verstärkungslagen benötigt offenbar zu seiner völligen Ausbildung längere Zeit und legt sich in Intervallen an, wie die Tatsache zeigt, dass nicht nur mehrere Lagen übereinander sich häufig finden, sondern auch ein Ausdünnen der Wandstärke gegen die letzte Kammer hin stattfindet. (Vgl. Figur 1.) Dass auch bei Nummuliten die Verteilung von Sarkode (wenigstens von schalenabscheidender) im Gehäuse nicht gleichmässig ist, beweist die Verstärkung, die der Teil der an sich nur aus Dachblatt bestehenden Anfangskammer erfährt, der von den relativ spätesten Umgangskammern überdeckt wird (vgl. PREVER l. c. V, 26, sowie hier Tafel II 2, 3).

f) *Das Aussenskelett.*

Von dem Basalskelett ist genetisch scharf zu trennen ein Strukturelement, das zwar gleichfalls an die *äussere Seite* des evtl. in der einen oder anderen Weise verstärkten Dachblattes sich anzusetzen scheint, aber doch bereits gebildet ist, ehe der nächstfolgende Umgang diese Schalenpartie mit Sarkode bedeckt. Dieses Aussenskelett wird somit von der Sarkode des Umgangs abgeschieden, der von ihm durch das Dachblatt getrennt ist, welches demnach mit *Auslassporen* versehen sein muss. Hieraus ergibt sich von selbst, dass die Fusuliniden keinerlei Aussenskelett haben können, da an anderer Stelle die Porenlosigkeit ihrer Wandung eingehend nachgewiesen worden ist. Freilich ist umgekehrt aus dem Fehlen eines Aussenskeletts nicht etwa diese Porenlosigkeit zu folgern, da eine ganze Anzahl von deutlich perforaten Foraminiferen gleichfalls äusserlich glatt ist. Somit ist also das Aussenskelett offenbar ein systematisch ziemlich bedeutsamer Charakter. Da ihm bisher jedoch auffallender Weise so gut wie gar keine Beachtung geschenkt worden ist, andererseits in diesem Abschnitte ohnehin etwas allgemeinere Foraminiferenprobleme gestreift werden mussten, soll er hier kurz besprochen werden.

Zunächst sei hervorgehoben, dass sehr leicht ein Aussenskelett vortäuscht werden kann durch das Abbrechen der ja noch unversteiften äussersten Dachlamelle basalbereifter Formen. Es scheint, dass dieser Umstand u. a. bei der Bestimmung von Nummuliten keineswegs immer gebührend gewürdigt worden ist. —

Zwei Grundtypen, durch zahlreiche Uebergänge verbunden, treten auf: Stacheln und Leisten. Letztere können ganzrandig oder zackig gelappt sein. Da Abbildungen hier nicht wohl gegeben werden können, wollen wir die Figuren in BRADYS Challenger Report (Zoology IX, Plates) zu Grunde legen. *Die Säume legen sich lediglich an Stellen an, an denen die Wand besonders differenzierte Poren trägt*, als deren Verlängerung sich, nach auswärts gerichtet, je eine Art von Rohransatz abscheidet, der mit seinen Nachbarn zu einem mehr oder minder kontinuierlichen Saume verschmelzen kann. (Es könnte somit eigentlich bereits der »Flaschenhals« gewisser Formen, wie er vorher besprochen wurde, als ein erster Anfang eines Aussenskeletts angesehen werden, doch besteht ein Unterschied in dem Umstande, dass hier das Pylom selbst beteiligt ist). Diese Beziehungen gehen aufs Anschaulichste aus Tafel XLII l. c. hervor. Der Saum, der bei Fig. 9—12 in seiner Kontinuität entwicklungsmechanisch schwer deutbar erscheinen könnte, wird ohne weiteres genetisch erklärt durch Fig. 19—22, aus denen hervorgeht, dass bei den *Textularien* gerade an den in Frage kommenden Stellen die *Tendenz zur Porenanlage* besteht. Dass dies nicht etwa die einzigen und auch keinesfalls die bei dem Sarkodeaustritt zum Zweck der Anlage neuer Kammern tätigen (Pylome) sind, zeigt Fig. 22 schlagend, die diesen letzteren Porus genau an der

entwicklungsmechanisch nach den obigen Ausführungen zu erwartenden Stelle zeigt! In Fig. 15, 16 ist der Saum etwas gelappt.

Ueber den »Zweck« derartiger Säume Gewisseres auszusagen, dürfte wohl erst möglich sein, wenn eine grössere Anzahl von lebenden Foraminiferen während ihres Schalenabscheidungsprozesses und mit allen ihren Lebensäusserungen genauer beobachtet sein werden. Vorläufig sei bemerkt, dass zunächst drei Möglichkeiten denkbar wären: entweder dienen diese Säume-namentlich in der bilateralen Anordnung zum Einhalten einer bestimmten vertikalen oder horizontalen Orientierung, bzw. erleichtern nach Art der Wetterfahnen die Ortbeständigkeit der Wasserbewegung gegenüber; oder sie sollen die Schale versteifen; oder schliesslich: sie dienen als Stütze der Pseudopodien, die zur Nahrungsaufnahme, Oberflächenvergrösserung etc. ausgestreckt werden, wobei freilich auch möglich wäre, dass sie »teleologisch« indifferente Gebilde darstellen, die nur eine Folge eben der schalenabsondernden Kraft der Sarkode sind. Dass indessen zumeist doch ein wirklicher Nutzen mit der Abscheidung dieser Säume oder Leisten verbunden sein muss, zeigt die Tatsache, dass auf zwei im Prinzip wesentlich verschiedene Arten äusserlich sehr ähnliche Gebilde geschaffen werden. Demnach könnte fast die Ansicht erlaubt erscheinen, dass die am Aufbau des Aussenskeletts beteiligten Poren lediglich oder doch wesentlich diesen einen Zweck hätten. Der Kürze wegen, sei hier gleich eine mit der eben geschilderten *gleichgeformte Art der Pylomskelettierung* erwähnt: Tafel XLVI, Fig. 20, 21 zeigt sehr instruktiv diese Verhältnisse und gestattet hier, den Begriff »Pylom« in diesem Sinne zu definieren, dass er alle diejenigen Poren umfasst, die von der nächsten Kammer bereits überdeckt werden. Die Zahl der Polyme ist also relativ unwesentlich in morphogenetischer und (wie das Beispiel der Septenporen bei Fusulinen zeigt) auch wohl in phylogenetischer Hinsicht. Allerdings ist gerade bei den Foraminiferen eine starre Definition meist wenig angebracht, wie denn auch hier echte Septenporen existieren können, die so randständig liegen, dass die neue Kammer sie nicht zu decken vermag. Alsdann ist die die einzelnen Kammern trennende »Melonenfurche« des Nautiloidtypus von einer, oft auch von 2 Reihen von Poren begleitet als Folge der siebartigen Struktur des Septums.

Von den bilateralen Säumen in der äusseren Form verschieden sind schmale wenig hervorragende radial verteilte Leisten, die namentlich bei dem Bolivinatypus häufig auftreten. Charakteristische Beispiele zeigen u. a. LIII 10—11, 14—15, 18—21, 26—29. Diese Leisten sind stets der physiologischen Längsaxe des Tieres parallel und zeigen an, dass die Schale Poren besitzt, die zu derartigen Reihen angeordnet stehen. Ein Blick auf Tafel LVII (bzw. LXIII) genügt, um diese Tatsache zu erkennen: Fig. 1—10 (bzw. 9—11, 16) enthalten Lagenen (bzw. Nodosarien) die über und über *von regellos verteilten Poren bedeckt* sind; Fig. 11 und 12 (bzw. 17, 18, 22) zeigen bereits die *Tendenz zur Anordnung der Poren zu Längsreihen*; wobei besonders wichtig ist, dass BRADY Fig. 7—12

zur gleichen Spezies (*Lagena aspera* REUSS) stellte (bezw. im gleichen Individuum alle Uebergänge abbildete, Fig. 13—15, 19, 20; LXV 1—4). Fig. 22—34 (bezw. 28—31) zeigen ganz *regelmässige Längsleisten*. Die Beziehung der Porenreihen zu den Leisten kann in einer späteren Phase undeutlicher werden, indem die Poren von Kammern oder Kammerteilen, die ihre Funktion verlieren, nachträglich ausgefüllt werden können. Oft aber ist der genetische Zusammenhang noch deutlich sichtbar erhalten, wie z. B. auf LVIII 25, 27, 37—43. Der bilaterale Saum und die radial verteilten Leisten können natürlich auch gleichzeitig auftreten, wie Fig. 22, 35—37 der Tafel LV beweist. Auch der Saum bewahrt oft die seine Bildung ermöglichenden Poren, wie besonders deutlich LX 6—22 zeigen. Sehr instruktiv ist auch LXI 14. Ganz die gleichen Verhältnisse zeigen natürlich zahlreiche Formen der verschiedensten Genera; es seien noch genannt: von *Polymorphina* LXXIII 18, 19 *mit regellosen Poren*, Fig. 9, 10 *mit Tendenz zur Längsstellung der Poren*, Fig. 11—13 *mit Längsleisten*. *Fast scheint es, als mache jede einzelne radial gerippte Kammer in ihren verschiedenen Altersphasen diese Formenreihe durch*. Neben den oben genannten Abbildungen von Lagenen bzw. Nodosarien spricht hierfür bei den Uvigerinen LXXIV 6, 20, 26 sowie LXXV 1, 3—5, 8. Vgl. auch *Truncatulina* (XCVI 5—7), *Pulvinulina* (CIII 3) etc. Auch bei Miliolinen finden sich die gleichen Verhältnisse:

Die regellosen Poren zeigt V 5, VI 1, 2;  
 die etwas in Reihen gestellten IV 7, VII 7—12;  
 die wohl ausgebildeten Längsleisten III 9, IV 8—10, VI 9, 11—20,  
 VII 1—6.

Das gleiche gilt von *Spiroloculina* (X), *Articulina*, *Peneroplis* (XIII) etc. etc. — Eine interessante Perspektive ergibt sich hier im Vergleich zu RHUMBLERS *Ansicht, dass das phylogenetische Grundgesetz bei den Foraminiferen* derart *umgekehrt sei*, dass der Schalenbeginn in der Ontogenie der phylogenetisch fortgeschrittensten Form entspräche. Da RHUMBLER diesen Satz nur für die Anordnung der Kammern ausstellte, ist ihm mit Recht mehrfach widersprochen worden.<sup>1</sup> Und doch liesse sich in den alten Schlauch neuer Wein giessen, wenn wir den Satz auf die *Einzelkammer* derart bezögen, dass *zumeist die früher gebildeten Kammern gegenüber den jüngsten noch nicht ausgereiften, schon die vorgeschrittenere Skulpturphase vertreten*.

Eine etwas besondere Stellung nehmen noch diejenigen Poren ein, die quer zur physiologischen Längsaxe orientiert sind. Diese entstehen dadurch, dass einige Formen das Bedürfnis haben, ausser dem nach vorwärts gelegenen Pylom noch *rückwärts gerichtete Oeffnungen* bei der Anlage jeder neuen Kammer auszusparen. Dieses Bedürfnis kann bei den verschiedensten Typen sich finden, wobei interessant ist, dass der *Ovulina-Lagenatypus* alsdann an zwei Polen Auslassporen erhalten kann. Als Beispiele seien hier genannt:

<sup>1</sup> Vgl. u. a. v. STAFF in Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin 1908, Seite 226, Anm. 1.

vom Lagenatypus: *Astrorhiza* (XX, für die Lebensweise vgl. *Placopsilina* XXXV 18!) *Lagena* (LVI, 19—29, LVII 28, 35, 36, LVIII 4—19, 22, 24, LIX 23, LX 18, 19);

vom Nodosariatypus: *Clavulina* (XLVIII 22—27), *Tritaxia* (XLIX 1, 2), *Sagrina* (LXXVI 1—3);

vom Bolivinatypus: *Textularia* (XLII 23, 24), *Bigenerina* (XLV 1—7), *Bolivina* (LII 26);

vom Globigerinatypus: *Globigerina* (LXXIX 11—15).

Etwas verschieden von diesen Radialleisten des Aussenskelettes sind die in Verbindung mit der Form der Mündung auftretenden *Pylomskelettbildungen*. Auch hier sind allerlei Möglichkeiten verwirklicht, indem die sternförmige Pylomgestalt, wie sie bei verschiedenen Typen sich findet (*Nodosaria* LXI 17—32, LXII; *Polymorphina* LXXII, LXXIII 1—8; CRISTELLARIA LXIX 8—12), auch gänzlich frei von nachträglichen Kalkansätzen bleiben kann. (Von den oft zahlreichen Radialschlitten ist zuweilen einer besonders bevorzugt, so dass diesem eigentlichen Pylom gegenüber die übrigen fast wiederum nur *besonders differenzierte Poren* darstellen; vgl. LXIX 11 b, 13 b, 16, LXX 1 b, 2 d. Zu dieser Anlage scheint der Cristellariatyp stärker zu tendieren, als der Nodosarien-Polymorphinentyp, vgl. LXVIII 21—23). Da diese Pylomöffnungen aber jedenfalls bei den mehrkammerigen Foraminiferen periodisch wiederkehren, so ist damit ohne Weiteres die Notwendigkeit gegeben, dass derartige Pylomskelettierungen unbeschadet des oft radialen Baues der Schlitze doch eine Tendenz zeigen müssen, das Gehäuse senkrecht zu seiner physiologischen Längsaxe zu gliedern (die Kammerung also hervorzuheben, nicht zu verwischen). Die Zahl der Elemente des Pylomskelettes ist also gleich der der Kammern, während die Zahl etwaiger Anwachsstreifen (vgl. XI 5, 6 u. v. a.) stets wesentlich grösser ist. Den Typus dieser Pylomskelette stellt Tafel LXIII 32—34 dar. Das Gegenpylom der Lageniden kann gleichfalls derartige Reifen erhalten, die im Prinzip schwer von dem Aussenskeletteleisten zu trennen sein dürften (LVII 14—21, 35, 36). Ueberhaupt ist es wichtig, daran fest zu halten, dass wir hier keine innerlich begründete Einteilung geben wollen, sondern nur der einfacheren Darstellung wegen verschiedene Typen genannt haben. Gerade die Sternform des Pyloms scheint ja an sich ursächlich mit der Tendenz zur Anlage längsgerichteter Wandporen zusammenzuhängen. Genauere Beobachtungen über die gegenseitigen Zahlverhältnisse der einzelnen Elemente, würden hier gewiss noch manche Aufschlüsse geben. (Das Auftreten eines bilateralen Saumes bei dem Cristellariatyp erscheint gleichfalls von der Sternform des Pyloms abhängig. vgl. LXX. Sehr interessant ist auch die Bereifung von *Cristellaria costata* LXXI 8, 9).

Wesentlich verschieden dürfte die Anlage von Stacheln sein, wie sie *Calcarina*, *Siderolina* etc. zeigt, und wie sie vielleicht bei gewissen Nummulitiden auftreten. Hier liegt die Vermutung nahe, dass wir obliterierte, d. h. mit nachträglichem (durchlässigem?) Faserwerk ausgefüllte

Poren vor uns haben. Vermutlich gehört u. a. auch der Anfangsstachel gewisser Nodosarien zu diesen Bildungen, über deren entwicklungsmechanische Entstehung das Studium der Struktur im Dünnschliff gewiss Aufschluss geben würde.

### III. Einige Bemerkungen über den Bau der Nummuliten.

Bei einem Studium der Nummuliten wird man naturgemäss von möglichst einfach gebauten Formen, wie es die radiaten nicht granulierten Nummuliten sind, ausgehen und andererseits zum Vergleich die Fusuliniden als die bestbekannten Foraminiferen vom nautiloiden Typus, über die zusammenfassende Arbeiten bereits vorliegen, heranziehen müssen. Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich fast vollständig auf jene Nummulitengruppe und haben, da die Untersuchung noch keineswegs abgeschlossen ist, *den Charakter einer vorläufigen Mitteilung*.

Die Centralkammer weicht nur ausnahmsweise von der kugligen Gestalt ab. Ihre Wandung ist nicht porös, zeigt aber an einer Stelle einen Porus. Um diesen Porus herum ist die Centralkammerwandung  $\pm$  stark eingedellt. Dass die Eindellung nur selten zu beobachten ist, beruht auf den gleichen Gründen, welche v. STAFF bei Fusulinen angegeben hat.<sup>1</sup>

Dass makro- und mikrosphärische Formen vorkommen, ist schon seit langem bekannt. Von Interesse ist hier, dass Doppelschalen bei Nummuliten in gleicher Weise vorkommen, wie sie durch v. STAFF (l. c.) bei Fusulinen beschrieben sind. Es lassen sich auch bei Nummuliten folgende 3 Fälle unterscheiden.

1) Anormal grosse kuglige Centralkammern oder Gigantosphären. Zwei Centralkammern sind zu einer verschmolzen, bevor eine feste Wand abgeschieden war. Hierher gehören Centralkammern, wie sie von d'Archiac u. Haime (*Animaux Fossiles du groupe Nummulitique* 1853) auf Taf. I, Fig. 9 und von PREVER (l. c.) Taf. IV, Fig. 1, 2 abgebildet sind.

2) Abnorm grosse Centralkammern, die von der Kugelgestalt stark abweichen. Zwei Centralkammern sind verschmolzen, als bereits soviel Schale abgeschieden war, dass einer vollständigen Vereinigung der beiden Centralkammern zu einer kugligen von der Schale ein zu grosser Widerstand entgegengesetzt wurde. Da dieser Fall uns aus der Litteratur in einem sicheren Beispiele nicht bekannt ist, bilden wir einen solchen auf Tafel II, Figur 2 ab, der an einem Nummuliten von Cap Rajan (Schweinfurth'sche Sammlung) von uns beobachtet wurde.

3) Statt einer Centralkammer finden sich im Centrum des Nummuliten zwei von gleicher oder verschiedener Grösse. Die beiden

<sup>1</sup> v. STAFF: Die Anatomie und Physiologie der Fusulinen. S. 48. Zoologica Heft. 58.

Centralkammern hatten bei ihrer Vereinigung bereits vollkommen ausgebildete feste Schalen. Diese Erscheinung ist schon wiederholt beobachtet und abgebildet, z. B. von *Num. Tchichatcheffi* D'ARCH durch *Œ. Popescou-Voitesti*, ferner in besser gelungenen Abbildungen durch D'ARCHIAC und HAIME von *Num. Lamarki* (l. c. Taf. IV Fig. 14 u. 15) und von *N. vasca* (l. c. Taf. IX, Fig. 11 t.).

Wie eine Haube sitzt die erste Kammer auf der Centralkammer über dem Porus. Die erste Kammer ist bei Nummuliten meist auffallend klein im Vergleich mit der zweiten, dritten und den folgenden Kammern während umgekehrt bei den Fusuliniden die erste Kammer meist viel grösser ist als die folgenden. Bei Nummuliten nehmen demnach im Allgemeinen die Kammern von der ersten Kammer ab an Grösse zu, während bei Fusulinen zunächst eine grosse erste Kammer, dann eine zweite bedeutend kleinere folgt, von der (oder einer der nächsten) allmählich eine Grössenzunahme der Kammern einsetzt. Wir halten dies jedoch für keinen bedeutsamen Unterschied, da zuweilen auch bei Nummuliten (vgl. z. B. Prever V 26) sehr grosse, fast an Verschmelzungen erinnernde erste Umgangkammern auftreten. (Vgl. hier Tafel II 2, 3.)

Die Kammerwandung der Nummuliten besteht aus zwei genetisch verschiedenen Schichten: 1) dem Dachblatt, dessen Abbiegung die Septen darstellen. Es ist eine dichte, dünne Schalenlage von der gleichen Beschaffenheit wie die Centralkammerwandung; 2) der dem Dachblatt *auf-lagernden* Schalenlagen — hierin liegt ein wichtiger Unterschied von den Fusulinen! — oder der *Faserschicht*. Die Faserschicht bildet meistens mehrere parallele Lagen, wie es besonders schön auf einigen Abbildungen bei D'ARCHIAC und HAIME zu sehen ist. Sie ist ausserordentlich feinfaserig und erscheint meistens homogen. *Weder Dachblatt noch Faserschicht zeigen bei den Arten, die bisher von uns untersucht sind, Spuren von Poren.* Nach dem Gesagten ist ohne weiteres klar, dass die Faserschicht eines Umganges erst dann gebildet werden konnte, wenn dieser Umgang bei der Bildung des nächstfolgenden von Protoplasma überflutet wurde. Auch die Centralkammer ist von aussen mit einer Faserschicht bekleidet, die zunächst dünn, auf dem der Centralkammer folgenden Umgang aber sehr schnell dicker wird. Wir sehen in diesem Verhalten der Faserschicht zur Centralkammer einen direkten Beweis für unsere oben ausgesprochene Ansicht über die Bildung der Faserschicht. Die Dicke dieser Schicht ist bei ein und demselben Exemplare variabel und kann infolge dessen auch nicht wohl als Speciescharakter verwandt werden. Mit unserer Vorstellung über die Bildung der Faserschicht stimmen die schematischen Abbildungen nicht recht überein, welche SCHWAGER und DE LA HARPE (*Étude des Nummulites de la Suisse. Mém. de la soc. Pal. Suisse 1880*) von Nummuliten gegeben haben, bei denen auch die aller-oberste, äusserste Schale aus zwei oder drei Schalenlagen besteht. Die äusserste Schale eines ausgewachsenen, vollständig erhaltenen Nummuliten (*couche vitreuse* DE LA HARPE) kann nach unserer Ansicht nur dem

Dachblatt allein entsprechen und kann von einer Faserschicht nicht überlagert sein. Wir glauben hierfür, in einem Schlicke einen Anhaltspunkt gefunden haben. Infolge ihrer geringen Stärke kann man diese äusserste Schalenlage ausgewachsener Nummuliten nur sehr selten beobachten, da sie naturgemäss meist zerstört sein dürfte.

Das Septum bildet eine Abbiegung des Dachblattes und hat eine  $\cap$ -ähnliche Gestalt. Der äussere, periphere Saum des Septums ist stark rückwärts gebogen und legt sich an die vorhergehende Kammer an. Der untere Saum des Septums ist entweder gerade oder  $\pm$  stark (und dann meist unregelmässig) gewellt. An der Basis des Septums dort, wo es sich auf dem vorhergehenden Umgange auflegt, befindet sich eine grössere Öffnung, die Mundspalte, *und auf beiden Seiten derselben eine Reihe kleiner Öffnungen*. Den Teil des Septums, der in der Mundspaltenregion liegt, nennt DE LA HARPE »cloison», während die beiderseits davon gelegenen Teile von ihm »prolongements des cloisons» (Septalverlängerungen) genannt werden. Der Ausdruck Septalverlängerungen ist zuweilen falsch verstanden worden, indem man damit die Verzierungen bezeichnete, welche man meistens bei Nummuliten von unvollständiger Erhaltung beobachtet und sie als Verlängerung der Septen des *vorher*-gehenden Umganges (also in einem anderen Sinne Septalverlängerungen) deutete, *während sie doch in Wirklichkeit, was übrigens auch DE LA HARPE richtig erkannt hat, nur die unteren Teile der mit der Aussenschale abgebrochenen Septen sind*. Man bezeichnet aus diesem Grunde und auch deshalb, weil cloison + prolongements des cloisons ein einheitliches Gebilde ist, das Ganze am besten als Septum und verzichtet auf den unnötigen und missverständlichen Ausdruck Septalverlängerung.

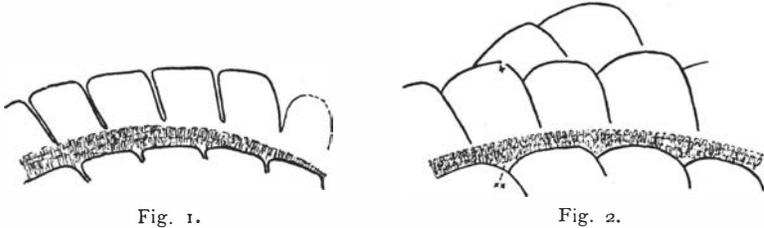
DE LA HARPE u. A. haben allgemein angegeben, dass das Septum aus *zwei* Blättern bestehe; dies ist aber insofern zu berichtigen, dass zum mindesten ein Teil der radiaten und sinuaten Nummuliten einfache Septen haben. Vollständige Klarheit erlangt man darüber erst bei wirklichen Dünnschliffen. Von den bisher von uns geschliffenen Nummuliten können wir mit Sicherheit angeben, dass *das Septum nur aus einer Schalenlage besteht*. Entwicklungsmechanisch wäre übrigens auch der Aufbau aus 2 Blättern leicht zu verstehen, wenn nämlich sehr frühzeitig eine Kalkausscheidung stattfindet. (Vergl. Abbildung 1).

In dünnen Axischliffen beobachtet man zuweilen, dass den Spiralkanal ein Querbalken durchzieht und dadurch in zwei Teile teilt (vergl. auch die Abbildung Fig. 8 bei DE LA HARPE l. c.). Dieser Querbalken entsteht dadurch, dass das Septum nur stellenweise vom Schriff getroffen ist, was übrigens DE LA HARPE ebenfalls schon klar erkannt hat. Genau die gleiche Erscheinung hat V. STAFF von *Fusulina vulgaris* (Anatomie und Physiologie der Fusulinen. Zoologica 58, Taf. I Fig. 7) abgebildet.

Die Verdickung des unteren Teiles der Septen, die man häufig im Medialschnitt beobachtet, wird durch Septenfältelung hervorgerufen. Diese Septenfältelung, welche bisher bei Nummuliten nicht berücksichtigt worden

ist, tritt bei einzelnen Arten auch im Axialschnitt noch recht deutlich hervor. Dass eine Septenfältelung in der Tat auch bei Nummuliten ähnlich wie bei Fusulinen besteht, ergeben sehr dünne Medianschliffe, bei denen man zuweilen beobachten kann, dass der untere Teil des Septums stark vorgebogen ist. Man vergleiche z. B. den schönen Medianschliff, den PREVER (l. c.) von *Num. (Laharpia) subitalica* TELL auf Taf. I, Fig. 28 l. c. giebt.

Dass sich bei Nummuliten die Schalenwand spaltet und statt eines Umganges gleichzeitig zwei angelegt werden, ist wiederholt beobachtet, ohne dass für diese Erscheinung meines Wissens irgendwo eine sachgemässe Erklärung gegeben wäre. Es liegt sehr nahe, die Spaltung der Lamelle durch Schalenverletzung zu erklären; wenn nämlich in dem oberen Teile eines normal mit Mundspalte ausgebildeten Septums an irgend einer Stelle, die übrigens nicht in der Medialebene zu liegen braucht, durch Verletzung oder aus einem anderen Grunde eine zweite Öffnung entsteht,



*Schematische Figuren zur Erklärung der Schalenbildung der Nummuliten.*

Fig. 1 zeigt das Ausdünnen der basalen Dachblattverstärkung gegen die letzt gebildeten Kammern. Fig. 2 zeigt die Möglichkeit einer traumatischen Verdoppelung der Kammerreihen eines Umganges. Mit X ist die Stelle bezeichnet, wo im Septum eine sekundäre Öffnung entstanden ist. XX zeigt die Entstehung eines sogenannten Kanals.

so wird die Sarkode an zwei Stellen — abgesehen von den kleinen Öffnungen am unteren Saum des Septums — ausfliessen und zwei übereinanderliegende Kammern bilden, deren Grösse von der Grösse der Aufflussöffnungen abhängig sein dürfte. Dabei muss die Sarkode sehr frühzeitig Schale ausscheiden, jedenfalls bevor sich die beiden Sarkodemassen mischen können. Eine sehr frühzeitige Kalkabscheidung ist ja übrigens auch durch v. STAFF bei basalskelettierten Fusulinen nachgewiesen worden. (Vgl. hier Figur 2.)

Wenn somit auch gezeigt werden konnte, dass sich bei Nummuliten und Fusulinen manche Eigentümlichkeiten in gleicher Weise wiederfinden, so kann daraus durchaus nicht etwa auf eine nahe Verwandtschaft oder auf Konvergenz geschlossen werden. Es sind vielmehr rein äusserliche Charaktere, die bei allen Foraminiferen vom nautiloiden Typus in gleicher Weise wiederkehren müssen und daher keineswegs etwa an sich schon eine engere Verwandtschaft zwischen Nummuliten, Fusulinen und Alveolinen beweisen können.

#### IV. Die Stellung der Fusuliniden im System.

Nach den eingehenden Ausführungen HENRI DOUVILLÉ'S im Bulletin de la Société Géologique de France (4. série VI, 1906, page 575—602) könnte es fast überflüssig erscheinen, dem genannten Problem einen besonderen Abschnitt zu widmen. Indessen stellen die zweifellos höchst geistreichen und anregenden Zusammenfassungen des grossen Foraminiferenforschers, wenigstens soweit sie die Fusuliniden betreffen, weit mehr eine Synthese damals noch wenig bekannter, als eine Analyse gut bekannter Einzelheiten dar. So sehr derartige Versuche in bestimmten Phasen der Forschung am Platze sind,<sup>1</sup> so unbedingt erforderlich ist es, sie sobald als möglich richtig zu stellen bzw. sie zu verbessern, ehe sie ihren Weg in Lehr- und Handbücher genommen haben, wo sie naturgemäss ihren anfänglich grossen Nutzen verlieren müssen. Bezeichnend für die Art, in der oft solche geistvollen Anregungen sich bei der Uebernahme in andere Bücher in festgegründete Dogmen zu verwandeln pflegen, ist das folgende Beispiel: G. STEINMANN zitiert in seinen Buche: »Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre« (Leipzig W. ENGELMANN 1908) DOUVILLÉ mit den Worten: »Ich erwähne z. B. den von DOUVILLÉ erbrachten Nachweis, dass die zur Carbon- und Permzeit so häufigen grossen Foraminiferen der Familie der *Fusuliniden* keineswegs, wie man bisher angenommen hat, als *ausgestorben* zu gelten haben, sondern dass sie sich an die jüngere ganz ähnlich gebaute Familie der *Alveoliniden*, die unvermittelt (!) in der Kreide auftritt, *aufs engste anschliessen* und sich von ihnen nur durch *wenig abweichende Schalenstruktur* unterscheiden.«

Dieser Nachweis ist nun aber keineswegs erbracht (auch DOUVILLÉ nennt l. c. Seite 583 seine Absicht ja nur: *Indications qui permettent de préciser les définitions*) und die Folgerung STEINMANN'S mithin verfrüht, wie hier gezeigt werden soll.

Da durch eine Reihe von Zufällen wir in die Lage gekommen sind, die Organisation der Fusuliniden eingehender kennen zu lernen, als es bisher möglich war, halten wir es für zweckmässig, die Konsequenzen zu ziehen, die sich für die Systematik ergeben haben, zumal sie nicht unwesentlich von DOUVILLÉ'S Meinungen abweichen. DOUVILLÉ rechnet der Familie der Fusuliniden 9 Genera zu, die wir zunächst einzeln besprechen wollen:

- 1). *Fusulinella*; cloisons à peu près planes, percées d'une ouverture médiane, étroite et un peu allongée. La Forme est ou lenticulaire ou sphéroidale. Type: *Fusulinella Bocki*.

Hierzu ist zu bemerken, dass erstens *sehr stark gefältelte* Fusulinellen von V. MÖLLER bereits 1878 (Mem. Ac. Sci. St. Pétersbg. 7. ser. XXV, Tafel XV, Fig. 1 a) abgebildet worden sind, zweitens die *Zahl der Sarko-*

<sup>1</sup> Auch der zweite Abschnitt der vorliegenden Schrift soll naturgemäss nur eine derartige synthetische Studie sein!

*deaustritte eine ziemlich grosse* ist. Ferner ist *F. Bocki* keineswegs linsen- oder kugelförmig, sondern spindlig. Allerdings kommt dieser Umstand deshalb nicht so in Betracht, da eben dieser »Typus« gar keine *Fusulinella* ist, sondern zu *Fusulina* (*Schellwienia*) gehört. — Allerdings gibt es auch Formen, deren Aufrollungsaxe der längste Durchmesser ist, obwohl sie im übrigen sehr stark an *Fusulinellen* erinnern. Für diese, die durch eine auf Spitzbergen vorkommende Foraminifere typisch vertreten ist, stellen wir das neue Genus *Schubertella* auf, da wir der Ansicht sind, dass die relative Axenlänge ein um so wichtigerer Faktor ist, als er ja zu den höheren Formen überleitet. (Vgl. hier Tafel IV 7, 8.) Im Uebrigen ist bereits von einem von uns, das Genus *Fusulinella* an anderer Stelle so ausführlich besprochen worden, dass wir hier darauf verweisen können. (N. Jahrb. f. Min. etc. B. B. XXVII, 1909, Seite 486—492).

2). *Fusulina*; test imperforé à structure alvéolaire. Ouverture simple en fente.

DOUVILLÉS Irrtum bezüglich der Zahl der Pylome der *Fusuliniden* ist bereits an anderer Stelle (*Zoologica* 58 Seite) eingehend widerlegt worden. Hier genügt der Hinweis, dass die Fältelung der Septen und die Mehrzahl der Pylome entwicklungsmechanisch in ebenso engem Zusammenhange stehen, wie die Pylomzahl und die Basalskelettreifen. Da der typische Habitus der bisher dem Genus zugerechneten Formen sich auch bei einem Typus findet, der eine einfache, also an *Fusulinella* erinnernde Schalenstruktur hat, stellen wir für diesen das Subgenus *Girtyina* auf (bezw. halten an ihm fest; vgl. v. STAFF *Zoologica* 58 Seite 14).

3). *Schwagerina*; dérive directement de *Fusulinella* et en diffère par la multiplication des ouvertures qui forment une rangée a à la base des cloisons. Le test est alvéolaire comme dans *Fusulina*; il parait ne renfermer qu'une seule espèce, Schw. princeps.

Für die Tatsache der *Entstehung der Schwagerinen aus Fusulinen* (*Schellwienien*) hat, wie wir glauben, einer von uns so schlagende Beweise gegeben, als in so schwierigen Fragen überhaupt möglich sind (v. STAFF, N. Jahrb. etc., Seite 482—505). Sowohl zahlreiche *Uebergangsformen*, als auch die *Ontogenie* (vgl. lc. Seite 453—458) sprechen ebenso absolut für die enge Verwandtschaft zu den *Fusulinen*, wie gegen DOUVILLÉS *Hypothese*, die sich wohl nur dadurch erklären lässt, dass er die von KROTOW 1888 und SCHELLWIEN 1895 bekannt gegebenen vermittelnden Spezies (*Schw. fusiformis*, *Schw. fusulinoides*) gar nicht gekannt hat. Ebenso scheint ihm entgangen zu sein, dass YABE 1906 die von GIRTY 1904 seinem neuen (von v. STAFF 1909 eingezogenen) Genus *Triticites* zugerechnete *Fus. secalis* als echte *Schwagerina* ansah. Dass die Mehrzahl der Pylome keinen Unterschied gegen *Fusulinella* bildet, ist bereits oben gesagt worden. Wichtig ist jedoch, dass bereits SCHELLWIEN 1896 *Schwagerinen* abgebildet hat, die deutliche *Septenporen* zeigen, d. h. mehrere Reihen von Oeffnungen übereinander besitzen. Auch bei anderen *Fusulinen*, z. B. SCHELLWIENS

*Fus. alpina* sowie bei *Fus. secalis*, existieren derartige Septenporen ganz nach Art der Endothyren. In deren Vorhandensein oder Fehlen können wir daher kein allzu wichtiges Merkmal erblicken. — Da, wie eben gesagt, die Uebergangskette zwischen den alten Fusulinen und den Schwagerinen vollkommen lückenlos geschlossen ist, halten wir es nicht länger für an-gängig, eine Trennung der Genera aufrecht zu erhalten. Wir ziehen ausserdem *Girtyina* als Subgenus hinzu und fassen den Namen *Fusulina* in dem ältesten Sinne, d. h. als Inbegriff der genetisch mit *Fus. cylindrica* eng zusammengehörigen Formen. Dem auf diese Weise namenlos gewordenen Subgenus *Fusulina* s. str. geben wir in dankbarer Verehrung den Namen *Schellwienia*.

4). *Doliolina*; caractérisée par l'existence de côtes transverses développées entre les ouvertures; cloisons à peu près planes; ouvertures des cloisons formant une rangée, comme dans le genre précédent.

Basalreifen treten, wie oben bemerkt, schon bei den Fusulinellen auf und finden sich in gleicher Weise bei *Schubertella*, *Girtyina*, *Schellwienia* (sowie in den Erstlingsumgängen von *Schwagerina*?). Da erst im Jahre 1909 für *Verb. Verbeeki* (früher *Doliolina*!) das Genus *Verbeekina* von V. STAFF aufgestellt wurde, ist anzunehmen, dass die obige Definition auch diese Spezies umfassen sollte. Dass diese aber eine zwar nur auf den untersten Saum beschränkte, jedoch intensive Fältelung besitzt, ist bereits an anderer Stelle nachgewiesen worden (V. STAFF in N. Jahrb. etc. l. c. Seite 471—473), ebenso dass ihr die Septenporen der Schwagerinen fehlen.

5). *Neoschwagerina*; dérive du précédent.

Diese Form dürfte noch zu ungenügend bekannt sein, als dass sich sicheres über ihre Abstammung sagen liesse, wenngleich wir uns (mit V. STAFF, N. Jahrb. etc. Seite 485) DOUVILLÉ hier anschliessen möchten.

6). *Sumatrina*; paraît dériver directement de *Doliolina*.

Hier gilt das Gleiche, wie bei dem vorigen Genus; nur dass wir hier DOUVILLÉ noch nicht zu folgen vermögen, sondern weitere Untersuchungen abwarten.

7). *Alveolina*;

8). *Loftusia*;

9). *Alveolinella*;

Zu diesen 3 Gruppen bemerkt DOUVILLÉ:

Les formes de la période secondaire ne se différencient des précédentes que par des caractères de faible importance: le principal est la nature du test qui est calcaire, mais nous verrons reparaitre dans la Craie supérieure un type à test réticulaire ou alvéolaire.

Wir halten nach dem im vorigen Abschnitte Gesagten die *Wandstruktur* der Alveolinen etc. für entwicklungsmechanisch so *völlig verschieden*, dass für unser Empfinden keine Rede von einer Zuweisung dieser Genera zu den Fusulinida sein kann. Der Zustand der Sarkode bei Formen, die Waben ansetzen und höchstens noch ein partielles Dachskelett in Gestalt einzelner Reifen anlegen, die (wie DOUVILLÉ bereits sehr richtig erkannt hat) mit den Pylomen in engstem Zusammenhange stehen, ist ein völlig anderer, als der von den Alveolinen, die nicht die geringste wabenbildende Tendenz zeigen. Hier soll indessen nicht näher auf diese Fragen eingegangen werden, die demnächst Herr ALTPETER in seiner Darstellung des Schalenbaues der Alveolinen behandeln wird. Ferner erscheint uns auch die Stellung und Struktur von *Loftusia* noch durchaus problematisch. Da wir hier nicht über den engen Rahmen der uns näher vertrauten Formen hinaus gehen wollen, beschränken wir uns nur darauf, zu bemerken, dass uns die Berechtigung des neuen Genus *Alveolinella* vorläufig noch wenig erwiesen scheint. Gerade DOUVILLÉ, der an ihre Beziehungen zu den Fusuliniden glaubt, dürfte das Auftreten von Septemporen nicht als genustrennend ansehen, da ja bei Fusulinen sie als lediglich accessorischer Faktor sich erweisen, der sogar bei eng verwandten Spezies (*Sch. alpina!*) nicht nur in verschiedenen Stadien der Ontogenie auftreten, sondern auch völlig fehlen kann. Ebenso scheint uns gerade das Genus *Loftusia* etwas aus dem Rahmen der von DOUVILLÉ so scharf betonten gesetzmässigen Fortentwicklung des Stammes herauszufallen und zwischen *Alveolina* und *Alveolinella* nicht einwandfrei plaziert zu sein. — In diesem Zusammenhange sollen auch noch zu dem zweiten Teile von DOUVILLÉS zitierter Schrift (II, évolution et enchaînements des Foraminifères) einige kritische Worte gesagt werden. Indessen muss, um Missverständnisse zu vermeiden, ganz ausdrücklich betont werden, dass wir in keiner Weise die hohe Bedeutung dieser Schrift verkennen und sehr wohl wissen, dass DOUVILLÉ hier auf einem unendlich schwierigen Gebiete als Erster grundlegende Probleme angeschnitten und richtunggebend behandelt hat. Immerhin aber sind einige Punkte mit entwicklungsmechanischen Prinzipien schlecht vereinbar. DOUVILLÉ schreibt ganz allgemein (l. c. Seite 592): »les loges sont limitées en avant par une cloison dont la constitution est différente de celle de la muraille.« Wir vertreten die Ansicht, dass *Dachblatt und Septum* (die Abbiegung des Dachblattes) *stets im Prinzip unbedingt gleich strüert* sein müssen, weil sie ja in der gleichen Schalenbildungsphase abgeschlossen werden; alle Differenzierung geschieht nachträglich. Uebrigens kann späterer Schalenansatz Septum und Wand auch in völlig gleicher Weise beeinflussen (vgl. *Sch. incisa* SCHELLW.<sup>1</sup>). Wenn DOUVILLÉ l. c. fortfährt: C'est ainsi qu'elle est formée de tissu compact dans un grand nombre de perforés comme les Nummulites, so ergänzen wir, dass ebenso ja auch das Septum perforat bei sonst imperforaten

<sup>1</sup> Vgl. Palaeontographica XLIV 1898 Tafel XXII Figur 2.

Formen sein kann, wie bei *Sch. secalis*, *Schw. princeps* etc. Darin sehen wir allerdings keinen Konstitutionsunterschied, sondern nur einen Ausdruck des Atembedürfnisses etc., das zahlreichere Lokalisierungen der Zellorgane verlangt, aber die Struktur nicht im Geringsten beeinflusst. Ausserdem sind uns noch keine Mikrophotographien bekannt, die einwandfrei die Nummuliten als perforat erwiesen, und wir sind durch die Erfahrungen mit v. MÖLLERS Genus *Hemifusulina* älteren Zeichnungen gegenüber vorsichtig geworden.

DOUVILLÉ schreibt (l. c. Seite 593): d'abord lenticulaire dans *Fusulinella Struvei*, la forme generale devient sphéroidale, puis définitivement fusiforme a partir de *Fusulina*. Nach dem oben Gesagten muss dieser Satz lauten: Die Gestalt beginnt mit der Linsenform (*Fusulinella*) und leitet durch Streckung der Aufrollungsaxe (*Schubertella*) über zu *Girtyina* und *Schellwienia*. Aus letzterer entwickeln sich abermals kugelige Formen (*Schwagerina*). Ueber die Lebensweise schreibt DOUVILLÉ: (l. c. Seite 593), dass sie von der litoralen der Alveolen abweiche, da die Fusuliniden »associés à des faunes de brachiopodes» wären. Gerade wieder die Fusuliniden Spitzbergens zeigen sehr deutlich, wie sehr küstennahe, seichte und ruhige Gäwässer diesen Formen zusagten. Ferner deuten wohl auch die Brachiopoden auf nicht allzu tiefe See hin, und die Faunenvergesellschaftung mit diesen existiert tatsächlich durchaus nicht. (Nähere Angaben siehe v. STAFF in *Zoologica* 58, Seite 82, sowie in *Palaeontographica* LV, 1908, Seite 150 Anm. 1.)

Da es hier zu weit führen würde, uns auch mit der kürzlich erschienenen Schrift H. H. HAYDENS »Fusulinidae from Afghanistan» (Rec. geol. Surv. India 1909, XXXVIII) auseinanderzusetzen, sei nur bemerkt, dass wir ihren Standpunkt nicht teilen, da er sichtlich auf ungenügender Literaturkenntnis basiert ist. Eine eingehendere Kritik soll an anderer Stelle erscheinen.

Es bleibt nun noch übrig, unsere Einteilung<sup>1</sup> der Familie der Fusuliniden in übersichtlicher Weise zusammenzufassen.

---

### Familie Fusulinidae v. Möller.

Foraminiferen mit nahezu symmetrisch aufgerollter, involuter, kalkiger Schale, die durch meist mehr oder weniger gefaltete Septen in von Pol zu Pol der Aufrollungsachse laufende Kammern geteilt wird. Die Wand besteht bei den niederen Formen nur aus einem Dachblatte, dessen radiale Abbiegungen die Septen darstellen. Bei den höheren (geologisch jüngeren)

<sup>1</sup> Die gewissermassen eine Ergänzung bzw. Berichtigung von ZITTELS: Grundzüge der Paläontologie, (1. Abt. 1903, Seite 31—32 darstellt).

Formen tritt noch unterhalb des Dachblattes ein Wabenwerk hinzu. Von dem bei vielen jüngeren Formen stark ausgeprägten, doch stets partiellen d. h. reifenförmigen Basalskelett finden sich Andeutungen bereits bei älteren Formen. Die Austrittstellen der Sarkode (Pylome) sind nicht auf eine einzige sogenannte Mundspalte beschränkt, sondern stets von Pol zu Pol am Untersaum des Septums in grosser Zahl (und zwar in den Rückbiegungen der evtl. Fältelungen) vorhanden. Zuweilen zeigt das Septum mehrere Reihen unregelmässig siebartig übereinanderliegender Poren, während die eigentliche Wand stets porenlos erscheint.

a). *Subfamilie Fusulinellinae* v. STAFF-WEDEKIND.

Die Wand besteht nur aus einem poren- und wabenlosen Dachblatte. Die Anfangswindungen zeigen eine Tendenz zu (endothyrenhafter) Asymmetrie. Fast stets sind je zwei Medialreifen als basale Versteifungsleisten vorhanden. Die Septen zeigen meist sehr geringe Fältelung. Nur relativ sehr kleine Formen bekannt. Unterkarbon bis Perm.

*Fusulinella* v. MÖLLER (em. v. STAFF 1909). Die Aufrollungsachse ist der kürzeste Durchmesser. Die Fusulinellen scheinen in den Endothyren zu wurzeln und mit sehr kleinen flachlinsenförmigen Typen zu beginnen, bei denen einer sehr geringen Fältelung ein starkes Prävalieren der von Medialreifen begrenzten Mundspalte über die seitlichen Pylome entspricht. Ein Seitenzweig scheint von dieser Phase zu Schubertella zu führen. Ein weiterer Zweig deutet mit seiner Grössenzunahme, kugeligere Form und intensiver, fast Mundspalten- und Medialreifenfreier Fältelung der Septen vielleicht auf *Verbeekina* hin. Unterkarbon bis Perm.

*Schubertella* v. STAFF-WEDEKIND. Die Aufrollungsachse ist der längste Durchmesser. Da bisher nur eine Spezies (aus dem Oberkarbon Spitzbergens) bekannt ist, dürfte die Diagnose kaum definitiv aufzustellen sein. Medialreifen begrenzen eine sehr deutliche Mundspalte, die Septen sind so gut wie ungefältelt. Von hier scheinen gewisse Schellwienien abzuleiten zu sein, die mit geringer Grösse und Umgangzahl sehr kurzes Wabenwerk, schwache Septenfältelung und ausgeprägte Medialreifen vereinigen.

b). *Subfamilie Fusulininae* v. STAFF-WEDEKIND

Die Wand besteht neben dem porenlosen eigentlichen Dachblatt, dessen zuweilen poröse Abbiegungen die Septen darstellen, bei den höheren Formen stets auch aus einem gutentwickelten Wabenwerk. Die Anfangswindungen sind bereits symmetrisch und zeigen stets die Aufrollungsachse als längsten Durchmesser. Die Septenfältelung ist stets vorhanden, schwankt jedoch zwischen geringer und sehr erheblicher Intensität. Die Umgangzahl hält sich zwischen 7 und 11 bei erwachsenen Exemplaren. Oberkarbon-Perm.

*Girtyina* v. STAFF. Die Wand besteht nur aus einem porenlosen Dachblatte. Septenporen fehlen. Die Septen sind intensiv gefältelt, die Mundspalte ist sehr schmal. Beziehungen zu *Schubertella* scheinen nicht zu bestehen, vielmehr liegt die Möglichkeit vor, dass es sich bei diesem Genus nur um eine Brackwasserfazies der Schellwienien handelt, mit denen die Schalenform (die bei *Girtyina* vielleicht etwas geblähter ist) und Grösse, der Fältelungshabitus der Septen, die Symmetrie der Anfangswindungen etc. übereinstimmt. Doch sind Uebergänge noch nicht gefunden, und das Auftreten in Russland bzw. Nordamerika in übereinstimmender Form trotz völliger Verschiedenheit der begleitenden Schellwienien spricht für die Selbständigkeit des Genus, das evtl. auf *Fusulinella* zurückgeht. Zahl der Umgänge ca. 8—11.

*Fusulina* FISCHER v. WALDHEIM. Das Dachblatt ist stets von einem Wabenwerk verstärkt. Die Septen sind häufig in den späteren Umgängen porös und stets deutlich gefältelt. Die Medialreifen und sogar eine eigentliche Mundspalte können fehlen. Die einzelnen Spezies sind in ihrer Verbreitung räumlich meist eng (provinziell) begrenzt, wenn auch gewisse sehr lange und regelmässig gefältelte Typen weltweit aufzutreten scheinen. Die Brackwasserfazies scheint Grössenabnahme und Verkürzung des Wabenwerks herbeizuführen. Die Abstammung aus *Schubertella* dürfte sehr wahrscheinlich sein und in gerader Linie zu benthonischen Schellwienien vom Typus der *secalis-simplex* führen, von denen sich die Schwagerinen, durch zahlreiche Uebergänge verbunden, als pelagische Fazies ableiten. Umgangszahl etwa 7—9.

Subgenus *Schellwienia* v. STAFF-WEDEKIND. Die Streckung der Aufrollungsachse, die bereits in den ersten Umgängen vorhanden ist, wird von den späteren Windungen meist noch verstärkt. Die Gestalt ist daher bei den erwachsenen Exemplaren stets spindelförmig, wobei sich alle Uebergänge von dick-geblähten zu lang-zylindrischen Typen finden. Die Zunahme der Windungshöhe und der Wandstärke geschieht in allmählicher und regelmässiger Weise. Die Gehäuse sind stets stark versteift, und zwar können sich dabei die Intensität der Septenfältelung, die Wandstärke, geringere Höhe der Umgänge, Medialreifen und hohe Septenzahl, teilweise vikariierend, beteiligen. Höchst wahrscheinlich leiten sich die verschiedenen Formgruppen von *Schubertella* ab und stellen die benthonische Fazies des Genus *Fusulina* dar. Schon in der Ableitung von *Schubertella* liegt die Tendenz, in geologisch jüngeren Horizonten grössere Formen zu bilden, doch dürfte eine starke Abhängigkeit vom Milieu diese Tendenz oft etwas zurücktreten lassen. Vielleicht haben einige der schärfer markierten Formgruppen subgenerischen Wert, indessen erschwert die meist provinzielle Verbreitungsweise ein sicheres Urteil in dieser Frage wesentlich. Oberkarbon-Perm.

Subgenus *Schwagerina* v. MÖLLER EM. v. STAFF. Dieses Subgenus stellt die pelagische Fazies der Fusulinen dar und ist mit gewissen Schellwienien durch Uebergänge eng verbunden. Die im Beginn stets gestreckte

Aufrollungsachse verkürzt sich später stark, wobei die Umgangshöhe erheblich zunimmt. Der letzte Umgang zeigt senile Dekreszenz. Das Gehäuse ist mit möglichster Materialersparnis gebaut, daher ist Wandstärke, Septenfältelung (unregelmässig und nur am Untersaum), Septenzahl gering, Medialreifen fehlen, die Septen sind in den späteren Umgängen porös. Die Entwicklungstendenz führt zur Bildung von immer kugeligern (nur die Polspitzen ragen vor), hochkammerigeren, dünnwandigeren Typen, bei denen der an *Schellwienia* erinnernde Schalenbeginn sich immer schärfer von dem definitiven Gehäusecharakter absetzt. Die Zentralkammer wird immer kleiner, und der bei *Schellwienia* so häufige Dimorphismus fällt mehr und mehr fort zu ungunsten der Makrosphären. Die Lebensweise ist pelagisch, die Verbreitung daher weltweit, nicht provinziell. Nur ziemlich grosse Formen bekannt. Oberstes Karbon bis Perm.

c). Subfamilie *Verbeekininae* v. STAFF-WEDEKIND.

Die Wand besteht neben dem Dachblatte stets auch aus einem meist sehr kurzen Wabenwerk, das die Tendenz zeigt, durch partielle Verlängerungsstreifen ein Dachskelett zu bilden. Die Anfangsumgänge sind asymmetrisch und flach linsenförmig. Die Abstammung von *Fusulinella* wird auch dadurch wahrscheinlich gemacht. Die Septen sind lediglich am alleruntersten Saume und zwar in sehr regelmässigen Abständen gefältelt. Bei den versteiferten Typen setzen sich an die Vorbiegungen dichte Basalreifen an. Die Zahl der gleichmässig niedrigen Umgänge ist relativ sehr hoch (mindestens ca 12). Nur permische Vertreter bekannt.

*Verbeekina* v. STAFF. Kugelige Formen mit endothyrenhaften Anfangsumgängen. Basalskelett nicht vorhanden (bezw. nur im Anfangsstadium als Medialreifen ausgebildet). Die direkte Abstammung von *Fusulinella* dürfte sichergestellt sein. Von den Schwagerinen unterscheidet sie neben dem Unterschied in der Anfangsphase u. a. das Fehlen jeder Vorrangung der Pole, die weitaus höhere Zahl (stets über 12) der sehr viel niedrigeren Umgänge, das Fehlen einer senilen Phase, die geringere Zahl der weit schwächer und regelmässiger gefältelten Septen. Trotz der offenbar pelagischen Lebensweise bisher aus Amerika und Russland nicht bekannt geworden. Unterer Perm.

*Doliolina* SCHELLWIEN (em. v. STAFF) vielleicht durch Uebergänge mit *Verbeekina* verbunden und evtl. als deren etwas benthonischere Fazies aufzufassen. Dickspindlige bis tonnenförmige Typen. Deutliche Basalskelettstreifen legen sich an die zahlreichen Vorbiegungen des Septenunter-saumes an. Ihnen entsprechen zuweilen sagittale Dachreifen, die aus Verlängerungen des Wabenwerkes bestehen. Unterer Perm.

Hierzu kämen noch, wahrscheinlich als selbständige Subfamilie, die gleichfalls permischen Genera *Neoschwagerina* YABE und *Sumatrina* VOLZ, über die vor Beendigung der Untersuchungen von Dr. DYHRENFURTH Genaueres nicht wohl gesagt werden kann.

## V. Beschreibung der oberkarbonen Foraminiferen Spitzbergens.

In der Gruppierung der Schellwienien schliessen wir uns derjenigen SCHELLWIENS an, die auch die Grundlage seiner »Monographie der Fusulinen« bildet, ohne aber darauf eingehen zu wollen, ob diese Gruppierung eine durchweg naturgemässe ist. Die sichere Bestimmung der bereits bekannten Arten stiess auf grosse Schwierigkeiten, infolge dessen auch die Speziesbeschreibung, die so gehalten wurde, dass zu erkennen ist, aus welchen Gründen die Identifizierung erfolgte. Bei der Bearbeitung trat deutlich hervor, dass die Charaktere, welche beim Anschleifen selbst zu beobachten sind, in der genannten Monographie viel zu wenig berücksichtigt sind. Ein näheres Eingehen auf die ältere Literatur soll an anderer Stelle erfolgen.

Von den 7 durch SCHELLWIEN in der benachbarten russischen Provinz unterschiedenen Gruppen kehren 5 auch auf Spitzbergen wieder.

### I. Gruppe der *Schellwienia longissima* V. v. MOELLER.<sup>1</sup>

### II. Gruppe der *Schellwienia minima* SCHELLWIEN.

Vertreter dieser beiden Gruppen sind von Spitzbergen bisher nicht bekannt geworden. Es sind daher alle Angaben bezüglich des Vorkommens von »*Fusulina cylindrica*« zu berichtigen!]

### III. Gruppe der *Schellwienia alpina* SCHELLWIEN.

1) *Schellwienia arctica* SCHELLWIEN. Taf. IV 4—6.

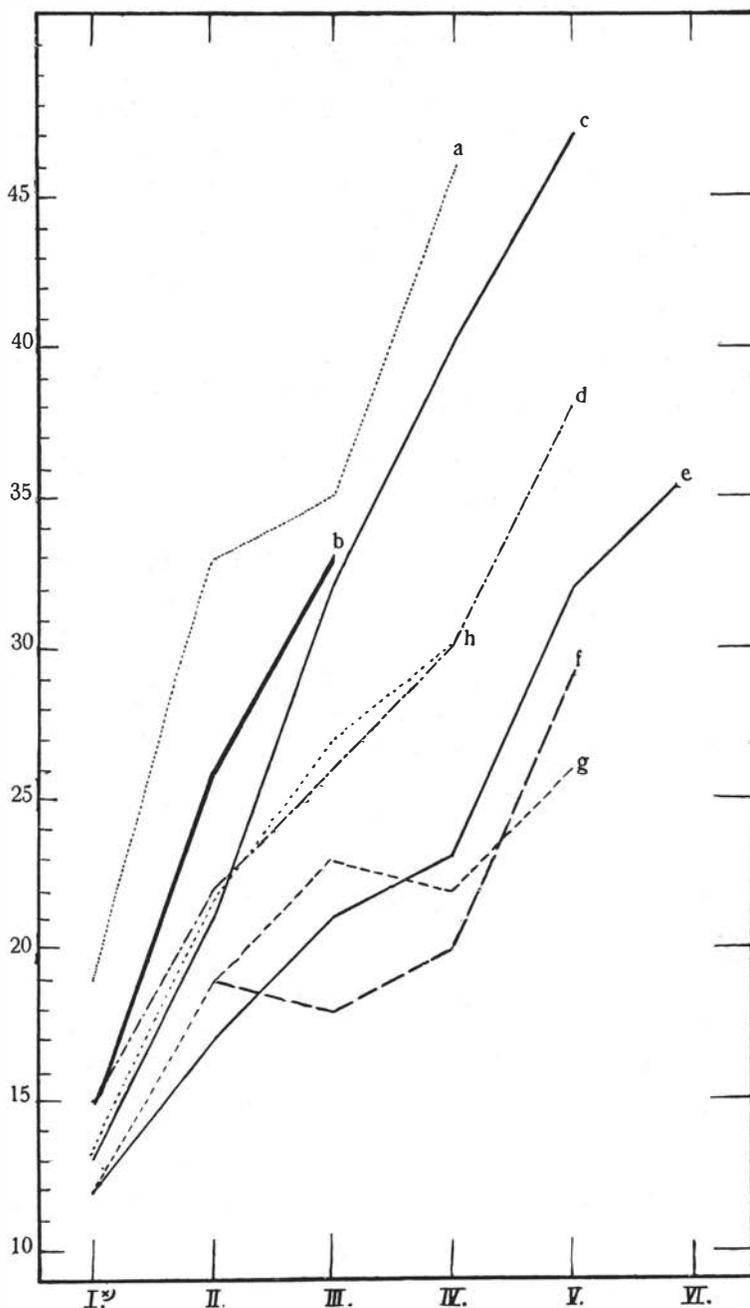
*Fusulina arctica* SCHELLWIEN. Palaeontographica LV S. 173, Taf. XVI, Fig. 3—9.

Schlanke zierliche Gehäuse, nach den Polen zu meist nur wenig verschmälert. Die Oberfläche mit ± deutlichen Melonenstreifen. Nach SCHELLWIEN variiert das Verhältnis der Höhe zur Länge des Gehäuses zwischen 1 : 1,27 und 1 : 1,33. Bei dem vorliegenden Material ist das Verhältnis meist noch etwas grösser, nämlich wie 1 : 1,33 und 1,34. Die Achse ist nach den Polen zu immer etwas gekrümmt.

Die Anfangskammer ist meist makrosphärisch, aber klein und ca. 0,3 mm. gross. Sie zeigt auch bei dem Spitzbergischen Material Abweichungen von der Kugelgestalt.

SCHELLWIEN bezeichnet die *Mundspalte* als wenig deutlich. Demgegenüber wurden von uns beim Anschleifen stets deutliche wenn auch schmale Mundspalten beobachtet. Die Deutlichkeit der Mundspalte wird dadurch

<sup>1</sup> Gruppendiagnose siehe Monographie der Fusulinen von SCHELLWIEN, herausgegeben von STAFF und DYHRENFYRTH, Palaeontographica LV, LVI.



Septendiagramm der Schellweienien Spitzbergens. Die römischen ziffern bezeichnen die Ordinalzahl des Umganges.

a—c *Sch. Nathorstii*, d *Sch. alpina* var. *contracta*, e—g *Sch. Anderssoni*, h *Sch. arctica*.

erhöht, dass die *Sch. arctica* *Medialreifen* besitzt, welche freilich im achsialen Dünnschliff ganz undeutlich werden. Daher erklärt es sich wohl auch, dass sie von SCHELLWIEN nicht erwähnt wurden.

Die *Aussenwandungen* sind von mittlerer Dicke. Der Unterschied zwischen der Dicke der Septen und der Aussenwand ist im Achsialschliff ziemlich erheblich, während er im Medialschliff, wie unten näher gezeigt wird, nicht gering ist.

Die *Septen* sind, wie in der alpina-Gruppe überhaupt, sehr unregelmässig gefältelt, und porös, was freilich nur an einzelnen Stellen beobachtet werden konnte. Sie erscheinen im Achsialschliff dünn, im Medialschliff meistens stark verdickt. Diese Verdickung möchte SCHELLWIEN durch sekundären Kalkansatz erklären; davon ist jedoch bei dem vorliegenden Material ebensowenig zu erkennen, wie bei den abgebildeten Formen SCHELLWIENS. (Jedoch soll hiermit durchaus nicht bestritten werden, dass solche Verhältnisse gelegentlich vorkommen können). Die Verdickung der Septen im Medialschliff beruht vielmehr auf primären Kalkabsatz und wird bei einer nicht genau medialen Lage der Medialschliffe durch die Medialreifen und die mit der Bildung dieser im Zusammenhang stehende Verdickung der Septenränder an der Mundspalte, oder durch Septenfältelung hervorgerufen. Die Zahl der Septen (vergl. auch Diagramm), beträgt im 4:ten Umgang 30 und 31, jedoch schwankt ihre Zahl nach SCHELLWIEN zwischen 28—31. Einige Exemplare zeigen folgende Septenzahlen:

		1	2	3	4
Umgang	I	13	13	12	13
»	II	28	21	17	22
»	III	27	27	24	27
»	IV	31	30	26	30
»	V	—	—	28	—

Exemplar 1 u. 2 sind von Spitzbergen, während die Septenzahlen von 3 und 4 nach SCHELLWIEN (l. c.) Taf. XVI 8 u. 5 zum Vergleich hinzugefügt sind. Ein Exemplar von Spitzbergen (vergl. obige Tabelle 1) fällt durch die hohe Zahl der Septen im 2:ten Umgange auf, obwohl keine Schalenreparatur oder Wachstumsvergrößerung als Ursache erkannt werden konnte. Wir zählten bei diesem Exemplare ca. 28, während sonst im 2:ten Umgange die übliche Zahl 21 bis 22 ist. Es muss ausserdem noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass der Medialschliff, den SCHELLWIEN auf Taf. XVI, Fig. 8 abbildet, durch die durchweg geringe Zahl der Septen (vergl. obige Tabelle 3) von *Sch. arctica* erheblich abweicht. (Wenn auch immerhin angenommen werden könnte, dass dieser Medianschliff die mikrosphärische Form der *typischen* *arctica* darstellt, als die man die gut zusammenpassenden Medial- und Achsialschliffe l. c.

Taf. XVI, Fig. 3 und 5 ansehen kann, so ist der Unterschied [Dicke der Aussenwandungen etc.] immerhin noch recht erheblich.)

Die Schellwienien, die SCHELLWIEN als *Sch. arctica* abbildet, sind wie zum Teil auch die spitzbergischen Formen stark verdrückt, was bei dem gleichen Einbettungsmaterial nach dem früher von uns Gesagten nicht sehr verwunderlich erscheinen kann. Besonders auffällig ist dies an den Abbildungen SCHELLWIENS Taf. XVI, Fig. 4 und 9 (Palaeontographica LV) zu sehen. Dass die Septen aus 2 Lamellen bestehen sollen, wie SCHELLWIEN meint, ist wohl lediglich eine Folge der Zerdrückung. Leider hat SCHELLWIEN das die Fusulinen umhüllende Gesteinsmaterial abdecken lassen, wodurch die Zerdrückung viel weniger auffällig hervortritt, wie bei dem uns vorliegenden Material. (Vgl. hier Taf. IV 4.)

Sehr schwierig gestaltet sich die Frage, auf die SCHELLWIEN ebenfalls schon hingewiesen hat, ob die *arctica* nicht etwa nur als eine Varietät der *alpina* anzusehen ist. Die Unterschiede, welche SCHELLWIEN zwischen diesen Formen angibt, sind sicher nicht recht ausreichend zur Speziestrennung. Der wesentliche Unterschied besteht wohl darin, dass die *arctica* Medialreifen besitzt. Diese Frage kann aber jedenfalls erst gelöst werden, wenn die *alpina* auch während des Anschleifens genau untersucht und dabei auf die eventuelle Existenz von Medialreifen geachtet wird.

Vorkommen: Spitzbergen, Bäreninsel.

#### IV. Gruppe der *Fusulina Verneuili* V. v. MOELLER.

##### 2) *Schellwienia* cf. *Verneuili*.

*Fusulina Verneuili* V. v. MÖLLER (zum Teil) Mém. Acad. St. Petersburg 1878, VII Ser., Bd 25, N:o 9, S. 64 ff., Taf. IX, Fig. 26.

— — — SCHELLWIEN Palaeontographica LV, Taf. XVI, Fig. 10—11 und Taf. XVII, 1, 4—6.

Schlanke Fusulinen von zylindrischer Gestalt, bei denen sich die Höhe zur Länge verhält wie 1 : 3,5. Die Anfangskammer zeigte sich makrosphärisch aber klein. Die Mundspalte ist deutlich und wird vermutlich auch bei dieser Art von Medialreifen begrenzt. Die Einrollung nimmt von innen nach aussen gleichmässig ab. Die Septen sind regelmässig gefaltet. Im Achsialschnitt erscheinen die Falten hoch und fast regelmässig an Höhe nach den Polen zunehmend.

Da bisher Medialschliffe von dieser Art nicht vorliegen, erscheint ein weiteres Eingehen vorläufig untunlich.

Vorkommen: Spitzbergen.

#### V. Gruppe der *Schellwienia simplex* SCHELLWIEN.

*Sch. cf. exigua* v. STAFF (vgl. Zoologica 58, Figur 25) liegt in einigen mangelhaft orientierten Schliffen offenbar vor; Cyathophyllumkalk.

**VI. Gruppe der *Schellwienia vulgaris* SCHELLWIEN.**

3) *Schellwienia Anderssoni* SCHELLWIEN. Taf. III 1—5.

*Fusulina Anderssoni* SCHELLWIEN Palaeontographica LV, S. 182.

Aus dem Nachlass SCHELLWIENS stammen eine Reihe von Medial- und Achsialschliffen, die als *Fus. Anderssoni* bezeichnet und auch in seiner Monographie bereits beschrieben, aber noch nicht abgebildet sind.

Das Gehäuse zeigt einen regelmässig spindelförmigen Umriss und eine Oberfläche mit ziemlich deutlichen Melonenfurchen. Das Verhältnis der Höhe zur Länge schwankt in geringen Grenzen, nach SCHELLWIEN bei ausgewachsenen Exemplaren zwischen 1:2,1 und 1:2,6. Zwei weitere Exemplare, die übrigens auch schon SCHELLWIEN auf dem Schliffe als *Anderssoni* bezeichnet hat, ergaben die Verhältniszahlen 1:2,45 und 1:3,1. Die Mundspalte ist schmal und erscheint im Achsialschnitt unregelmässig. Die Anfangskammer ist uns nur in der makrosphärischen Form bekannt geworden und ist relativ klein.

Die Aussenwände sind nicht sehr dick, gleichwohl tritt der Unterschied in der Stärke der Aussenwand zu der der Septen besonders im Achsialschnitt noch so deutlich hervor, dass *Sch. Anderssoni* zu der Gruppe der *Sch. vulgaris* gestellt werden kann. Die Septen zeigen eine relativ regelmässige Fältelung. Auffällig und charakteristisch ist die Gestalt der Septalfalten, die im Achsialschnitt eine hochviereckige Gestalt haben —  $\cap$ . Diese Eigentümlichkeit kehrt bei den Exemplaren von Spitzbergen und von der Bäreninsel in gleicher Weise wieder.

Auch im Medialschliff zeigen die Septen meist noch Andeutungen von Fältelung und erzeugen dadurch oft einen »sanduhrähnlichen« Habitus. Die Zahl der Septen nimmt während des ersten und zweiten Umganges gleichmässig zu. Der dritte Umgang zeigt meistens keine oder nur eine sehr geringe Zunahme der Septenzahl [zuweilen sogar eine geringe Abnahme]; dagegen nimmt während der dann folgenden Umgänge die Septenzahl gleichmässig zu. Mehrere Exemplare ergaben folgende Zahlen:

Schliff	901	611	605	612	900
Umgang I	10	12	12	12	12
» II	15	19	19	19	17
» III	21	18	23	25 <sup>1</sup>	21
» IV	28 <sup>1</sup>	20	22	32(?) <sup>1</sup>	23
» V	31	28	26	38(?)	32
» VI	41(?)	—	—	—	36(?)

*Schellwienia arctica*, die während der ersten 4 bis 5 Umgänge durch eine geringe Zuspitzung an den Polen der *Sch. Anderssoni* ähnlich werden

<sup>1</sup> Die ungewöhnlich grossen Zahlen beruhen auf Wachstumsunregelmässigkeiten, die durch Schalenreparaturen etc. verursacht sind.

kann, unterscheidet sich von dieser durch weit unregelmässiger Septenfältelung.

Auffallend ist dagegen die Ähnlichkeit unserer Art mit *Sch. vulgaris* var. *exigua* SCHELLWIEN, worauf auch schon DYHRENFURTH [in der Palaeontographica LVI, Seite 168] aufmerksam gemacht hat. Die Gestalt der Septalfalten im Axialschnitt bei der Anderssoni ist ein gutes Unterscheidungsmerkmal von jener Art. Immerhin zeigen diese Formen in ihrer auffälligen und interessanten Konvergenz, wie schwer eine naturgemässe Systematik der Schellwienien sein dürfte.

Vorkommen: Spitzbergen, Bäreninsel.

## VII. Gruppe der *Schellwienia uralica* (SCHELLWIEN, Manuskript!)

Taf. IV 1—3.

### 4) *Schellwienia Nathorsti* Sch. Man.

Das Gehäuse hat eine spindelförmige etwas geblähte Gestalt, so dass es äusserlich der *Schellwienia Krotowi* ähnlich wird. Die Oberfläche scheint, nach den Schliffen zu urteilen, keine sehr deutlichen Melonenstreifen zu haben. Die Höhe des Gehäuses verhält sich zur Länge etwa wie 1 : 2; jedoch kann eine genauere Angabe zur Zeit noch nicht gemacht werden, weil die uns vorliegenden Achsialschliffe etwas schräg orientiert sind.

Die *Mundspalte* ist während der innersten Windungen (1—3) schmal und niedrig, während der späteren höher und unregelmässig. Sie wird von Medialreifen begrenzt, die auch im Achsialschliff recht gut hervortreten.

Die erste Windung ist sehr eng aufgerollt, die äusseren weiter. Die Anfangskammer ist uns nur in der makrosphärischen Form bekannt geworden und relativ klein. Sie ist bis ca 0,3 mm gross.

Die Aussenwände sind beträchtlich dicker als die Septen, auch während der inneren Windungen. Im Medialschliff erscheinen die Septen — infolge der Fältelung (oder der Medialreifen) — meist dick und zeimlich lang, während sie an sich in der Mundspaltenregion an Länge gleich dem halben Abstände der Kammerwände sind. Die Septenfältelung erscheint im Achsialschliff recht unregelmässig. Die Zahl der Septen ist auffallend gross, schwankt aber in weiten Grenzen:

		<i>Nathorsti</i>		<i>Krotowi</i>
Umgang	I	19	15	9
»	II	33	26	14
»	III	35	33	20
»	IV	46	—	18
»	V	—	—	22

Von *Schellwienia Krotowi* unterscheidet sich *Sch. Nathorsti* namentlich durch die weit grössere Zahl der Septen (siehe obige Tabelle) und durch die unregelmässige Septenfältelung. Auch die enge Aufrollung der ersten 4 Umgänge bei *Sch. Krotowi* bietet ein gutes Unterscheidungsmerkmal. Bei annähernd gleicher Grösse, ist daher die Zahl der Umgänge bei *Sch. Krotowi* eine viel erheblichere als bei unserer Art. Die Umgangszahl verhält sich etwa wie 5 : 7.

Vorkommen: Bäreninsel. (Aus dem Spitzbergischen Gesteinsmaterial konnten sichere Schiffe dieser Form bisher nicht erzielt werden.)

---

### Schubertella transitoria n. g. et n. sp.

Taf. IV 7—8.

Einem glücklichen Zufall ist es zu verdanken, dass von dieser neuen Gattung in einem Schriff je eine mikro- und makrosphärische Form in guter Orientierung getroffen ist. Beide Formen werden hier als einer Art angehörig betrachtet, da massgebende Unterschiede nicht zu finden waren.

Die äussere Gestalt der sehr kleinen Formen hat einen regelmässig spindelförmigen Umriss mit dem Verhältnis der Höhe zur Länge bei der makrosphärischen Form wie 1 : 1,7, bei der mikrosphärischen Form wie 1 : 1,9. Die Aussenwandungen sind sehr dünn und bestehen nur aus dem Dachblatt; ein Wabenwerk ist also nicht vorhanden. Die makrosphärische Form hat bereits im zweiten Umgange die gleiche Grösse wie die mikrosphärische mit 4 Umgängen. Die Mundspalte ist breit und tritt im achsialen Querschnitt deutlich hervor, weil sie von Medialreifen begrenzt wird, die bei der geringen Septenfältelung besser hervortreten müssen, als bei den stärker gefälten Schellwienien.

Die Septen sind, wie erwähnt, sehr wenig gefälten, eigentliche Fältelung ist nur an den Polen zu beobachten.

Diese neue Gattung verdient deshalb ein besonderes Interesse, weil sie von *Fusulinella* zu *Schellwienia* überleitet. In der äusseren Gestalt erinnert sie bereits vollkommen an Schellwienien dadurch, dass die Achse der grösste Durchmesser des Gehäuses ist — hierin besteht ein wichtiger Gegensatz zu *Fusulinella* —, während der Schalenbau noch durchaus Fusulinellenhaft ist. Von *Girtyina* ist *Schubertella*, abgesehen von ihrer geringeren Grösse u. a. durch das fast völlige Fehlen von Fältelung unterschieden.

Die Gattungsdiagnose könnte etwa lauten: Kleine spiralaufgerollte Foraminiferen, deren Achse der grösste Durchmesser des Gehäuses ist. Aufrollung der inneren Windungen endothyrisch. Aussenwandung besteht nur aus einem Dachblatt. Septen schwach gefälten.

---

### Schwagerina sp. (cf. princeps).

Eine sichere Speziesbestimmung erscheint bei der starken Deformierung, welche diese Schwagerinen erlitten haben, ausgeschlossen. Immerhin liess sich aus der kugeligen Gestalt der dünnen Aussenwandung, der sehr geringen Fältelung, der sehr langen und dünnen Septen und dem Fehlen von Basal- und Dachskelett mit Sicherheit feststellen, dass typische Schwagerinen vorliegen. Sie gehören wahrscheinlich zur Gruppe oder sogar Spezies der *Schwagerina princeps*, die ja aus Russland bekannt geworden ist und auch dem gleichen Horizonte entspricht. Die Schwagerinen, welche nur in untergeordneter Zahl vorkommen, sind viel stärker zerdrückt als die Fusulinen. Sie waren also trotz ihrer Kugelgestalt offenbar viel weniger widerstandsfähig als die Fusulinen.

Die Schwagerinen treten an Zahl in Spitzbergen und der Bäreninsel in den eigentlichen Fusulinengesteinen stark zurück und erscheinen nur als vereinzelte Eindringlinge unter den Schellwienien.

Von den ausser diesen noch mit den Schellwienien vorkommenden Foraminiferengattungen (*Valvulina*, *Saccamina*, *Tetrataxis*, *Stacheia* (?) *Bigenerina-Climacamina* etc.) mag noch kurz erwähnt werden, dass *Bigenerina cf. elegans* v. MÖLLER in einem auffallend grossen Exemplare erhalten ist, das ein prächtig entwickeltes Wabenwerk und Dachblatt zeigt. Die Gattung *Valvulina* ist leicht an dem schraubenförmig gewundenen Gehäuse zu erkennen, das nur aus Dachblatt besteht.

### Tafelerklärungen.

#### TAFEL 2.

- Fig. 1. Typisches Bild der Einbettung der Fusulinen. Vergr. ca. 6: 1. Mimersbukta, Spitzbergen.
- Fig. 2. *Nummulites* sp. zeigt die für Verschmelzungsphänomene der Zentralkammer bezeichnende 8-Form. Die Septen zeigen sich als Abbiegungen der innersten Lamelle der Wand. Vergr. ca. 10: 1.
- Fig. 3. *Nummulites* sp. zeigt in einem Medialschliff die schwache Eindellung am Zentralkammerporus sowie die Abhängigkeit der Wanddicke von der Ordinalzahl der sie nach aussen begrenzenden Kammer. Vergr. ca. 15: 1.
- Fig. 4. Dünnschliff durch den Spitzbergischen Fusulinen-Sapropelit. Deutlich zu sehen ist eine grosse *Bigenerina* (r. oben) sowie eine Tabulate bzw. Bryozoe (m. unten). Gut zu beobachten ist die Art, in der eine in tangentialem Anschliff scharf markierte Mundspalte bei Annäherung an die Achsialschliffage verschwindet. (Die beiden mittelsten subachsialen Schnitte zeigen nur im innersten Fenster die Mundspalte). Charakteristisch treten auf die eigenartigen Zerdrückungsphänomene. Vergr. ca. 15: 1. Fundort wie Fig. 1.

TAFEL 3. *Schellwienia Anderssoni*. Vergr. 20: 1.

Fig. 1 und 2. Medianschnitte.

Fig. 1. zeigt (oben) sehr hübsch die Fältelung der Septen und hat in den ersten 6 Umgängen die Septenzahlen:

10 — 15 — 21 — 28 — 31 — 41

gegen: 12 — 17 — 21 — 23 — 32 — 36 bei Fig. 2.

Fig. 3—5. Achsialschliffe. Fig. 3 und 4 zeigen besonders klar den eigenartigen Habitus der Fältelungs-Halbbögen. Fig. 5 weicht etwas ab.

## TAFEL 4.

Fig. 1—3. *Schellwienia Nathorsti*. Vergr. 20: 1.

Fig. 1. Subachsialer Schliff zeigt die starken Medialreifen und die intensive Fältelung der an sich dünnen Septen.

Fig. 2 und 3. Medialschliffe zeigen die scheinbare Dicke der Septen in der stark gefältelten Medialregion. Die Septenzahl ist recht hoch und beträgt in den ersten vier Umgängen:

bei Fig. 2: 19 — 32 — 35 — 46

gegen 15 — 26 — 34 — 44 — bei Fig. 3.

(Zahlenwerte nur angenähert.)

Fig. 4—6. *Schellwienia arctica*. Vergr. 20: 1.

Fig. 4 zeigt den Einfluss der sapropelitischen Pressung sowie die vergleichsweise beträchtliche Länge der ersten Umgangskammern, von denen die fünfte die kleinste ist.

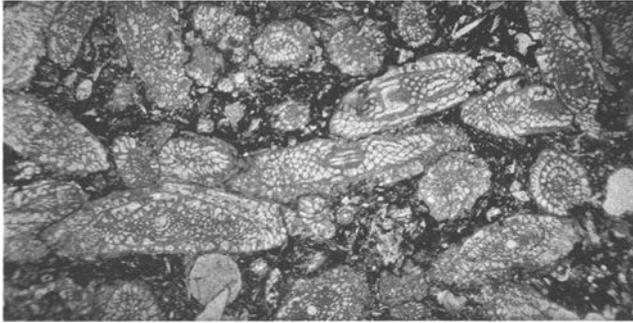
Fig. 5 zeigt in submedialem Schnitt ein extrem makrosphärisches Exemplar.

Fig. 6. Der Achsialschnitt zeigt eine sehr unregelmässige Fältelung und vergleichsweise grosse Maschen an den Polenden.

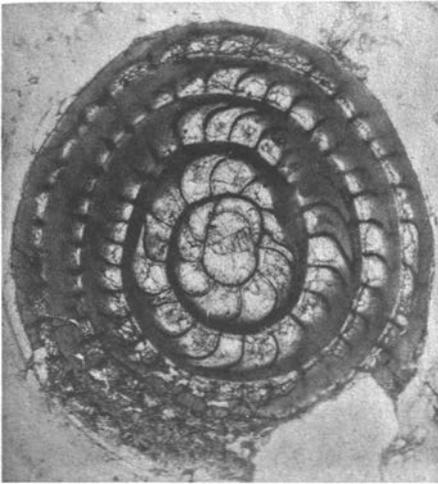
Fig. 7—8. *Schubertella transitoria* in einem makrosphärischen und einem mikrosphärischen Exemplar; die geringe Septenfältelung und die Medialreifen kommen deutlich zum Ausdruck. Zeichnungen auf Mikrophotographie. Vergr. ca. 150: 1.

Für die gütige Erlaubnis, das in Tafel II 1 wiedergegebene Negativ abbilden zu dürfen, sagen wir Herrn Prof. POTONIÉ nochmals unseren verbindlichsten Dank.





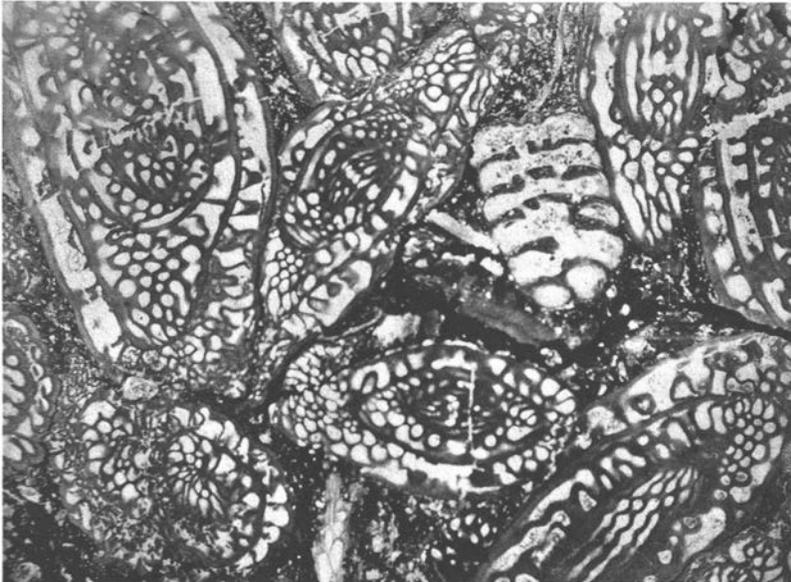
1



2



3



4

