

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM

NEUEN JAHRBUCH

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE.

Beilage-Band XXVII.

(S. 461–506 und Taf. VII, VIII.)

Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden.

Von

Hans v. Staff.

Mit 2 Tafeln und 16 Textfiguren.



Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.

1909.

Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden.

Von

Hans v. Staff.

Mit Taf. VII, VIII und 16 Textfiguren.

„I do not wish to attach any weight to the interpretations I have here offered; but I simply state the facts, and the explanations of them, which have suggested themselves to my own mind.“

W. B. CARPENTER¹.

I. Über eine neue *Schwagerina* aus dem Sosiokalke.

Einleitung.

In den Sammlungen des Breslauer geologischen Institutes fanden sich einige Foraminiferen aus dem sogen. „Calcare con Fusulina della valle del fiume Sosio“, die mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. FRECH mir in liebenswürdigster Weise zur Bearbeitung zur Verfügung stellte. Die nähere Untersuchung ergab das überraschende Resultat, daß die bisher nirgends beschriebene „Fusulina“ GEMMELLARO's eine echte *Schwagerina* ist.

Da diese *Schwagerina* durch ihren günstigen Erhaltungszustand sowohl, wie infolge ihrer Stellung im System einige Einblicke gewährte in bisher wenig beachtete oder auch teil-

¹ Philos. Trans. Roy. Soc. **146**, 1856. p. 213. — Dankbar denke ich der vorzüglichen Untersuchungen und Abbildungen CARPENTER's, dessen in den Jahren 1856—62 erschienene *Researches on the Foraminifera* mir ein sichererer Führer durch die Foraminiferenwelt waren als viele neuere Arbeiten.

weise nicht richtig gedeutete Verhältnisse, schien es wünschenswert, der bloßen Beschreibung einige allgemeine Bemerkungen hinzuzufügen.

Eine reiche Fülle von Fusuliniden, die F. ROEMER VON VERBEEK aus Padang 1876 erhielt, wurde mir ebenfalls durch Herrn Prof. FRECH zur Untersuchung übergeben. Auch unter dem so überaus reichen Fusulinmaterial, das der so früh verstorbene E. SCHELLWIEN zusammengebracht hatte, fand sich eine Anzahl von Schliffrn einiger Schwagerinidenarten vor. Da SCHELLWIEN offenbar diese in seiner begonnenen „Monographie des Genus *Fusulina*“, die ich, soweit es möglich ist, herauszugeben und fortzusetzen¹ bestrebt bin, nur kurz aufzunehmen beabsichtigte, andererseits aber gerade diese Schwagerinen ihres großzügigeren Bauplanes wegen sich verhältnismäßig leichter verstehen und deuten lassen, als die mannigfache und oft so komplizierte Formenwelt der Fusulinen, habe ich mich entschlossen, die vorliegende kleine Arbeit bald dem Druck zu übergeben. Sie mag so gleichsam als Schlüssel dienen für die naturgemäß spezieller gehaltene Monographie.

Aus dem gleichen Grunde sind hier die Abbildungen in stärkerer Vergrößerung (1:20) gegeben, um einen besseren Einblick in die Strukturverhältnisse zu ermöglichen. Ich hoffe, daß dadurch das hier Gezeigte auch in den kleineren Wiedergaben der Monographie wiederzufinden sein wird. Soweit es nicht besonders angegeben ist, sind die Bilder unretuschiert. Auch sonst hat die Retusche, die ich selbst vorgenommen habe, keinerlei Änderung des Bildes bewirkt als eine Beseitigung störender Gesteinsunregelmäßigkeiten. Nicht die Fusulinidenschale, sondern nur das Gestein ist dabei berührt worden.

Schließlich ist es eine Pflicht der Dankbarkeit, auszusprechen, daß durch die zahlreichen Mikrophotographien² und Schliffr SCHELLWIEN's mir manche Erkenntnis erst eigentlich ermöglicht wurde.

¹ Herrn G. DYHRENFURTH, der die mühevollere Bearbeitung der asiatischen Fusulinen übernommen hat, spreche ich auch an dieser Stelle als meinem Mitherausgeber meinen besten Dank aus.

² Die Originalnegative befinden sich in dem geologischen Institut zu Breslau und stammen größtenteils noch von Prof. SCHELLWIEN.

*Schwagerina Yabei*¹ n. sp.

Taf. VII Fig. 1—3.

Vorliegend vier Exemplare. Der Erhaltungszustand ist, wie bei fast allen Fossilien des Sosiokalkes, ein vorzüglicher. Der weiße Kalk, der die Kammern ausfüllt, läßt sich in Dünnschliffen fast vollkommen durchsichtig machen und gestattet daher unter dem Mikroskop die Anwendung starker Vergrößerung. Die Größenverhältnisse sind folgende:

| | 1. | 2. | 3. | 4. |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|------------|
| Mediale Höhe ² | 8,8 | 9,3 | 9,2 | 8,8 |
| Achsenlänge | 11,2 | 10,7 | 12,3 | ca. 11,3 |
| Verhältnis L/H | 1,27:1 | 1,15:1 | 1,34:1 | ca. 1,29:1 |

Bei 3 ist die Angabe der Länge am exaktesten, da bei 1 und 2 die Spitzen der Enden (oder Pole) ein wenig abgebrochen erscheinen. Demzufolge ist auch der Wert L/H bei 3 wohl der genaueste, obgleich vielleicht dieses Exemplar etwas gestreckter ist als die anderen. 1 und 4 sind zu Schliffen benutzt worden, da ihre Maße fast überein-

¹ Anfänglich hatte ich die Absicht, diese schöne *Schwagerina* nach dem größten deutschen Fusulinenforscher SCHELLWIEN zu benennen. Herr H. YABE hatte die Liebenswürdigkeit, mir unter seinen noch unveröffentlichten Schliffen eine „*Schwagerina Schellwieni*“ zu zeigen, der im Manuskript die Priorität zukommt. Ich ergreife daher mit Freude die Gelegenheit, meine Spezies nach dem Entdecker der Neoschwagerinen zu benennen.

² Die bisher in der Nomenklatur der Fusulinen benützten Ausdrücke sind vielfach so wenig glücklich gewählt, daß es mir erforderlich erscheint, einige Begriffe kurz zu definieren, ehe ich auf eine Besprechung der vorliegenden Spezies eingehe. Zwei — gänzlich verschiedene Bilder gebende — Schnittypen sind zur Speziesdiagnose unbedingt erforderlich. Der eine Schnitt muß die Aufrollungsachse (Längsachse des Gehäuses) enthalten, der zweite in einer Ebene liegen, die auf der Mitte dieser Achse senkrecht steht. Beide Schnitte halbieren die Zentralkammer. Der erste, meist als Längsschnitt in der bisherigen Literatur bezeichnete, ist richtiger als Axialschnitt, der zweite, bisher meist — physiologisch gänzlich unrichtig! — Querschliff genannte vielmehr als Längsschnitt aufzufassen und, um Verwechslungen mit älteren Angaben vorzubeugen, als Median-schnitt (medialer Sagittalschliff) zu benennen.

stimmten, und daher die beiden Schiffe sich vorzüglich zu Vergleichen eignen. 3 liegt der Abbildung zugrunde (Taf. VII Fig. 1).

Gestalt: Fast kugelig mit deutlich hervortretenden Enden der Aufrollungsachse. Von Pol zu Pol laufen schwache Furchen, die den Septenansatz markieren. Der Abstand dieser Furchen in der Mitte schwankt von 0,4—0,8 mm. Der Verlauf ist nicht genau gradlinig, sondern ganz schwach und ziemlich regelmäßig wellig. Eine Eindrehung nach den Polen zu findet sich zuweilen in geringem Umfange. Auch scheint ab und zu eine Septalfurche sich in der Mitte etwas vor-, d. h. der Mündung bezw. letztgebildeten Kammer entgegenzubiegen.

Der Medianschliff (Taf. VII Fig. 2) zeigt das für Schwagerinen aus der Gruppe der *Schwagerina princeps* charakteristische Bild. Die Zentralkammer ist (bei den vorliegenden beiden Schiffen) minutiös klein; ebenso sind die ersten 2—3 Umgänge überaus eng gewunden. Der Übergang zu einer freieren Aufrollung geschieht plötzlich. Die Septen erweisen sich mit vollster Deutlichkeit als aus Abbiegungen der Kammerwand entstanden. Sie erreichen sehr häufig den Boden, und auch in den Fällen, wo dies nicht geschieht, bleibt doch der Abstand ein sehr geringer. Der Verlauf ist keineswegs stets gradlinig, vielmehr zeigt die Mehrzahl der Septen am inneren, d. h. der Achse zugewendeten Ende eine scharfe Knickung nach vorn oder hinten, die etwa $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$ der gesamten Länge betrifft. Eine Porosität der Septen ist nicht erkennbar. Dieselbe würde auch, nach Analogien zu urteilen, entsprechend der überaus geringen Septenstärke nur äußerst gering sein können. Die Kammerwände haben ebenfalls nur ein sehr feines Wabenwerk. Die Wandstärke nimmt nach außen hin stark zu. Sie übertrifft im letzten, 7. und 8. Umgange um das Dreifache den 4. und 5. Nicht ganz so stark ist die Zunahme der Septenstärke.

Der Medianschliff zeigt überhaupt drei gänzlich verschiedene Arten des Schalenbaues, ebenso wie der Axial- schliff (Taf. VII Fig. 3). Beide seien zum Vergleich nebeneinander gestellt:

Medianschliff.

A. Umgang 1—2½.

Aufrollung sehr eng, Septen und Wände verhältnismäßig dick, Septenfaltung beträchtlich, Septen relativ sehr zahlreich.

B. Umgang 2½—6½.

Aufrollung sehr weit, Septen äußerst dünn, Wandstärke gering, Septenfaltung überaus schwach, höchstens das unterste Viertel betreffend, Septen nicht sehr zahlreich.

C. Umgang 6½—8.

Aufrollung ziemlich eng, Septenstärke gering, Wandstärke bedeutend, Septenfaltung stark und fast die ganze Höhe betreffend, Septen verhältnismäßig nicht sehr zahlreich.

Axialschliff.

A. Umgang 1—3.

Aufrollung sehr eng, Septen und Wand verhältnismäßig dick, Septenfaltung ziemlich bedeutend. L/H etwa wie 3:1. Habitus durchaus fusulinenartig.

B. Umgang 3—6.

Aufrollung sehr weit, Septen (an den Polen deutlich!) äußerst dünn, Wandstärke gering, Septenfaltung ziemlich gering, nur den alleruntersten Teil betreffend. L/H im fünften Umgange wie 1:1. Habitus durchaus der Gruppe der *Schwagerina princeps* entsprechend.

C. Umgang 6—8.

Aufrollung ziemlich eng, Septenstärke gering, Wandstärke bedeutend, Septenfaltung ziemlich stark, zuweilen etwas mehr als die untere Hälfte betreffend. An den Polen infolgedessen ein dichtes, fusulinenartiges Netzwerk. L/H im achten Umgange wie 1,3:1.

Ein Vergleich dieser unabhängig aus beiden Schliffen gewonnenen Angaben zeigt klar die ausgezeichnete Übereinstimmung beider Schriffe. Es läßt sich deutlich ein Jugendabschnitt und ein Stadium mit Alterserscheinungen¹ abtrennen von dem eigentlichen typischen Schalenbau. Interessant ist die Tatsache, daß Alter und erste Jugend durchaus fusulinenartige Charaktere besitzen, und der Schluß scheint hinreichend gerechtfertigt, daß wir hierin einen Hinweis auf die Abstammung der Schwagerinen zu erblicken haben. Diese Annahme, daß *Schwagerina* sich aus *Fusulina* entwickelt habe,

¹ C. SCHWAGER'S „senile Decrescenz“. Vergl. auch YABE'S vorzügliche Abbildung Taf. I Fig. 1 im Journ. of the Coll. of Sci. Imp. Univ. of Tōkyō. 1906.

ist bereits von SCHELLWIEN gemacht worden. In *Schwagerina fusulinoides* und *Schw. fusiformis* hat er bereits Zwischenglieder erkannt, die noch etwas näher bei *Fusulina* stehen. Bei *Schwagerina fusulinoides* ist es ja fast schwer, zu entscheiden, welcher Genusname für sie der richtigere sei.

Die hier beschriebene Form ist besonders deshalb von weitgehendem Interesse, weil es sich hier fraglos um eine echte, der *Schw. princeps* überaus nahestehende *Schwagerina* handelt, die jedoch in den ersten Jugendwindungen noch

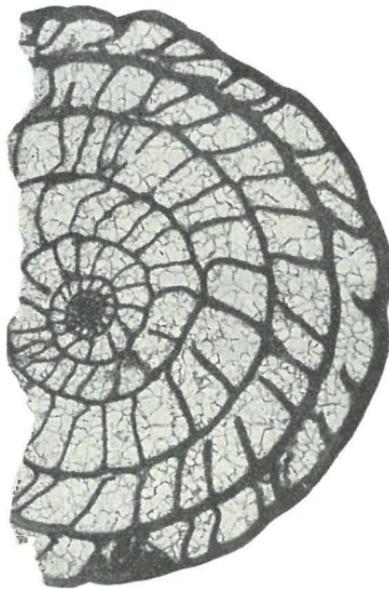


Fig. 1. *Schwagerina princeps* EHRENB. Schliff von V. v. MÖLLER, 20 \times . „Kohlenkalk von der Bjelaja“ (Zufluß der Indiga), Timangebirge. Medialschnitt.

fusulinenartige Kennzeichen bewahrt hat, in die sie wieder im senilen Zustande verfällt, obgleich sie in gewisser Beziehung schon über ihre Gruppe hinauszugehen scheint. Letzteres erscheint ganz im Einklang mit der hohen stratigraphischen Stellung.

Die Verwandtschaftsbeziehungen der vorliegenden *Schw. Yabei* n. sp. zu der Gruppe der *Schw. princeps* sind sehr eng. Wenn sie hier als neue Spezies bezeichnet wird, geschieht dies namentlich, weil sie eine Mittelstellung zwischen

der genannten Gruppe und der der *Schw. fusulinoides* einzunehmen scheint. Der Medianschliff gleicht fast völlig dem von *Schw. princeps*. Der in Fig. 1 wiedergegebene MÖLLER'sche Schliff aus dem „Kohlenkalk“ der Bjelaja (Zufluß der Indiga) des Timangebirges weicht fast nur durch seine größere Dicke von Taf. VII Fig. 2 ab. Die Unterschiede der Axialschliffe sind mehr ausgeprägt. Von *Schw. princeps* EHRENB. s. str. hat bereits C. SCHWAGER (in RICHTHOFEN, China. 4. 133) eine var. *glomerosa* abgetrennt, die vom Typ sich durch kugeliger Form auszeichnen soll. In Bezug auf das Verhältnis der Achsenlänge zur Sagittalhöhe lassen sich die einzelnen Formen der Gruppe der *Schw. princeps* etwa folgendermaßen anordnen:

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | <i>Schwagerina princeps</i> EHRENB. var. <i>glomerosa</i> SCHW. | 1,05 : 1. |
| 2. | „ „ „ s. str. | { v. MÖLL. ca. 1,2 : 1. SCHELLW. bis 1,3 : 1. |
| 3. | „ <i>Yabei</i> n. sp. | 1,15 : 1 bis 1,34 : 1. |
| 4. | „ <i>fusiformis</i> KROTOW ¹ | 1,4 : 1 bis 1,7 : 1. |
| 5. | „ <i>fusulinoides</i> SCHELLW. | 1,8 : 1 bis 2,8 : 1. |

Die starke seitliche Zuspitzung der Enden bei sonst ausgeprägt kugeligem Gesamtform läßt *Schw. Yabei* n. sp. in Beziehungen zu MÖLLER's Typ der *Schw. princeps* treten, von der sie jedoch die bedeutendere Größe (6 : 5 gegen 12 : 9 mm) trennt. Die Größe stimmt am besten zu SCHELLWIEN's Typ vom Bombaschgraben, dem jedoch die polare (seitliche) Zuspitzung fehlt.

Die wichtigeren Merkmale der ganzen Gruppe² sind etwa folgende: Die Neigung zu extrem mikrosphärischen Formen, die überaus enge Aufrollung der ersten, stets fusulinenhaft

¹ KROTOW's „*Schwagerina robusta* MEEK“ ist eine echte *Fusulina* der *vulgaris*-Gruppe, wie auch SCHELLWIEN bereits in einer handschriftlichen Notiz festgestellt hat.

² *Schwagerina robusta* MEEK ist nur dürftig beschrieben und abgebildet. MEEK (l. c. p. 3 n. 4) gibt für die regelmäßig ellipsoidale Form die Ziffern 1,3 : 1 für das Verhältnis der Achse zur medialen Höhe, sowie 10,3 mm für die Achse, 8,0 mm für die Höhe als Maximum an. Die Anzahl von 5—6 Umgängen scheint ebenfalls ein größter Wert zu sein, da MEEK angibt, der letzte Umgang sei gewöhnlich enger eingerollt. Mir liegt aus Kalifornien nur eine *Schwagerina* vor, die ich als der *Schw. princeps* und *Schw. Schellwieni* zu nahe stehend ansehe, als daß ich sie als selbständige Spezies abtrennen möchte (vergl. Taf. VII Fig. 4).

gestreckten 2—3 Umgänge, die überraschend schnelle Zunahme der Windungshöhe und in den letzten Umgängen auch der Wandstärke bei wieder sinkender Umgangshöhe, die ziemlich geringe Zahl der spärlich gefältelten, sehr dünnen langen Septen, die im Achsenschnitt oft den charakteristischen „Schatten“ zeigen, berechtigen dazu, diese Gruppe den anderen bisher so genannten Schwagerinen gegenüberzustellen.

Die Gruppe der „*Schwagerina*“ (*Verbeekina*) *Verbeeki* unterscheidet sich von ihr vor allem durch das gleichmäßigere Anwachsen der viel niedrigeren und zahlreicheren Umgänge, sowie durch die größere Konstanz der (geringen) Wandstärke, das Fehlen der Septenporen und die stärkere, überaus regelmäßige, nur den untersten Teil betreffende Septenfältelung. Ein recht wichtiges Merkmal der *Verbeekina*¹ *Verbeeki* ist es auch, daß ihre Anfangswindungen bereits annähernd die gleiche Kugelform des erwachsenen Tieres zeigen, während die Gruppe der *Schwagerina princeps* stets mit fusulinenhaft gestreckten Umgängen beginnt.

Der vorzügliche Erhaltungszustand gestattete, Dünnschliffe herzustellen, die diesen Namen wirklich verdienen. Der die Kammern erfüllende kristallisierte Kalkspat ließ sich meist fast völlig entfernen, resp. aufhellen durch ein leichtes Ätzen mit Phosphorsäure².

¹ Aus verschiedenen Gründen, die im folgenden eingehend dargelegt werden, halte ich das alte Genus *Schwagerina* MÖLL. für polyphylet. Da dem Typus die von *Fusulina* abzuleitende Gruppe der *Schwagerina princeps* entspricht, wäre für diese (als Subgenus) der Name *Schwagerina* beizubehalten. *Doliolina* SCHELLW., *Neoschwagerina* YABE, *Sumatrina* VOLZ sind bereits abgetrennt worden, und ich möchte schon hier auf die Notwendigkeit hinweisen, die Gruppe der *Verbeeki* (als *Verbeekina* n. g.) von den Schwagerinen zu trennen.

² Für feinere Ätzung an namentlich zu mikroskopischen Untersuchungen bestimmten Objekten habe ich die Phosphorsäure als für weit verwendbarer erprobt als die gewöhnlich angewendete Salzsäure. Die Vorteile hierbei sind so bedeutende, daß ich sie an dieser Stelle ausdrücklich hervorheben will. Einmal vermeidet man die lästigen, die Atmungsorgane sowie die Metallteile des Mikroskops angreifenden HCl-Dämpfe. Zweitens scheint mir die Phosphorsäure (mit einem der photographischen Technik entlehnten Ausdrucke) „kontrastreicher“ zu entwickeln. Ferner ist Phosphorsäure völlig ungiftig, billig und weder für die Kleidung noch für die Haut nennenswert angreifend und schädlich. Letzterer Vorzug

II. Der Septenbau der Schwagerinen der Gruppe der *Schwagerina princeps*.

Die sehr dünn geschliffenen, mit Phosphorsäure auf-
gehellten Schnitte zeigen manche Details, die anderen Be-
obachtern bisher entgangen zu sein scheinen. Sie lassen
daher manche Deutungen, die z. B. C. SCHWAGER¹ an gewisse
Strukturverhältnisse geknüpft hat, als unrichtig erkennen.

Vor allem enthält der Axialschliff [wie jeder Axialschliff
jeder *Fusulina* oder *Schwagerina*], die für die, wenn auch
geringe Fältelung der Septen
charakteristischen Merkmale.

Je stärker die Fältelung ist, je
höher sie am Septum herauf-
geht, je unregelmäßiger und
dichter sie wird, um so unklarer
und verwickelter wird das
Maschenwerk, das die Durch-
schnitte der einzelnen Falten
bilden. Es lassen sich zwei
Typen aufstellen. Fig. 2 ent-
steht, wenn eine schwache,
ziemlich regelmäßige Fältelung



Fig. 2 u. 3. Schematisches
Bild der Septenfaltung im
Axialschnitt. Vergl. Fig. 4!

nur den unteren Teil des Septums betrifft. Wir finden diesen
Typ fast stets mehr oder weniger deutlich in der Nähe der
Mitte.

Ist die Fältelung intensiver und haben die einzelnen
Septen geringeren Abstand voneinander, so zeigt sich das

läßt auch bei Aufnahmearbeiten im Gelände das Mitnehmen von Phos-
phor- statt Salzsäure ratsam erscheinen, da das so überaus un-
bequeme Zerfressen des Korkens der Flasche wegfällt und die sonst damit
erzwungene Mitnahme teurer und doch nicht immer zuverlässiger Hart-
gummigefäße erspart. Die Unterscheidungskraft gegenüber Kalk und
Dolomit ist bei beiden Säuren die gleiche. Der Kork wird nicht im
mindesten von der Phosphorsäure angegriffen. Auch schadet ein Auslaufen
oder Zerbrechen der Glasflasche nicht erheblich.

¹ Auch SCHELLWIEN wagte (Fus. d. karn. Alpen. Pal. 44) z. B. noch
nicht zu entscheiden, ob nicht zuweilen doch eine Septenbildung durch
Einkeilung stattfände. Auf Grund des mir vorliegenden Materials erkläre
ich eine derartige Einkeilung für ausgeschlossen und mit den Organi-
sationsverhältnissen unvereinbar.

Bild 3, dem wir naturgemäß an den Enden begegnen. Dieses Übereinander der Halbbögen kann natürlich in mehreren Reihen stattfinden. Ein typisches Bild gibt Fig. 4 wieder.

Bei flachen Wellungen der nichtgefalteten Septen wird der Axialschliff oftmals ein größeres Stück eines Septums tangieren bzw. in sehr spitzem Winkel schneiden, und dieser Vorgang wird sich uns durch den halbdunklen Schatten verraten, der ohne ganz scharfe Begrenzung einen Teil des freien Raumes zwischen den Wandungen zweier Umgänge

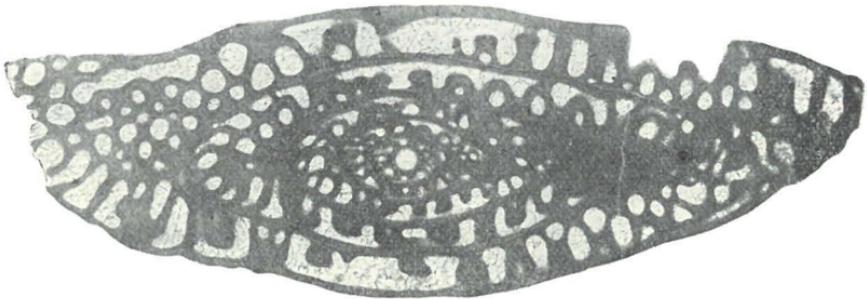


Fig. 4. *Fusulina Verneuli* v. MÖLL. Schliff von V. v. MÖLL., 20 \times . (Original zu MÖLLER's Taf. IX Fig. 2 b.) Axialschnitt zeigt die Art der Septenfaltung, die von der Mitte nach den Enden zu im einzelnen Umgange an Intensität zunimmt. Jaroslawka im Gouv. Ufa.

einnimmt. Diese Schattenflecken sind für die Schwagerinen der Gruppe der *Schwagerina princeps* (und auch *Verbeekina Verbeeki*) überaus charakteristisch.

Ist der Untersaum des flachgewellten Vorhanges, den bei dieser Gruppe das einzelne Septum darstellt, außerdem noch etwas regelmäßiger gefältelt, so daß er auf der Wand der nächst engeren Kammer in einer zierlichen Wellenlinie aufliegt (die natürlich ab und zu die zur Kommunikation nötigen Öffnungen freiläßt), so müssen neben den Schatten auch kleine, klar umrissene Halbbögen auftreten, wenn der Schnitt diesen Teil des Septums trifft. Wir haben hier nämlich folgende Möglichkeiten (vergl. Fig. 5):

- A. Der Schnitt trifft das Septum überhaupt nicht.
- B. Er tangiert das Septum und schneidet seinen vor- oder rückgebogenen Untersaum.
- C. Er schneidet nur den letzten Teil des Untersaums.

Je dünner der Schliff ist, um so schärfer zeigen sich natürlich diese Stadien ausgeprägt. In dicken Schliffen, wie sie C. SCHWAGER vielfach seinen Beobachtungen zugrunde legte, liegt dagegen sehr häufig ein Teil des tangierten Septums ebenso wie die äußersten Enden des gefalteten Untersaums zugleich im Schliff, der also die ganze Breite zwischen B und C der Fig. 5 ausfüllt. Dann ist natürlich kein Halbbogen sichtbar, sondern dunkle, halbrunde Massen liegen auf der nächst engeren Umgangswand scheinbar auf, getrennt durch helle Flecken, die den Rückbiegungen (Fig. 5 r) entsprechen. Das ist das typische Bild des SCHWAGER'schen „Basalskeletts“!

Die sonderbaren, fremdartig anmutenden Bilder (in RICHTHOFEN, China. 4.) erweisen sich also in ihrer Beziehung auf *Verbeckina Verbecki* als eine Folge zu dicker Schliffe und einer logischen Inkonsequenz. Die Halbbögen, die mein Axial-schliff (Taf. VII Fig. 3) oder jeder entsprechende Fusulinidenschnitt zeigt, wären nach Analogie mit SCHWAGER's Schlußfolgerungen ja sonst als hohle Tonnenreifen zu deuten!

Es ist für alle aus Schliffen zu ziehenden Schlüsse eine unbedingte Notwendigkeit, das Material während des Schleifens beständig mit scharfer Lupe in den einzelnen Stadien zu überwachen. Nur auf diese Weise kann man eine klare und richtige Auffassung des verwickelten Innenbaues der Fusuliniden erlangen¹. Die während des Schleifens beständig

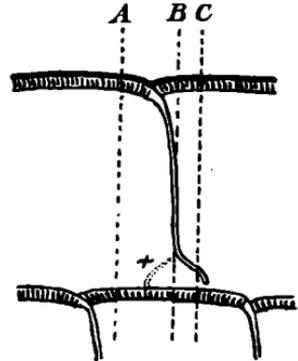


Fig. 5. Schema der möglichen Lagen axialer Schnitte. (Typisches Bild eines Sagittalschnittes von *Schw. princeps*, ca. 75 X.)

¹ Daß diese Bemerkungen nicht überflüssig sind, geht aus der Tatsache hervor, daß auch M. GORTANI durch unzulängliche, nicht zentralgelegte Schliffe zu Ansichten verleitet wurde, gegen die z. T. bereits F. ROEMER und E. SCHELLWIEN schwerwiegende Bedenken geäußert hatten. Seine diagnostische Bewertung des Aufrollungsquotienten hat er selbst kürzlich geändert. — Nur die Mangelhaftigkeit der Schleiftechnik erklärt es auch, daß GORTANI (Riv. Ital. pal. Bologna 1903) von Taf. IV Fig. 2 erklärt, dieser Schliff sei von der Medianebene nicht mehr weit entfernt. Tatsächlich liegt die Sache so: Im Text (l. c. p. 9) schreibt

kinematographenartig wechselnden Bilder haben mir zu allen diesen Ausführungen die Grundlage gegeben.

Nach dem Gesagten ist es nun vollständig einleuchtend, daß das Bild, das Fig. 6 A¹ zeigt, nur entstanden sein kann

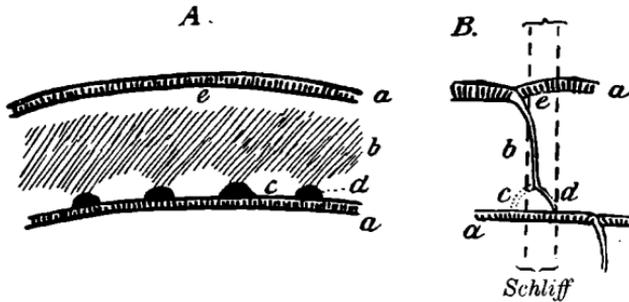


Fig. 6. Schema zur Erklärung der von C. SCHWAGER als Basalskelett gedeuteten Strukturverhältnisse bei *Verbeekina Verbeeki*. (A. Typisches Bild des Axialschliffes. B. Lage dieses Schliffes, ca. 75 \times .)

durch eine Schliffage, wie sie Fig. 6 B veranschaulicht. (Die kleinen Buchstaben der Bilder entsprechen einander².) Auch

GORTANI, er habe ein Exemplar der *Schwagerina princeps* isoliert; es habe die Achsenlänge 5,5 mm. Taf. IV Fig. 1 a hat einen Durchmesser von 24 mm. Also bezieht sich die Angabe der Tafelerklärung p. 16, die Vergrößerung sei 10fach, nur auf Fig. 2 und 3. Fig. 1 wäre also ca. 4,364fach vergrößert. Der größte Durchmesser von Fig. 2 beträgt 28 mm. Um diesen Schliff zu orientieren, ist es, da er 10fach vergrößert sein soll, nur nötig, einen Kreis vom Durchmesser von 55 mm zu zeichnen und in diesen eine Sehne von 28 mm Länge einzutragen. Dann ergibt eine einfache Rechnung, daß der Schliff von der Medianebene tatsächlich noch um 2,425 mm Abstand hat. Die Entfernung des Schnitts von der Zentralkammer ist somit 6,4664mal so groß als sein Abstand vom Achsenpol! Ich habe dieser Berechnung noch dazu ein Exemplar zugrunde gelegt, von dem GORTANI selbst (l. c. p. 9) sagt: „Esso non è certamente uno dei maggiori, misurando 5,5 mm di diametro.“ Bei größeren Individuen würde somit GORTANI'S Angabe (l. c. p. 16), „Fig. 2 sezione trasversale non molto discosta dal piano mediano“ noch weit unzutreffender sein.

¹ Vergl. Taf. VII Fig. 5, sowie SCHWAGER'S (in RICHTHOFEN, China. 4) Taf. XVII Fig. 1, 9 und Taf. XVIII Fig. 3, 7, 10. Ich möchte hier auch auf die Identität von YABE'S Taf. I Fig. 2 (1904) mit YABE'S Skizze, p. 2 (1902) hinweisen.

² Taf. VII Fig. 8 zeigt ebenfalls aufs deutlichste, wie unberechtigt hier die Vorstellung von der Existenz eines Basalskeletts war: bei dicken Schliffen von echten Fusuliniden, deren Septenfältelung im wesentlichen sich auf den unteren Teil des Septums beschränkt, zeigt sich naturgemäß das gleiche Bild! Diese Tatsache dürfte auch den letzten Zweifel beseitigen.

der helle, die Wand (a) und den „Schatten“ (b) so oft trennende Streifen (e) ist seiner Entstehung nach leicht verständlich.

Fig. 6 der Taf. VII zeigt übrigens ebenfalls auf eine andere Art aufs deutlichste, daß das sogen. Basalskelett keineswegs als Tonnenreif zu der vorhergehenden Umgangswand gehört, sondern bei einem Zerspringen des Schliffes ohne weiteres seine Zugehörigkeit zu den Septen und den von ihnen gebildeten Kammern zu erkennen gibt. (Das gleiche zeigt sich auch auf einem Axialschliff der *Doliolina lepida*, der sich im Geologischen Institute zu Berlin befindet.)

Habe ich somit das sogen. Basalskelett der Schwagerinen für die Gruppe der *Schwagerina princeps* und *Verbeekina Verbeeki* als „optische Täuschung“ nachgewiesen, so ergibt sich als Konsequenz eine Änderung in der bisherigen Systematik¹.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Septen ist bisher ebenfalls stets falsch gedeutet worden. Die Ursache so vieler Mißverständnisse über den Bau der Fusulinen ist darin zu suchen, daß der Dünnschliff in seiner Dünne wesentlich überschätzt und gleichsam als mathematische Ebene betrachtet worden ist. Tatsächlich aber ist die Dicke der Platte auch des dünnsten Schliffes immer noch im Vergleich zu der Kleinheit der feineren Organisationsverhältnisse der Fusulinen eine recht ansehnliche². Im medialen Sagittalschliff kommt dies am wenigsten zur Geltung, da die Region der „Mundspalte“ meist nur schwach gefältelte Septen aufweist. Sowie jedoch der Schliff nicht genau medial gelegen ist, macht sich — namentlich bei intensiv gefälteten Formen — die Hin- und Herbiegung des Septums in einer eigenartigen Weise bemerklich. Es tritt nämlich eine Verdickung des Endes des Septums auf, wie sie Fig. 7 sowohl zeigt wie erklärt. SCHELLWIEN versuchte dieses Phänomen durch eine Annahme zu erklären, der ich mich nicht anschließen kann. Er schreibt (Pal. 44. 240): „Eine zweite Art von Komplikationen wird durch eine Verstärkung der einmal gebildeten Septen her-

¹ Vergl. SCHELLWIEN in FUTTERER, Durch Asien. 3. 129. Anm. 3.

² Messungen mit einem Schraubenmikromillimeter haben mir gezeigt, daß auch bei bestem Material die Schliffdicke nicht unter 0,03 mm herabgehen kann. Der Durchschnitt guter Schliffe liegt zwischen 0,04 und 0,06 mm.

vorgerufen, eine Erscheinung, welche hauptsächlich zu der falschen Deutung der Septalbildung Anlaß gegeben hat. Es tritt nämlich sehr häufig eine Verdickung der zum Septum umgebogenen Kammerwand ein, indem sich auf einer oder beiden Seiten der Septallamelle Kalksubstanz absetzt, welche in der Regel dunkler gefärbt ist.“

Seine Abbildungen (l. c. Fig. 4, 5 und 6) zeigen jedoch, wie ich glaube, deutlich, daß die natürliche Biegung der Septen allein völlig zur Erklärung ausreicht, um so mehr als an Axialschliffen niemals eine Spur einer derartigen Verdickung zu entdecken ist. Überdies weist der nicht mediale Sagittalschliff einer amerikanischen *Fusulina* (l. c. Taf. XII, 1) genau

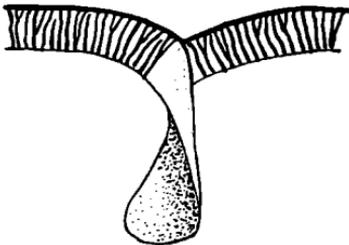


Fig. 7. Schema zur Erklärung der durch die Septenfältelung vorgetäuschten keulenförmigen „Verdickung“ des Septenendes.



Fig. 8. Schema zur Erklärung des Zusammenfließens der Septenenden in nicht medialen Sagittalschliffen als Folge der Fältelung.

die Erscheinungen auf, die nach meiner Erklärung zu erwarten sind. Fig. 8 mag demnach als schematische Erläuterung der SCHELLWIEN'schen Tafel dienen.

Bei etwas größerer Streckung der Form, wie sie z. B. bei der vorliegenden *Schwagerina Yabei* n. sp. im Alter auftritt, muß eine größere Versteifung (namentlich nach den Enden zu) erstrebt werden. Die Möglichkeiten dazu sind vor allem folgende:

- A. Verstärkung der Wand (Verdickung des Dachblatts und Änderung des das Wabenwerk der Wand bildenden Pfeilersystems.)
- B. Verstärkung der Septen.
- C. Verringerung der Umgangshöhe.
- D. Vermehrung der Septenfältelung.
- E. Vermehrung der Septenzahl.

Interessant und für die Fusuliniden bezeichnend ist es, daß mehrere Möglichkeiten gleichzeitig angewendet werden und zwar A—D. Die Septenzahl ist einer der invariabelsten Werte, ebenso ist auch die Stärke der Septen meist wohl nur in geringen Grenzen änderungsfähig. Die Vermehrung der Septenfältelung ist nur scheinbar ein sehr bedeutsamer Faktor, da er das Schlibbild auch bei geringer Zunahme am stärksten ändert.

Ein reiches Material, von FERD. ROEMER eigenhändig signiert als „*Fusulina Verbeeki* GEINITZ et v. D. MARCK¹, Kohlenk. Padang VERBEEK 1876“ bot mir Gelegenheit, auch den Septenbau von *Verbeekina Verbeeki* eingehender kennen zu lernen. Taf. VII Fig. 7² zeigt in unzweideutiger Weise einmal das völlige Fehlen jeder Spur eines reifenartigen Basalskeletts, andererseits die überraschende Regelmäßigkeit in der Anordnung der Kommunikationsöffnungen, die durch die Fältelung des untersten Saumes der Septen gebildet werden. Etwas schief zu den hier als scharfe Leisten auftretenden Abdrücken der durch die Septenbildung veranlaßten, von Pol zu Pol laufenden Furchen zeigen sich Reihen heller Flecken, die als die Berührungsstellen der Septen des nächst äußeren (also noch im Gestein liegenden) Umganges mit der ausgebrochenen Wand des fehlenden Kerns aufzufassen sind. Dieses festere, bei sämtlichen Exemplaren aus Padang sich findende Zusammenhalten der den innersten Kern bildenden Umgangsschalen gegenüber den leicht abblätternden äußeren ist physikalisch leicht verständlich und mag wohl eine gesteigerte Anheftungstendenz der Septen herbeigeführt haben, wenn eine größere Festigkeit der Schale erforderlich wurde. So ließe sich unschwer die Entstehung von Formen der Gruppe der *Doliotina lepida* aus *Verbeekina Verbeeki* erklären, deren nähere Diagnose der folgende Abschnitt enthält.

¹ Nur der Name GEINITZ kommt als Autorname für diese Spezies in Betracht!

² Ich verdanke diese Zeichnung, wie die auf Taf. VII Fig. 1 abgebildete, der Liebenswürdigkeit von Herrn Dr. E. LÖSCHMANN, dem ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank aussprechen möchte.

III. *Verbeekina* n. subgen. und *Doliolina* SCHELLW.

Schale sehr dünn und vom Beginn bis zum Ende sehr gleichmäßig. Windungszahl oft sehr groß, wohl selten unter 10, oft aber 15—20¹. Abstand der Septen sehr groß, Umgangshöhe auffallend gleichmäßig und gering, daher lange und niedrige Kammern. Anfangsumgänge nie axial gestreckt, sondern rundlich, zuweilen schief orientiert. Mikrosphärische Individuen überwiegen an Zahl. Die geringe, nur den untersten Teil des Septums betreffende Fältelung läßt an den (netzwerkfreien) Polen sehr deutlich den Ansatz der Septen erkennen und gibt in der Medianregion ein sehr charakteristisches Bild. Es treten nämlich in einer Höhe, die zwischen $\frac{1}{8}$ und (höchstens) $\frac{1}{2}$ des Windungsabstandes umfaßt, in regelmäßigem, sehr geringem Abstände dunkle, den Umgängen scheinbar aufliegende, halbrunde Flecken auf, die durch helle Intervalle getrennt sind. Die Gesamtgröße ist nicht beträchtlich. Der Medialdurchmesser hält zwischen 3 und 5 mm, während die Achsenlänge gestreckter Exemplare 8 mm nicht übersteigt.

1. Formenreihe der *Verbeekina Verbeeki* GEIN.

(Taf. VII Fig. 5, 6, 7.)

Umgänge von Anfang an ausgeprägt kugelförmig. Die lediglich durch die Septenfältelung hervorgerufenen Fleckenreihen des Axialschliffs sehr niedrig und klein. 10—12 Umgänge. (Neben dem Typus eine Varietät mit dickerer Wandung, mehr Septenschnitte längs der Achse. Beziehungen zu *Doliolina* sowie seniles Abnehmen der Wandstärke lassen sie jünger erscheinen, Taf. VII Fig. 6).

2. Formenreihe der *Doliolina*² *lepida* SCHWAG.

14—20 Umgänge. Septenabstand sehr groß, in den äußeren Umgängen dreimal so weit als die Windungshöhe.

¹ Bei *Fusulina* s. str. und bei *Schwagerina* s. str. hält sich die Umgangszahl im allgemeinen zwischen 6 und 8, höchstens finden sich 9 Windungen.

² SCHELLWIEN hatte seinem Genus *Doliolina* (ursprünglich *Moellerina* genannt) zugerechnet:

Anfangsumgänge fast stets schief orientiert, erste Kammern daher fusulinellenhaft (Fig. 9). Die dunklen Fleckenreihen sind sehr ausgeprägt, groß und hoch und entsprechen basalen Verlängerungen der zwischen den Öffnungen des unteren Septenrandes gelegenen, den Boden berührenden Septenteile, die sich zu einem kontinuierlichen tonnenreif förmigen



Fig. 9. Typisches Bild der schiefen Lage der Anfangswindungen von *Dol. lepida*. Verschmelzung mehrerer Anfangskammern?

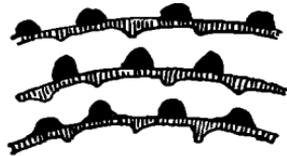


Fig. 10. Basalskelett von *Dol. lepida*. Den dunklen Flecken der Basalreifen entsprechen zuweilen sagittale Verlängerungen des Wabenwerkes des Dachskeletts im gleichen Umfange.

Basalskelett (Fig. 10) zusammenschließen und als solches zuweilen auch an dem einzelnen Individuum dem unbewaffneten Auge sichtbar werden. Gestreckte, seitlich abgestutzte Spindelform: „Tönnchen“.

Die Frage nach der Entstehung des so seltsamen, dem Wesen der Fusulinenorganisation eigentlich so widersprechenden Gebildes der Basalskelettreifen zwingt zu

- a) Als eigentlichen Typ *Doliolina lepida*.
- b) Als zwischen dieser und der *Schwagerina princeps* vermittelnd (*Verbeekina*) *Verbeeki*.
- c) Als extreme Weiterbildung des Typs (*Neoschwagerina*) *craticulifera*.

In den vorangehenden Seiten habe ich die *Verbeekina Verbeeki* als mit SCHELLWIEN'S Diagnose der *Doliolina* (doliolum = Tönnchen, nach dem tonnenreifen förmigen Basalskelett) nicht übereinstimmend von ihr abgetrennt.

Auch YABE 1906 (Taf. I Fig. 2) rechnet diese letztere Form wieder zu den Schwagerinen im Gegensatz zu SCHELLWIEN 1902 (Trias, Perm und Carbon in China. p. 11) und VOLZ 1904 (p. 24), die ausdrücklich von „*Doliolina Verbeeki*“ sprechen. Allerdings schreibt YABE vorsichtigerweise (l. c. p. 27): „their relationship is so close that the form known as *Schwagerina Verbeeki* may likewise be called *Doliolina Verbeeki*.“ Nach meiner neuen Fassung der Genera besteht eine derartig enge Verwandtschaft nicht mehr, und die bisherige Unklarheit der Stellung der *Schwagerina Verbeeki* erledigt sich somit von selbst.

einem näheren Eingehen auf den Mechanismus des Aufbaus der Einzelkammer überhaupt. Wenn wir uns eine Kammer, und damit ein Septum, bei *Verbeekina Verbeeki* soeben entstanden denken, so haben wir folgendes Bild vor uns. Ein mit der Umgangswand zusammenhängender, jedoch durch die „Porenlosigkeit“ von ihm unterschiedener Vorhang¹ reicht von der Stelle an, wo er in fast rechtwinkliger Knickung an die Wandung anstößt, bis auf den Boden, d. h. auf das Dach des vorhergehenden Umgangs. Der schwach gerollte Untersaum dieses Septums enthält an seinem basalen Teile eine Reihe von Ausschnitten, die in ganz regelmäßigem Abstände stehend zur Kommunikation der eingeschlossenen Sarkode mit der Außenwelt dienen. Bei weiterem Wachstum strecken sich Pseudopodien von diesen Öffnungen aus vor. Nahrungsteilchen werden von ihnen ergriffen, umhüllt und hier außerhalb der eigentlichen Schale verdaut. Diese Pseudopodien unterliegen ganz bestimmten allgemeinen physikalischen Gesetzen, die durch einige lokale äußere Einflüsse zudem noch modifiziert werden. Einmal ist es die Adhäsion an die Dachwand des vorhergehenden Umgangs, die der neu zu bildenden Kammer als Boden dienen soll, sowie an das eben gebildete Septum, die die Gestalt der austretenden Sarkodetröpfchen bestimmt. Die Oberflächenspannung wird ein Weiterfließen auf dem Boden erst gestatten, wenn der nicht durch Adhäsion an vorgeschriebene Form gefesselte Oberflächenteil der Sarkodetröpfchen eine gewisse Wölbung erreicht hat. Wir sehen, daß die Sarkode allgemein von selbst die Form annehmen wird, die dem Innenraum der neu zu bildenden Kammer entspricht. Wenn diese Form annähernd erreicht ist, beginnt die Kalkausscheidung. Es entsteht nunmehr die Wand der neuen Kammer und (ein wenig später) das neue Septum. Es ist klar, daß die mehr oder weniger große Leichtflüssigkeit der Sarkode wesentliche Änderungen des Bauplanes herbeiführen muß. So hohe Umgänge, wie sie z. B. *Schwagerina princeps* aufweist, sind nur möglich bei einer ziemlich dickflüssigen Beschaffenheit des Plasmas, die ihrerseits ja auch wieder vermöge ihrer größeren Wider-

¹ Nur das Dachblatt ist im allgemeinen an der Bildung des Septums beteiligt.

standskraft gegen äußeren Druck die Bildung höherer Umgänge begünstigt. Wir gehen demnach sicherlich nicht ganz fehl, wenn wir die Ursachen der Bildung hoher kurzer oder langer niedriger Kammern bei allen nach dem Fusulinentyp gebauten Foraminiferen größtenteils in dem Flüssigkeitsgrade ihrer Sarkode sehen. Dem Flüssigkeitsgrade sind jedoch gewisse Grenzen gesetzt. Da die Pseudopodien zur Anheftung, beziehungsweise auch zum Kriechen verwendet werden müssen, dürfen sie nicht mehr als eine bestimmte, von ihrer inneren Kohäsion abhängige Strecke von dem letzten Anheftungspunkte an der Schale entfernt sein, wenn sie eine derartige Wirkung ausüben sollen. Es entsteht also eine bedeutende Schwierigkeit, indem die Leichtflüssigkeit einmal die Bildung langer, niedriger Kammern veranlaßt, andererseits aber, um genügenden Halt für die Pseudopodien zu gewähren, Anhaftepunkte in nicht zu großen Abständen erfordert. Dieses rein mechanische Problem läßt nur eine Art von Lösung zu. [In einer ganz ähnlichen Lage befinden sich einige Gasteropoden der Brandungszone, die mit ihrem langen Fuße ebenfalls nicht genügend Halt gegen den Wellenschlag finden, oder Kraft zur Fortbewegung ihrer relativ sehr schweren Schale entfalten könnten, wenn sie nicht ihre Lippen stark gerieft und gezähnt hätten. Bei den Neritiden, Cypraeiden, Cassididen, Tritoniden etc. ist diese Tendenz sehr deutlich zu sehen.] Die Kalkabsonderung der ausgetretenen Sarkodetröpfchen muß demzufolge schon etwas früher beginnen. Da nach oben und vorn jedoch eine derartige Absonderung durch das Nachquellen der Sarkode sofort wieder zerstört werden würde, bleibt nur die Möglichkeit, sich Stützpunkte nach unten und seitlich zu verschaffen. Die Vereinigung der einzelnen Tröpfchen geschieht nun erst dann, wenn genug Sarkode nachgequollen ist, um über die als Verlängerung der zwischen den Austrittsöffnungen stehenden Septenteile sich bildenden Reifen hinwegzuzießen. Die Höhe dieser Reifen muß daher etwa gleich der Höhe der Öffnungen sein. So niedrige Öffnungen wie sie *Verbeekina Verbeeki* aufweist, genügen wohl noch nicht zur Anlage eines solchen Basalreifenskeletts, wohl aber die hohen bei *Doliolina lepida*. Daß *D. lepida* im

Gegensatz zu der Kugelform der *Verbeekina Verbeeki* langgestreckt ist, erscheint nach dem Gesagten mechanisch bedingt, indem die Kugelform sich als ein Äquivalent (Ersatz) der Bereifung darstellt. Die Oberflächenspannung wirkt nämlich um so stärker, je größer der Unterschied zwischen freier Oberfläche und durch Adhäsion gebundener Unterfläche ist. Bei einer annähernd ebenen Unterfläche wirkt die Oberflächenspannung also viel weniger stark kontrahierend, als bei einer konvex gewölbten. Eine durch eine starke Oberflächenspannung gebundene Sarkodenmasse kann demzufolge ohne Zerreißungsgefahr zu einer größeren Länge sich ausdehnen bei gleicher Zugbeanspruchung, als eine weniger gespannte. — Der gleiche Grund bewirkt übrigens auch bei spindelförmigen Fusulinen-Formen ein Weiterwachsen des Tieres in gleichbleibender Form. Auf der ganzen Länge des Septums nämlich wird von der hervorquellenden Sarkode ein Abstand überwunden, der einer gleich großen Spannung der Oberfläche entspricht. Da die gleiche Strecke an den Polen einer bedeutenderen Krümmung, der Bogen also einem größeren Centriwinkel entspricht, als in der Medialzone, folgt, daß in der Mitte eine größere Menge des Plasmas austreten kann, als an den Enden. Der größeren Grundfläche kann auch eine größere Höhe entsprechen, und die Spindelform wird beibehalten.

Als eine weitere Folge dieser Tendenz, die Anheftfläche der Sarkode durch Reifenbildung¹ zu vergrößern, würde bei Formen, die ein stärkeres Maschenwerk besitzen, also offenbar längere Zeit zu deren Bildung benötigen, mit der Ausscheidung infolgedessen eher beginnen müssen, das Auftreten von Reifen auch am Dach zu erwarten sein. Diese Erscheinung setzte für das völlige Zusammenfließen der austretenden Sarkodetropfen eine erheblichere Höhe (vom Boden der zu bildenden Kammer an gerechnet) voraus. Diese Höhe kann aber nur als Folge einer beträchtlichen Höhe der Septalöffnungen sich finden. Derartige Dachreifen zeigt das Genus *Neoschwagerina*, welches, da die Höhe der Septalöffnungen die Stützwirkung

¹ Erst nach dem Schreiben dieser Sätze las ich die Arbeit H. DOUVILLÉ'S (Évolution et enchaînements des Foraminifères. Bull. Soc. Géol. France. (4.) 6. 1906. p. 593. 5°. Endosquelette), und fand zu meiner Freude, daß hier, wenn auch nur in wenigen Zeilen, etwa die gleiche Auffassung vertreten ist.

der Septen verringert, in ihnen eine starke Schalenversteifung besitzt, zu der überdies noch andere, dem gleichen Zweck dienende Struktureigentümlichkeiten (Pseudosepten)¹ kommen, die (trotz der unleugbar vorhandenen Übergänge) doch eine Abtrennung vom *Verbeekina-Doliolina*-Typ als notwendig erscheinen lassen (vergl. Fig. 10).

Während eine zusammenfassende systematische Darstellung der Formenwelt des Genus *Fusulina* vor allem durch die Fülle der Arten, die zudem durch zahlreiche Übergänge verbunden sind, erschwert wird, erscheint eine Monographie der bisher als Subgenera des Genus *Schwagerina* aufgefaßten Zweige des Fusulinienstammes gerade infolge der Isoliertheit der wenigen scharf markierten Typen fast aussichtslos. Die stratigraphische Bedeutung dieser über einen so großen Teil der Erdoberfläche verbreiteten Formen ist erst im letzten Jahrzehnt eigentlich erkannt worden. Die Arbeiten E. SCHELLWIEN'S (1897—1903), J. ENDERLE'S (1901), E. LÖHRENTHEY'S (1898), H. MANSUY'S (1907), M. GORTANI'S (1902—1909), H. YABE'S (1902—1906), W. VOLZ' (1904), R. J. SCHUBERT'S (1907), H. GIRTY'S (1904), E. KOKEN'S (1906) und vor allem H. DOUVILLE'S (1907) haben die älteren Forschungen V. v. MÖLLER'S und C. SCHWAGER'S nach so vielen Richtungen hin erweitert, haben so viele neue Fundorte bekannt gemacht und neue Gesichtspunkte in so großer Zahl eröffnet, daß eine Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse und eine kritische Bearbeitung des erreichbaren Materials² nicht mehr als verfrüht zu betrachten sein dürfte. Natürlich ist einem Versuche nach dieser Richtung hin der Umstand sehr hinderlich, daß einmal die größte Zahl der Fundorte in Gegenden liegt, die — wie Sumatra, Südchina, Britisch Columbia, Timangebirge, Kleinasien — noch wenig von europäischen Reisenden ausgebeutet worden sind, und daß ferner die Unscheinbarkeit der nur wenige Millimeter

¹ Derartige „pseudosepten“ähnliche Gebilde finden sich übrigens u. a. zuweilen auch bei *Fusulina multiseptata*. Vergl. SCHELLWIEN'S Fig. 4 Taf. XVIII. Pal. 44. Letzter Umgang unten.

² Da mein Freund G. DYHRENFURTH die Bearbeitung dieser und der übrigen asiatischen Fusuliniden übernommen hat, will ich mich hier auf einige kurze Bemerkungen beschränken, für die er mir bereitwilligst einen Teil seiner bisherigen Resultate und Schiffe überließ.

großen Foraminiferenschalen ihre Auffindung selbst in Gegenden, die näher an den Zentren der Kultur — wie Dalmatien, Japan, Sizilien, Alpen — gelegen sind, wesentlich erschwert und teilweise bis in die letzten Jahre verzögert hat. Aber gerade diese beiden Hindernisse können am ersten überwunden werden durch einen Hinweis auf die Bedeutsamkeit dieser — abgesehen von wenigen Ausnahmen — bisher so vernachlässigten Formen.

Mit einigen Worten will ich noch auf ein im Jahre 1904 aufgestelltes Genus eingehen, da es eine weitere Verbreitung zu haben scheint, als zunächst anzunehmen war, und seine Stellung im System noch ungeklärt ist. *Sumatrina* VOLZ besitzt eine sehr auffällige Struktur der Wand. Die Zahl der zwischen je zwei Septen bzw. Querreifen auftretenden Zellen des Dachskelettwarenwerks beträgt (auf die Fläche berechnet) 9 bis 25, während der Durchschnitt bisher abgebildeter Fusuliniden wenigstens etwa deren 140 bis 170 gezeigt hatte. VOLZ nahm in die kurz gehaltene Diagnose nur die Strukturverhältnisse des Warenwerks sowie das Vorhandensein von Querreifen auf. In bezug auf die letzteren gab er im Text an: „Die Schiefschliffe geben das charakteristischste Bild.“ Diese zeigen nämlich eine sehr eigenartige quadratische Gitterung.

Nur SCHELLWIEN hatte 1902 (Trias, Perm und Carbon in China, Taf. III Fig. 5) in einer nur fünffach vergrößerten Mikrophotographie etwas Ähnliches veröffentlicht bei Schliffen einer von ihm als „*Doliolina craticulifera* SCHWAG. sp.“ bezeichneten Fusulinide. Doch war gerade diese Abbildung wenig zu einem Vergleich geeignet, zumal sich an der sumatranischen Form ein Basalskelett, in der Art, wie es die Doliolinen haben sollten, nicht entdecken ließ.

H. YABE hatte 1903 in Japan eine kurze Notiz veröffentlicht, die ein neues Genus „*Neoschwagerina*“ aufstellen sollte. Seine Diagnose lautete:

„Schale fusulinenhaft bis kugelig. Septen von dreierlei Art: zahlreiche Transversalsepten und 1 bis 4 Sekundärsepten finden sich zwischen je zwei Primärsepten.“

Im Jahre 1906 schrieb YABE (Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Japan, vol. XXI, 5, 1906, S. 4). „Ich bin geneigt,

Sumatrina Annae und *Schwagerina craticulifera* zusammen als eine Gruppe zu betrachten, gänzlich unterschieden von *Doliolina*, deren Typ *D. lepida* ist.“ Mit R. J. SCHUBERT, W. VOLZ und H. DOUVILLÉ bin ich der Ansicht, daß *Neoschwagerina* (Typus *craticulifera*) und *Sumatrina* (Typus *Annae*) zu trennen sind. Die Diagnose ist bei SCHUBERT (Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1907, S. 212) so kurz gehalten, daß ich auf einige Unterschiede dieser Genera bzw. Subgenera noch hinweisen möchte, wobei ich allerdings die bisher nur ungenügend beschriebene und abgebildete *Neoschwagerina* (?) *globosa* YABE absichtlich nicht berücksichtige.

1. Die Wandstruktur gleicht bei *Neoschwagerina* den Verbeekinen und Doliolinen darin, daß ein sehr dünnes Dachblatt von einem überaus dicht gedrängten feinen Maschenwerk gestützt ist. Dieses ist bei *Neoschwagerina* oft durch den Septen parallel laufende (also in Sagittalschnitten sichtbare) Streifen ausgezeichnet, in denen durch Verlängerung der die Waben bildenden Leisten die „Pseudosepten“ (= secondary, = auxiliary septa) gebildet werden.

2. Bei *Sumatrina* zeichnet sich die Wandstruktur durch eine ganz besondere Grobmaschigkeit aus. Das Dachblatt ist ziemlich stark. Die Zellen des Dachskeletts sind — übrigens entsprechend der Neigung auch anderer indischer Formen — gering an Zahl, aber bedeutend an Größe. „Pseudosepten“ sind nicht vorhanden; allerdings sind die Dachskelettleisten trotz VOLZ' sehr deutlicher schematischer Abbildung später mit ihnen verwechselt worden, wozu wohl SCHWAGER's recht unglückliche Schemen (China Taf. XVIII, Fig. 14 und 25) beigetragen haben.

3. Als gemeinsame Merkmale weisen beide Genera einmal die nicht als kugelig, sondern besser als stark gebläht zu bezeichnende Form, quer verlaufende Scheidewände (transverse septa), die Neigung zur Bildung von sehr großen Anfangskammern (die bei *Sumatrina* Regel zu sein scheinen)¹,

¹ Von biologischem Interesse ist es, daß bei *Sumatrina Annae* wie bei *Neoschwagerina craticulifera* Zentralkammern von beträchtlicher Größe auftreten können, ja fast die Regel bilden. Es ließe sich überhaupt für die Fusuliniden etwa folgender Satz aufstellen: Je geringer die Umgangshöhe ist, desto mehr wächst im allgemeinen die Tendenz zur

sowie die Fundorte auf: *Sumatrina* ist bisher — in Dalmatien, Kleinasien, Sumatra, Japan, Yünnan — nur zusammen mit *Neoschwagerina* gefunden worden. Die quer verlaufenden Scheidewände ergeben zusammen mit den Septen das grobe Schachbrettgitter.

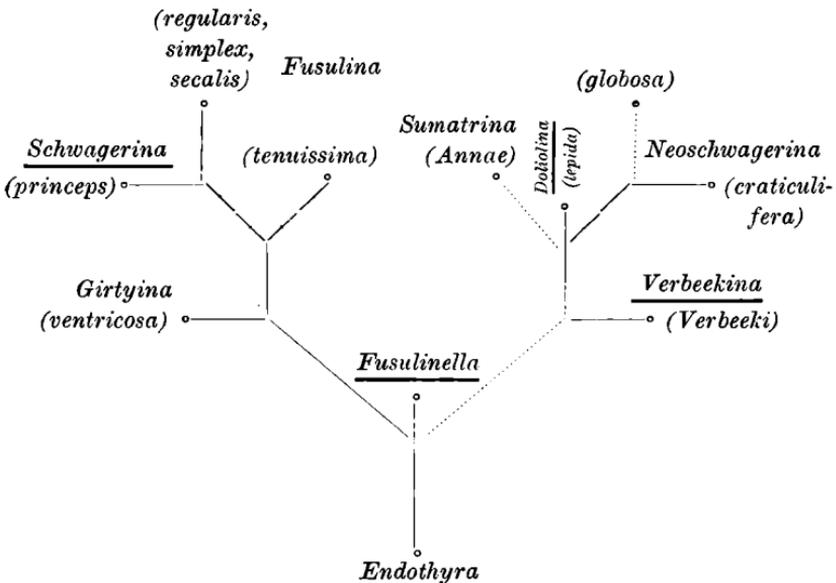
IV. Die Abstammung des Genus *Schwagerina* v. MÖLL. (em. v. STAFF).

Auf die nahen Beziehungen, die zwischen dem Genus *Fusulina* und einem Teile der als Genus *Schwagerina* früher zusammengefaßten Typen bestehen, hat bereits E. SCHELLWIEN 1897 hingewiesen, als er in *Schw. fusiformis* KROT. und mehr noch in seiner *Schw. fusulinoides* direkte Übergangsformen erkannte. Ich will im folgenden versuchen, diese Beziehungen klarer auszusprechen und zugleich die Gruppen näher zu bestimmen, zwischen denen die genannten beiden

Bildung von enorm großen Zentralkammern, und zwar sowohl bei kugeligen wie bei gestreckten Formen (nur *Dol. lepida* scheint z. T. eine Ausnahme zu bilden). Zur Erklärung wären mehrere Annahmen möglich. Einmal könnte man sich vorstellen, daß die mit der engeren Aufrollung fast stets Hand in Hand gehende Komplizierung des Septenbaus (beide eine Folge des Strebens nach erhöhter Festigkeit) eine Arbeitsleistung veranlaßt, die nur von einer von Anfang an relativ größeren Sarkodeme geleistet werden kann. Andererseits geht durch den ganzen Fusulinidenstamm die deutliche Tendenz, möglichst große Formen zu bilden. Bei kleiner Anfangskammer, die ja zumeist anfangs sehr enge Windungen verlangt (vergl. *Schwagerina princeps!*), ist eine beträchtliche Größe nur durch sehr bedeutende Umgangshöhe der späteren Windungen zu erreichen, da die Maximalzahl der Umgänge offenbar ein schwer zu änderndes, darum diagnostisch sehr wertvolles Merkmal bildet. Diese bedeutende Umgangshöhe kann aber nur bei einer Form auftreten, deren Lebensbezirk keine große Festigkeit der Schale verlangt. Wir hätten demnach in der Neigung zur Bildung sehr großer Zentralkammern, die ein rasches Anfangswachstum des Individuums erleichtert, eine Folge des Wasserdrucks größerer Meerestiefen zu erblicken. Wie weit eine das normale Maß übersteigende Zentralkammer noch andere biologische Rückschlüsse zuläßt, ist an anderer Stelle gezeigt worden. Hier möge der Hinweis genügen, daß derartige Erscheinungen ganz überwiegend nur bei den relativ großen und wohlversteiften Typen aufzutreten pflegen. [*Fusulina longissima*, *F. californica*, *Neoschwagerina craticulifera* (YABE 1906. Taf. I Fig. 4), *Sumatrina Annae* etc.] Vergl. meine Ausführungen in Sitzungsber. Naturf. Freunde. Berlin 1908.

Schwagerinen, denen sich als dritte *Schw. Yabei* n. sp. anreicht, vermitteln.

Schon SCHELLWIEN, YABE und SCHUBERT haben eine Zerlegung des alten Genus *Schwagerina*, wie es vor allem SCHWAGER 1886 aufgefaßt hatte, unternommen. Meiner Ansicht nach muß ein solcher Versuch unbedingt ausgehen von einer Würdigung des Einflusses entwicklungsmechanischer Faktoren auf die Schalenbildung und einer Berücksichtigung der in den Anfangswindungen enthaltenen phylogenetischen Hinweise. Auf Grund dieser Erwägungen möchte ich folgende Einteilung vorschlagen, die ich in die Form eines natürlich ganz schematischen und unverbindlichen Stammbaumes kleiden möchte:



Zu einigen Punkten dieses Schemas¹ muß ich noch nähere Ausführungen machen.

a) *Fusulinella* als gemeinsame Wurzel aller Fusuliniden.

Bei jeder Systematik der Fusuliniden dürfte zunächst davon auszugehen sein, daß die Stammform gewissen Endothyren sehr nahe gestanden hat. Ohne Widerspruch ist diese

¹ Die in dieser Arbeit näher berücksichtigten Gruppen sind im Schema unterstrichen.

Annahme von v. MÖLLER, NEUMAYR, RHUMBLER, LIENAU, SCHELLWIEN u. a. bereits gemacht worden. Die mikroskopische Durchsicht von etwa 1000 Schliffen, die u. a. fast das gesamte Material des zu früh verstorbenen E. SCHELLWIEN, sowie alle erreichbaren Schliffe von v. MÖLLER, KROTOW, SCHWAGER, VOLZ, FRECH, YABE sowie des nordamerikanischen National-Museums und meine eigenen umfassen hat mir die Überzeugung aufgedrängt, daß sich jedem Versuche, einen ins einzelne gehenden Stammbaum aufzustellen, noch unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen dürften. Immerhin lassen sich aber doch manche älteren Angaben etwas berichtigen und neue Tatsachen heranziehen. Zunächst ist die alte Diagnose des Genus *Fusulinella* entschieden verbesserungsbedürftig. Da ich vermute, in den Fusulinellen Formen sehen zu dürfen, die — von *Endothyra* sich ableitend — die unmittelbaren Vorläufer der Fusulinen und wohl auch der Schwageriniden darstellen¹, scheint mir eine eingehendere Besprechung dieses interessanten Genus erforderlich.

Fusulinella v. MÖLL. (em. v. STAFF).

Schale rein kalkig. Die Sagittalebene teilt die Schale in zwei fast völlig symmetrische Hälften. Gestalt seitlich

¹ Auch C. SCHWAGER (in RICHTHOFEN, China. 4. 145) sieht in *Fusulinella*, die er allerdings gänzlich unrichtig diagnostiziert, Vorläufer von Fusulinen. Von großer Bedeutung erscheint es mir auch, daß alle Fusu-



Fig. 11. *Fusulina indica* SCHELLW. (Manusk.). Unterer *Productus*-Kalk (Salt Range), 20 \times . Der Schliff zeigt die Öffnung der Zentralkammer sowie die Unregelmäßigkeit der ersten Septenabstände in genau medialem Sagittalschnitt. (Zeichnung nach Photographie.)

linschliffe, die ich gesehen habe, ausnahmslos eine Anfangskammer von dichter Struktur, also aus einer dem Dachblatt entsprechenden, unporösen, wabenlosen dünnen Kalkkapsel bestehend, zeigten (vergl. Fig. 11).

zusammengedrückt, linsenförmig bis fast kugelig. Die Aufrollungsachse ist der kürzeste Durchmesser. Ihr Verhältnis zur sagittalen Höhe ist etwa 1:1,15 (bis 1:2,3) bis 1:3,4. Bei den extrem scheibenförmigen und flachen Typen (*Fusulinella Loczyi*) kann eine Nabelgrube sowie eine sagittale Kieleiste auftreten. Fältelung meist sehr gering. Eine deutliche Mundspalte wird häufig durch zwei derbe Reifen eingefast. Größe stets etwas, oft sehr erheblich geringer als der Durchschnitt der Fusulinen. (Größte Länge der Achse 3,5 mm bei *Fusulinella sphaerica*.) Ohne erkennbares Maschenwerk der Wand. Der Gesamthabitus erinnert sehr an *Endothyra*. Axialschnitte haben nautiloiden Typus. Anfangskammer zuweilen schief orientiert, manchmal auch in der Mehrzahl vorhanden.

Ich rechne zu diesem Genus vor allem:

| | | |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| v. MÖLLER'S | <i>Fusulinella sphaeroidea</i> | EHRENB., |
| | „ | <i>Bradyi</i> MÖLL., |
| | „ | <i>sphaerica</i> ABICH, |
| | „ | <i>Struvii</i> MÖLL., |
| | „ | <i>crassa</i> MÖLL., |
| LÖRENTHEY'S | „ | <i>Struvii</i> MÖLL., |
| | „ | <i>Loczyi</i> LÖR., |
| (STEINMANN'S | „ | <i>Struvii</i> STEINMANN (NON MÖLL.), |
| SCHWAGER'S | „ | <i>Waageni</i> SCHWAG., |
| SHELLWIEN'S | „ | <i>laevis</i> SHELLW., |

dagegen nicht v. MÖLLER'S *F. Bocki* MÖLL., die, wie bereits SHELLWIEN erkannt hat, durchaus zu den Fusulinen gerechnet werden muß. Gerade diese Form hat aber v. MÖLLER seiner Diagnose des Genus zu Grunde gelegt! Ich hebe deshalb hier ausdrücklich hervor: Taf. XIV (*Spir. gew. For.* 1878) zeigt einen Erhaltungszustand, in dem die Kammerwände und Septen hell erscheinen und von einer dunklen Versteinerungsmasse umgeben sind. Die letztere füllt jedoch nicht das ganze Kammerinnere aus, sondern läßt noch Raum für helle Kalkspatkristalle. MÖLLER deutete, da er irrigerweise annahm, daß die Septen der Fusulinen eingekeilt seien (und nicht wie es bei dem gesamten Stamm der *Endothyra-Fusulinella-Fusulina-Schwagerina*-Familie der Fall ist, aus-

schließlich¹ durch Umbiegung der Kammerwand entstanden), die wirklichen Skeletteile als Kanäle, die graue Masse als Skelett! Die abgebildeten Schliffe ließen eben in diesem Falle keine Möglichkeit zu, an eine Einkeilung der Septen und damit an das Vorliegen einer *Fusulina* zu glauben. Erwähnt sei hier, daß ein anderer ähnlicher Erhaltungszustand

¹ Dies bezieht sich nur auf die wirklichen Septen, nicht auf die Pseudosepten etc. von verschiedenen Autoren genannten Gebilde. Am besten wäre es vielleicht, den Namen Septen lediglich auf die Abbiegungen der Kammerwand zu beschränken, für alles andere dagegen andere Bezeichnungen zu wählen. Wie unübersichtlich die bisherige Nomenklatur geworden ist, mag folgende Zusammenstellung zeigen, in der 1. die echten Septen, 2. axial gerichtete durch Verstärkung des Wabenwerkes der Wandung entstandene Gebilde, 3. sowohl die dichten, wabenlosen Kalkreifen des Basalskelettes, als auch die als Verstärkung des Wabenwerkes der Wand sich darstellenden Dachreifen bezeichnet:

| | SCHWAGER | YABE 1904 | YABE 1906 | R. J. SCHUBERT |
|----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| 1. Septen | | primary septa | | Längssepten |
| 2. | | secondary septa | auxiliary septa | Pseudosepten |
| 3. Nebensepten | | Transverse septa | | Quersepten |

Zu R. J. SCHUBERT's Einteilung (Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1907. p. 211 ff.) möchte ich noch einige Bemerkungen machen. Die „Basalausätze“ der Quersepten sollen die Faßreifen der *Doliolina* bilden. — Auffallend ist es, daß SCHUBERT sowohl YABE's Diagnose für *Neoschwagerina*: „Shell fusiform to spherical“ in „kugelig“, als VOLZ' Angabe für *Sumatrana*: „2—4 Längs- und Querreifen“ ändert in „1—4 dorsale Pseudosepten“. Hier ist möglicherweise eine Verwechslung eingetreten.

Bei Betrachtung von VOLZ' Fig. 29 und noch mehr seines Originalschliffes zeigt es sich, daß, wenn man von unten gerechnet, den vorletzten Umgang nach rechts aufwärts verfolgt, die von VOLZ' Dachskelett genannten, zwischen den Septen liegenden starken, dunklen, kurzen Streifen nichts anderes sind als die zwischen den früher sogen. „Poren“ liegenden Wandteile. Die wirklichen Septen schweben bei dieser Auffassung nicht frei in der Luft, sondern fügen sich der Wand an, die eben aus Dachblatt und Dachskelett besteht. YABE und SCHUBERT haben durch die Änderung des Ausdruckes von VOLZ' „Reifen des Dachskeletts“ in Septen die Sachlage etwas undurchsichtiger gemacht (vergl. VOLZ in Geol. und Pal. Abh. 1904. 10. 98/99).

Auch die von VOLZ abgebildeten Schiefschliffe (l. c. Fig. 29 und 30) zeigen übrigens, daß die kleinen Waben des Dachskeletts nichts zu tun haben in ihrer Richtung und Anlage mit dem sonderbaren Schachbrettmuster der „Septen“ 1 und 3, dessen Deutung an anderer Stelle gegeben werden soll.

v. MÖLLER zum Aufstellen seiner „*Hemifusulina*“ (l. c. Taf. XI) veranlaßte, die ebenfalls schon von SCHELLWIEN richtig als echte *Fusulina* erkannt wurde.

D. LIENAU (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1898) führt als einzigen Unterschied zwischen *Fusulinella* und *Fusulina* die Porosität¹ der Schale der letzteren an. Ich möchte dem noch

¹ Das Problem der Porosität ist ein sehr schwieriges und umstrittenes. C. SCHWAGER neigte der Ansicht zu, daß Poren in manchen Fällen zwar ursprünglich vorhanden, aber jetzt nicht mehr erkennbar sein dürften, und vermied so eine Äußerung über den diagnostischen Wert der Poren überhaupt. Ich möchte vorläufig gegen E. STROMER (Centralbl. f. Min. etc. 1906. p. 226) und KEMNA (Ann. Soc. R. malac. Belg. Bull. 37. 1902. p. LX ff.) mich RHUMBLER anschließen, der (Nachr. k. Ges. d. Wiss. Gött. 1895. p. 51 ff.) diesen Wert recht gering anzuschlagen geneigt ist, da sich zu viel Übergänge finden. Vergl. auch EIMER und FICKERT (in Zeitschr. wiss. Zool. 65. 1899. p. 599 ff.) für RHUMBLER'S Ansicht. Vor allem ist nämlich folgendes zu beachten: Was von älteren Beobachtern bei den Fusuliniden bisher als „Poren“ bezeichnet wurde, ist ein in Wahrheit wesentlich anders aufzufassendes Strukturmerkmal. Das Verdienst, gegen die fast erdrückende Autorität SCHWAGER'S, MÖLLER'S, SCHELLWIEN'S zuerst Zweifel geäußert zu haben, gebührt W. VOLZ, der als erster eine schematische Abbildung gab, die (in etwas zu deutlicher Weise für die anderen Fusuliniden, aber entsprechend dem Genus *Sumatrina*), die tatsächliche Porenlosigkeit der Wand und ihre Zusammensetzung aus zwei Strukturelementen, Dachblatt und Dachskelett klar zur Anschauung brachte. Auch H. GIRTY äußerte Bedenken gegen die bisherige Ansicht, daß die Fusulinienwand porös sei. H. YABE schloß sich diesen Bedenken ebenfalls an. Der Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. W. VOLZ, der mir in dieser Frage mehrfach bereitwilligst zur Seite stand, verdanke ich eine Reihe von Hinweisen, die mir beim Studium dieses Problems von sehr großem Werte waren. Auch an dieser Stelle spreche ich ihm meinen aufrichtigsten Dank aus. — Die Untersuchungen H. DOUVILLE'S ergeben ebenfalls mit so zwingender Notwendigkeit die Porenlosigkeit der Fusulinidenschale, daß eine wesentliche Umgestaltung der Systematik und Nomenklatur nicht nur gerechtfertigt, sondern dringend notwendig erscheint. Mit W. VOLZ schlage ich demnach für die äußerste, unporöse, sehr dünne Kalkschicht, die im Schliff ganz dunkel erscheint, den Namen Dachblatt vor. Das Wabenwerk, das als Stütze dieses Dachblattes durch ein System von sich durchkreuzenden Lamellen, die zwischen sich nur mehr oder weniger eng stehende, waben- oder röhrenförmige Hohlräume belassen, gebildet wird, sei Dachskelett genannt. (Die Hohlräume hat, ohne sie richtig gedeutet zu haben, abgebildet SCHELLWIEN, Pal. 44. Taf. XXII Fig. 5 u. 6. Die rechtwinkelige Struktur bei W. VOLZ ist natürlich lediglich schematisch.) Die Beobachtungen von VOLZ und YABE, die diese Herren die Liebenswürdigkeit hatten, mir mündlich mitzuteilen, stimmten mit DOUVILLE'S

die (meist erheblich) geringere Größe sowie vor allem die relative Kürze der Achse bei *Fusulinella* hinzufügen. Um zu beweisen, daß diese letztere bereits von fast allen Autoren stillschweigend angenommen worden ist, möge die Fig. 12 die wichtigsten bisher veröffentlichten Abbildungen und Maßangaben im Vergleich zu den von mir den Originalfiguren selbst entnommenen Maßen in übersichtlichem Schema zeigen. Nur die bisherige fälschliche Zurechnung von Formen eines anderen Subgenus sowie von einigen echten Fusulinen: *Fusulina* (*Girtyina*) *ventricosa* in SCHELLWIEN'S Manuskript, *F. Bocki* in MÖLLER'S Arbeiten etc. zum Genus *Fusulinella* haben veranlaßt, daß diese Größen- und Achsenverhältnisse nicht in die Diagnose aufgenommen worden sind.

Fusulinella steht somit der Stammform *Endothyra* noch recht nahe. Namentlich läßt sich in den Jugendwindungen einiger Formen diese Beziehung deutlich ersehen, indem z. B. *Fusulinella Struwi* MÖLL. (l. c. XXVII 5. Taf. V 4 b im Vergl. mit Taf. 1 a) zuweilen noch anfangs¹ die Asymmetrie der Endothyren aufweist, die sich bei *Fusulinella Bradyi* übrigens auch bei erwachsenen Exemplaren finden kann. Ich möchte glauben, daß der Fusulinellentyp den Übergang darstellt von *Endothyra* zu den anderen, in geologisch jüngeren Schichten auftretenden Zweigen des Fusulinidenstammes.

Wir haben sämtliche bei *Girtyina* (wie ich die Formen

Ausführungen, sowie meinen eigenen Ergebnissen überein. — Nur in einem Punkte kann ich DOUVILLE nicht folgen: Die Zahl der Kommunikationsöffnungen kann wohl nicht als systematisches Merkmal herangezogen werden. *Fusulina* z. B. dürfte keineswegs auf die Mundspalte, die überdies oft genug sehr eng ist oder völlig fehlt, allein angewiesen gewesen sein. Vielmehr zwingt schon die Betrachtung der mechanischen Bedingungen des Schalenbaues zu der Annahme, daß jeder Septenfalte etwa eine Öffnung entsprochen habe. Von Pol zu Pol ist demnach bei allen Fusuliniden eine mehr oder weniger kontinuierliche Öffnung für den Sarkodeaustritt anzunehmen. Ich kann daher nicht an eine Tendenz zur Vermehrung der Austrittsstellen glauben, und sehe mehr ein Streben nach regelmäßiger Anordnung der Unterbrechungsstellen, die zur nötigen Versteifung dienen. Vergl. auch die Porosität der Septen!

¹ Bemerkenswert ist auch die bei *Fusulinella* wie *Endothyra* sich findende Neigung zur Bildung von unregelmäßigen, offenbar durch Verschmelzung entstandener Zentralkammern. Interessant ist es, daß auch die hochspezialisierten Doliolinen die gleiche Tendenz zeigen (vergl. Fig. 9).

mit dichtem Schalenbau bei im übrigen ausgeprägtem Fusulinentypus nennen möchte: Typus *G. ventricosa* MEEK), *Fusulina* und *Schwagerina*¹ sich findenden Besonderheiten bereits mehr oder weniger in einzelnen Fusulinellenformen angedeutet.

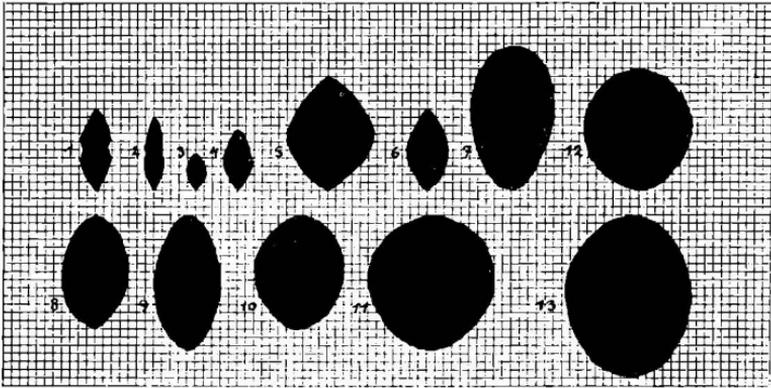


Fig. 12. Fusulinellen in Vorderansicht.

- Fig. 1, 2. *Fusulinella Lóczyi* LÖR. (l. c. p. 269. Fig. 22, 23). (2,7:1)
(3,4:1), 3:1, 2,57:1.
- „ 3, 4. *Fusulinella Struwi* MÖLL. (l. c. 27. 5. Taf. V Fig. 4b, c;
Taf. II Fig. 1c). (2,1:1), (1,59:1), (1,53:1), 1,6:1 bis 2,3:1
bei erwachsenen Exemplaren! (Nach LÖRENTHEY, l. c. p. 268
zwischen 1,8:1 und 2,08:1. Die von STEINMANN, Zeitschr. d.
deutsch. geol. Ges. 32. 1880. Taf. XIX Fig. 3b abgebildete Form
hat 2,83:1 und gehört nicht hierher!)
- „ 5. *Fusulinella crassa* MÖLL. (l. c. 27. 5. Taf. II Fig. 2b). (1,36:1),
1,4:1.
- „ 6. *Fusulinella Waageni* SCHW. (l. c. Salt Range, Taf. CXXVIII
Fig. 10b). (1,82:1), 2,05:1.
- „ 7. *Fusulinella laevis* SCHELLW. (l. c. Karn. Taf. XXIII Fig. 2).
(1,69:1), 1,33:1, 1,5:1.
- „ 8, 9. *Fusulinella Bradyi* MÖLL. (l. c. 25. 9. Taf. V Fig. 5b, d).
(1,33:1), (1,4:1), 1,57:1 bis 2,19:1.
- „ 10, 11. *Fusulinella sphaeroidea* EHRENB. (MÖLL., l. c. 25. 9. Taf. V
Fig. 4d, e). (1,2:1), (1,16:1), 0,96:1 bis 1,25:1.
- „ 12, 13. *Fusulinella sphaerica* AB. (MÖLL., l. c. 25. 9. Taf. V
Fig. 6a, c). (1,2:1), (1,34:1), 1,04:1 bis 1,55:1.

Alle Abbildungen sind auf ca. 12fache Vergrößerung reduziert, nur Fig. 12 und 13 sind ca. 6fach vergrößert. Die eingeklammerten Ziffern geben die von mir gemessenen Verhältnisse der Originalabbildungen, die anderen die im Text enthaltenen Angaben der Autoren.

¹ Gewisse Fusulinellen sind auch von *Verbeekina Verbeeki* eigentlich nur durch die geringere Größe sowie die Beschränkung der Basalreifen auf die Medianpartie und das Fehlen des Wabenwerks unterschieden.

MÖLLER'S z. T. recht gute Abbildungen zeigen deutlich diese Beziehungen. Taf. XV 1 a (l. c. XXV 9) z. B. beweist, daß bei *Fusulinella sphaeroidea* bereits stark gefältelte Septen und sogar die beiden derben eine mediale „Mundspalte“ (d. h. Region äußerst geringer bzw. fehlender Fältelung) begleitenden Reifen sich finden. Fusulinen wie *Fusulina obsoleta* des Donetzbeckens und überhaupt die Gruppe der *F. simplex* einerseits, wie auch manche amerikanische Formen („*Triticites*“ GIRTY) stehen den Fusulinellen vielleicht noch gar nicht so sehr fern, oder sind Rückschlagsformen auf den Fusulinellentyp hin.

b) Übergangsformen zwischen *Fusulina* und *Schwagerina*.

Als H. GIRTY 1904 den von SAY 1823 als *Mil. secalicus* bezeichneten Foraminiferen von Kansas und Nebraska seine Aufmerksamkeit zuwandte, fiel ihm auf, daß diese Formen nur wenig Ähnlichkeit mit den von V. v. MÖLLER und C. SCHWAGER veröffentlichten Abbildungen von Fusulinen aufwiesen. Da ihm SCHELLWIEN'S 1897 erschienene Arbeit offenbar nicht zugänglich war, stellte er ein neues Genus oder Subgenus „*Triticites*“ auf, das sich vor *Fusulina* durch erheblich geringere Fältelung der Septen auszeichnen sollte. H. YABE machte 1906 mit Recht darauf aufmerksam, daß kein Anlaß vorläge, *Fusulina secalis*, den einzigen Repräsentanten des *Triticites*, generisch zu trennen von Formen, die SCHELLWIEN aus den Karnischen Alpen beschrieben hatte. Da H. YABE zwar von GIRTY Exemplare von Kansas erhalten, aber Karnisches Vergleichsmaterial in Japan wohl nicht zur Verfügung hatte, war er auf SCHELLWIEN'S gezeichnete Abbildungen angewiesen und stellte *F. secalis* ihrer Beziehungen zu *Schwagerina fusulinoides* wegen zu *Schwagerina*. Eine eingehende Prüfung eines reichen Materials von Kansas und Nebraska, das ich dem liebenswürdigen Entgegenkommen des U. S. National-Museums verdanke, ergab als Resultat, daß *F. secalis* SAY eine echte *Fusulina* und zwar eine nahe Verwandte der Karnischen *F. regularis* ist. Zugleich aber zeigte die Gruppe der *F. secalis* in einzelnen Exemplaren unverkennbar die Neigung, die Gruppen-Merkmale zu verstärken und damit sich mehr und mehr der *Schwagerina*

fusulinoides zu nähern. Mit zunehmender Umgangshöhe nimmt bei diesen Individuen die Länge der dünner werdenden Septen derart zu, daß sich eine fast lückenlose Reihe von Median-schliffen zusammenstellen läßt, die von *F. secalis* zu *Schw. fusulinoides* herüberleitet. Da nun von dieser ebenfalls eine Formenreihe zu *Schw. princeps* führt, so erhalten wir folgende Kette:

- | | | |
|----|---|---|
| A. | { | 1. <i>Fusulina regularis</i> (und <i>F. incisa</i>). |
| | | 2. " <i>medialis</i> . |
| | | 3. " <i>centralis</i> . |
| | | 4. " <i>secalis</i> . |
| B. | { | 5. Nebenformen von <i>F. secalis</i> . |
| C. | { | 6. <i>Schwagerina fusulinoides</i> . |
| | | 7. " <i>fusiformis</i> . |
| | | 8. " <i>princeps</i> var. <i>robusta</i> . |
| | | 9. " <i>Yabei</i> . |
| D. | { | 10. " <i>princeps</i> s. str. |
| | | 11. " " var. <i>glomerosa</i> . |

Da von diesen Spezies 2, 3, 4, 5, 8 in Nordamerika, 1, 6, 10 in den Karnischen Alpen (9 in dem nahegelegenen Sizilien), 7 und 10 in Rußland vorkommen, wäre die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß alle diese Formen von einem gemeinsamen Grundtypus sich ableiten, dessen Verbreitungsgebiet von Nordamerika bis Rußland sich erstreckt hätte. Diese Möglichkeit erscheint um so mehr begründet, als auch noch andere Formengruppen den gleichen Lebensbezirk aufweisen. *Fusulina pusilla* (Alpen) — *F. Tschernyschewi* (Rußland) — *F. contracta* (Darwas) — *F. ellipsoidalis* (N.-Amerika), *Girtyina ventricosa* (Illinois) — *G. ventricosa* var. (Donetzrevier) sind derartige Beispiele.

Mit dieser Annahme würden mehrere Punkte sehr gut sich in Einklang bringen lassen. Einmal die Tatsache, daß die aufgeführten Schwagerinen sämtlich mit fusulinenhaft gestreckten Umgängen beginnen. Dann der Rückfall in den Fusulinenhäbitus im „Stadium der senilen Dekreszenz“, d. h. in den letzten Umgängen. Ferner die bei *Fusulina secalis*, *F. alpina*, *F. arctica*, sowie *Schwagerina princeps* vorhandene Septenporosität.

Diese hier kurz angeführten Behauptungen bedürfen in einigen Punkten eine nähere Begründung. Einmal muß der

Nachweis, daß GIRTY's „*Triticites*“ wirklich eine echte Fusuline¹ ist, erbracht werden. Andererseits muß die Reihe der Zwischenformen von *Fusulina secalis* zu echten Schwagerinen wirklich als lückenlos sich darstellen.

1. *Triticites* GIRTY² = *Fusulina* FISCHER v. WALDHEIM.

Taf. VIII Fig. 9.

Im Jahre 1823 beschrieb SAY (Account of an Expedition from Pittsburgh to the Rocky Mountains etc. under Major STEPHAN H. LONG. 1. 1823. p. 151 Anm.) zwei Foraminiferen aus Kansas und Nebraska, die er dem Genus *Miliolites* MONTFORT zurechnete und als *M. secalicus* und *M. centralis* beschrieb. Die Diagnosen waren naturgemäß nicht so scharf, daß mit Sicherheit sich aus ihnen diese beiden Typen wiedererkennen ließen (vergl. GIRTY, l. c. p. 240). Erst im Jahre 1900 rechnete J. W. BEEDE (Univ. geol. Surv. Rept. Kansas. 6. 1900. p. 10) diese Formen zum Genus *Fusulina* und bezeichnete sie, der leider üblichen Gewohnheit entsprechend, kurz als *Fusulina cylindrica* FISCHER v. W. — GIRTY gelang es im Jahre 1904 durch Vergleich mit Formen der Originalfundstelle SAY's die Identität der Spezies von BEEDE und SAY zu ermitteln. Damit ist der Speziesname *secalicus* wieder in seine Rechte eingesetzt. (Ohne SAY's Priorität irgendwie beeinträchtigen zu wollen, möchte ich jedoch für das in sprachlicher Hinsicht wenig erfreuliche Wort „*secalicus*“, die sich überdies durch ihre Kürze empfehlende Bezeichnung „*secalis*“ vorschlagen und einführen.) Die bis zum Jahre 1904 veröffentlichten Abbildungen von Fusuliniden waren jedoch — mit Ausnahme von SCHELLWIEN's *Schwagerina fusulinoides* — in einigen Punkten so weit von dem genannten Typ unter-

¹ In SCHELLWIEN's handschriftlichem Nachlasse fand sich in bezug auf *Triticites* eine Notiz, die seine Stellungnahme zu dieser Frage klar und kurz zeigt:

Genus *Fusulina*-FISCHER v. WALDHEIM 1829.

Syn.: *Miliolites* SAY 1823.

Alveolina z. T. EHRENBERG 1854.

Hemifusulina V. v. MÖLLER 1878.

Triticites Girty 1904.

² GEORGE H. GIRTY, „*Triticites*, a new genus of carboniferous foraminifers.“ Amer. Journ. of Sc. 17. 1904.

schieden, daß GIRTY sich veranlaßt sah, ein neues Genus „*Triticites*“ für diesen aufzustellen.

Da mir durch das Entgegenkommen des U. S. National-Museums ebenfalls ein sehr reiches Material aus Kansas, Nebraska etc. zur Verfügung steht, bin ich in der Lage, feststellen zu können, daß SAY'S und GIRTY'S Form sich keineswegs so weit von *Fusulina* entfernen, daß eine Abtrennung als besonderes Genus gerechtfertigt erscheint. Auch GIRTY stellte *Triticites* ja nur mit Vorbehalt auf, indem er davon ausging, daß Zwischenformen nicht bekannt seien und der einfache Bauplan der Foraminiferen die Variabilität beschränke (l. c. p. 239). SCHELLWIEN'S Gruppe der *F. simplex* (und *F. regularis*), der eine Anzahl der ältesten und den primitiven Typ bis zur Arta-Stufe beibehaltenden Formen Rußlands angehören, zeigt indessen eine so große Übereinstimmung mit dem Typ „*Triticites*“ und ist ihrerseits so durch Übergänge mit andern Fusulinengruppen verbunden, daß ich unbedingt GIRTY'S *Triticites* als *Fusulina* in Anspruch nehmen muß. Zudem dürfte ja auch aus der vorliegenden Arbeit die erstaunliche Mannigfaltigkeit der Formen der Fusuliniden genugsam ersichtlich sein.

Um meine Ansicht zu begründen, will ich kurz die Diagnose GIRTY'S besprechen. Die Abbildungen (l. c. p. 235, 1 und 2) zeigen nicht zentrale Schnitte und sind ihrer Reproduktionsart nach sehr wenig instruktiv. Daß GIRTY von Fusulinen nur wenig zentrale Schiffe gesehen hat, geht aus seiner Angabe hervor: „the partition walls are frequently represented by looped or forked lines, instead of by simple ones“. Diese V- oder Yförmige Gabelung der Septen tritt (von wenigen Ausnahmen abgesehen, die andere Gruppen betreffen) nur bei Schiffen auf, die die Zentralkammer nicht treffen und ist lediglich eine Folge der nach den Enden zu zunehmenden Fältelung der Septen.

Mir liegen Fusulinen aus der Gruppe der *F. secalis* SAY vor von: Nebraska, Kansas, Indiana, Iowa, Missouri, Texas, Nevada, California etc., sowie naheverwandte Arten aus Kansas, Iowa, Utah, New Mexico, Nevada. Den folgenden Ausführungen lege ich die Beobachtungen an Fusulinen, von Kansas zu Grunde, die aus Juniata, Manhattan, Lawrence,

Beaumont etc. stammen, da diese mit der Originalspezies „*secalis*“ SAY's ident sein dürften, anderseits aber auch eine Reihe von allgemeiner interessanten Phänomenen aufweisen. (Die in Nebraska herrschende Form („*centralis*“) zeigt einige Abweichungen in der Zahl und Porosität der Septen, deren eingehendere Besprechung den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde.)

Da ich in der in der Einleitung erwähnten „Monographie des Genus *Fusulina*“ näher auf die in vielen Beziehungen hochinteressante Gruppe der *F. secalis* einzugehen haben werde, wollte ich hier nur kurz begründen, weshalb ich diese Formen zwar als wohlcharakterisierte Gruppe, aber nicht als selbständiges Genus ansehen möchte. Zu den Kennzeichen der Gruppe, die sich bei GIRTY nicht ganz vollständig angeben finden, möchte ich folgende hinzufügen.

Die Gestalt ist spindelförmig (etwa 2,5 : 1 bis 2 : 1)¹ und hat die Neigung, unter Umständen, die die Entstehung besonders großer, kräftiger Individuen mit zahlreichen (8—9) Umgängen begünstigen, eine stark geblähte Form anzunehmen. In derartigen Fällen ist keine eigentliche Zuspitzung nach den Polen oder Enden zu wahrnehmbar. Der Axialschliff zeigt vielmehr eine ausgeprägt rhombische Form, die vom ersten bis zum letzten Umgang sich fast völlig gleich bleibt.

Die Zahl der Septen in den einzelnen Umgängen zeigt für die verschiedenen Abteilungen der Gruppe eine bemerkenswerte Konstanz. Es treten bei *F. secalis* typ. auf: I 11—15, II 19—21, III 20—24, IV 23—27, V 24—29. Die späteren Umgänge zeigen größere Variationsbreiten. Doch steigt die Zahl auch im IX. Umfange nicht über 35.

Scharf ausgeprägt erscheinen stets im Axialschliff in der Medialregion zwei dunkle symmetrisch gelegene Flecken, aus den auf das Vorhandensein von zwei derben Basalreifen² zu schließen ist, die einen relativ schmalen, nach außen zu indessen ziemlich rasch sich verbreiternden Streifen

¹ Nur in extremen Formen treten Zahlen wie 3,2:1 und 1,6:1 auf.

² Für diese Basalreifen, die nur in der Zweizahl auftreten und bei einigen Fusulinellen, Fusulinen und Schwagerinen s. str. sich finden, möchte ich zum Unterschied von dem tonnenreifartigen Basalskelett den Namen „Medialreifen“ vorschlagen.

fehlender Fältelung („Mundspalte“) einschließen. Nach den Polen zu setzt eine leichte Fältelung ein, die jedoch, obwohl sie die ganze Höhe des Septums betrifft, nicht sehr intensiv ist. In einigen Formen fehlt sie fast völlig und begleitet dann nur die Aufrollungsachse, in anderen (namentlich den geblähteren) ist sie dagegen zuweilen von einer Stärke, die nicht zuläßt, eine Abbildung wie die Girty's als typisch für die Gruppe hinzustellen.

Die relativ flache Wellung der Septenfalten läßt ziemlich oft (in der gleichen Weise und aus gleichem Grunde wie bei den Schwagerinen!) ein Septum in einer beträchtlichen Länge tangential geschnitten werden. In diesen Fällen ist zuweilen (stets bei *F. secalis* typ.) mit großer Deutlichkeit eine starke



Fig. 13. *Fusulina secalis* SAY. em. v. STAFF. Kansas, 20 \times . Axialschliff trifft einige der wenig gefältelten Septen tangential und zeigt die groben Poren der Septen der letzten Umgänge.

echte Porosität der Septen (Fig. 13) zu beobachten. Die Poren erscheinen dann als helle, fast kreisrunde Flecken von ansehnlicher Größe, welche die der Wandungswaben erheblich übertrifft, während das tangential getroffene Septum naturgemäß als dunkler „Schatten“ (vergl. p. 470) sich zeigt. Diese hellen Porenöffnungen sind meist besonders gut an den stärker gefältelten Seitenflügeln der Septen zu beobachten, während die weniger durch Faltung versteifte Medialregion eine solidere Struktur des Septums zu bedingen scheint.

Von großer Bedeutung ist es, daß diese Septalporen erst frühestens nach dem vierten Umgang auftreten, während die Anfangswindungen als gänzlich porenlos erscheinen. Es handelt sich somit hier aller Wahrscheinlichkeit nach um eine Eigenschaft, die nicht als unmittelbar von

Endothyra übernommen anzusehen ist. Sie stellt eine spätere Erwerbung dar, die den Stoffwechsel oder die Atmung erleichtern soll, welche bei erwachsenen Exemplaren gewiß eine schwer zu lösende Existenzfrage darstellten. —

Interessant ist es, zu sehen, wie hier als neu und selbständig erworben sich Merkmale einfinden, die auch bei anderen verwandten Formen auftreten (*Fusulina arctica*, *F. alpina*¹ und *Schwagerina princeps*, ferner bei *Criboospira*, *Endothyra* etc.). Es ist eben stets nur eine beschränkte Zahl von klar vorgezeichneten, in der Organisation begründeten Entwicklungsmöglichkeiten innerhalb eines phylogenetisch zusammengehörigen Formenkomplexes vorhanden.

Die geringe Fältelung der in den letzten Windungen überdies noch porösen Septen wird durch eine meist erhebliche Wandstärke ausgeglichen, zu der in den Schlußumgängen noch eine merkliche Abnahme der Umgangshöhe hinzutritt. Es sind dies alles bis zu einem gewissen Grade Konvergenzerscheinungen zu *Schwagerina fusulinoides* SCHELLW., von der sich die besprochene Gruppe jedoch durch die starken Medialreifen, die geringere Höhe der zahlreicheren Umgänge, die andere Art der Septalfalten und die viel dickeren Septen im übrigen scharf unterscheidet. YABE zieht daher den Namen „*Triticites*“ richtig ein, aber fälschlich zu *Schwagerina*, trotz der auch ihm bedenklichen fusulinenhaften Septenstärke (l. c. p. 5).

Wenn auch Analogien der Gruppe der nordamerikanischen *Fusulina secalis* mit der Gruppe der *F. simplex* Rußlands und der *F. regularis*² der Alpen sich in großer Zahl nennen ließen, erscheint doch ein Gedanke an eine direkte verwandt-

¹ SCHELLWIEN'S Angabe, daß auch *Fusulina incisa* poröse Septen habe, beruht auf einem Irrtume. Bei *F. incisa* besteht das Septum teilweise nicht allein aus dem Dachblatte, sondern trägt auch ein Wabenwerk, das SCHELLWIEN ja auch bei der Wandung als Poren ansah.

² Diese letzteren Analogien sind sogar so stark ausgeprägt, daß sowohl SCHELLWIEN (1897) als SPANDEL (1901) für die Vereinigung dieser Formen eintraten. Bedauerlicherweise scheint jedoch GIRTY diese Schriften nicht zu berücksichtigen, da er keinerlei Gründe gegen ihre Ansichten anführt. Es ist übrigens meiner Ansicht nach etwas unvorsichtig, eine Form, deren Spezies von SCHELLWIEN als ident mit einer seiner karnischen Typen bezeichnet wurde, einem anderen Genus zuzuweisen.

schaftliche Zusammengehörigkeit der Spezies, wie es SCHELLWIEN gewollt zu haben scheint, mir noch nicht hinreichend begründet. Die räumliche Entfernung ist eine zu ungeheure (zumal im Vergleich zu der von SCHELLWIEN selbst bereits betonten im allgemeinen mehr provinziellen Verbreitungsweise der Fusulinen), als daß bei dem durch die heutigen geographischen Verhältnisse bedingten Fehlen von Zwischengliedern ein Zusammenhang der Spezies sich konstruieren ließe. Im Gegenteil dürften wir hier einen interessanten Fall von Konvergenz vor uns haben, der mit großer Deutlichkeit zeigt, wie vorsichtig man bei Aufstellung von Stammbäumen sein muß gegenüber Lebewesen, die entwicklungsmechanischen Einflüssen naturgemäß sehr stark unterworfen sein müssen und andererseits nur geringe Möglichkeit haben, phylogenetische Dokumente in ihrer Ontogenie aufzubewahren. Im vorliegenden Falle stellt das den inneren, im wesentlichen dem Mississippigebiet entsprechenden Teil der Vereinigten Staaten umfassende Verbreitungsgebiet mit seiner Wechsellagerung von Kohlenflözen und Fusulinenschichten ein höchst charakteristisches Milieu dar, das aber doch gerade im Donetzrevier (*F. obsoleta*!) und in den Karnischen Alpen (wo *Schwagerina fusulinoides* und *Fusulina regularis* heimisch ist!) eine Parallele findet. Die Annahme, daß wir es bei der Gruppe der *F. secalis* ebenso wie bei der *F. simplex* nur mit einer küstennahen, häufigem Wechsel der Lebensbedingungen unterworfenen und nur lokal verbreiteten Fazies der Fusulinen zu tun haben, findet eine starke Stütze in der völlig abweichenden Verbreitungsart¹ eines anderen wesentlich verschiedenen Typs von Fusuliniden, der (obwohl räumlich der Gruppe der *F. secalis* am nächsten benachbart) die heutige pazifische

¹ Die Verbreitungsart macht für die Fusuliniden die Vermutung, die Versteifung könne ihren Grund in dem Bestreben haben, dem Einfluß der Brandungszone besser zu widerstehen (wie es für die Nummuliten teilweise angenommen wird), recht unwahrscheinlich. Schalenverletzungen (die sehr schnell wieder repariert zu werden pflegen) finden sich zwar zuweilen bei Fusulinen, dürften jedoch keineswegs als Brandungswirkung zu deuten sein. Auch das Versteinerungsmedium weist stets auf ruhiges Wasser hin. Nur ein einziges Mal sah ich Fusulinen in einem etwas sandigen Kalk. Herr H. YABE hatte die große Liebeshwürdigkeit, mir diese Exemplare zu zeigen. Ein Beispiel von Schalenreparatur gibt Fig. 15.

Küstenzone Amerikas in der ungeheuren Ausdehnung von Guatemala bis Alaska einnahm. Den gleichen Typ, oft sogar die gleichen Spezies finden wir außerdem im ganzen pazifischen Gebiete, d. h. im Ussurigebirge wie in Japan, in Sumatra, wie in der Salt-Range und in Kleinasien(?) wieder. Es sind das sehr große langgestreckte, stark und regelmäßig gefälte wohlversteifte Fusulinen mit oft sehr zahlreichen Umgängen (oder auch die eigenartigen Neoschwagerinen, deren Verbreitungsbezirk Brit. Columbia, Japan, China, Sumatra, Kleinasien und Dalmatien umfaßt).

2. Drei Übergangsformen.

1. *Fusulina secalis (centralis)* var.

In allen ihren Merkmalen an die kurzen, geblähten Varietäten der Gruppe der *Fusulina secalis* schließt sich eine u. a. von Utah vorliegende Fusuline an, die in ihren extremsten Vertretern folgende Besonderheiten aufweist. Die Medialreifen sind noch deutlich erkennbar, wenn sie auch nicht ganz die Schärfe der Ausprägung zeigen, die der Haupttypus hat. Bis dicht an diese Medialregion heran drängt sich im Axialschnitt die Septenfältelung, die ebenso wenig intensiv ist, als die im Typus. Stellenweise ist eine Neigung zur Abschwächung der Faltung erkennbar, die sich im Fehlen jeder Regelmäßigkeit der Bögen und in der geringen Ausbildung des Netzwerkes der Enden, sowie in gelegentlicher „Schatten“bildung äußert. In allen diesen Punkten weicht indes Taf. VIII Fig. 10 kaum ab von Taf. VIII Fig. 9, die eine *F. secalis (centralis)* vom Platte-River Nebraskas darstellt. Wesentlich unterschieden ist sie nur durch die gedrungenere Gestalt und die nach dem fünften Umgang plötzlich einsetzende Vergrößerung der Windungshöhe. Ein Medianschnitt (Fig. 14) zeigt diese Zunahme fast ebenso unvermittelt nach $3\frac{1}{2}$ Umgängen. Nach dieser Erweiterung nimmt auch die Septenzahl ab. Statt des Durchschnitts der *secalis*-Gruppe I 11—15, II 19—21, III 20—24, IV 23—27, V 24—29, VI ca. 31 treten bei der Form von Utah die Zahlen I 13, II 18, III 19, IV 18, V (20) auf. (Die entsprechenden Zahlen bei *Schwagerina fusulinoides* und *Schw. fusiformis* sind: I 11 . 8, II 15 . 13, III 15 . 14, IV 16 . 16, V 23 . 23, VI 25.?) Der Medianschnitt zeigt eine verstärkte

Neigung, die Septen bis fast zum Boden zu verlängern. Bei dem Typus pflegt diese Tendenz erst das Stadium der senilen Dekreszenz zu charakterisieren. Infolge der makrosphärischen Größe der Anfangskammer tritt bei dem abgebildeten Schnitt eine Eigentümlichkeit der *secalis*-Gruppe nicht so deutlich hervor, aber doch ist auch hier die Höhenzunahme innerhalb des ersten und auch des zweiten Umgangs minimal.

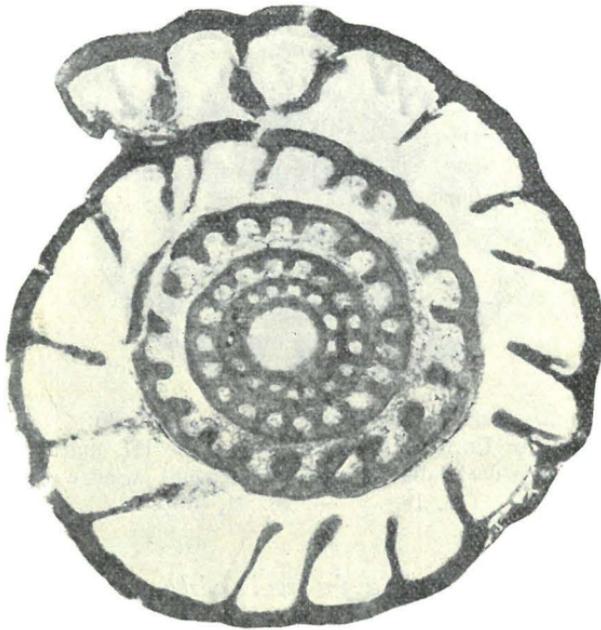


Fig. 14. *Fusulina centralis* SAY. em. v. STAFF var. Utah, 20 \times . Medianschliff zeigt den Übergang zur Gruppe der *Schwagerina princeps*. (Eine vorsichtige Retusche hatte lediglich den Zweck, einige störende Ungleichmäßigkeiten des Gesteins zu entfernen.)

Ein Medianschliff der *Fusulina secalis* von Iowa (Fig. 15) zeigt die für *Schwagerina princeps* so bezeichnende Kleinheit der innersten Windungen im Verhältnis zu den äußeren in einem mikrosphärischen Exemplar. Zugleich ist übrigens dieser Schliff ein gutes Beispiel für die Energie, mit der die Sarkode an den Speziesmerkmalen festzuhalten sucht. Trotz einer wohl auf Verletzung im Alter von fast 3 Umgängen zurückzuführenden Unregelmäßigkeit im Bau des dritten und vierten Umgangs, hat doch schon der folgende die normale

Septenzahl wieder erreicht — I 13, II 19, III (erste Hälfte 10), IV —, V 28, VI 31, VII (erste Hälfte 18) — und weicht in nichts vom normalen Typus ab.



Fig. 15. *Fusulina secalis* SAY. em. v. STAFF. Iowa, 20 \times . Medianschliff zeigt, wie trotz der Unregelmäßigkeit im Bau des III. und IV. Umganges in den folgenden doch die normale Septenzahl wieder erreicht wird (13, 19, —, —, 28, 31, [36]).

2. *Schwagerina fusulinoides* SCHELLW.

Ich gebe von dieser schönen Spezies die Originalschliffe SCHELLWIEN'S zu seiner 1897 veröffentlichten (*Palaeontographica*, 44) Zeichnungen in photographischer Reproduktion wieder. Die zwar enge, aber noch nicht an *Schwagerina princeps* heranreichende Einrollung der ersten Umgänge, die ziemlich große und doch mikrosphärische Anfangskammer, die noch ziemlich intensive Septenfältelung, die im Medianschnitt (Original zu Taf. XXI Fig. 2) Taf. VIII Fig. 12 sich durch die keulenförmig verdickten Enden der Septen verrät, die Dicke der Wand, die gestreckte Form, das wenn auch schwache Netzwerk der Enden (Taf. VIII Fig. 11) erinnert sehr stark an die hier abgebildete Fusuline von Utah. Aber die noch stärkere „Schatten“bildung, die gleichmäßige, ruhige Höhe der Umgänge, die noch dünneren Septen leiten doch

deutlich über zu der dritten Übergangsform. Bemerkenswert ist es, daß *Schw. fusulinoides*, wie *Schw. princeps* poröse Septen aufweist, die erst vom fünften Umgange, also genau wie bei *Fusulina secalis* sichtbar sind. Auch dem Umstande lege ich ein gewisses Gewicht bei, daß diese Form zusammen mit *F. regularis*, der nahen Verwandten von *F. secalis*, die ebenfalls poröse Septen hat, vorkommt.

3. *Schwagerina fusiformis* KROTOW.

Diese Form steht der *Schwagerina princeps* bereits so nahe, daß ein Zweifel an ihrer generischen Bestimmung wohl ausgeschlossen ist, während er für die beiden vorher be-

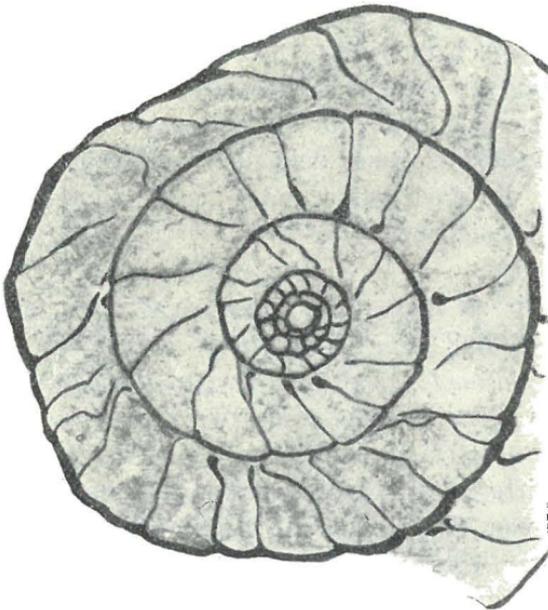


Fig. 16. *Schwagerina fusiformis* KROTOW. Zwischenform zu *Schw. princeps* und *Schw. fusulinoides*. Stolby an der Beresowaja, 20 \times . (Zeichnung auf Photographie.) Septenzahlen: 8, 13, 14, 16, (23). Originalschliff KROTOW's?

sprochenen Spezies immerhin denkbar wäre. Wenigstens hat H. YABE, wenn auch ohne Originale von *Schw. fusulinoides* zu kennen, GIRTY'S „*Triticites*“ auf Grund von Originalexemplaren zu *Schwagerina* ziehen wollen, und bezüglich der karnischen Zwischenform hat SCHELLWIEN längere Zeit ge-

schwankt. Nach dem hier gesagten dürfte ein Zweifel höchstens für die Varietät von Utah bestehen, welche somit das eigentliche „Zwischenglied“ darstellt, das Merkmale zweier Genera fast gleichmäßig vereint. Doch auch für diese Form halte ich die definitive Zuweisung zu *Fusulina* berechtigt, mindestens aber zweckmäßig.

Schwagerina fusiformis (vergl. Fig. 16) weist im Innenbau, ganz entsprechend dem phylogenetischen Gesetze, noch ganz die Charakteristica der *Schw. fusulinoides* auf, nämlich zwar enge, aber im Verhältnis zu *Schw. princeps* doch noch recht weite Umgänge, ziemlich große Zentralkammer, nicht so stark sprunghaften Übergang zu weiterer Aufrollung. Auch hat sie fast die gleichen Septenzahlen wie *Schw. fusulinoides*. Aber doch ist in den äußeren Umgängen die Ähnlichkeit mit *Schw. princeps* eine fast vollkommene. Die extreme Dünne der langen Septen, denen die Keulenform fehlt, und die am unteren Ende die für die *princeps*-Gruppe so bezeichnende scharfe Knickfaltung zeigen, sowie die überaus geringe Wandstärke, die nach außen indes um das Doppelte zunimmt, sind höchst bezeichnend.

Wenn wir zu diesen drei Übergangsformen noch die Tatsache rechnen, daß *Schw. Yabei* n. sp. sehr stark, mehr noch als *Schw. fusulinoides*, verlängerte Anfangswindungen zeigt, zu denen ein ziemlich dichtes Netzwerk der Enden und eine für die *princeps*-Gruppe immerhin bedeutende Septenfaltung im Axialschnitte kommt, während der Medianschnitt nur ganz geringfügig von *Schw. princeps* typ. abweicht, so erscheint die Reihe der Übergangsformen von echten Fusulinen zu echten Schwagerinen so gut wie geschlossen, und der versuchte Nachweis der stammesgeschichtlichen Zusammengehörigkeit dürfte hiermit erbracht sein.

Je enger aber *Schwagerina* s. str. an *Fusulina* heranrückt, um so schärfer erscheint die Kluft, die sie von *Verbeekina* trennt. Für *Verbeekina* ist bisher noch keine Vermutung hinsichtlich der Abstammung geäußert worden. Jedenfalls aber dürfte ihre Abtrennung von der *Endothyra-Fusulinella*-Linie recht früh erfolgt sein. Vielleicht ist in dem Umstände, daß ihr Verbreitungsgebiet paläontologisch bisher

noch relativ wenig bekannt geworden ist, die Ursache zu suchen, daß sie so unvermittelt als fertiger Typus auftaucht, und es besteht die Hoffnung, daß spätere Durchforschungen auch diese Frage zur Lösung bringen werden. Mit vorliegender kleiner Arbeit hoffe ich, an einigen Beispielen gezeigt zu haben, daß die genauere Untersuchung paläozoischer Foraminiferen eine ganze Reihe interessanter Einzelheiten ergeben kann, und daß noch ein reiches Feld hier der Bearbeitung wartet.

Im folgenden seien kurz einige der wichtigsten, in der vorliegenden Arbeit begründeten Ergebnisse zusammengefaßt:

1. GEMMELLARO'S „*calcare con Fusulina della valle del fiume Sosio*“ ist richtiger als Schwagerinenkalk zu bezeichnen.
2. Die Schwagerinen der *princeps*-Gruppe sind von den Fusulinen der *regularis-secalis*-Gruppe abzuleiten.
3. Daher ist ihre Vereinigung mit der *Verbeeki*-Gruppe zu einem Genus unstatthaft.
4. Ein Basalskelett, wie es die *lepada*-Gruppe auszeichnet, fehlt sowohl der *princeps*- als der *Verbeeki*-Gruppe.
5. Da die Genusdiagnose der *Doliolina* auf dieses Merkmal hin aufgebaut worden ist, ist die *Verbeeki*-Gruppe als ein besonderes Genus (bezw. Subgenus) zu betrachten.
6. *Sumatrana* VOLZ (Typus *S. Anna*) ist von *Neoschwagerina craticulifera* hinlänglich unterschieden, um ihre generische Selbständigkeit zu rechtfertigen.
7. GIRTY'S „*Triticites*“ ist eine echte *Fusulina*.

Eine Übersicht der bisher aufgestellten Genera (Subgenera) gestaltet sich demnach folgendermaßen:

1. *Fusulina* FISCHER v. WALDHEIM¹. Typus: etwa *F. alpina* SCHELLW.
2. *Fusulinella* v. MÖLL. em. v. STAFF². Typus: *F. Struwi* v. MÖLL.

¹ 1829, Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, 1. — (*Fusulina cylindrica* F. v. W. ist als Typ weniger geeignet.)

² 1878, Mém. Acad. St. Petersbourg, (7.) 25. 9. — Vergl. LIENAU 1898, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. p. 409—419.

- (3. *Hemifusulina* v. MÖLL.¹ = *Fusulina minima* SCHELLW. SCHELLWIEN.)
4. *Schwagerina* v. MÖLL.² em. v. STAFF. Typus: *Schw. princeps* EHRENB.
- (5. *Moellerina* SCHELLW.³ = *Doliolina* SCHELLW. — SCHELLWIEN.)
6. *Doliolina* SCHELLW. em. YABE⁴. Typus: *D. lepidula* SCHWAG.
7. *Neoschwagerina* YABE⁵. Typus: *N. craticulifera* SCHWAG.
8. *Sumatrina* VOLZ⁶. Typus: *S. Annae* VOLZ.
- (9. *Triticites* GIRTY⁷ = *Fusulina* F. v. W. — SCHELLW. Manusk.)
10. *Verbeekina* v. STAFF. Typus: *V. Verbeeki* GEIN.
11. *Girtyina* v. STAFF. Typus: *G. ventricosa* MEEK.

(In Klammern gesetzt sind die wieder eingezogenen Genera. Der Name des Einziehenden ist beigelegt, ebenso der Name des letzten Emendators. Unterstrichen sind die Genera.)

¹ 1878, l. c. — SCHELLWIEN 1897, Palaeontogr. **44**. 281, sowie 1908, Pal. **55**. 168.

² 1878, l. c. — Die erste Emendation betraf *Moellerina* = *Doliolina*, die zweite *Neoschwagerina*, die dritte und endgültige *Verbeekina*. Nur die Reihe *Schwagerina fusulinoides*—*Schw. princeps* ist geblieben.

³ 1897, l. c. — Namensänderung 1902, Schr. d. phys.-ökon. Ges. Königsberg und 1902/03 (FUTTERER), Durch Asien. **3**.

⁴ 1902, l. c. — Die Emendation betraf *Neoschwagerina*. YABE 1903, Journ. Geol. Soc. Tokyo. **10**. 113.

⁵ 1903, l. c.

⁶ 1904, Geol. u. Pal. Abh. KOKEN. **10**. — YABE 1906, Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo. **21**. 5 zog *Sumatrina* zu seiner *Neoschwagerina*. Gegen ihn R. J. SCHUBERT 1907, Verh. k. k. geol. Reichsanst. — Vergl. auch H. DOUVILLÉ 1906, Bull. Soc. Géol. France. 4^e. (6.) p. 576, 588.

⁷ 1904, Amer. Journ. of Sc. **17**. — *Triticites* wurde von YABE 1906 zwar richtig als selbständiges Genus eingezogen, aber unrichtig zu *Schwagerina* gestellt. — SCHELLWIEN's Manuskript (1905/06) enthielt in einer Notiz (hier p. 494, Anm. 1) die richtige generische Zuordnung.

Zusatz: Bezüglich des diagnostischen Wertes der Septenzahlen möchte ich auf die während des Druckes erschienene Arbeit M. GORTANI's: Sui metodi di determinazione delle Fusuline (Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Proc. verb. XVIII. 2. 1909) hinweisen.

Tafel-Erklärungen¹.

Tafel VII.

- Fig. 1. *Schwagerina Yabei* n. sp. Typisches Exemplar aus dem Sosio-
kalke, 3×. Zeichnung von Dr. E. LOESCHMANN.
2. *Schwagerina Yabei* n. sp. Medianschnitt, 20×. (Rechts bis zur
äußersten Grenze der Möglichkeit geschliffen.) Sosiokalk.
- „ 3. *Schwagerina Yabei* n. sp. Axialschnitt 20×. (Rechts unten
war ein klares Bild infolge lokaler grobkörniger Kristallisierung
des Gesteins nicht zu erreichen. Der Schliff splitterte, ehe die
Aufhellung weit genug vorgeschritten war.) Sosiokalk.
4. *Schwagerina* cf. *princeps* EHRENB. (= *Schw. robusta* MEEK?).
„Middle Coal meas. Californ., Bassranch“, 20×. Der Schliff ist
nicht genau sagittal gerichtet, daher weist er rechts und links
Charaktere auf, die an Axialschnitte erinnern.
- „ 5. *Verbeekina Verbeeki* GEIN. Typus. Originalschliff VERBEEK'S
„Padang 1876“. Axialschnitt 20×.
- „ 6. *Verbeekina Verbeeki* GEIN. var. n. *Volzi*. Originalschliff von
VOLZ „ob. Buk Bessi W.-Sumatra“, 20×. Diese Varietät
weicht vom Typus ab durch etwas größere Wandstärke und
etwas stärkere Septenfaltung, die der Achsenregion ein etwas
anderes Gepräge gibt. Bemerkenswert sind in der Achsenregion
rechts die endständigen Verdickungen, die zur Entstehung des
scheinbaren Basalskeletts beitragen. Links ein fast axialer
Schnitt von *Neoschwagerina* cf. *craticulifera* SCHW.
- „ 7. *Verbeekina Verbeeki* GEIN. (VERBEEK det. 1876). Typisches, axial
zerbrochenes Exemplar von Padang. Die inneren Umgänge sind
herausgebrochen. Die weißen Punktreihen entsprechen den
Innensäumen der in dem innersten noch vorhandenen Umgänge
befindlichen Septen. In der dunkelgrauen Kalkmasse des Ein-
bettungsgesteines erscheinen als weiße Punkte die im axialen
Dünnschliff dunkel auftretenden Berührungspunkte der Septen-
enden mit der Schale des nächstinneren (hier herausgebrochenen)
Umganges. Das völlige Fehlen eines „tonnenreifförmigen Basal-
skeletts“ ist hierdurch erwiesen. Als etwas erhabene Linien,
spitzwinkelig die Punktreihen kreuzend, erscheinen die den Ab-

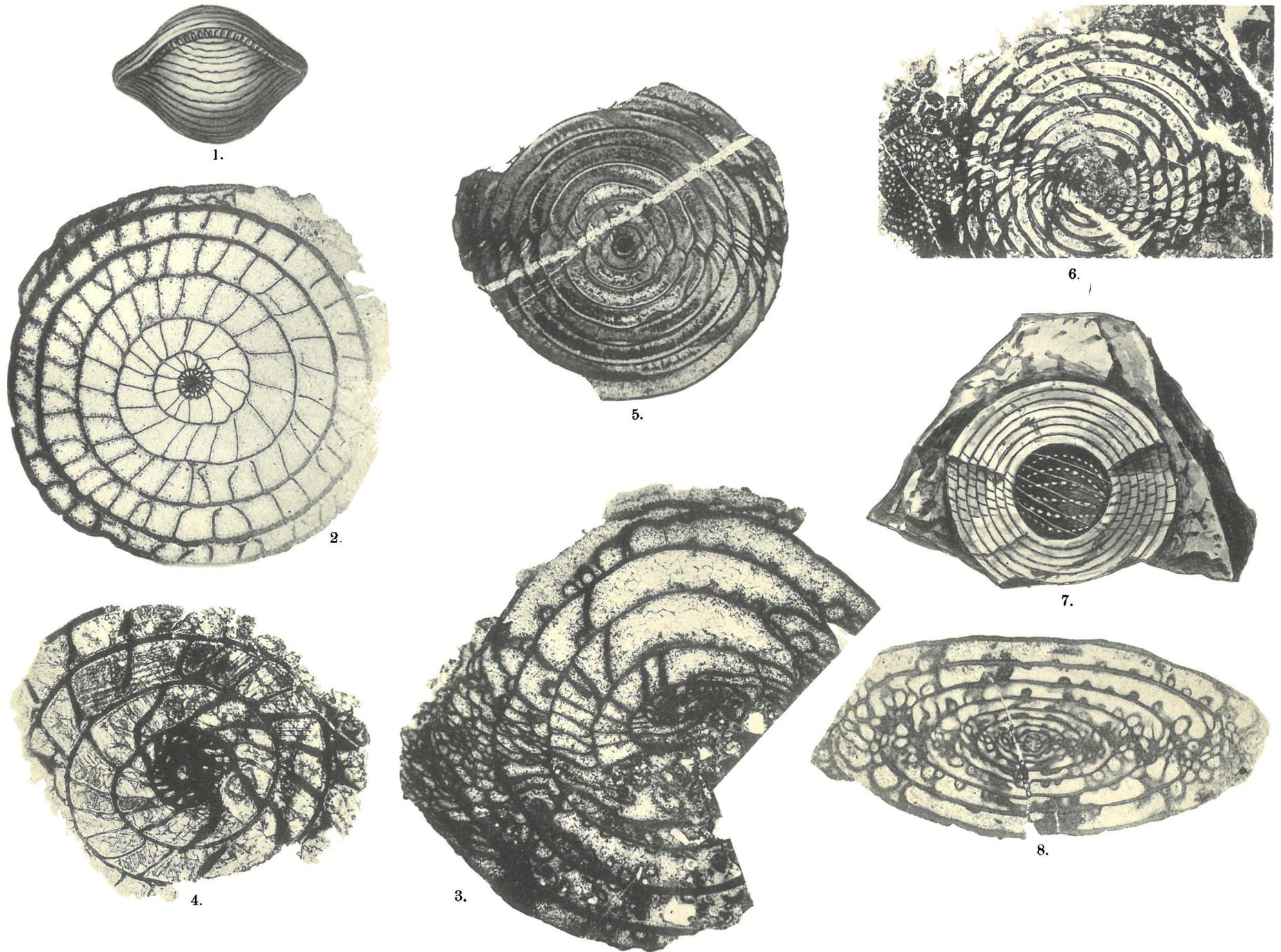
¹ Die Mikrophotographien der Textfig. 4, 13—16, sowie der Tafel-
bilder 8—12 sind von E. SCHELLWIEN (bezw. seinem Assistenten) angefertigt
worden. Sämtliche Originalnegative befinden sich im geologischen Institut
Breslau.

bildungen der Kammerwand zur Septenbildung entsprechenden Furchen-Abdrücke der herausgebrochenen Windung (vergl. Taf. VII Fig. 1). Vergrößerung ca. 15 \times . Zeichnung von Dr. E. LOESCHMANN.

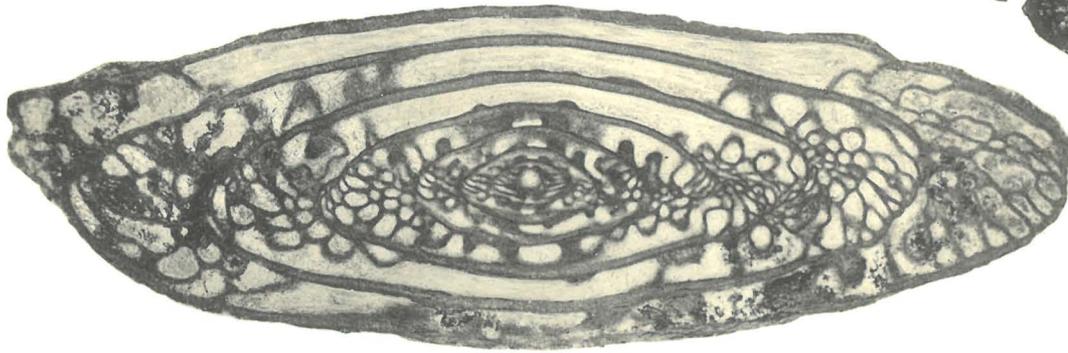
- Fig. 8. *Fusulina contracta* SCHELLW., Manuskript. Darwas, 20 \times . Der etwas dicke Axialschliff zeigt scheinbar ein Basalskelett, das indes nach den Seiten zu deutlich in Septenfalten übergeht.

Tafel VIII.

- Fig. 9. *Fusulina centralis* SAY. em. v. STAFF. Platte River, Nebraska, 20 \times . Axialschnitt (etwas retuschiert, um störende Ungleichmäßigkeiten des Gesteines teilweise zu entfernen), zeigt die in der Medianregion sehr geringe Fältelungstendenz der Septen. Auch die anfangs deutlichen Medialreifen verschwinden in den letzten Umgängen. Typisches Bild von GIRTY'S „*Triticites*“.
- „ 10. *Fusulina centralis* SAY. em. v. STAFF. var. Utah, 20 \times . Axialschliff zeigt den Übergang zur Gruppe der *Schwagerina princeps*. Die Höhe der äußeren Umgänge (VI) übertrifft die der inneren (IV, V) um das Dreifache.
- „ 11. *Schwagerina fusulinoides* SCHELLW. Originalschliff SCHELLWIEN'S, 20 \times . Der V. Umgang zeigt poröse Septen.
- „ 12. *Schwagerina fusulinoides* SCHELLW. Originalschliff SCHELLWIEN'S, 20 \times . (Vorbild zu seiner Taf. XXI Fig. 2 in Palaeontographica. 44.) „Rote Kalke der Uggowitzer Breccie.“ Zeigt den für die Gruppe der *Fusulina regularis-secalis* bezeichnenden Habitus der Septen in den letzten Umgängen. Septenzahlen 11, 15, 15, 16, 23, (25).



H. v. Staff: Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden.



9.



10.



12.



11.