

Beiträge zur Kenntnis des Baues von *Polytrema miniaceum* Pallas sp.

Von

Friedrich Merkel.

(Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg.)

Mit Tafel XVI, XVII und 2 Figuren im Text.

Vorliegende Arbeit versucht eine Darstellung des Aufbaues der Schale von *Polytrema miniaceum* Pallas sp., ihrer Struktur, des Protoplasmas und der Kernverhältnisse dieses Rhizopoden zu geben.

Die Anregung dazu erhielt ich von meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. BÜTSCHLI. Ich fühle mich verpflichtet, ihm für seine stete Theilnahme an dieser Arbeit und seine Mithilfe bei den Untersuchungen auch an dieser Stelle meinen besten Dank zu sagen.

Eben so danke ich Herrn Professor Dr. SCHUBERG, der mir mit Rath und That zur Seite stand, namentlich für seine Mittheilungen über die verschiedenen Methoden.

I. Geschichtliches.

Trotz der reichhaltigen Litteratur über Rhizopoden findet sich verhältnismäßig nicht viel über *Polytrema miniaceum*. Eine Reihe älterer Forscher schenkten dem eigenthümlichen Organismus ihre Aufmerksamkeit, gaben kurze Beschreibungen von ihm, beschäftigten sich auch mit seiner Einreihung in das System, kannten aber die Bauverhältnisse nicht genügend. Die große äußere Ähnlichkeit von *Polytrema* mit der Edelkoralle hatte zur Folge, dass man ersterer eine ganz falsche Stellung im System gab. Allgemein zählten die älteren Forscher den Organismus zu den Thierpflanzen und gesellten ihn den Korallen zu. Als solche beschrieb sie PALLAS (1787) in seiner Charakteristik der Thierpflanzen unter dem Namen *Millepora miniaceae*. Unter dem gleichen Namen nahm sie auch J. F. GMELIN 1788 in die XIII. Ausgabe des Natursystems von LINNÉ auf.

Eine kolorirte Abbildung und genauere Beschreibung der äußeren Verhältnisse findet sich in E. J. ESPER's Werk von 1791: »Die Pflanzenthier in Abbildungen nach der Natur nebst Beschreibung«. Er bezeichnet merkwürdigerweise nur die an den Enden der Ästchen befindlichen Öffnungen als echte Poren,

alle auf der Oberfläche des Stammes und der Äste sich findenden dagegen als unechte.

Als *Millepora rubra* beschreibt sie alsdann LAMARK (1816).

Die Gattung *Polytrema* errichtete RISSO (1826). Seine *Polytrema coralina* ist identisch mit der von PALLAS beschriebenen *Millepora miniacea*.

BLAINVILLE (1834) endlich verband den Gattungsnamen *Polytrema* mit dem von PALLAS aufgestellten Speciesnamen *miniaceum*.

Sämtliche Forscher hatten also die wahre Natur von *Polytrema* nicht erkannt. Alle zählten sie zu den Pflanzenthiere, deuteten sie als Koralle. Die Beobachtung des plasmatischen Inhalts der Schale des Thieres führte zuerst F. DUJARDIN (1841) zur Erkenntnis, dass *Polytrema* den Rhizopoden zuzurechnen sei. Nachdem er die Rhizopodennatur von *Rotalia*, *Planorbulina* etc. geschildert hat, fährt er fort: »J'ai bien constaté que toutes les loges des Rotalies et d'autres genres de Rhizopodes libres sont occupées à la fois par la substance glutineuse; mais je n'ai point vu les expansions, non plus que dans le *Polytrema rubra*, que je conjecture appartenir à cette même famille d'après la nature de la partie vivante.«

DUJARDIN's Ansicht wurde in der Folge von zahlreichen Forschern bestätigt, die sich auch bemühten, die Verwandtschaft mit andern Rhizopodenformen aufzufinden. Hierher gehören die Untersuchungen von GRAY, W. B. CARPENTER, M. SCHULTZE, ALLMAN, CARTER, BÜTSCHLI, MÖBIUS und BRADY.

CARPENTER (1862) liefert eine eingehendere Beschreibung der äußeren Form, erwähnt das Vorkommen eines parasitischen, häutigen Schwammes auf der Schalenoberfläche, dessen Spicula radienförmig von den Zweigenden auszugehen scheinen. Die baumartigen Formen führen in der axialen Partie längliche Kanäle, von denen jeder durch Vereinigung mehrerer Segmente gebildet zu sein scheint. Die Kanäle communiciren mit einander durch große runde Öffnungen. Die ersten Kammern bilden eine Spirale, was sich aber nach meinen Untersuchungen nur für die mikrosphärische Form nachweisen lässt. Die neu hinzutretenden Kammern häufen sich nach oben hin an.

Eine größere Arbeit lieferte MAX SCHULTZE (1863), der nach einer kurzen Beschreibung der äußeren Verhältnisse den Nachweis führt, dass *Polytrema* sowohl hinsichtlich des Baues als des Inhalts der Schale sich den Polythalamien anschließe. Die Kalkmasse besteht aus »Lamellen« (die Wände der Kammern), welche ein System unter einander anastomosirender Kammern umschließen und diese Lamellen zeigen Ähnlichkeit mit der Struktur der Kalkwände dickwandiger Polythalamien. Die Wände sind geschichtet und von Porenkanälchen durchsetzt, welche letztere von einer häutigen Röhre ausgekleidet sind. Die ersten Kammern sind spiralig angeordnet und stehen in Verbindung mit einander durch »Siphonen«. Die Zusammenordnung der späteren Kammern zeigt durchaus keine Regelmäßigkeit. Bei Behandlung mit Salzsäure bleibt eine organische Substanz zurück, bestehend aus einer äußeren Hülle und einer zähen, ziemlich festen Zusammenhang zeigenden bräunlichen Substanz, reich an lichtbrechenden Körnchen und Tröpfchen. Den Kieselnadeln im Innern von *Polytrema* wird ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Sie gelangen durch einen parasitischen Schwamm in das Innere der Schale.

Die Ansicht MAX SCHULTZE's von *Polytrema* als Polythalamie (speciell verwandt mit den Globigeriniden) theilte auch G. J. ALLMAN (1870). Die Schale ist nach ihm gebildet aus einer Menge unregelmäßig über einander liegender

Kammern, welche durch große Öffnungen unter einander in Verbindung stehen. Neben den großen Öffnungen existiren noch sehr viele »Kapillarkanälchen«.

Einen großen Aufsatz über *Polytrema* veröffentlichte H. J. CARTER im Jahre 1876. Die kalkigen Kammerwände werden von hohlen Gebilden, die ich später als Pfeiler anführe, getragen. Die Stellung der Pfeiler wird durch kreisförmige Vertiefungen auf der Oberfläche der Schale angedeutet. Die Pfeiler dienen als Stütze der fast concentrischen, von Poren durchsetzten Kammerwände, sind dagegen nie als Grenzen von Kammern aufzufassen. Sie sind hohl, um den größten Betrag von Kraft mit der geringsten Menge von Material zu verbinden. In späteren Lebensperioden werden sie massiv. Das Innere der Schale stellt ein labyrinthartiges Netzwerk von Hohlräumen dar. *Polytrema* kommt bald verzweigt, bald unverzweigt vor. Die Exemplare, welche keine Verzweigung an ihrem oberen Ende zeigen, scheinen aus verzweigten Exemplaren einfach dadurch entstanden zu sein, dass die Äste derselben abgebrochen wurden. Eine spiralförmige Anordnung der Kammern an der Basis kann CARTER nicht erkennen, obgleich ihm gelegentlich ein Exemplar den Eindruck machte, als ob die Kammern Anfangs spiralförmig und erst später concentrisch angeordnet wären. Die Schwammspicula im Innern rühren von einer Clionide her, welche in die Schale hineinwachsen soll.

BÜTSCHLI widmete im I. Band der 2. Auflage von BRONN's Klassen und Ordnungen des Thierreichs (1880—1882) *Polytrema* einige Worte und gab auf Taf. IX, Fig. 11a und b zwei Originalfiguren. Die Anfangskammern an der Basis finden zum ersten Mal eine etwas genauere Beschreibung. Das Weiterwachstum geschieht durch eine unregelmäßige Aneinanderhäufung von Kammern, welche sehr breit und nieder werden. An einzelnen Stellen senkt sich die Schalenwandung ein und bildet die Pfeiler, welche die Perforation verloren haben und bald hohl, bald solid erscheinen. Häufig findet sich an der Basis der Pfeiler eine größere Öffnung. Durch die hohlen Pfeiler können die Hohlräume der sich überlagernden Kammern mit einander und mit der Außenwelt kommunizieren. Die Äste scheinen sich so zu bilden, dass eine oder mehrere Lamellen in einen astartigen Fortsatz auswachsen, wobei sich die Pfeiler gegen einander stützen. Die Zweigenden sind geöffnet.

Nach der Ansicht von K. MÖBIUS (1880) enthalten alle Stämme und älteren Zweige von *Polytrema* eine centrale Kammer, um welche sich die übrigen kreisförmig oder spiralförmig herumlegen. Die Centralkammer ist meistens größer als die sie umgebenden. Die Ausdehnung der Kammern ist in der Richtung der vertikalen Achse am bedeutendsten. Die Kammern stehen durch Röhren, welche sich an den Einmündungsstellen trichterartig erweitern, in Verbindung. Er bezeichnet diese als Kammergänge; sie sind identisch mit den von BÜTSCHLI und in meinen Untersuchungen als Pfeiler bezeichneten Gebilden und besitzen keine Porenkanäle in ihrer Wand. Die äußeren Mündungen der Pfeiler werden oft durch Kammerwandschichten, welche Porenkanäle enthalten, siebartig bedeckt. Bei Behandlung mit schwachen Säuren wird der Kalk der Schalensubstanz leicht aufgelöst und die chitinenen Auskleidungen der Kammern und Kammergänge sowie der Porenkanäle bleiben zurück. In älteren Zweigen sind die Chitinhäute stärker. Sehr zart sind die Auskleidungen der Porenkanäle. Von letzteren nimmt er an, dass sie durch Resorption entstehen.

Die merkwürdigen kugelförmigen oder halbkugelförmigen Anfangskammern scheint MÖBIUS nicht gesehen zu haben; er bildet sie auf seinen Tafeln nicht ab und gedenkt ihrer nicht.

Auch H. B. BRADY (1884) will in der Achse der Zweige röhrenförmige Hohlräume gesehen haben, von denen die oberen Enden deutlich wahrnehmbar sind. Einer kurzen Angabe über die geographische Verbreitung folgt eine Notiz über das fossile Vorkommen der Art und deren Verwandtschaft mit einer Form aus den »Carboniferous Limestoneschales« von Schottland und Nordengland. »Die Natur des rothen Farbstoffs von *Polytrema*«, schreibt BRADY, »scheint nicht besonders untersucht worden zu sein, doch zeigen einige Experimente, dass er eine organische Substanz ist und wahrscheinlich identisch ist mit dem von MEREJKOWSKY in einer Anzahl mariner Organismen aufgefundenen Stoff, der als Zoonerythrin bezeichnet wurde.«

Über das Vorkommen zweier, durch ihren Aufbau sich unterscheidenden Formen der *Polytrema miniaceum* wurde bis jetzt nirgends berichtet und eben so werden die Kernverhältnisse nirgends erwähnt.

II. Material und Methoden.

Die der Untersuchung dienenden Exemplare von *Polytrema* stammten zum Theil von einem trockenen Korallenstück aus dem Mittelmeer, auf welches sie aufgewachsen waren, zum Theil aus dem Golfe von Neapel. Einige Exemplare, die in Villefranche gesammelt waren, stellte mir mein Freund Herr stud. W. REDIKORZEW zur Verfügung. Zur Konservirung des Materials waren verschiedene Flüssigkeiten verwendet worden. Durch die Zoologische Station in Neapel wurden mir Exemplare geliefert, welche in Alkohol absol., in Sublimat, FLEMMING'scher Flüssigkeit und in Sublimateisessig konservirt waren. Die Exemplare aus Villefranche waren in Alkohol absol. konservirt.

Zu Schnitten eignen sich die mit FLEMMING'scher Flüssigkeit und Sublimateisessig konservirten Exemplare ganz gut, da die harte Kalkschale völlig aufgelöst ist und nur die Schalenhäutchen und das Protoplasma zurückbleiben. Zur Entkalkung verwendete ich Alkohol mit sehr wenig Salpetersäure. Es ist dabei zu beachten, dass der Säuregehalt sehr gering ist, da sonst ein Zerreißen der zarten Plasmamassen leicht eintritt. Es empfiehlt sich 50%igen Alkohol mit $\frac{1}{2}$ % Salpetersäure anzuwenden. In etwa 24 Stunden ist die Entkalkung vollendet, so dass mit dem Auswaschen begonnen werden kann.

Querschnitte und Längsschnitte eignen sich zum Studium der Verhältnisse, wie sie der centrale Theil zeigt, viel besser als Schlitze, deren gute Herstellung schwieriger ist. — Die zu Schliffen bestimmten Exemplare wurden aus Alkohol absol. in Xylol, dann in mit Xylol stark verdünnten Kanadabalsam übergeführt. Letzterer wurde hierauf auf dem Wärmeschrank so stark als möglich eingedickt. Die in ihm liegenden Exemplare wurden dann auf einen Objektträger mit zähem Kanadabalsam gelegt und letzterer so lange erwärmt, bis er hart geworden war. Wenn genügende Härte erreicht war, so konnte das in Balsam eingeschlossene Material geschliffen werden, und zwar geschah dies auf einem feinen Schleifstein. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass die auf dem Objektträger in hartem Kanadabalsam eingeschlossene Kalkschale möglichst gleichmäßig abgeschliffen wird, was durch fortwährendes Drehen des Objektträgers bewirkt werden kann. Ein nur mäßiges Drücken beim Schleifen auf den Objektträger führt leicht zum Zerbrechen der Schale. Der Einschluss in Kanadabalsam ermöglicht eine genaue Orientirung des zu schleifenden Objekts. Doch ist bei den besten Schliffen immer ein Übelstand vorhanden, nämlich der, dass die Plasmamassen der Kammern nicht vollständig zum Verschwinden

gebracht werden können. Durch das Vorhandensein dieser plasmatischen Substanz im Innern der Kammern wird die Beobachtung erschwert, zumal auch noch Schleifpulver in die immerhin weicheren Massen eindringt und die Durchsichtigkeit in hohem Maße beeinträchtigt. Soll daher ein klarer Überblick über die Bauverhältnisse gewonnen werden, so ist es unbedingt nothwendig, Quer- und Längsschnitte durch die entkalkten Exemplare zum Vergleich heranzuziehen.

Auch die Herstellung von Schnitten, namentlich solcher von geringer Dicke, hat ihre Schwierigkeiten. Hauptsächlich sind dünne Schnitte in der Gegend der Basis nur mit größter Sorgfalt zu bekommen. Es ist daher sehr vortheilhaft, das entkalkte Material lange Zeit in Chloroform liegen zu lassen und die Überführung in Paraffin möglichst langsam vorzunehmen, am besten dadurch, dass man Paraffin in Chloroform löst und erst, nachdem das Objekt längere Zeit in dieser Lösung gelegen hat, in den Wärmeschrank bringt in Chloroformparaffin. Dann darf das so behandelte Exemplar nur kurze Zeit im Wärmeschrank verbleiben, damit es nicht zu hart wird. Es empfiehlt sich, das in Paraffin befindliche Exemplar höchstens 4 Stunden im Wärmeschrank zu lassen. — Die Schnitte in der Dicke von 3—15 μ wurden nach der Wassermethode auf dem Objektträger befestigt.

Da das Protoplasma des in Alkohol. Sublimat oder Sublimatessig konservierten Materials auf den Schnitten sehr durchsichtig und gar nicht differenzirt erscheint, so empfiehlt es sich Färbungen anzuwenden, die einmal die plasmatischen Massen deutlicher hervortreten und die aufgenommenen Nahrungsbestandtheile unterscheiden lassen. Außerdem sollte dadurch der Zellkern deutlich gemacht werden. Zahlreiche Färbungsmethoden wurden daher auf ihre Wirkung versucht.

Sehr verdünnte Hämatoxylinlösung erwies sich als besonders geeignet. Die Schalenhäutchen, welche bei der Entkalkung unzerstört blieben, zu studiren. Die häutigen Auskleidungen der Porenkanäle und Kammern nehmen dabei eine intensiv violette Farbe an. Aber auch das Protoplasma wird sehr stark mitgefärbt, eben so die in ihm liegenden Nahrungskörper. Weniger different, fast kaum bemerkbar, färbte sich der Kern.

Da auch die Färbung mit Alaunkarmin keine besonders günstigen Resultate hervorzubringen schien, vor Allem keine deutliche Differenzirung von Protoplasma, Kern und Nahrungskörpern beobachten ließ, so wurden Doppelfärbungen angewendet.

So färbte ich Schnitte ungefähr 50 Minuten lang mit unverdünntem Alaunkarmin. Nachdem sie gut ausgewaschen, wurden sie 10—15 Minuten lang in Bismarckbraun nachgefärbt. Das Schalenhäutchen hob sich sehr scharf von dem protoplasmatischen Kammerinhalt ab, indem ersteres dunkelroth, letzterer in dunkelbrauner Färbung erschien.

Bessere Erfolge lieferten die folgenden Färbungsmethoden.

Es wurden Schnitte mit Methylenblau gefärbt und hierauf mit Pikrinsäure fixirt. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Schnitte möglichst rasch durch Alkohol geführt werden, damit ein erhebliches Ausziehen des Farbstoffes nicht stattfindet. Die häutigen Massen erscheinen stark gelb, die plasmatischen, sowie die Einschlüsse blau. Der Kern ist wohl zu erkennen, eignet sich aber nicht gerade besonders für die Untersuchung.

Sehr ungünstig fiel ein Versuch mit einer wässerigen Safraninlösung aus.

auch ein solcher mit FLEMMING'schem Safranin. Eben so eignet sich 10/0iges Säurefuchsin in konzentrierter Pikrinsäurelösung nicht für die Kernfärbung.

Der Güte des Herrn Professor SCHUBERG verdanke ich ein gutes Verfahren, um Schalenhäutchen, Protoplasma und Kern deutlich zu machen. Die mit destillirtem Wasser aufgeklebten Schnitte werden in eine 1/20/0ige wässrige Methylengrünlösung etwa 7 Minuten lang gebracht, sodann vorsichtig mit Wasser ausgewaschen, um nach dieser Manipulation 3 1/2 Minuten lang mit einer 1/20/0igen Eosinlösung nachgefärbt zu werden. Dem abermaligen Auswaschen mit Wasser folgt eine Fixirung, die Herr Professor SCHUBERG demnächst veröffentlichen wird. Der Kern wird deutlich, färbt sich aber sehr intensiv und hebt sich nicht sehr bestimmt von der eben so intensiv gefärbten Umgebung ab.

Gute Ergebnisse für die Deutlichmachung des Kerns lieferten mir die Färbung mit Thionin und eine solche mit Boraxkarmin. Als Material wurden Objekte ausgewählt, die mit Sublimat und Alkohol absol. konservirt und mit Salpetersäurealkohol entkalkt waren. Zur Verwendung gelangte eine 10/0ige wässrige Thioninlösung. Die sehr dünnen Schnitte (3—5 μ) wurden etwa 10 Minuten lang auf dem Objektträger mit der erwähnten Lösung gefärbt, und zwar so lange, bis eine vollständige Überfärbung zu Stande gekommen war. In 700/0igem oder noch besser 960/0igem Alkohol wurde der Farbstoff so weit ausgezogen, bis eine möglichst deutliche Unterscheidung von Protoplasma, Kern und Einschlüssen erzielt war. Das Protoplasma zeigt eine tiefblaue bis hellblaue Farbe, die Verbindungen der plasmatischen Massen der einzelnen Kammern erscheinen intensiv dunkelblau (bei Material, das mit FLEMMING'scher Flüssigkeit konservirt war, grün), die Schalenhäutchen blieben ungefärbt. Auf solchen Präparaten trat der Kern mit violetter Farbe ganz deutlich hervor. Auf dünnen Schnitten lässt sich der Farbstoff sehr leicht ausziehen, bei dickeren dagegen nur bei Anwendung von Säuren.

Die beste Kernfärbung erzielte ich mit GRENACHER'schem Boraxkarmin, das in der gewöhnlich üblichen Weise angewendet wurde.

III. Eigene Untersuchungen.

1. Allgemeine Beschreibung von *Polytrema*.

Bei oberflächlicher Betrachtung von *Polytrema* könnte man zur Ansicht gelangen, dass man es mit einem der Edelkoralle (*Corallium rubrum* Lam.) verwandten Organismus zu thun habe. Die Ähnlichkeit mit dieser Koralle in Bezug auf Gesammtform und Farbe geht so weit, dass die frühere Zurechnung zu dieser Gruppe sehr erklärlich ist. Wie die Edelkoralle, besitzt *Polytrema* eine baumförmige Gestalt (Textfig. 1 und Fig. 1, Taf. XVI).

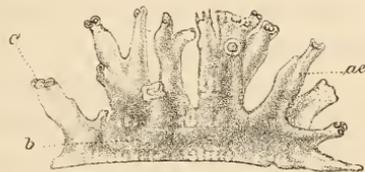


Textfig. 1.
Exemplar mit schön
entwickeltem Stamm
(*st*) und verzweigten
Ästen (*ae*). Vergr. 6.

Der basale Theil ist ein mächtig entwickelter Stamm (*st*) von cylindrischer Form und annähernd kreisförmigem Querschnitt, dessen Höhe etwa zwischen 1—4 mm schwankt. An seinem oberen Theile verzweigt sich der Stamm und bildet in der Regel mehrere cylindrische Äste aus,

die sich selbst wieder verzweigen können. Diese Äste erreichen eine Länge von 1—4 mm. An ihrem Ende tragen sie eine, zwei oder mehrere größere Öffnungen (*o*, Fig. 1 und 2, Taf. XVI). Keineswegs ist aber die Sonderung in Stamm und Äste immer so deutlich ausgeprägt. Es existiren Formen, bei denen sich der Stamm ganz flach entwickelt hat, so dass von einer ganz flachen, breiten, kuchenförmigen Basis drei oder mehr unverzweigte oder verzweigte Äste (*ae*) abgehen (Textfig. 2). Von einem eigentlichen Stamm kann bei den Formen mit flacher, breiter Basis kaum mehr die Rede sein.

Dagegen zeigen Formen mit nur mäßig breiter Basis fast immer einen ziemlich hohen Stamm. Es scheint daher die Entwicklung des Stammes abhängig zu sein von der Ausbildung seiner Basis. Der basale Theil des Stammes ist stets fest aufgewachsen auf Korallen, Muscheln, Seegras oder Meeresboden. Diese Unterlagen haben auf die Ausbildung der Basalfläche (*b*, Textfig. 2) erheblichen Einfluss und bewirken oft, dass eine Wölbung der Basis zu Stande kommt, welche die Untersuchung zuweilen erschwert.



Textfig. 2.

Exemplar mit sehr breiter und flacher Basis (*b*). Von ihr erheben sich zahlreiche Ästchen (*ae*) nach verschiedenen Richtungen. Vergr. 6.

Schon bei Beobachtung mit der

Lupe erkennt man eine Menge von gröberen und feineren Poren, die über die Oberfläche der Schale verbreitet sind, sowohl über den Stamm als über die Äste. Während die feinen Poren in überaus reicher Zahl vorkommen, sind die gröberen nur spärlich vorhanden. Die letzteren oder die »Pfeilerporen« zeigen stets eine wesentliche Verschiedenheit von den feinen Poren, da sie stets einen doppelten Kontour von in der Regel elliptischer Form aufweisen und sich fast nur auf den Stamm beschränken (*po* in Fig. 2, Taf. XVI). Auf die Bedeutung dieser Verhältnisse werde ich erst weiter unten eingehen, da sie in Beziehung stehen zu den später zu besprechenden Pfeilern im Innern der Schale. Doch sei gleich noch beigefügt, dass man bei mäßiger Vergrößerung in der Tiefe dieser Pfeilerporen feinere Poren beobachten kann (Fig. 2 *po*).

Größere Öffnungen *o* finden sich, wie gesagt, in größerer oder geringerer Zahl an den Enden der Ästchen; auch in der Wand der Ästchen sind außer den Poren größere Öffnungen zu beobachten. Untersucht man die Ästchen bei schwacher Vergrößerung, so findet man, dass sie sich aus einer Anzahl hinter einander gereihter Abschnitte oder

Glieder zusammensetzen, welche sich ziemlich deutlich von einander absetzen. Sie sind auf Fig. 2, Taf. XVI an den Ästchen *II* und *III* mit den arabischen Ziffern 1, 2 und 3 bezeichnet. Es kann dabei vorkommen, dass sich die Wandung des folgenden Gliedes (3 von Ästchen *III*) auf den Rand des vorhergehenden (2) so aufsetzt, dass nicht der ganze Rand des letzteren (2) von der sich später bildenden Gliedwand (3) geschlossen wird, dass vielmehr an einer Stelle eine freie Mündung (*oe*) nach außen bleibt. Weiter kann dann an dem in Nelkenöl aufgehellten Objekt (Fig. 2) im Innern des Stämmchens ein mehr oder weniger deutliches System von Balken (*bk*) erkannt werden, welches sich in die Äste fortzusetzen scheint. Es sind dieses offenbar die Ansatzstellen der später zu besprechenden Kalkwände im Innern. Dann erblickt man in den Ästchen mehr oder weniger breite Scheidewände (*s*), auf die ich später ebenfalls noch zurückzukommen habe.

Schließlich ist noch der Färbung der Polytreماشale zu gedenken. Die Exemplare, welche mir zur Verfügung standen, zeigten zum Theil eine karminrothe, einige eine mehr hellrothe bis röthlichweiße Farbe. Bei flüchtigem Betrachten lässt sich auch leicht bemerken, dass nicht alle Stellen eines Exemplars gleich stark gefärbt sind; einzelne entbehren der rothen Farbe, andere zeigen eine hellere Färbung als die Umgebung. Jedenfalls ist die Färbung keine gleichartige und es lässt sich so viel sagen, dass sie heller ist an den Ästen und dunkler wird am Stamme.

Über die Natur des rothen Farbstoffs der Schale.

Über den rothen Farbstoff der Polytrema theilt BRADY mit, dass er eine organische Substanz sei, die auf Grund einiger Experimente identisch scheine mit dem von MEREJKOWSKY beschriebenen Zoonerythrin. — Es unterliegt keinem Zweifel, dass der rothe Farbstoff organischer Natur ist; denn wenn man die getrockneten Exemplare von Polytrema in einem Platinschälchen nur wenig erhitzt, so verschwindet die rothe Farbe vollständig und das Objekt erscheint weiß; dasselbe zeigt auch die Edelkoralle beim Erhitzen. Doch kann ich nach den wenigen Versuchen, die ich anstellte, die Anwesenheit von Zoonerythrin nicht bestätigen. Die für diesen Farbstoff charakteristischen Reaktionen konnte ich nicht erhalten. Wenn man die rothgefärbte Kalkschale trocknet, alsdann pulverisirt und mit Alkohol längere Zeit kocht, so löst sich nicht eine Spur von dem rothen Farbstoff, und eben so wurde beim Kochen in Äther eine Lösung

nicht erzielt. Selbst wenn man das Pulver längere Zeit (etwa 1 Stunde) in einem kleinen Reagensglas in Wasser, dem man drei Tropfen Natronlauge zugesetzt hatte, kochte, die Natronlauge alsdann abgoss und das Pulver gut ausgewaschen hatte und hernach in Alkohol etwa 2 Stunden lang kochen ließ, konnte keine Lösung erzielt werden.

Ich kann daher kaum annehmen, dass der rothe Farbstoff Zoonerythrin ist, für welches von MEREJKOWSKY und KRUKENBERG angegeben wird, dass es sich leicht in Alkohol und Äther löse. Auch bei Behandlung mit einigen Tropfen konzentrierter H_2SO_4 konnte die für das Zoonerythrin charakteristische Blaufärbung nicht beobachtet werden.

2. Aufbau der Schale in dem Stamm.

Aufbau des centralen basalen Theils.

Will man sich ein klares Bild vom Aufbau des Stammes verschaffen, so ist es nothwendig Serien von Quer- und Längsschnitten genau zu untersuchen und mit Dünnschliffen zu vergleichen. Beobachtet man eine solche Querschnittserie, so wird man den Eindruck bekommen, dass die plasmatischen Massen in eigenthümlich geformten Kammern eingeschlossen sein müssen. Nur die organische Substanz der Schale, die zarten Schalenhäutchen mit dem protoplasmatischen Inhalt, sind auf den Schnitten zu sehen. Auf einem basalen Querschnitt (Fig. 4) findet man in der Regel eine ansehnliche kugelige Kammer (*a*), die an Größe die zunächst folgenden jüngeren Kammern übertrifft. Sie ist von einem dicken gelblichen Schalenhäutchen begrenzt und hebt sich daher scharf von den folgenden, namentlich von den peripheren ab. Diese Kammer *a* ist als Embryonalkammer zu betrachten. Um sie herum legen sich dann kreisförmig einige längsgestreckte schmälere Kammern, die ebenfalls noch von einem kräftigen derartigen Häutchen umgeben sind.

Die Embryonalkammer steht mit letzteren auf dem vorliegenden Schnitt (Fig. 4) an drei Stellen in direkter Verbindung; diese Verbindungsstellen sind wegen ihrer dunkleren Färbung auf dem Schnitte deutlich wahrzunehmen. Alle folgenden, später angelegten Kammern lagern sich kreisförmig um die schon vorhandenen herum, so dass eine ziemlich einfache Anordnung der Kammern zu Stande kommt. Doch ist hervorzuheben, dass alle Kammern außer der Anfangskammer mehr und mehr in concentrischer Richtung in die Länge wachsen und in ihrer viel geringeren Radialausdehnung schwanken. Je

weiter man nach der Peripherie fortschreitet, um so mehr nehmen die Kammern an Länge zu und können zum Theil fast völlig concentrische Ringe darstellen (Fig. 20, II). Charakteristisch für die peripher gelegenen Kammern ist, dass ihr Schalenhäutchen viel weniger entwickelt ist als das der centralen Kammern. — Natürlich stehen auch die peripherischen Kammern mit einander in Verbindung (*v*), und diese Verbindungsstellen sind auf den Querschnitten Fig. 3, 4 und 20 stets mit dunklerer Farbe angedeutet.

Dieselben Verhältnisse hinsichtlich der Anfangskammer und der darum folgenden lassen sich auch auf Längsschnitten erkennen. So zeigt Fig. 5 eine verhältnismäßig große Anfangskammer *a* von nicht ganz kugelförmiger Gestalt mit dickem Schalenhäutchen. Um sie herum lagern sich dann eine Anzahl etwas kleinerer, länglicherer Kammern mit kräftigem Häutchen, welches auf dem in FLEMMING'scher Flüssigkeit konservirten und mit Thionin gefärbten Schnitt (Fig. 5) grünlich gefärbt war. Auch hier lassen sich die dunkler gefärbten Verbindungsstellen (*v*) der Embryonalkammer (*a*) mit den sie umgebenden leicht feststellen und eben so die der letzteren unter sich selbst.

Bei Vergleichung der Querschnitte und Längsschnitte kommt man also zur Ansicht, dass die Embryonalkammer (*a*) umgeben wird von einer Anzahl länglich gestreckter, schmaler Kammern mit kräftig entwickelter Schalenhaut, die durch diese Auszeichnung von den peripher folgenden Kammern sich ziemlich scharf unterscheiden.

Man könnte leicht vermuthen, dass die Embryonalkammer (*a*) als die erstgebildete am basalsten liege und der Unterlage direkt aufgewachsen wäre. Dies ist jedoch nicht der Fall. Ein Blick auf den Längsschnitt Fig. 5 zeigt klar, dass die Embryonalkammer keineswegs am tiefsten liegt, sondern sich etwas über der Basalfläche, im Centrum der oben durch ihre stärkere Chitinhaut charakterisirten Centralkammern befindet. Die Embryonalkammer muss sich also bei der Bildung der nächstfolgenden Kammern etwas gehoben haben, so dass einige jüngere Kammern sich unter ihr anlegen konnten. Diese Anschauung wird durch die Längsschliffe bestätigt.

Schwieriger ist es an Schliffen den Aufbau der centralen basalen Kammern festzustellen. Es ist nicht möglich von einem und demselben Exemplar mehr als einen Schliff, der den basalen Theil zeigt, zu erhalten. Schliffe müssen von verschiedenen Exemplaren hergestellt werden, um überhaupt zu einem Schluss gelangen zu können, und da der Aufbau bei dem einen oder anderen schließlich

Verschiedenheiten zeigt, so kann man wohl kaum mit Sicherheit aus den Schliften die Anordnung der centralen Kammern feststellen. So können Schliffe höchstens als Vergleichsobjekte dienen, um die Form der Kammern besser zu erkennen, da bei den Schnitten das organische Kammerhäutchen sowie der Plasmahalt der Kammern in den Konservierungsflüssigkeiten meist stark schrumpfen, wodurch die ursprüngliche Kammerform häufig stark beeinträchtigt wird. Auch sind die Schliffe in so fern nicht so klar als Schnitte, weil sie die Verbindungen der Kammern nicht deutlich erkennen lassen; wenigstens konnte ich auf meinen Schliften eine Verbindung zweier Kammern nur selten sicher nachweisen.

Den geschilderten Aufbau des centralen Theiles besitzen die meisten Exemplare, und er ist offenbar als der gewöhnliche zu betrachten. Nun bemerkte aber schon CARPENTER, dass die ersten Kammern eine Spirale formirten. Diese spiraloge Anordnung der ersten Kammern kommt nun auch wirklich vor, ist aber selten. Wirft man einen Blick auf Fig. 3, so bemerkt man ohne Weiteres, dass die Kammern keine gleichartige Anordnung besitzen, sondern dass die centralen anders angeordnet sind als die peripherisch darauf folgenden, gleichzeitig aber auch, dass die Form dieser centralen Kammern eine ganz andere ist, als die der peripherischen. Während die centralen Kammern scharf und deutlich von einander abgegrenzt sind und immer eine mehr regelmäßige, gewöhnlich etwas halbkugelige Form erkennen lassen, zeigen die darum liegenden eine unregelmäßige Form und heben sich auch nicht mehr so scharf von einander ab. Verrathen die äußeren plasmatischen Kammerinhalte des Querschnittes (Fig. 3) mit ihren unregelmäßigen, bisweilen sogar merkwürdig tief ausgebuchteten Formen eine mehr concentrische Anordnung, so lassen die inneren centralen Kammern keine Spur von einer solchen Anordnung mehr erkennen, dagegen eine regelmäßig spiraloge. Die Angaben CARPENTER's und SCHULTZE's über die spiraloge Anordnung der basalen Anfangskammern wird demnach durch diesen Fall bestätigt. Keineswegs ist aber diese Spiralanordnung die gewöhnliche, sondern viel seltener als die erstbeschriebene.

Nicht nothwendig erscheint es, nochmals die Frage näher zu erörtern, die MAX SCHULTZE aufgeworfen hat, ob die spiralen Anfangskammern auch wirklich demselben Rhizopoden angehören, denn es ist kein Zweifel, dass sie die Anfangskammern der *Polytrema* sind. »Die übereinstimmende feinere Struktur der Haut und des Inhaltes der Kammerfüllungen« (nach SCHULTZE) sowie die in der

Fig. 3 eingetragenen Verbindungen des centralen Theiles mit dem peripherischen bürgen für die Richtigkeit dieser Auffassung. Nach Fig. 3 ist die mit *a* bezeichnete Kammer, also die kleinste, als Embryonalkammer zu bezeichnen; an sie legen sich dann die folgenden, halbkugelförmigen an, und zwar in Form einer deutlichen Spirale. Zwölf Kammern (*a—m*), welche die spiralige Anordnung zeigen, sind auf dem Schnitte deutlich wahrzunehmen. Sie stehen an der Basis der einzelnen Kammern unter einander in Verbindung. Auch hier zeichnen sich die Verbindungsrohre durch intensiv dunkle Thioninfärbung aus. An den jüngeren Kammern lassen sich außer der basalen Verbindung zwischen zwei benachbarten Kammern bisweilen noch mehr Verbindungen nachweisen (Fig. 3 *l* und *m*). Außerdem konnte ich bei der Durchsicht der Schnitte eine weitere Verbindung der Kammer *l* mit einer höher gelegenen feststellen, die aber nicht mehr der Spirale angehört und daher nicht eingezeichnet werden konnte. Die geschilderte Anordnung der Kammern erinnert an jene der Gattung *Rotalia* und anderer spiraler polythalamer Rhizopoden. Auch zeigen die einzelnen Kammern der Spirale, wie alle spiral gebauten Rhizopoden, dass die nachfolgende Kammer die vorhergehende an Größe übertrifft. Bald hört aber das spirale Wachstum auf und macht einem anderen Modus Platz. Die Schalenhäutchen dieser äußeren Kammern sind von äußerst zarter Beschaffenheit und färben sich daher kaum.

Stets sind die Schalenhäutchen der Kammern, welche am weitesten nach außen liegen, am feinsten und fast ungefärbt; sie nehmen dagegen an Dicke zu und erscheinen gefärbt, je mehr man sich dem Centrum nähert. Die Verdünnung der Häutchen nach außen ist keine plötzliche, sondern eine ganz allmähliche. Charakteristisch ist das Verhalten des Häutchens gegen gewisse Farbstoffe. Auf Präparaten, welche in Alkohol konservirt waren und dann mit Boraxkarmin gefärbt wurden, behalten die Schalenhäutchen ihre natürliche gelblichbraune Farbe, färben sich also nicht. War das Material in Sublimatessig konservirt und die Schnitte mit Thionin gefärbt, so zeigen sie im centralen, namentlich im centralen basalen Theil, eine dunkelblaue Farbe. Intensiv grün sind die Häutchen der centralen Kammern auf Schnitten, die mit Thionin gefärbt waren und von Material stammten, welches mit FLEMMING'Scher Lösung konservirt worden war. Aber auch hier nimmt die Grünfärbung ab, je weiter die Kammern der Peripherie zu liegen.

Ich habe mir beim Abschleifen eines Stämmchens die Mühe genommen, auf einander folgende Schliffflächen aufzuzeichnen, um aus den so erhaltenen Figuren eine etwaige spirale Anordnung der Kammern herauszufinden. Es scheint auch thatsächlich in einem Fall

eine derartige Spirale bestanden zu haben, doch will ich das nicht mit Sicherheit behaupten. Meine späteren Untersuchungen ließen mich an dieser Thatsache zweifeln.

Man könnte nun vermuthen, dass die Centralkammern genau im Centrum der Basis des Stämmchens sich befänden. Meine Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die Centralkammern meist eine excentrische Lagerung haben; dies ergaben sowohl die Längsschnitte wie die aufgehellten Totalpräparate.

Nach den dargelegten Verhältnissen bestehen bei *Polytrema* zwei von vorn herein verschiedene Typen im Aufbau. Der häufiger vorkommende beginnt mit großer Embryonalkammer, um die sich die folgenden Kammern etwa concentrisch lagern, so dass ein Aufbau zu Stande kommt, der im Wesentlichen denselben Modus von Anfang bis zu Ende verfolgen lässt, also als uniform nach RHUMBLER (Syst. der Thalamoph.) zu bezeichnen wäre.

Der zweite Typus ist durch eine sehr kleine Embryonalkammer charakterisirt, durch die spirالية Anordnung der darauffolgenden Anfangskammern, worauf erst die concentrischen, peripheren Kammern folgen. Dieser Aufbau wäre als biformer zu bezeichnen, weil nach RHUMBLER die ersten Kammern nach einem höheren Modus sich aufbauen als die Endkammern.

Nun haben MUNIER-CHALMAS, SCHLUMBERGER, LISTER und SCHAUDINN für eine Reihe von Rhizopoden nachgewiesen, dass sie diese Erscheinung des Dimorphismus zeigen. Meine Schnitte zeigen in der That, dass auch bei *Polytrema* ein Dimorphismus besteht, wie er von den oben genannten Forschern für Milioliden, *Peneroplis*, *Orbitolites* etc. nachgewiesen worden ist. Man kann also auch hier eine megalosphärische Form (A-Form nach MUNIER-CHALMAS und SCHLUMBERGER) mit großer Anfangskammer (Fig. 4) und eine mikrosphärische Form (B-Form nach obengenannten Forschern) mit sehr kleiner Anfangskammer (Fig. 3 und 20) unterscheiden. Ich werde auf die weiteren Eigenthümlichkeiten beider Formen bei Besprechung der Kernverhältnisse nochmals zurückkommen.

Fernerer Aufbau des Stammes.

Es wurde bereits bei Besprechung der megalosphärischen Form darauf hingewiesen, dass die Anordnung aller die Embryonalkammer umgebenden folgenden Kammern eine gleichförmige ist, durchweg eine concentrische, dass die direkt auf die Embryonalkammer folgenden von etwas geringerer Größe sind als erstere, dass sie sich aber

von den mehr peripheren dadurch auszeichnen, dass bei ihnen die Chitinhäutchen auf Schnitten (Fig. 4) noch ziemlich dick sind. Erst allmählich nimmt die Dicke des Schalenhäutchens ab, um so mehr, je weiter man gegen die Peripherie fortschreitet. Dabei zeigt sich gleichzeitig, dass die Kammern um so größer werden, je weiter man nach außen kommt, dass die Länge der Kammern in konzentrischer Richtung proportional wächst mit dem Größerwerden des Radius. Ganz dieselben Verhältnisse bieten auch die außerhalb der Spirale gelegenen Kammern der mikrosphärischen Form. Es kann vorkommen, dass die langgestreckten peripheren Kammern eine so beträchtliche Ausdehnung erreichen, dass sie beinahe geschlossene konzentrische Ringe bilden (Fig. 20, II). Eigenthümlich ist die Gestalt dieser Kammern. Stets zeigen ihre Querschnitte vielfach ausgebuchtete, unregelmäßig verlaufende Begrenzungen. Es lässt sich aber erkennen, dass eine Gesetzmäßigkeit zwischen den Ausstülpungen der einen Kammer und den Einbuchtungen der benachbarten besteht, dass der Einstülpung *e* (Fig. 20) der einen Kammer eine Ausstülpung (*as*) der innen oder außen gelagerten entspricht, die alsdann in diese Einbuchtung sich hinein erstreckt. — Die Verbindungen (*v*) der Embryonalkammer der megalosphärischen Form mit den ihr direkt angelagerten, kreisförmig angeordneten sind klar auf dem Querschnitt (Fig. 4) wie auf dem Längsschnitt (Fig. 5) wahrzunehmen als besonders dunkle Röhrechen, wie schon oben geschildert wurde. Stets sind diese Verbindungen in der Mehrzahl vorhanden (3 in Fig. 4 und 4 in Fig. 5). — Bei der mikrosphärischen Form (Fig. 3) konnte ich mit Sicherheit nur zwei Verbindungen der spiralen Anfangskammern mit den peripheren feststellen, von denen aber nur eine auf dem Querschnitt eingetragen werden konnte, nämlich die der Kammer *g* mit dem außerhalb der Spirale gelegenen benachbarten Theil. Zweifellos existiren jedoch noch mehr Verbindungen, die aber auf dem Schnitte nicht so klar erscheinen wie die erwähnten. Die Verbindung der Kammer *l* mit einer höher gelegenen, nicht mehr der Reihe der spiral angeordneten zugehörigen, konnte in dem Querschnitt nicht eingetragen werden.

Auf Längsschnitten (es sind nur solche von megalosphärischen Formen beobachtet worden) zeigen die Kammern, dass sie im Verhältnis zu ihrer Radial- oder Dickenausdehnung (Fig. 5) sehr hoch geworden sind. Daher kommt es, dass man langgestreckte, von mehr oder weniger feiner Schalenhaut umgebene Kammerdurchschnitte findet. Bei größeren Exemplaren lässt sich beobachten, dass die Plasmabänder

an der Basis seitlich ausbiegen und dadurch eine Vergrößerung der Anheftungsstelle bewirken (Fig. 5). Bei Vergleichung der Quer- und Längsschnitte gelangt man daher zum Schlusse, dass die concentrisch angeordneten Kammern flache, concentrisch gekrümmte, kuchenartige Gebilde sind, deren Grenzflächen vielfach ausgebuchtet erscheinen, also einen wellenförmigen Charakter haben. Diese Kammern legen sich so um einander herum, dass ihre allgemeine Anordnung stets eine concentrische bleibt, wenn auch die Kammern keine vollständigen Hohlcylinder bilden, die sich als geschlossene Ringe im Querschnitt darzustellen hätten.

Erwähnung verdient noch die Thatsache, dass die dunklen Verbindungsstellen der einzelnen Kammern die einzigen Anhaltspunkte abgeben, die zu beurtheilen ermöglichen, was als eine Kammer aufzufassen ist und was daher zu einer Kammer gehörig zu betrachten ist.

Es wäre schließlich noch hervorzuheben, dass im Inneren der plasmatischen Kammermassen auf Schnitten kreisförmige oder elliptische Hohlräume auftreten, welche in ihrem Centrum ein Proto-plasmaklumpchen *P* liegen haben (Figg. 14 und 20). Diese Verhältnisse können aber erst durch die Schiffe verstanden werden.

Die jetzt zu besprechenden Dünnschliffe bieten neue, wichtige Verhältnisse, die sich auf Schnitten nicht studiren lassen, weil die kalkigen Wände der Kammern durch die Behandlung mit Säuren aufgelöst und von ihnen nur das Schalenhäutchen und die häutigen Auskleidungen der Porenkanäle übrig geblieben sind. — Untersucht man die Kalkwände der Centralkammern, so findet man sie eben so beschaffen wie die der peripheren Kammern. Beachtenswerth erscheint immerhin, dass die Wände der Centralkammern recht dick sind und gerade so reich von Poren durchsetzt werden, wie die der übrigen Kammerwände. Hinsichtlich der Färbung lässt sich kein Unterschied zwischen ihnen und den anderen Kammern wahrnehmen. Auch zeigt die Embryonalkammer der megalosphärischen Form, dass sich ihr keine Pfeiler, die weiter unten besprochen werden, aufsetzen. Es möge hier angefügt werden, dass ich auf meinen Schriffen als Embryonalkammer auch stets die größte Kammer ansehen musste, dass ich eine mikrosphärische Form in Schriffen nicht finden konnte. — Die Kammerwände (*kw*, Fig. 6) erreichen eine Dicke von 0,034 bis 0,128 mm; an ein und derselben Kammerwand ist sie nicht gleichmäßig. Es lässt sich keine Gesetzmäßigkeit erkennen in der Art, wie die Dicke der einzelnen Wände zu- oder abnimmt.

Von MAX SCHULTZE wurde bereits darauf hingewiesen, dass die

Kammerwände geschichtet sind. Fig. 6 zeigt diese Schichtung und eben so ist sie an einer dicken Kammerwand auf dem Querschliff Fig. 9 deutlich zu sehen. Auch die Zahl der Schichten ist keine übereinstimmende; doch kann so viel gesagt werden, dass sie im Allgemeinen in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis steht zur Dicke der Wände, indem sie größer wird bei dickeren Kammerwänden. Besonders deutlich tritt die unterste oder innerste Schicht der einzelnen Kammerwände hervor. Sie geht auch in die äußerste Schicht (α) der Pfeiler (p , Fig. 6) direkt über. Diese innerste Schicht ist jedenfalls diejenige, welche besonders reich an organischer Substanz ist und daher bei der Entkalkung als das sogenannte Schalenhäutchen zurückbleibt.

Alle Kammerwände sind von Porenkanälchen durchsetzt (pk , Fig. 6). Sie verlaufen radial und durchsetzen unter normalen Verhältnissen die Kammerwand auf dem kürzesten Weg.

Außerdem finden sich in den Kalkwänden hier und da auch größere Öffnungen (lk , Fig. 8), die unabhängig von Pfeilern und Porenkanälen auftreten und eine direkte weitere Verbindung zwischen den zwei über einander liegenden Kammern herstellen.

Pfeiler.

Eine hervorragende Rolle auf Dünnschliffen spielen die Pfeiler (p , Fig. 6, 7, 8, 9). Es sind dies cylindrische Kalkstützen, bald hohl, bald massiv, die sich an ihrem basalen Ende und an dem gegenüberliegenden peripherischen trichterartig erweitern. Man könnte zur Ansicht gelangen, dass die erwähnten Pfeiler die Begrenzungen einzelner Kammern darstellen. Das ist aber, wie schon CARTER zeigte, nicht der Fall. Die ausgedehnten peripheren Kammern werden von zahlreichen derartigen Pfeilern durchsetzt, die offenbar ihre Hauptbedeutung darin haben, die äußere Kammerwand zu stützen, niemals dagegen treten sie als Abgrenzungen zweier Kammern auf, was ja auch schon durch ihren Bau ausgeschlossen ist. Wie schon früher erwähnt, setzen sich auf die Embryonalkammer direkt keine Pfeiler auf, sie treten erst bei späteren Kammern auf, und zwar finden sich die ersten auf den peripheren Kammerwänden der die Embryonalkammer direkt umgebenden Kammern.

Aus Fig. 6 geht klar hervor, wie sie ihre Entstehung genommen haben. Sie entstehen einfach dadurch, dass sich die Kammerwand an einer Stelle einsenkt und die eingesenkte Stelle sich auf die unter ihr liegende Wand aufsetzt. Dafür spricht der Längs-

schliff Fig. 6 sehr deutlich, der diese Verhältnisse an einigen angeschliffenen Pfeilern p und p_1 deutlich wahrnehmen lässt. — Die räumlichen Ausdehnungen der Pfeiler sind sehr variabel. Ihr Durchmesser an der Basis wechselt zwischen 0,031—0,078 mm, der an dem der Basis gegenüberliegenden Ende zwischen 0,043 und 0,081 mm; in der Mitte beträgt er 0,025—0,059 mm. Verschieden ist auch die Höhe der einzelnen Pfeiler, sie schwankt zwischen 0,01—0,09 mm.

Die meisten Pfeiler sind hohl, wie Fig. 6 zeigt. Der Hohlraum ist natürlich am unteren und oberen Ende in Folge der eigenthümlichen Ausbildung der Pfeiler am weitesten. Doch existiren auch Pfeiler, die keine Spur eines Hohlraumes erkennen lassen, sondern vollständig massiv sind. Jeder Pfeiler zeigt deutlich zwei Kalkschichten seiner Wand, eine äußere α , Fig. 6 und 7, die etwas heller gefärbt ist, und eine innere β , welche etwas dunkler erscheint. Erstere geht, wie oben erwähnt, in die innerste Schicht der überliegenden Kammerwand über, letztere in den übrigen geschichteten Theil dieser. Dementsprechend ist die innere Schicht (β) dicker als die äußere (α). An der Pfeilerbasis bemerkt man, dass die äußere Schicht (α) und die innere (β) sich zuschärfen (Fig. 6 und 7 b), mit einer scharfen Kante (ka) in die unterliegende Kalkwand einsenken.

BÜTSCHLI wies in seinem Protozoenwerk schon darauf hin, dass die Pfeiler an ihrem unteren Ende ein verhältnismäßig großes Loch (l , Fig. 6) besitzen. Ich habe mich überzeugt, dass sich dies bei den verschiedensten Pfeilern nachweisen lässt. In Fig. 7 b sind zwei benachbarte Pfeiler p_1 und p_2 aufgezeichnet, welche so angeschliffen sind, dass sie den von der Kammer K in die Pfeilerhöhle führenden Kanal kp erkennen lassen. Der eine dieser Kanäle (Pfeiler p_1) steigt verhältnismäßig steil gegen die Pfeilerhöhle empor, der andere (Pfeiler p_2) läuft mehr horizontal und etwas gekrümmt und besitzt an seiner Einmündung in die Höhle eine birnförmige Anschwellung. Die Biegung dieses Kanals wird hier bedingt durch die basale Zuschärfung der Pfeilerwand.

Fig. 8 zeigt ein Stück eines Längsschliffs, der einige periphere Kammern tangential getroffen hat. Man sieht zwei über einander liegende Kammerwände, von denen die untere heller, die obere dunkler gezeichnet ist. Die Kammerwände sind von der Fläche zu sehen, die Pfeiler zum Theil quer getroffen. Man bemerkt, dass die Pfeiler aus den beiden Schichten bestehen, die eine Höhle umschließen. Die Querschnitte der Pfeiler sind elliptisch bis kreisförmig. Weiter lässt sich bestätigen, dass die Pfeiler p nicht porös sind. Auch das

basale Pfeilerloch tritt an Pfeilern auf, die an der Basis getroffen sind. Einer dieser mit dem basalen Loch l veranschaulicht, wie die äußere und innere Kalkschicht nach der Pfeilerhöhle einbiegen, was den Kanal l hervorruft.

Es erübrigt noch, den häufigen äußeren Verschluss der Pfeilerhöhle durch eine eigens dazu entwickelte Kalkplatte vp , Fig. 6 und 8, zu besprechen. Schon MÖBIUS erwähnt das Vorhandensein dieser Einrichtung und bezeichnet die zum Abschluss dienende Platte als Siebplatte, weil sie von feinen Poren durchsetzt ist. Nicht alle Pfeiler sind durch eine solche Siebplatte abgeschlossen; es finden sich viele, die nichts davon zeigen. Der Längsschliff Fig. 6 zeigt z. B. zwei Pfeiler (p_1, p_2), welche eine Verschlussplatte (vp) besitzen. Diese letztere überdeckt den gesammten äußeren Eingang der Pfeilerhöhle. Sie wird von mehr oder weniger zahlreichen Poren durchsetzt, welche mit denen der Kammerwände übereinstimmen. Bei der allgemeinen Beschreibung der *Polytrema* wurde auf das Vorhandensein von gröbereren, nur spärlich vorhandenen Poren von elliptischer Form auf der Oberfläche der Schale aufmerksam gemacht, die sich außer durch ihre Größe und Zahl von den anderen feineren Poren noch dadurch unterscheiden, dass sie stets doppelt kontourirt erscheinen (Fig. 2 po). In der Tiefe dieser gröbereren Poren waren alsdann noch feinere zu beobachten. Die Bedeutung dieser Verhältnisse wird jetzt klar. Die doppelt kontourirten großen Poren entsprechen offenbar den Stellen der äußersten Kammerwand, an denen die Pfeiler der zuletzt entstandenen Kammer nach außen münden. Die feineren Poren in der Tiefe der gröbereren sind dann diejenigen der Verschluss- oder Siebplatte dieser Pfeiler. Sie erscheinen von oben gesehen als kreisförmige kleine Löcher (Fig. 8 auf der Verschlussplatte vp). Die Verschlussplatte vp der Fig. 8 gehört einem Pfeiler an, der nach abwärts steigt und eine weitere interessante Beobachtung machen lässt. Der Pfeiler ist nämlich hier durch die Siebplatte nicht völlig gegen die überliegende Kammer abgeschlossen, da die Platte brückenartig erscheint und zwei seitliche ansehnliche Verbindungsstellen offen lässt.

Das Studium der Pfeiler auf Schnitten ist keineswegs so einfach wie das auf Schliffen. Hier können nur die protoplasmatischen Ausfüllungen der Pfeilerhöhlen beobachtet werden. Besonders eignen sich Längsschnitte für diese Untersuchungen. Eine Partie eines solchen, welche die Pfeilverhältnisse deutlich zeigt, ist auf Fig. 10 abgebildet. Die weißen Stellen innerhalb der Plasmabänder waren

früher die jetzt aufgelösten Kalkwände, von denen nur noch die Schalenhäutchen der Porenkanäle restiren. Mehrere Pfeiler (P, P_1) treten deutlich hervor. Es sind offene, so dass die plasmatischen Ausfüllungen ihrer Hohlräume mit dem Inhalt der überliegenden Kammer K direkt zusammenhängen. Man beobachtet ferner, dass eine ziemlich ansehnliche Plasmabrücke Kp an der Basis des Pfeilers P den plasmatischen Inhalt mit dem ihn umgebenden Protoplasma der Kammer, welche er durchsetzt, in Verbindung bringt. Diese Plasmabrücken, d. h. die plasmatische Erfüllung der basalen Pfeilerlöcher sind in so klarer Weise nicht überall anzutreffen, in der Regel sind sie erst durch Vergleichung mehrerer auf einander folgender Schnitte einer Serie zu ermitteln. Diese Schnitte zeigen auch klar, wie sich die Pfeiler zu den überliegenden und unterliegenden Kammern verhalten. — Wie bereits oben erwähnt, stehen die plasmatischen Erfüllungen der Pfeilerhöhlen mit dem Protoplasma der überliegenden Kammer meist in direktem Zusammenhang. Durch Porenkanäle (pk), die sich zum Theil vollständig auf Schnitten (Fig. 10) erkennen lassen, wird das Pfeilerinnere mit der unterliegenden Kammer in Verbindung gebracht.

Etwas schwieriger sind die Pfeilverhältnisse auf Querschnitten zu verfolgen, weil die schief zur Stammachse geneigten Kammern nicht quer geschnitten werden und daher auch die Pfeiler fast stets in Schiefschnitten vorliegen. Man ist darauf angewiesen, entsprechende Stellen auf einander folgender Schnitte zu verfolgen. In Fig. 14 *a—c* sind drei sich entsprechende Partien auf einander folgender Querschnitte abgebildet und die entsprechenden Stellen durch gleiche Zahlen angedeutet. Wenn man die drei Querschnitte vergleicht, so fallen sofort die eigenthümlichen inneren Lücken h in der Protoplasmaerfüllung der Kammern auf, die in ihrem Centrum ein kleines Protoplasmaeklümpchen (P) erkennen lassen. Diese Lücken entsprechen offenbar den Pfeilern. Sie präsentiren sich auf Schnitten als solche eigenthümliche Lücken, weil die Kalkwände der Pfeiler aufgelöst sind. Die Protoplasmaeklümpchen im Centrum der Hohlräume sind die plasmatischen Erfüllungen der Pfeilerhöhlen.

Verfolgt man die Pfeiler 1, 2 und 3 auf Fig. 14 *a*, so findet man ihre verschieden geformten in den Lücken gelegenen Protoplasmaeklümpchen im Innern der protoplasmatischen Substanz der Kammer I . Auf Fig. 14 *b* finden sie sich schon außerhalb der Kammer I in halb-kreisförmigen Buchten der letzteren, auf Fig. 14 *c* endlich sind sie bereits mit der aufliegenden Kammer K in Zusammenhang getreten.

Diese Verhältnisse wiederholen sich an allen eingetragenen Pfeilern der drei Querschnitte. Sie sind leicht zu verfolgen, da die entsprechenden Stellen in den auf einander folgenden Schnitten — sie sind mit dem Zeichenapparat aufgezeichnet — immer mit den gleichen Zahlen angedeutet sind.

Außer den Pfeilern existiren auch noch andere Stellen in den Kammerwänden, an welchen eine Verbindung benachbarter Kammern bewirkt wird. Ein Blick auf den tangentialen Längsschliff Fig. 8 lehrt, dass größere Öffnungen (U) in der Kammerwand vorkommen, die in keiner Beziehung zu den Pfeilern stehen und eine direkte Verbindung der Kammerräume unter einander herstellen. Die Form dieser Öffnungen ist sehr mannigfaltig, bald regelmäßiger, kreisrund, bald mehr in die Länge gezogen, unregelmäßiger.

Besonders auf Schnitten lassen sich Verbindungen der Kammern unter einander leicht nachweisen (Fig. 3 v und 20 v). Hier sind es kräftige Plasmaverbindungen, die ganz direkt den Inhalt zweier Kammern mit einander verbinden.

Die Porenkanäle.

Früher wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Kalkwände der Kammern von feinen Poren durchsetzt werden und dass diese nur den Pfeilerwänden fehlen. Sie lassen sich schon auf der Oberfläche der Schale bei Betrachtung unter der Lupe beobachten und treten noch deutlicher auf den Schliffen und an den Ästchen hervor. Sie stehen in mehr oder weniger gleichen Abständen von ca. 0,01 mm von einander. Ihr Durchmesser ist verschieden und beträgt ca. 0,003 bis 0,009 mm; selten trifft man Poren von 0,012 mm. Die Porenkanäle durchsetzen die Kammerwände nicht immer senkrecht, sondern weichen namentlich in der Nähe der Pfeiler von der senkrechten Richtung ab. Sie nehmen hier eine geneigte Stellung gegen einander ein (Fig. 7 a), der Art, dass die Porenkanäle der Kalkwand an der Stelle, an der sich diese zum Pfeiler einsenkt, sich strahlig gegen einander neigen, so dass in der Flächenansicht auf die Pfeilermündung eine strahlige Figur hervortritt (Fig. 8). Bisweilen kommt es vor, dass in Folge der verschiedenen Neigung zwei Porenkanäle zusammentreffen, um gemeinsam nach außen zu münden (Fig. 6 pk_1). Hier und da vereinigen sich auch bis zu vier Poren (Fig. 6 pk_2) vor ihrer Ausmündung in die überliegende Kammer.

Die Schichtung der Kammerwände spricht sich auch an den Porenkanälen aus und bedingt, dass sie deutlich gegliedert sind. Es

finden sich an der Grenze der einzelnen Schichten jeweils kleine Erweiterungen der Porenkanäle (Fig. 7 a). M. SCHULTZE erwähnt die Gliederung der Porenkanäle schon und hat sie auf einem Schliff gezeichnet, allerdings nicht ganz der Natur entsprechend. Nur auf ganz dünnen Schliffen lassen sich diese Verhältnisse gut erkennen; viel besser kann man die eigenartigen Erweiterungen der Porenkanäle jedoch auf Schnitten beobachten. Man sieht dort wie sie (Fig. 11) von der das Kammerprotoplasma begrenzenden zarten Schalenhaut eine kurze Strecke cylindrisch in die Höhe steigen, sich dann trichterartig erweitern (*t*, Fig. 11), dann wieder eine Verengung erfahren und dass diese Erweiterungen und Verengungen in unregelmäßigen Abständen sich wiederholen. Wie Schliffe zeigen, liegen die Erweiterungen jeweils an den Schichtgrenzen der Kammerwände.

Mit DELAF. Hämatoxylin gefärbte Längsschnitte zeigen die Bauverhältnisse der Porenkanäle sehr prägnant. Die die Porenkanäle auskleidenden zarten Häutchen sind besonders stark gefärbt und lassen einiges Weitere erkennen. Zunächst kann man sich überzeugen, dass die Poren nicht an allen Stellen gleich weit sind, dass sie an der Basis und an ihrem Ende einen geringeren Durchmesser haben als in ihrer Mitte (Fig. 11). Ihre Form ist eine cylindrische, die der Erweiterungen eine linsenförmige. Die Abstände zwischen den einzelnen Erweiterungen sind sehr verschieden. Es ist daher offenbar auch die Dicke der Kalkschichten verschieden.

Bei Beobachtung der Kanäle solcher Präparate mit Ölimmersion 1/12 (SEIBERT) bemerkt man, wie zwischen den Porenkanälen ein Netz feinsten Fäden (*f*, Fig. 11) ausgespannt ist, die besonders deutlich an der Basis der Kanäle hervortreten. Diese Fäden bestehen wahrscheinlich aus organischer Substanz. Bei genauerer Musterung erscheinen sie feingekörnelt. In Folge ihrer Feinheit kann man sie leicht übersehen, namentlich die ganz feinen, welche kaum eine Spur von Färbung mehr aufweisen. Man bemerkt auch, dass diese feinen Fädchen hauptsächlich an den linsenartigen Erweiterungen der Porenkanälchen entspringen, dass zwischen je zwei entsprechenden derartigen Erweiterungen zweier neben einander liegender Porenkanäle an einigen Stellen eine direkte Verbindung durch ein derartiges feines Fädchen besteht. Man wird wohl nicht irren, wenn man diese charakteristischen Gebilde als Reste organischer Substanz betrachtet, die bei der Auflösung der Kalkwände zurückbleiben.

Bau der Ästchen.

Bei der Beschreibung der allgemeinen Form von *Polytrema* wurde bereits darauf hingewiesen, dass der Stamm an seinem oberen Ende eine mehr oder weniger reiche Verzweigung erfährt. Diese Verzweigungen werden als Ästchen (*ae*, Fig. 1 und 2) bezeichnet. Die Form der letzteren ist im Allgemeinen eine cylindrische.

Eigenthümlich ist der Übergang des Stammes in die Ästchen. Zum Verständniss dieser Verhältnisse muss auf die Ausbildung des Stammes nochmals zurückgegriffen werden. MÖBIUS giebt an, dass im Centrum der Stämme und Äste centrale Kammern enthalten seien, um welche sich die anderen kreisförmig oder spirallig herumlagern. Für die Stämme lassen sich nun thatsächlich solche Verhältnisse nachweisen, für die Äste dagegen fand ich die Ansicht nicht bestätigt. Eine centrale oder axiale Kammer des Stammes steigt in vertikaler Richtung in die Höhe. Auf Schliften, besonders auf Querschliften, tritt sie ziemlich scharf gegen die anderen sie umgebenden Kammern hervor (*z*, Fig. 9 und 15 *a*). Was sie besonders auszeichnet ist das eigenartige Auftreten von Pfeilern (*p*), welche in den Hohlraum dieser Kammer vorspringen und unter einander in direkte Verbindung treten, ein förmliches Geflecht im Innern der Kammer bilden, welches durchsetzt wird von einer größeren oder kleineren Anzahl mehr oder weniger runder Löcher. Die Pfeiler stützen sich so gegen einander und erzeugen ganz charakteristische Verbindungen mit einander. Diese merkwürdig entwickelte Kammer *z* braucht nicht genau im Centrum des Stammes zu liegen, sie findet sich sogar gewöhnlich etwas excentrisch, wie es die Figg. 9 und 15 zeigen.

Die merkwürdige Erscheinung des Zusammentretens der Pfeiler und ihrer eigenartigen Verschmelzung findet sich nun nicht nur in dieser Axialkammer des Stammes, sondern setzt sich in die Ästchen fort. Dabei zeigt es sich in den Ästchen, dass die Pfeiler allmählich ihre cylindrische Form verlieren und immer mehr und mehr zusammengedrückt erscheinen, dabei ihren Hohlraum verlieren, wobei sie an Flächenausdehnung gewinnen, so dass sie schließlich zu breiten, dünnen Kalkplatten werden, die keine Ähnlichkeit mit den Pfeilern des Stammes mehr zeigen. Ich bezeichne diese Kalkplatten der Äste, die aus Pfeilern hervorgegangen sind, als Scheidewände (*s*, Fig. 15 *b*, 17 *a—c*, 18).

Die erwähnte Verschmelzung der Pfeiler (*p*) an ihrem inneren Ende zeigt auch Fig. 13. Diese Figur stellt ein Ästchen dar, welches zum Theil längs angeschliffen ist. Der Theil, mit dem es an dem

Stamme angewachsen war (*ba*), zeigt nur die äußere Schalenwand und einige quer getroffene Pfeiler. Der quergetroffene (etwas nach abwärts gebogene) Theil dagegen lässt noch deutlich poröse Kammerwände erkennen, welche sich in das Ästchen hinein fortgesetzt haben. Drei Kammern (*1*, *2*, *3*) sind angeschliffen. Die Figur veranschaulicht, dass die Kammerbildung sich offenbar in die Äste hinein fortsetzt, dass sie aber bald aufhört. Während die Wände der Kammer *1* noch vollständig ausgebildet sind, sieht man wie die der Kammer *2* und *3* gemeinsam angehörigen in die Pfeiler übergehen, welche letztere zusammentreten und die eigenartige Verschmelzung eingehen.

Dieselbe Erscheinung zeigt auch der Schliff Fig. 15, der den Stamm quer getroffen, das Ästchen aber, das ziemlich horizontal vom Stamme abging, längs geschliffen hat.

Die Perforation der Kammerwandungen geht an den Stellen, wo sie in die Pfeiler übergehen, verloren.

Gleichzeitig möge noch darauf hingewiesen werden, dass man auch an einem in Nelkenöl aufgehellten Totalpräparat (Fig. 2) den Übertritt der Kammerwände in die Basis des Ästchens *II* gut beobachten kann. Es erscheinen diese Kammerwände in Folge der geringen Durchsichtigkeit des Präparates als eine Art Balkenwerk (*bke*), das immer verschwommener wird, je weiter man gegen die Basis des Stammes fortschreitet.

Der weitere Aufbau der Ästchen lässt sich am besten an abgebrochenen Ästen studiren, die man in Kanadabalsam derart aufstellt, dass das Objekt gedreht werden kann. Ohne Weiteres wird man sich von der cylindrischen Form dieser Gebilde überzeugen können. Man wird ferner erkennen, dass jedes einzelne Ästchen (Fig. 2 und *17 a—c*) aus meist drei bis vier gliederartigen Abschnitten besteht.

Diese Glieder lassen sich recht deutlich unterscheiden, da der distale Rand der einzelnen nach außen etwas umgebogen ist, so dass es den Eindruck macht, als bestehe die Schale an diesen Stellen aus zwei dicken Schichten (Fig. *17 a* bei *7* und *15*). Das letzte Glied (Fig. 2 Glied *2* des Ästchens *II*) trägt sehr gut wahrnehmbare größere Öffnungen (*o*) am Ende. Auch hier tritt der scharf kontourirte Rand auf. Ich kann daher nicht die Ansicht von M. SCHULTZE theilen, der die Öffnungen am Ende der Ästchen durch Abbrechen der Spitzen entstanden dachte. Wäre Letzteres der Fall, so könnte der Rand keine so regelmäßige und scharfe Begrenzung zeigen und wäre nicht so charakteristisch nach außen umgebogen. Er müsste scharfe,

zackige, unregelmäßige Begrenzungen zeigen. Einige Öffnungen am Ende der Ästchen sind sodann in Fig. 16 *a—d* dargestellt. Im einfachsten Falle sieht man eine große Öffnung (Fig. 16 *a*). Das ist aber selten, in der Regel beobachtet man am Ende der Zweige mehrere, die bisweilen merkwürdig gestaltet sein können. Fig. 16 *b* und *c* zeigen beispielsweise zwei Öffnungen, und Fig. 16 *d* bietet drei Öffnungen *o* dar. Bisweilen ragen aus der Tiefe der Öffnungen eigenthümliche Balken hervor, die wohl als Auszweigungen der Scheidewände (*s*) anzusehen sind (Fig. 16 *c*).

Größere Öffnungen lassen sich sodann noch an der Grenze zweier Glieder (Fig. 2 *oe*) und an anderen Stellen der Schalenwand des Ästchens (Fig. 17 *a*, *lo* und Stelle 10) beobachten.

Im Inneren jedes Gliedes eines Ästchens beobachtet man eine eigenthümliche Scheidewand (*s*), die, wie früher gezeigt, durch Umbildung der Pfeiler entstanden zu denken ist (Fig. 17 *a—c*). Insbesondere ist das jüngste Glied geeignet die Verhältnisse dieser Scheidewand zu studiren.

Die Scheidewand 2 des obersten Gliedes des Ästchens Fig. 17 *a* ist sehr stark gekrümmt und ragt ziemlich weit über den Rand des Gliedes heraus. Sie hat eine löffelförmige Gestalt. Nach unten verschmälert sich dieser Löffel. Auf der Figur erscheint der Löffel so, dass man die konvexe Fläche desselben sieht. Gleichzeitig bemerkt man, wie die Mündungsränder (3 und 7) des obersten Gliedes nach oben steigen und sich mit der Scheidewand vereinigen.

Fig. 17 *b* zeigt dasselbe Ästchen um 90° gedreht. Man erblickt jetzt nicht mehr die konvexe Seite der löffelartigen Scheidewand 2, sondern sieht jetzt den Löffel von der Seite. Gleichzeitig beobachtet man, dass die Scheidewand nach unten zu an Breite zunimmt. Zwei große Öffnungen (*ls*) lassen sich in derselben wahrnehmen, die auf Fig. 17 *a* nicht zu sehen waren.

Fig. 17 *c* zeigt das Ästchen volle 180° gegen Fig. 17 *a* gedreht. Man hat jetzt die konkave Seite der Scheidewand vor sich, schaut in den Löffel hinein und beobachtet, wie die Scheidewandhöhlung nach unten sich rinnenartig ausgestaltet. Außerdem kann man wahrnehmen, wie die Schalenwand mit der Scheidewand in Verbindung tritt, indem die erstere nach oben steigt und dann wieder umbiegt, um dann der Scheidewand Gelegenheit zum Ansetzen zu geben. Sehr gut lässt diese letztere Darstellung auch eine der beiden Öffnungen (*o*₂) am Ende des Ästchens beobachten.

Durch die Scheidewand ist das oberste Glied in drei Räume

getheilt, welche durch Löcher (*ls*) in der Scheidewand in direkter Verbindung stehen. Die Entstehung von drei Räumen ist aber nur möglich, wenn die Scheidewand gekrümmt ist, was auch thatsächlich der Fall ist. So zeigt Fig. 17 *c* einen mittleren Hohlraum, der durch die löffelartig ausgehöhlte Scheidewand 2 und die Schalenwand begrenzt ist und zwei seitliche Räume o_1 und o_2 , von welchen auf der Figur nur der eine (o_2) deutlich hervortritt. Die Scheidewand s_2 des Gliedes 2 steigt ebenfalls über den Rand des Gliedes empor, der Scheidewand (s_1) des Gliedes 1 entgegen, geht aber mit dieser keine Verbindung ein. Im Allgemeinen hat sie einen schrägen Verlauf, steigt ziemlich tief nach unten und biegt dann scharf um, um (Fig. 17 *b*) sich an die gegenüberliegende Stelle an der Schalenwand anzusetzen. Sehr scharf ist der Rand 11 (Fig. 17 *a*) dieses Gliedes ausgeprägt. Löcher (*ls*) lassen sich auch in dieser Scheidewand bemerken.

Der Verlauf der Scheidewände im Inneren der Glieder ist in den einzelnen Ästen immer ungefähr derselbe. Die Scheidewände können allerdings sehr nahe zusammentreten, so dass es den Anschein erweckt, als bildeten sie eine Röhre im Inneren. Dreht man aber das Ästchen nur ein wenig, so sieht man, dass diese Vorstellung irrig ist, dass die Scheidewände gar keine Verbindungen mit einander eingehen. Ein solches Ästchen ist in Fig. 18 dargestellt. Die Scheidewände im Inneren schienen bei einer Lage des Ästchens wirklich eine Röhre zu bilden, zeigten aber, sobald man es in die Lage brachte, in der es dargestellt ist, dass von einer Röhre im Inneren, gebildet durch Scheidewände, nicht die Rede sein konnte, indem jede einzelne sich von der anderen deutlich gesondert erwies.

Zum Schluss möchte ich noch kurz das Verhältnis der Kammern des Stammes zu den Ästen beleuchten. Wenn man etwas im Ästchen als Kammer auffassen will, so muss man das ganze Ästchen, wenigstens in seinem distalen Theil, als einzige Kammer bezeichnen, da die Räume im Inneren der Ästchen absolut nichts Abgeschlossenes sind und von Kammerwänden im Sinne der des Stammes nicht begrenzt werden.

Struktur der Schale.

Wenn man die Schalenwand zertrümmert und ganz feine, dünne Splitter mit sehr starken Vergrößerungen untersucht, so erkennt man eine eigenartige Struktur (Fig. 19). Zunächst sieht man die Porenkanäle (*pk*) und von diesen ausgehend eine radiäre Anordnung der Kalkmasse. Dann erblickt man eine ausgesprochen netzförmige

oder wabige Struktur der Schalensubstanz. Die Knotenpunkte des Netzes erscheinen dunkel, dazwischen liegen hellere Räume.

Protoplasma.

Auf Längsschnitten, welche von Material herkommen, das mit FLEMMING'scher Flüssigkeit konservirt wurde, lässt sich beobachten, dass der protoplasmatische Kammerinhalt sehr dicht erfüllt ist mit schwarzen, kugeligen Körnchen, die man offenbar als Fetttropfen aufzufassen hat, welche durch die Osmiumsäure geschwärzt wurden. Diese schwarzen Fettgebilde sind sehr zahlreich in den die Anfangskammern umgebenden Kammern vorhanden und werden spärlicher in den peripherischen Kammern.

Nahrungskörper, namentlich Diatomeen sind in ungeheurer Anzahl im Protoplasma vorhanden (*D*, Fig. 21), außerdem eine Menge von Einschlüssen, die auf den ersten Blick das Aussehen von Kernen haben und auf Thioninpräparaten durch ihre intensiv blaue Farbe auffallen. Es mögen auch in der That Kerne oder Kernsubstanzen sein, aber solche, die der beschriebenen Form nicht eigen sind, sondern von Nahrungskörpern herrühren, die das Thier aufgenommen hat.

Eine Menge Kieselnadeln von Spongien (*ks*) finden sich ebenfalls im Protoplasma vor. M. SCHULTZE glaubte annehmen zu müssen, dass sie von einem parasitischen Schwamme herrühren (1863, p. 92).

Die Kammern der Peripherie (Fig. 21) sind es vor Allem, welche dicht mit Nahrungskörpern vollgepfropft sind; in den centralen Kammern dagegen findet sich fast keine Spur mehr davon. Sehr instruktiv ist ein solches Thioninpräparat, indem sich die Inhaltskörper ganz verschieden gefärbt zeigen (Fig. 21). Die schwarzen Körnchen sind offenbar als Fetttropfen anzusehen; die intensiv blauen möglicherweise als Zellkernsubstanz von Nahrungskörpern (sie lassen bisweilen eine gewisse Struktur erkennen); die grünen Einschlüsse sind als Nahrungskörper zu deuten; außerdem existiren noch eine Menge bräunlicher Körperchen, die vielleicht als Nahrungskörper aufgefasst werden können, bei welchen die Verdauung bereits sehr weit gegangen ist. Merkwürdig erscheint auch, dass sogar die Diatomeen (*D*) im Inneren die schwarzen Körnchen zeigen, die man daher auch wohl als Fetttropfchen deuten muss.

Im Sublimat oder Alkohol konservirtes Material lässt auf Schnitten eine ganz schwach gelbliche Färbung des Protoplasmas erkennen. In einem mit Thionin gefärbten Präparat lässt sich beobachten,

dass das Protoplasma der inneren Kammern einen mehr vacuolären Bau hat, das der äußeren dagegen mehr körniger Natur ist und deutlich wabige Struktur zeigt. Diese Verhältnisse sind aber nur mit ganz starken Vergrößerungen, mit Ölimmersion 1/12 oder Apochromat 2 mm, wahrnehmbar. Bei scharfer Einstellung werden in dem wabigen Protoplasma (Fig. 22) Körnchen wahrnehmbar, die ebenfalls eine feinere wabige Struktur sehen lassen.

Kernverhältnisse.

Die Auffindung des Zellkerns war mit Schwierigkeiten verbunden, da, wie schon bemerkt, eine Menge kernähnlicher Gebilde im Protoplasma sich vorfinden, die mit den Kernen der *Polytrema* nichts zu thun haben. Erst durch eine Thioninfärbung und dann durch Boraxkarminfärbungen wurde der eigentliche Kern aufgefunden.

Auf der Querschnittserie einer megalosphärischen Form, die mit Thionin gefärbt war, fand ich ihn (Fig. 24) in der Embryonalkammer. Er zeigte eine violette Farbe im Gegensatz zum Protoplasma, welches blau gefärbt erschien. Ich konnte den Kern sodann bei drei megalosphärischen Formen durch Färbung mit GRENACHER'schem Boraxkarmin nachweisen. Immer kam er in der Einzahl vor und zeichnete sich durch intensiv rothe Färbung aus. Die früher beschriebene mikrosphärische Form mit den spiraligen Anfangskammern dagegen ließ ganz deutlich vier Kerne (Fig. 3 *n*) wahrnehmen, von denen je einer in der *V.*, *VIII.*, *IX.* und *X.* Kammer lag.

So scheinen für die mikrosphärische Form mehrere Kerne charakteristisch, für die megalosphärische ein einziger. Dieselben Verhältnisse hat LISTER bei *Polystomella* und SCHAUDINN für eine Reihe anderer dimorpher Rhizopoden nachgewiesen, wodurch dies auch für *Polytrema* wahrscheinlich wird.

Was die Lage des Kerns (*n*) der megalosphärischen Form betrifft, so konnte ich in einem Falle (Fig. 4) mit Sicherheit die Embryonalkammer als diejenige bezeichnen, in der er lag. In anderen Schnittserien schien er in einer der Embryonalkammer benachbarten zu liegen. Es wäre möglich, dass er aus einer Kammer in die andere übertreten kann, wenigstens ist diese Thatsache für *Polystomella* ebenfalls von LISTER erkannt worden. Bisweilen kommt es vor, dass sich der Kern nicht bloß auf eine Kammer beschränkt, sondern dass er sich sogar in die beiden benachbarten Kammern (Fig. 4 *K* und *K*₁) noch hineinstreckt. Die Verbindung der Embryonalkammer mit diesen beiden Kammern *K* und *K*₁ ist auf der Figur nicht eingetragen,

doch legt sich die Kammer K an einer Stelle der Schnittserie so hart an die Embryonalkammer, dass dort die Verbindung beider anzunehmen ist, durch welche letztere auch der Kern in die benachbarte Kammer übertreten kann.

Erwähnenswerth erscheint ferner die Thatsache, dass sich die beiden Kammern K und K_1 der Fig. 4 noch dadurch auszeichnen, dass ihr Protoplasma stark durch Boraxkarmin mitgefärbt ist, während das der übrigen Kammern bei der Färbung fast keine Spur von Roth erkennen lässt.

Der einfache Kern (n) der megalosphärischen Form erreicht eine bedeutende Größe (Fig. 23 und 24). Er besitzt eine mehr oder weniger kugelige Gestalt und besteht aus drei kugeligen Zonen, die concentrisch in einander liegen. Die drei Theile sind ziemlich scharf von einander abgesetzt. Im Centrum des Kerns erkennt man auf dem Schnitt Fig. 23 eine schwach oder kaum gefärbte Partie, welche auf Thioninpräparaten (Fig. 24) kleine, kugelige, stark violett gefärbte Körperchen enthält (n_1). — Diese centrale Schicht wird umgeben von einer intensiv gefärbten (chr). Da sie sich mit den angewendeten Farbstoffen so stark färbt, so muss sie wohl hauptsächlich aus sog. Chromatin bestehen. Auf dem Schnitt Fig. 23, der mit Boraxkarmin gefärbt wurde, erscheint dieser Binnenkörper bandartig verschlungen. Er lässt eine feinwabige Struktur deutlich wahrnehmen. — Umgeben wird dieser Binnenkörper von einer schwächer gefärbten äußeren Partie (n_2). Diese enthält bisweilen vacuoläre Räume (Fig. 23 vc). Nach außen ist sie etwas unregelmäßig begrenzt. Sie hebt sich aber von dem sie umgebenden Protoplasma immer ziemlich scharf ab, obgleich ich eine Kernmembran nicht sicher nachzuweisen vermochte.

Die Kerne der mikrosphärischen Form (Fig. 3) zeigen im Wesentlichen dieselben Bauverhältnisse wie die der makrosphärischen.

Parasitische Fäden in der Schalensubstanz.

Die mit Hämatoxylin gefärbten Schnitte zeigen sehr gut das häufige Vorkommen eines eigenthümlichen parasitischen Organismus in den Schalenwänden. Bei Betrachtung einzelner Stellen mit mäßig starker Vergrößerung wird man auf ein Gewirr von ungegliederten Fäden aufmerksam (b , Fig. 5). Untersucht man eine möglichst geeignete Stelle, wo nur einzelne Fäden liegen, so erkennt man, dass eine Menge feiner Fäden (Fig. 12 b) sich vorfindet, die ursprünglich in der aufgelösten Kalkschale gelegen haben müssen. Bei Beobachtung mit dem Apochromat 2 mm überzeugt man sich, dass die Fäden unver-

zweigt und ungegliedert sind. Sie erscheinen gelblich und heben sich von den violett gefärbten Porenkanälen sehr deutlich ab. Ich habe sie in etwas hellerer Farbe dargestellt. Die Fäden sind wohl bakterienartige Organismen, denen die Eigenschaft zukommt, die Kalkschale aufzulösen und in den erzeugten Hohlraum einzudringen. Kerne oder kernartige Gebilde wurden in ihnen nicht beobachtet.

Heidelberg, im November 1899.

Litteraturverzeichnis.

1870. G. J. ALLMAN, Note on *Polytrema miniaceum*. Ann. and Mag. of nat. hist. IV. Ser. Vol. V. p. 372.
- 1880—81. O. BÜTSCHLI, BRONN's Klassen und Ordnungen. I. Bd. Protozoen. Leipzig. p. 92 und 208.
1886. O. BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger Rhizopoden. Mit 2 Tafeln. Morphol. Jahrb. Bd. XI, 1. Heft. p. 78—101.
- 1873—76. H. BRADY, Report on the Scientific Results of the Exploring Voyage H. M. S. Challenger 1873—76. Report on the Foraminifera, London. p. 719—722.
1834. H. M. DE BLAINVILLE, Man. d'Actinologie ou de Zoophytologie. Paris. p. 410.
1862. W. B. CARPENTER, W. K. PARKER and F. R. JONES, Introduction to the Study of the Foraminifera. London. Ray Society p. 235.
1876. H. J. CARTER, On the Polytre mata (Foraminifera) especially with Reference to their Mythical Hybrid Nature. (With 1 Plat.) in: Ann. and Mag. of nat. hist. Ser. IV. Vol. XVII. p. 185—214.
1841. M. F. DUJARDIN, Hist. nat. des Zoophytes Infusoires. p. 259.
1791. E. J. CH. ESPER, Die Pflanzenthiere in Abbildungen nach der Natur. I. p. 225. Millep. Tab. XVII.
1788. J. F. GMELIN, Linnaeus Carol., Systema naturae. Vol. VI. p. 3784.
1857. J. E. GRAY, On Carpenteria and Dujardinia, two Genera of a New Form of Protozoa with attached Multilocular Shells filled with Sponge, apparently intermediate between Rhizopoda and Porifera. Proc. Zool. Soc. London. p. 270.
1882. C. FR. KRUKENBERG, Vergl.-physiolog. Studien. Heidelberg. II. Reihe. Abth. 1. p. 165.
1816. J. B. P. A. LAMARCK, Hist. nat. des animaux sans vertèbres. Vol. II. p. 202.
1895. J. J. LISTER, Contributions to the Life-History of the Foraminifera. Proc. Roy. Soc. London. Vol. LVI. p. 155—160.
1897. J. J. LISTER, A possible explanation of the quinqueloculine arrangement of the chambers in the young of the microspheric forms of Triloculina and Biloculina. Proc. Cambridge Phil. Soc. Vol. IX. p. 236—240.

1883. C. MEREJKOWSKY, Nouvelles recherches sur la Zoonérythrine et autres pigments animaux. Bulletin de la société zool. de France. T. VIII. p. 81—97.
1880. K. MÖBIUS, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius und der Seychellen. Foraminiferen von Mauritius. p. 85. Taf. VII.
1766. P. S. PALLAS, Charakteristik der Thierpflanzen. Aus dem Lateinischen übersetzt von CHR. F. WILKENS. p. 251.
- 1826—27. J. A. RISSO, Hist. nat. des principales productions de l'Europe méridionale etc. Tom V. p. 340.
1895. L. RHUMBLER, Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren. Nachrichten der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-physik. Klasse. p. 51—98.
1897. L. RHUMBLER, Über die phylogenetisch abfallende Schalen-Ontogenie der Foraminiferen und deren Erklärung. Verhandl. der deutschen zool. Gesellschaft zu Kiel. p. 162—192.
1894. F. SCHAUDINN, Myxotheca arehilega. Diese Zeitschr. Bd. LVII. p. 18—31.
1894. F. SCHAUDINN, Camptonema nutans n. g., n. sp. Sitzungsber. d. königl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin. Bd. VII. p. 1277—1286.
1895. F. SCHAUDINN, Über den Dimorphismus der Foraminiferen. Sitzungsber. Ges. nat. Freunde. Berlin. p. 87—97.
1893. G. SCHLUMBERGER, Monographie des Miliolidées du Golfe de Marseille. Mém. Soc. Zool. de France. T. VI. p. 57—80.
1863. M. S. SCHULTZE, Über Polytrema miniacium, eine Polythalamie. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. XXIX. p. 81—102. Taf. VIII. Auszug in: Verhandlungen des naturhist. Vereins der Rheinlande und Westfalens. Jahrg. XIX. 1. Hälfte. p. 13.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der öfters wiederkehrenden Buchstaben:

<i>a</i> , Embryonalkammer;	<i>n</i> , Kern;
<i>ae</i> , Ästchen;	<i>N</i> , Nahrungskörper;
<i>b</i> , parasitische Fäden;	<i>o</i> , Öffnungen am Ende der Ästchen;
<i>chr</i> , Binnenkörper des Kerns;	<i>oe</i> , größere Öffnungen an der Grenze zweier Glieder eines Ästchens;
<i>D</i> , Diatomeenschalen;	<i>p, p₁, p₂, p₃</i> , Pfeiler,
<i>K, K₁, K₂</i> , Kammern;	<i>P</i> , Protoplasma im Hohlraum der Pfeiler;
<i>kp</i> , Kanäle, welche die Kammern mit dem Hohlraum der Pfeiler verbinden;	<i>pk</i> , Porenkanal;
<i>Kp</i> , Protoplasma dieser Kanäle;	<i>po</i> , Poren auf der Oberfläche des Stammes;
<i>kw</i> , Kammerwand;	<i>pr</i> , Protoplasma;
<i>l</i> , Loch an der Basis der Pfeiler;	<i>s, s₁, s₂, s₃</i> , Scheidewände der Ästchen;
<i>lk</i> , Loch in der Kammerwand;	<i>sch</i> , Schalenhäutchen;
<i>lo</i> , Loch auf der Schalenoberfläche der Ästchen;	<i>st</i> , Stamm;
<i>ls</i> , Loch in der Scheidewand der Ästchen;	<i>v</i> , Verbindungsrohren der Kammern;
<i>me</i> , Membran aus organischer Substanz, die quer durch das Protoplasma der Kammern geht;	<i>vp</i> , Verschlussplatte der geschlossenen Pfeiler;
	<i>Z</i> , zentrale Kammer im Stamm.

Tafel XVI.

Fig. 1. Verzweigtes Exemplar mit Basis *b*, den Ästchen *ae* und den Poren *po*. Vergr. 12.

Fig. 2. Theil eines Polytremastammes mit Ästchen (drei aufwärtssteigende *I*, *II* und *III* und ein horizontal abstehendes *IV*), 1, 2, 3 die Glieder der Ästchen *II* und *III*. Kammerwände bilden eine Art Balkenwerk *bk*. Einschluss in Nelkenöl. Vergr. 24.

Fig. 3. Partie eines basalen Querschnittes des entkalkten Polytremastammes, zusammengestellt aus sechs auf einander folgenden Schnitten einer Serie. Mikrosphärische Form. Nur die Schalenhäutchen (*sch*), die innerhalb dieser liegenden Protoplasmamassen und die Kerne sind dargestellt. Kammern *a—m* bilden eine deutliche Spirale. Peripherische Kammern konzentrisch angeordnet; stehen mit den spiralg angeordneten und unter einander in Verbindung. *me*, Membran aus organischer Substanz. Sublimatseiszig, Thionin, 5⁰/₁₀ige Salpetersäure, Boraxkarmin. Vergr. 70.

Fig. 4. Querschnitt der basalen centralen Partie des entkalkten Stammes einer megalosphärischen Form. Aus einer größeren Anzahl auf einander folgender Schnitte einer Serie zusammengestellt. Lagerung der Kammern von Anfang an konzentrisch. *a*, Embryonalkammer. Alkohol abs., Boraxkarmin. Vergr. 305.

Fig. 5. Theil eines Längsschnittes eines entkalkten Stämmchens einer megalosphärischen Form. Schalenhäutchen und Protoplasma sind dargestellt. Exemplar mit breiter Basis, auf Seegras (*se*) aufgewachsen. *b*, bakterienartige Fäden. FLEMMING'sche Flüssigkeit, Thionin. Vergr. 70.

Fig. 6. Partie aus einem Längsschliff durch den Stamm. Vier Längsreihen von Kammern sichtbar. *ka*, Kante der sich am unteren Ende zuschärfenden Pfeiler. *p*₁ und *p*₂, zwei Pfeiler durch Verschlussplatte (*vp*) verschlossen. *p*₃, rudimentärer Pfeiler; *pk*₁, gemeinsame Ausmündung zweier Porenkanäle; *pk*₂, solche von vier. Übergang der äußeren Schicht der offenen Pfeiler in die übergelagerte Kammerwandschicht an einigen Pfeilern klar. Einschluss in Kanadabalsam. Vergr. 70.

Fig. 7a. Geschlossener Pfeiler, fast ganz massiv. Aus einem Längsschliff. Vergr. 305.

Fig. 7b. Zwei offene Pfeiler, so angeschliffen, dass die aus der Kammer in den Hohlraum der Pfeiler führenden Kanäle (*kp*) freigelegt sind. *α*, äußere Schicht; *β*, innere Schicht der Pfeilerwand. Aus einem Längsschliff. Vergr. 305.

Fig. 8. Stück eines Längsschliffes des Stammes. Zwei über einander liegende Kammerwände von der Fläche gesehen, die untere heller, die obere dunkler angedeutet. Pfeiler zum Theil quer getroffen, etwa in der Mitte oder an der Basis. Die an der Basis angeschliffenen Pfeiler zeigen zum Theil den in das Innere führenden Kanal (*l*). Behandlung wie Fig. 6. Vergr. 150.

Fig. 9. Querschliff eines Stämmchens dicht über der Basis, von einem seitlich an einem Korallenstück (*kl*) aufgewachsenen Exemplar. Axiale Kammer des Stammes (*z*) excentrisch gelegen. Behandlung wie Fig. 6. Vergr. 45.

Fig. 10. Stück eines entkalkten Längsschnittes. Kammern mit Protoplasma erfüllt. FLEMMING'sche Flüssigkeit, Alaunkarmin, Kanadabalsam. Vergr. 70.

Fig. 11. Häutige Auskleidungen der Porenkanäle (*pk*) von einem Längsschnitt durch ein entkalktes Stämmchen. Zwischen den Porenkanälen Fäden von wahrscheinlich organischer Natur (*f*). FLEMMING'sche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Kanadabalsam. Vergr. 580.

Fig. 12. Porenkanäle (*pk*) aus einem Längsschnitt durch ein entkalktes Stämmchen. Zwischen ihnen unverzweigte und ungegliederte bakterienartige Fäden (*b*) in hellerer Farbe angedeutet. FLEMING'sche Flüssigkeit. Hämatoxylin. Vergrößerung 1500.

Fig. 13. Ein Ästchen, längsgeschliffen. 1, 2, 3, Kammern. Basaler Theil (*ba*) des Ästchens so abgeschliffen, dass nur die unten liegende Wandung noch übrig. Zeigt, wie die Kammerbildung aufhört und die merkwürdige Verschmelzung der Pfeiler zu Stande kommt. Endtheil des Ästchens nach abwärts gebogen. Behandlung wie Fig. 6. Vergr. 45.

Tafel XVII.

Fig. 14 *a, b, c*. Drei entsprechende Stellen dreier auf einander folgender Schnitte einer Querschnittserie. Schalenhäutchen und Protoplasma. Hohlräume, die durch Auflösung der Kalksubstanz der Pfeiler entstanden sind. Die einander entsprechenden Stellen der drei Schnitte *a, b, c* sind mit gleichen Zahlen bezeichnet. Sublimatessig, Thionin. Vergr. 70.

Fig. 15 *a, b*. Stämmchen mit einem horizontal davon abgehenden Ast; so angeschliffen, dass das Stämmchen (*st*) quer, der Ast *ae* längs getroffen ist. Fig. *b* die Fortsetzung von *a*. Übergang der Kammern des Stammes in den Hohlraum des Ästchens, an dessen Basis und Umbildung der Pfeiler zu Scheidewänden am Ende des Ästchens. Behandlung wie Fig. 6. Vergr. 30.

Fig. 16 *a, b, c, d*. Darstellung einiger Öffnungen am Ende der Ästchen; *a* zeigt eine, *b* zwei, *c* eine mit aus dem Inneren hervortretender Scheidewand *s*, *d* drei deutliche Öffnungen; bei *d* in der Tiefe eine undeutliche Scheidewand *s*. Vergr. 100.

Fig. 17 *a, b, c*. Ein Ästchen in drei verschiedenen Ansichten. *b* gegen *a* um 90° gedreht; *c* gegen *b* in der gleichen Richtung wie vorher um 90° gedreht. Die entsprechenden Stellen sind mit gleichen Zahlen bezeichnet. Einschluss in Kanadabalsam. Vergr. 150.

Fig. 18. Ästchen eines reich verzweigten Exemplars mit breiter Basis. Fünf Öffnungen *o* am Ende der Ästchen. *sp* Schwammspicula. Einschluss in Kanadabalsam. Vergr. 45.

Fig. 19. Splitter der Schalenwand bei sehr starker Vergrößerung. Einschluss in Wasser. Vergr. 1160.

Fig. 20. Querschnitt der Basis des Stammes einer mikrosphärischen Form. Protoplasma und Schalenhäutchen. *as* Ausbuchtungen und *e* Einbuchtungen der Kammern *K*. Behandlung wie Fig. 3. Vergr. 68.

Fig. 21. Partie des Protoplasmas einer entkalkten, peripherischen Kammer eines Stämmchens. Aus einem Querschnitt. *ks*, Kieselnadeln; *D*, Diatomeenschalen; verdaute Nahrungskörper braun angedeutet und weniger verdaute mit grünlicher Farbe bezeichnet, in Menge vorhanden. Hantelförmiger Körper, mit blauer Farbe bezeichnet, vielleicht Kernfragmente eines aufgenommenen Organismus. Alkohol abs., Thionin, Kanadabalsam. Vergr. 580.

Fig. 22. Stückchen einer Protoplasmapartie einer axial gelegenen Kammer. Alkohol abs., Thionin, Kanadabalsam. Vergr. 2250.

Fig. 23. Anfangskammer mit Kern einer megalosphärischen Form. *n*₁, wenig gefärbter centraler Theil des Kerns; *chr*, Binnenkörper; *n*₂, äußere Schicht des Kerns; *vc*, Vacuolen. Sublimat, Boraxkarmin, Kanadabalsam. Vergr. 1500.

Fig. 24. Kammer mit Kern einer megalosphärischen Form. Alkohol abs., Thionin, Kanadabalsam. Vergr. 580.



Fig. 8.

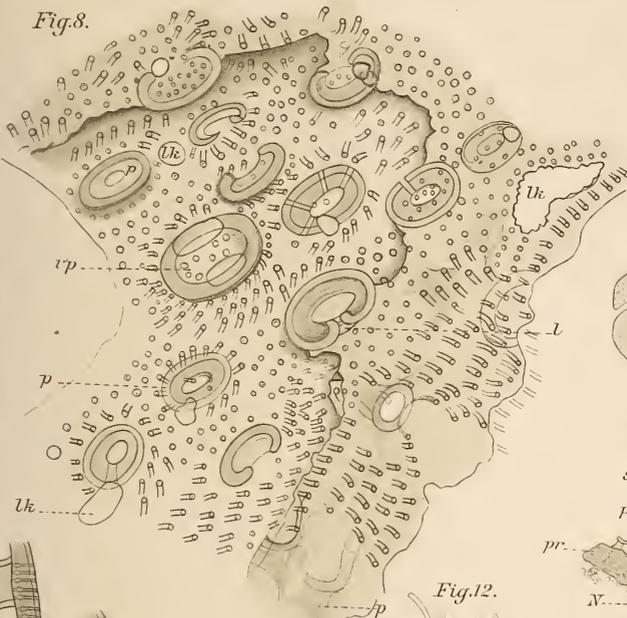


Fig. 10.

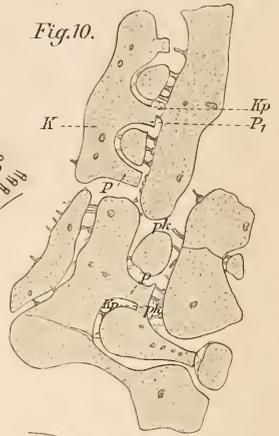


Fig. 11.

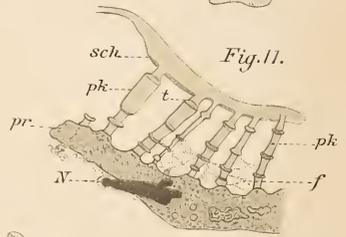


Fig. 12.

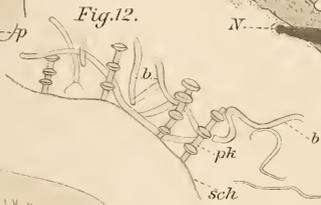


Fig. 9.

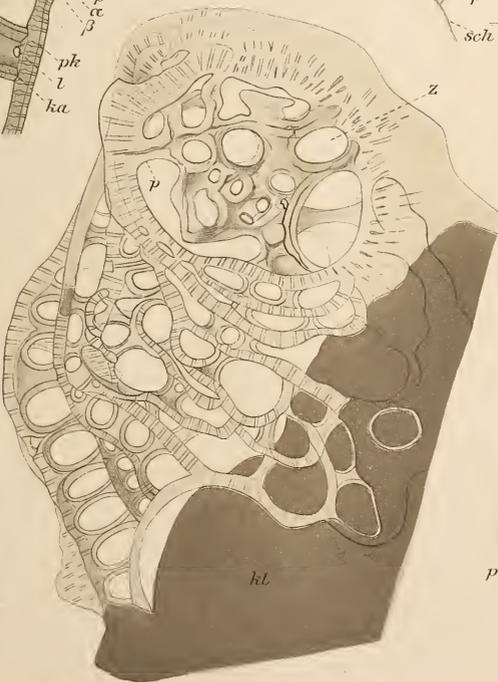


Fig. 13.

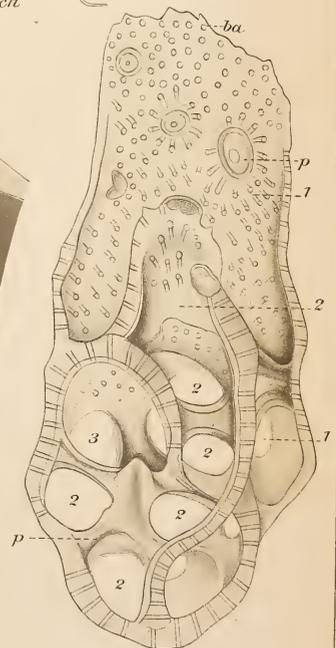


Fig. 7b

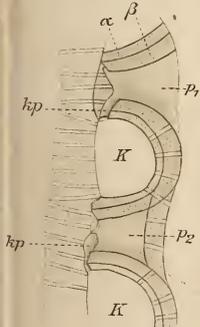


Fig. 20.

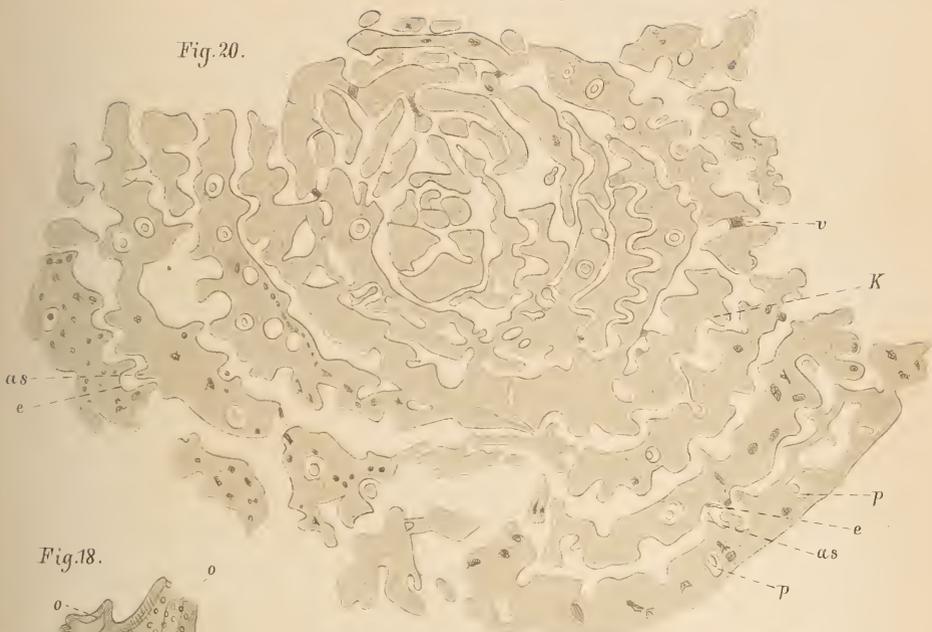


Fig. 18.

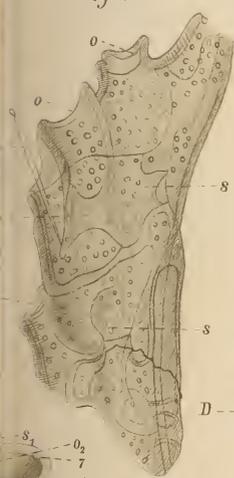


Fig. 22.



Fig. 21.

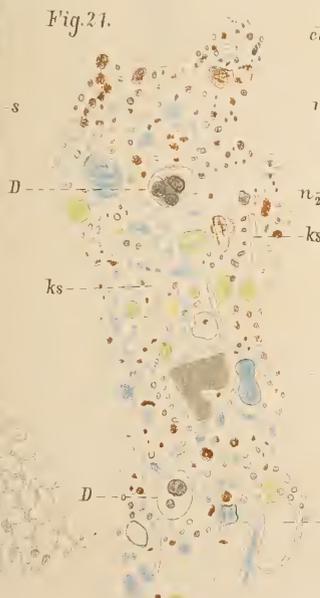


Fig. 23.

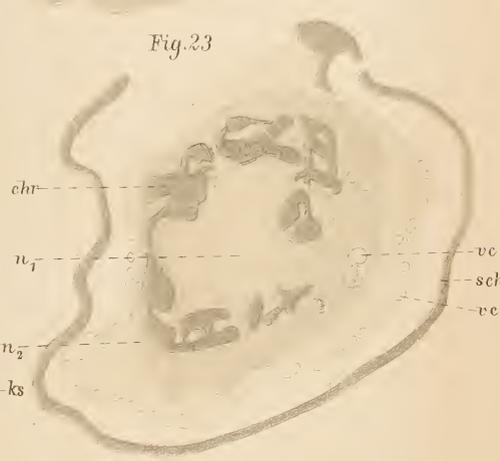


Fig. 19.

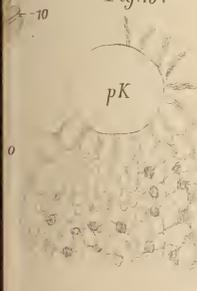
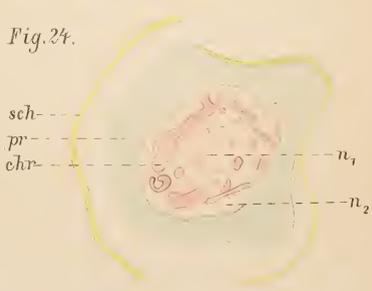
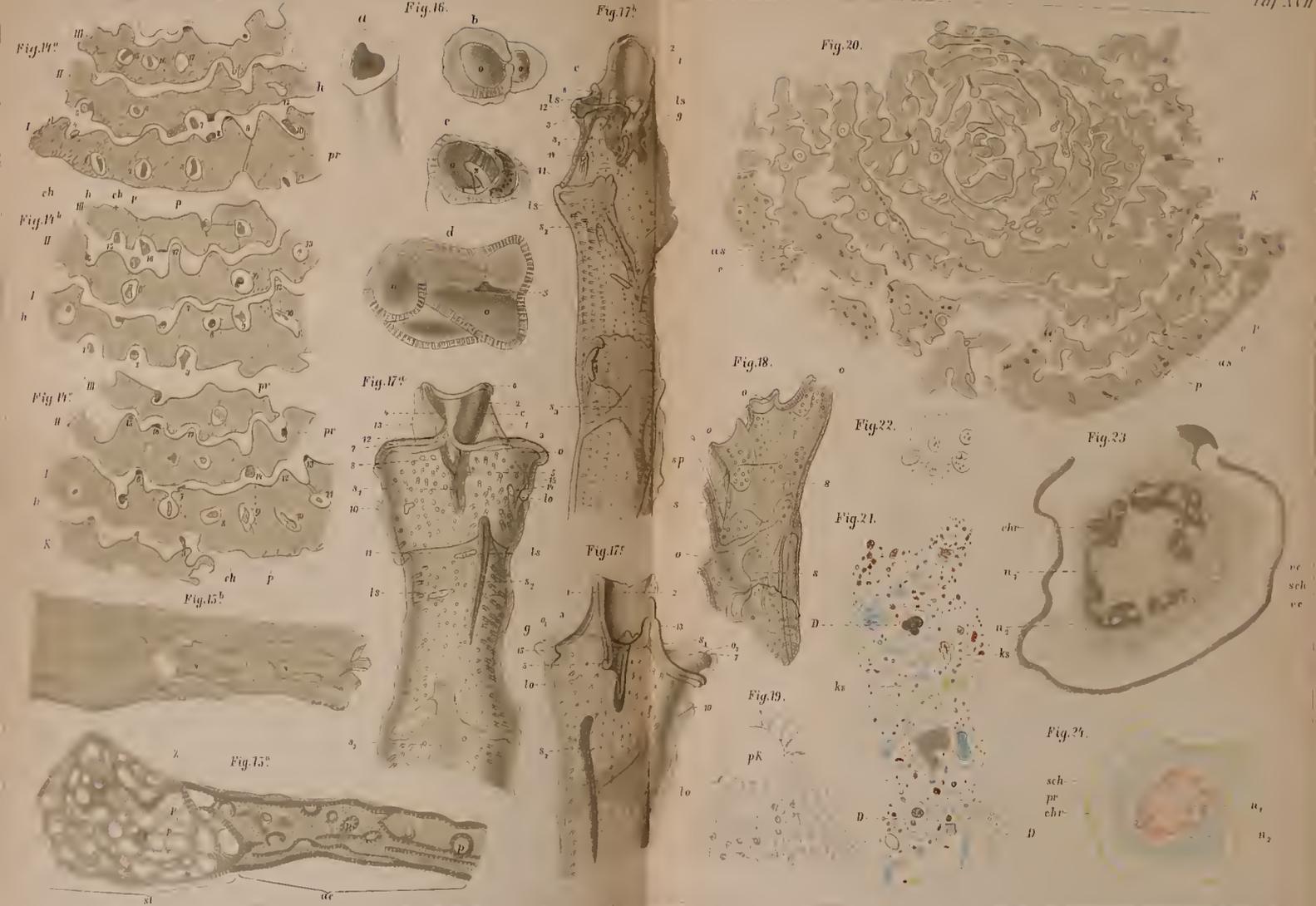


Fig. 24.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1899-1900

Band/Volume: [67](#)

Autor(en)/Author(s): Merkel Fr.

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis des Baues von *Polytrema miniaceum* Pallas sp. 291-322](#)