

Beiträge zur Kenntniss der Rhizopoden.

Von

Dr. Ludwig Rhumbler,

Privatdocent und Assistent in Göttingen.

II¹. *Saccammina sphaerica* M. Sars.

Erster Theil.

Mit Tafel XXI—XXIV.

Unter dem Rhizopodenmaterial, welches die »Sektion für Küsten- und Hochsee-Fischerei« auf den von ihr veranstalteten Nordseefahrten² gesammelt hat, fand sich eine so große Menge von *Saccammina sphaerica* M. Sars mit wohlerhaltenem Weichkörper, dass eine eingehendere Bearbeitung dieser Form auch in Bezug auf den Weichkörper Erfolg zu gewähren schien.

Ich bin dem damaligen Leiter dieser Nordseefahrten, Herrn Professor Dr. FRIEDRICH HEINCKE, welcher zugleich für die wissenschaftliche Verwerthung des gesammelten Materials Sorge zu tragen hatte, zu besonderem Danke verpflichtet, dass er mir das interessante Material überlassen hat. Es sei mir gestattet, diesem Danke hiermit öffentlichen Ausdruck zu verleihen.

Eben so muss ich hier mit aufrichtiger Dankbarkeit der mehrfachen Unterstützung gedenken, die mir im hiesigen zoologisch-zootomischen Institute von Seiten des Herrn Geheimrath Professor Dr. EHLERS zu Theil geworden ist.

Die Veröffentlichung vorliegender Arbeit, welche in mehreren Abschnitten schon seit Ende 1891 im Manuscript festgelegt ist, hat dadurch eine Verzögerung erfahren, dass ich lange Zeit hindurch die Hoffnung hegte, am Fundorte, von welchem die Saccamminen stammten,

¹ Nr. I in dieser Zeitschr. Bd. LII, p. 515—550; Taf. XXXII. 1894.

² Die beiden ersten im Herbst 1889 mit dem Dampfer »Sophie«, eine dritte im Herbst 1890 mit dem Dampfer »August Bröhan«.

durch Beobachtung von lebendem Material noch manche Lücken ausfüllen zu können, welche das abgetödtete Material im Laufe meiner Untersuchung offen ließ. Diese Hoffnung ist durch unvorhergesehene Zwischenfälle gescheitert. Ich bin somit gezwungen, nachstehende Arbeit in weit unvollendetere Form den Fachkreisen vorzulegen, als es Anfangs mein Wunsch war.

Material: Das mir überwiesene Material stammt von der norwegischen Südküste. Es wurde mit Sand und Schlick vermenget (am 14. August 1889) in dem Fjord von Christiansand aus einer Tiefe von 40—80 m vermittlems der zoologischen Dredge eingesammelt.

Konservirt ist es mit 96%₀igem Alkohol. Derselbe hat den Weichkörper unserer Form scheinbar sehr gut erhalten — wenigstens ergab FLEMMING'sche Lösung, welche ich auf der Fahrt des Dampfers »August Bröhan« zur Abtödtung der nah verwandten Astrorhiza selber anwenden konnte¹, kaum irgendwie andere Bilder, als mir das Alkoholmaterial der ersten Expeditionen lieferte², z. Th. waren die Bilder sogar augenscheinlich schlechter.

Es bleibe hier nicht unerwähnt, dass auch BÜTSCHLI³ die Alkoholkonservirung bei marinen Thalamophoren »zur Untersuchung der Kernverhältnisse und der Plasmastruktur nicht ungeeignet« fand; und eben so R. HERTWIG⁴ die Lücken, welche ihm die Untersuchung lebender Thalassicolriden gelassen hatte, nachträglich durch das Studium von Spiritusmaterial verringern konnte.

Nichtsdestoweniger musste im Folgenden immer mit eventuellen Deformationen durch den Alkohol überall da gerechnet werden, wo sich besonders starke Schrumpfungcn oder andere auffällige Erscheinungen an meinem Material zeigten.

Untersuchungsmethode. Außer den Exemplaren mit erhaltenem Weichkörper fand sich auch eine sehr große Zahl von ausgestorbenen Gehäusen. Diese waren trotz der oft verhältnismäßig großen Durchsichtigkeit der Gehäusewandung nicht ohne Weiteres mit Sicher-

¹ Die ersten Fahrten mit dem Dampfer »Sophie« habe ich nicht mitgemacht.

² Auch die kalkschaligen Foraminiferen haben sich in 96%₀igem Alkohol sehr gut konservirt, eine nachträgliche Entkalkung mit überschüssiger Pikrinschwefelsäure ergab brauchbare und augenscheinlich richtige Bilder von Kern und Weichkörper. Das auf ganz verschiedene Weisen abgetödtete Foraminiferenmaterial der Deutschen Planktonexpedition zeigt in analogen Fällen dieselben Erscheinungen wie das in Alkohol konservirte Material, wenn auch Einzelheiten in diesem Material durch besondere Behandlung öfters besonders stark hervorgetreten sind.

³ O. BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger mariner Rhizopoden. in: Morphol. Jahrb. Bd. XI. 1886. p. 78.

⁴ R. HERTWIG, Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig 1876. p. 43.

heit von den bewohnten Gehäusen zu unterscheiden. Zur Erleichterung der Untersuchung wurde daher jedes Mal eine große Zahl von Exemplaren gefärbt und in bekannter Weise in Nelkenöl übergeführt. Im Nelkenöl werden die Gehäusewandungen so durchsichtig, dass sich bei der gewöhnlichen Ausbildung der Schale jede Spur eines Weichkörpers im Innern derselben mit schwacher Vergrößerung erkennen lässt. Ausnahmsweise dunkel gefärbte Gehäuse wurden vorher 20—30 Minuten in Pikrinschwefelsäure gelegt, wobei das Gehäuse fast gänzlich farblos wurde, während der Weichkörper dabei in keiner Weise litt.

Als Färbemittel kamen anfänglich Pikrokarmine, Alaunkarmine, Boraxkarmine, verschiedene Hämatoxylinkompositionen und Safranin zur Anwendung; später wurden Weichkörper, welche mit Pikrokarmine gefärbt worden waren, mit Eosin-Methylgrünmischung¹ nachgefärbt und in Schnittserien zerlegt.

Zur Untersuchung des Weichkörpers wurde das Gehäuse mit Hilfe einer Nadel und einer feinen Pincette vorsichtig entfernt und derselbe nöthigenfalls unter Kompression in Nelkenöl untersucht oder geschnitten und in Kanadabalsam eingeschlossen. Andere Einschlussmittel waren hier nicht erforderlich.

Unter dem Material befanden sich 474 mit Weichkörper besetzte Gehäuse; von diesen Weichkörpern gehörten aber nur 287, wie sich bei näherer Untersuchung herausstellte, dem ursprünglichen Bewohner der Gehäuse an, während alle übrigen späteren Eindringlingen zugeschrieben werden mussten; die Menge der leeren Gehäuse überstiegt das Doppelte der angegebenen Zahl. Sie wurde zur Untersuchung des Schalenbaues in ausgedehntester Weise benutzt.

Ich muss vorausschicken, dass ich mit *Saccamina sphaerica* M. Sars die von F. E. SCHULZE aufgefundene *Psammospaera fusca* F. E. Schulze als Jugendform der *Sacc. sphaer.* vereinigen muss. Die Gründe für diese Vereinigung werden weiter unten nach Besprechung des Gehäusewachstums dargelegt werden (vgl. p. 462).

Die Litteratur über den zu behandelnden Rhizopoden ist nicht sehr groß; sie beschränkt sich ausschließlich auf Vorkommen und auf Gestalt und Bau der Schale — wenn mir in dem dänischen Texte nicht etwa nähere Details entgangen sind.

- 1) M. Sars, Fortsatte Bemærkninger over det dyriske Livs Udbredning i Havets Dybder. Vidensk. Selsk. Forhandl. for 1868. p. 248.
- 2) G. O. Sars, Undersøgelser over Hardangerfjordens Fauna. I. Crustacea etc. Vidensk. Selsk. Forhandl. for 1874. p. 230.

¹ Vgl. RUMBLER, Eine Doppelfärbung zur Unterscheidung von ursprünglich lebender Substanz und von abgestorbenen oder anorganischen Substanzen nach ihrer Konservirung. Zool. Anz. Jahrg. 1893. Nr. 411 u. 442.

- 3) F. E. SCHULZE, Zoologische Ergebnisse der Nordseefahrt vom 24. Juli bis 9. September 1872. I. Rhizopoda. in: Jahresbericht Komm. wiss. Unters. der deutschen Meere. 1874. p. 413. Taf. II, Fig. 8 a, f.
- 4) CARPENTER, The microscope and its revelations. 5. Edit. London 1875. p. 532. Fig. 272 a, b, c. (War mir nicht zugänglich.)
- 5) BRADY, Notes on some of the reticularian rhizopoda of the Challenger Expedition. I. On new or little known arenaceous types. in: Quart. Journ. Microsc. Science. Vol. XIX. N. S. 1879. p. 27. pl. IV, fig. 1, 2.
- 6) DR. R. HAEUSLER, Notes on some upper jurassic Astrorhizidae and Lituolidae. in: Quart. Journ. geolog. soc. Vol. XXXIX. London 1883. p. 26. pl. II, fig. 4.
- 7) H. B. BRADY, Report on the foraminifera dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873—1876. in: Rep. scient. res. voy. H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. IX. 1884. p. 249—254 (Pl. XVIII, Fig. 1—8); p. 253—254 (Pl. XVIII, Fig. 11—17).
- 8) H. B. BRADY, Synopsis of the British recent Foraminifera. Journ. Roy. Micr. Soc. (London) Vol. VII. 1887. ser. 2. p. 387.

A. Das Gehäuse.

1. Äußere Form desselben.

Das stets einkammerige Gehäuse von *Saccamina sphaerica* M. Sars ist seiner Gestalt nach mehr oder weniger kuglig; es besteht aus kleinen — in Beziehung zur Schale aber oft relativ großen — Sandkörnchen, welche durch eine gelbbraune oder graubraune Kittmasse zusammengehalten werden.

Das Gehäuse steht mit der Außenwelt durch eine, sehr selten durch zwei, enge Mündungen in Verbindung. Diese Mündung liegt bei erwachsenen Gehäusen meist auf einer zitzenförmigen Hervorragung der Gehäusewandung — diese Hervorragung werde ich in der Folge als Pylontubus bezeichnen —, zweimal wurden jedoch auch Gehäuse mit je zwei Pylontuben beobachtet.

Die jugendlichen Exemplare, *Psammosphaera fusca* F. E. SCHULZE (1874), BRADY (1879), HAEUSLER (1883), unterscheiden sich durch die versteckte Lage ihrer Öffnung, die anstatt auf zitzenförmigen Hervorragungen zwischen den Bausteinen des Gehäuses versteckt liegt.

Jugendliche Gehäuse zeigen innen und außen eine mehr oder weniger raue Oberfläche, während ältere Gehäuse auf beiden Flächen meist sehr glatt sind.

Die frühesten Jugendstadien der Gehäuse sind von den erwachsenen nicht unerheblich verschieden; siehe Primitivgehäuse p. 447 u. ff.

2. Sind außer den größeren Mündungen noch kleinere Porenkanäle in der Schalenwand vorhanden?

Als ich zuerst die Gehäuse von *Saccamina* näher zu untersuchen begann, gelang es mir nicht, irgend welche Öffnungen in der

Gehäusewand zu entdecken, ich bestimmte daher die Form anfänglich als *Psammosphaera fusca*, von welcher F. E. SCHULZE (loc. cit.) angiebt, dass mit bloßem Auge keine Öffnung wahrzunehmen sei¹. Erst nachdem ich bei einem ausgewachsenen Exemplar die auf einer zitzenförmigen Erhebung liegende Öffnung erkannt hatte, wurde mir das Auffinden der Mündung auch bei den jugendlichen, rauhen Exemplaren nicht sehr schwer².

In den ausgewachsenen Gehäusen hatte nämlich meist der Weichkörper seinen vorderen Theil in den Pylontubus vorgestreckt, so dass ich auch bei den rauhesten jugendlichen Exemplaren nur den Vorstülpungen der Sarkode zu folgen brauchte, um zu der Schalenöffnung zu gelangen; so fand ich denn auch in den jugendlichen Schalen die Mündung. Meist nur eine, welche in ihrer Ausdehnung zwischen 0,1425 und 0,2850 mm schwankte; einige Male aber auch zwei von derselben Größe an verschiedenen Stellen des Gehäuses. Es entstand nunmehr die Frage, ob außer diesen größeren Öffnungen noch kleinere vorhanden seien, welche den Poren der Perforaten gleichgesetzt werden könnten. Aus dem Challengerbericht von BRADY war hierüber nicht Gewissheit zu erlangen und sonst war in der Litteratur nichts von derartigen Öffnungen erwähnt. An der in Betracht zu ziehenden Stelle (loc. cit. p. 250) sagt BRADY:

»It has been the custom to consider that the tests of the arenaceous Rhizopoda are of necessity imperforate; in other words, that except the general pseudopodial orifice the investment is non-porous and the fact of these specimens having no general aperture created a doubt as to their Foraminiferal character. But it is now well understood that the term 'imperforate' is only applicable to a limited number of genera, and that some at least of the sandy forms, have more or less porous tests, though, owing to their composite texture and the irregularities of the surface, the orifices are but little apparent on the exterior.«

Diese allgemeinen Mittheilungen erleichterten mir in keiner Weise das Auffinden der etwa vorhandenen Poren. Zertrümmern der Schale und mikroskopische Prüfung der Schalenstücke ließ außer den erwähnten Öffnungen keinerlei Poren zur Erkenntnis gelangen. Diese Untersuchungsmethode litt aber an Unsicherheit, da sich zwischen den Kanten der Steinchen feinere Poren leicht dem Auge hätten verbergen können. Ich machte daher folgende zwei Versuche, welche mir Ge-

¹ F. E. SCHULZE hat wohl überhaupt auch mit bewaffnetem Auge keine Öffnungen in der Schale gesehen; er erwähnt sie wenigstens in seiner kurzen Diagnose an keiner Stelle.

² Da ich zwischen den kleinen ganz rauhen und den glatten größeren Gehäusen alle denkbaren Zwischenformen auffand, so war ich im Vornherein nicht im Zweifel darüber, dass ich es nur mit einer Form zu thun hatte.

wissheit über die Abwesenheit von kleinen Poren in der Schalenwandung von *Saccamina* und ihrer Jugendform *Psammospaera* verschafften.

Zuerst wurde eine Reihe von *Saccaminagehäusen* an der Luft oder in trockener Wärme vollständig ausgetrocknet. Die ausgetrockneten Gehäuse wurden hierauf auf einem hohlgeschliffenen Objektträger mit konzentriertem Glycerin übergossen und, mit einem Deckgläschen überdeckt, unter das Mikroskop gebracht. Hierbei hielt sich die, während des Austrocknens in das Gehäuse eingetretene Luft vollständig innerhalb des Gehäuses. Setzte ich aber nunmehr dem Glycerin starken Alkohol (ca. 96%igen) hinzu, so wurde die Luft, sobald der Alkohol an das Gehäuse herantrat¹, in allmählichem, der Beobachtung zugänglichem Verlaufe aus dem Gehäuse ausgetrieben. Es zeigte sich hierbei aber, dass nur aus den Hauptöffnungen Luftblasen aufstiegen — ein Hervorquellen derselben aus der Kittsubstanz, wo ja allein die Anwesenheit von Poren denkbar war, fand nicht statt. Es war von Anfang an nicht erwartet worden, dass die ganze im Inneren des Gehäuses eingeschlossene Luftblase durch die etwa vorhandenen kleinen Poren nach außen gedrängt werden würde, denn dazu musste die Oberflächenspannung der Luftblase zu groß werden; nur die in den Porenkanälen selbst enthaltene Luft hätte durch den Alkohol verdrängt werden müssen. Dass diese Annahme richtig war, bewiesen auf das schlagendste poröse Steinchen, welche in die Gehäusewand eingefügt waren. Aus ihnen perlte die Luft hervor, als wenn man kohlen sauren Kalk mit Säure übergossen hätte². Dasselbe Bild wie diese Steinchen boten Stücke oder ganze Schalen von ausgetrockneten kalkschaligen Perforaten dar, wenn sie auf dieselbe Weise mit Glycerin und Alkohol behandelt wurden. Ich vermochte Poren bis zu 0,00524 mm auf diese Weise kenntlich zu machen. Der angegebene Versuch erwies sich dem zufolge als vollständig beweiskräftig; er stellte klar, dass in dem *Saccamina*-Gehäuse keine Poren vorhanden sind; denn die genaueste Beobachtung mit stärkeren Vergrößerungen ergab niemals ein Aufsteigen von Luftblasen im Bereiche der Kittsubstanz.

Zweitens wurden Gehäuse mit gut ausgebildetem Pylontubus in Nelkenöl eingelegt, so dass sie sich ganz damit anfüllten. War dies geschehen, so wurden die Gehäuse vermittels einer feinen Pincette in

¹ Dies dauert immer einige Zeit. Man nehme daher wenig Glycerin und beschleunige das Vordringen des Alkohols durch Absaugen des Glycerins mit Fließpapierstückchen.

² Es wird hierauf bei ähnlichen Versuchen immer zu achten sein, da sonst leicht durch den Versuch Poren vorgetäuscht werden könnten.

absoluten Alkohol derart eingetaucht, dass nur noch die auf dem Pylomtubus gelegene Mündung über die Oberfläche des Alc. abs. hervorragte und somit das im Innern des Gehäuses befindliche Nelkenöl der Einwirkung des Alc. abs. entzogen war. Der Alkohol wusch dabei das auf der Außenwand des Gehäuses befindliche Nelkenöl ab, während das Innere desselben mit Nelkenöl gefüllt blieb. (Bei diesem Abwaschen ist Vorsicht nötig.) Brachte ich nun die mit Nelkenöl gefüllten Gehäuse in 70%igem Alkohol unter das Mikroskop, so konnte ich sicher auf eine schnelle Diffusion zwischen dem im Gehäuse befindlichen Nelkenöl und dem äußeren 70%igen Alkohol zählen, falls Poren in der Gehäusewand von *Saccamina* vorhanden waren. Eine solche Diffusion hätte sich sofort durch die Trübung, welche der wasserhaltige (70%ige) Alkohol beim Zusammentreten mit dem Nelkenöl erfahren hätte, kundgeben müssen. Die Trübung trat aber nur in der Umgebung des Pyloms ein; eine Diffusion der beiden Medien fand also durch die Gehäusewand hindurch nicht statt; folglich beweist auch dieser Versuch die Abwesenheit von Poren in dem Gehäuse der *Saccamina*¹.

Ein dritter Beweis für die Solidität der Schale vgl. auf p. 454.

3. Zusammensetzung der Gehäusewand.

Die Steinchen, welche die Gehäusewand zusammensetzen, sind der Größe nach außerordentlich verschieden. Es sind meistens helle durchscheinende Quarzkörnchen, durch die man die Sarkode, wo eine solche erhalten ist, oft hindurchschimmern sieht. In Fällen, wo das Gehäuse aus lauter kleinen Steinchen zusammengesetzt ist, hindert das enge Netz der Kittsubstanz den freien Einblick in die Schale. Ein oder das andere Steinchen, meist jedoch nur ein einzelnes, kann sogar den Durchmesser des übrigen Gehäuses der Größe nach überschreiten, so dass dann das Gehäuse auf dem betreffenden Steinchen festgewachsen erscheint. Nicht selten sind andere, wohl immer leere *Saccaminaschalen* in die Gehäusewand mit eingemauert, wodurch das Bild einer zwei- oder mehrkammerigen Schale vorgetäuscht werden kann: Zwischen solchen zusammengekitteten Gehäusen wurde nie eine innere Verbindung von mir aufgefunden, auch fand ich immer nur in einer derselben einen

¹ Da der Pylomtubus in Folge seiner Schwere bei der Beobachtung im Uhrschälchen meist nach unten sank und das trübende Nelkenöl außerdem schwerer als Alkohol ist, so blieb die obere Gehäuseoberfläche auch dann noch ungestörter Beobachtung zugänglich, wenn sich schon der Grund des Uhrgläschens in Folge des aus dem Pylomtubus austretenden Nelkenöls erheblich getrübt hatte. Die obere Gehäusefläche konnte so stundenlang klar bleiben. Ein Zerdrücken des mit Nelkenöl gefüllten Gehäuses bewirkte eine augenblickliche Trübung des gesamten Alkohols.

typischen Saccaminaweichkörper, die anderen waren leer oder mit späteren Eindringlingen besetzt; sie müssen demnach als bloßes Baumaterial einer streng monothalamen Rhizopodenform aufgefasst werden.

Um ein Beispiel der verschiedenen Größenverhältnisse der Bausteine eines Gehäuses zu geben, lasse ich hier die verschiedenen Maße der Bausteine eines beliebigen mittelgroßen Gehäuses von 1,5 mm Durchmesser folgen.

Das Gehäuse bestand aus:

- 1) 1 Stein von 0,4920 mm Länge,
- 2) ca. 20 Steinen von 0,1080—0,2160 mm,
- 3) ca. 100 Steinen von 0,0480—0,0300 mm,
- 4) aus einer sehr großen, sich der Schätzung entziehenden Zahl von Steinchen, welche überall in die Kittmasse eingesenkt waren und nur eine Größe von 0,00596—0,00894 mm aufwiesen; ich nenne sie in der Folge, da sie, wie gesagt, ganz in die Kittmasse eingetaucht sind und mit ihr gleichsam eine »Mörtelmasse« bilden, »Mörtelsteinchen«.

Nur bei noch nicht ausgewachsenen Gehäusen oder nur an vereinzelten Stellen von solchen, die ihrer Größe wegen für ausgewachsen gelten können, stoßen die unter 1) und 2) angeführten Steine direkt an einander und sind dann an ihren Berührungspunkten durch braune Strecken von Kittmasse verbunden (Taf. XXI, Fig. 3 und 5). Meist sind Steine der dritten Kategorie zwischen sie gelagert und auch diese sind, wenigstens bei ausgewachsenen oder dem Ende ihres Wachstums nahestehenden Gehäusen nicht direkt mit einander verbunden, sondern die ganz kleinen, an vierter Stelle genannten Steinchen vermitteln, mit der Kittsubstanz zur »Mörtelmasse« vereint, ihren Zusammenhalt.

Im Übrigen besteht nicht jedes Gehäuse aus so verschiedenartig großen Steinen, wie das angeführte Exemplar; das eine Thier hat sich manchmal nur aus kleinen Steinen (etwa Größe 3) seine Wohnung aufgebaut, während ein anderes nur große Steine und Mörtelsteinchen dazu verwendet hat, ein drittes zeigt an einer Stelle des Gehäuses bloß große Bausteine, an einer andern nur kleine, so dass eine außerordentliche Verschiedenheit nicht nur zwischen der Bauart verschiedener Gehäuse, sondern auch in dem örtlichen Gefüge ein und desselben Gehäuses angetroffen wird (Taf. XXI, Fig. 2—9). Durch die Gestaltungs- und Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Bausteine erscheint ein Gehäuse mehr oder weniger rauh oder glatt. Je größer ein Gehäuse ist, desto glatter ist es in der Regel, was durch die später zu schildern- den, von Gehäusen sehr verschiedener Größe abstrahirten Wachstums- vorgänge zur Genüge erklärt werden wird. Dies gilt nicht nur von der Außenwand des Gehäuses, sondern auch von seiner Innenfläche.

Schließlich bleibt noch zu erwähnen, dass auch hier wie bei den Süßwassermonothalamien¹ Schalenverzerrungen der verschiedensten Art vorkommen, welche wohl auf Wachsthumshemmungen oder noch nicht vollendetes Wachsthum einzelner Gehäusetheile zurückzuführen sein dürften (Taf. XXII, Fig. 16).

4. Die Kittsubstanz.

Da, wo recht große Steine ohne Vermittelung kleinerer Steinchen an einander stoßen, lässt sich das Aussehen der Kittsubstanz am leichtesten untersuchen. Man bricht am besten ein geeignetes Gehäuse aus einander und sucht sich eine derartige Stelle aus. Die Kittsubstanz zeigt hier in der Regel ein chagrinartiges Aussehen; sie ist braun und ausnahmslos nur da anzutreffen, wo sich die Steinchen unmittelbar berührt haben². Der Charakter des Chagrins ist ihr durch den Abdruck der minimalen Unebenheiten der zusammengehaltenen Steinchen verliehen worden. Wenn es der Zufall will, dass man eine Stelle findet, wo scheinbar zu dem Aneinanderkitten der Steine zu viel Kittmasse verwendet wurde, so dass noch Kittmasse über die Berührungsflächen der Steine hinausfloss, dann erscheinen die übergeflossenen Partien ganz glatt; sie sind braun, etwas durchscheinend, sie sehen ganz wie erstarrter gewöhnlicher Leim aus, sind also vollständig homogen.

Nur selten sind die größeren Steinchen so zusammengelagert, dass sie sich mit ebenen Flächen einander berühren. Meist stoßen sie nur mit einer Kante an einander, so dass zwischen ihnen ein nach außen gerichteter winkelliger Spalt offen bleibt (Taf. XXI, Fig. 3 †), dessen Scheitel durch die Berührungskante der Steinchen gebildet wird. Solche Spalten sind dann, wenigstens bei größeren Exemplaren, mit Mörtelmasse und kleineren Steinchen ausgefüllt.

5. Verhalten der Kittsubstanz gegen einige chemische Reagentien.

Behandlung mit Säuren entfärbt die Kittsubstanz, und da von ihr auch die Färbung des Gehäuses abhängt, auch dieses bei längerer Einwirkung gänzlich; am raschesten die Mineralsäuren. Die Essigsäure entfärbt die Kittsubstanz jedoch gar nicht. Mit ihrer Entfärbung wird die Kittsubstanz fast unsichtbar; sie wird farblos und lässt sich dann von den Steinchen, welche sie zusammenhält, nicht mehr unterschei-

¹ Vgl. RHUMBLER, Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. I. Diese Zeitschr. Bd. LII. p. 540.

² Eine gemeinsame Grundmasse, wie sie sich bei den Süßwassermonothalamien (wohl ohne Ausnahme) als Einbettungsschicht für die Bauelemente findet, ist bei *Saccamina* also nicht vorhanden.

den. Entwicklung von Kohlensäure trat bei Behandlung der Kittsubstanz mit Säuren nie ein, so dass kohlenaurer Kalk in der Kittsubstanz von *Saccamina* in erheblichen Mengen nicht vorkommt¹.

Durch Kochen mit konzentrierter Salpeter-, konzentrierter Salz- und konzentrierter Schwefelsäure wird die Kittsubstanz vollständig gelöst, so dass nach dem Kochen die einzelnen Steinchen des Gehäuses als feiner Sand neben einander liegen, ohne dass ihnen, selbst den kleinsten Mörtelsteinchen auch nur die geringste Spur der Kittsubstanz noch anhaftet. Dagegen verändert selbst sehr langes Kochen in Eisessig die Gehäuse in keiner sichtbaren Weise.

Die erstgenannten konzentrierten Mineralsäuren lösten in kaltem Zustande die Kittsubstanz selbst nach mehrtägiger Einwirkung nicht. Die Gehäuse behielten ihre Form bei, ohne zu zerfallen, sie waren aber trotzdem nicht unverändert geblieben, sondern außerordentlich brüchig geworden; so war es nicht mehr möglich, sie mit der Pincette zu fassen, was bei den ursprünglichen Schalen ohne jede Gefahr geschehen konnte².

Verdünnte Säuren bringen selbst bei längerem Kochen die Schalen nicht zum Zerfall; sie werden aber auch hier brüchig. Dasselbe gilt für längere Einwirkung von kalten verdünnten Säuren.

Längeres energisches Kochen mit stark konzentrierter Natron- und Kalilauge löst die Kittsubstanz in derselben Weise wie das Kochen mit konzentrierter Salpeter-, Salz- und Schwefelsäure. Die Färbung erhält sich aber hier so lange, bis das Gehäuse in seine Bestandtheile aus einander fällt, d. h. bis zur gänzlichen Auflösung der Kittsubstanz; ja in der ersten Zeit des Kochens tritt die Färbung deutlicher hervor.

Längeres Kochen in 10%iger Kalilösung macht die Gehäuse nur brüchig; eben so werden sie bei kalter Anwendung von selbst stark konzentrierter Kalilauge nur brüchig. Die braune Färbung bleibt dabei bestehen.

Ein längeres Glühen³ auf dem Platinblech und vor der Löthrohr-

¹ Von anderen sandschaligen Formen haben z. B. die Textularien eine von kohlenaurer Kalk durchsetzte Kittmasse.

² Die Schalen sind ursprünglich so fest, dass man sie von Tischhöhe herunterfallen lassen kann, ohne dass der Fall ihnen etwas schadet. Wenn sie trocken sind, springen sie dabei wie ein elastischer Gummiball in immer kleiner werdenden Sätzen weiter, bevor sie zur Ruhe kommen. Nach Behandlung mit Säuren und in allen Fällen, wo ich sage, dass die Schalen brüchig wurden, zerbarsten sie meist schon in Stücke, wenn ich sie nur von einem Uhrschälchen in ein anderes rollen lassen wollte.

³ Das Glühen der Schalen möchte ich auch für das Studium der kalkschaligen

flamme bringt die Gehäuse nicht zum Zerfall, sie werden auch hierbei nur brüchig. Ihre braune Farbe ändert sich aber während der Rothgluth in die rothe bis braunrothe Färbung der Ziegelsteine um. Diese Verfärbung beruht ohne Zweifel auf der Umwandlung der gefärbten Bestandtheile der Kittmasse, welche, wie ich später zeigen werde, aus irgend einem Eisenoxydsalze besteht, das wohl zu Eisenoxyd umgewandelt wird.

Bei Anwendung der seither genannten Reagentien lässt sich ein Unterschied im Verhalten der, die größeren Steine zusammenhaltenden, Kittmasse und des, die Fugen ausfüllenden, Mörtelcements nicht feststellen. Wenn die eine gelockert wurde, so hatte in demselben Grade auch die Festigkeit der anderen abgenommen; verschwand die eine, so war auch die andere nicht mehr nachzuweisen. Man sollte deshalb Kitt- und Mörtelmasse für ein und dieselbe Substanz halten. So sehr viel Wahrscheinliches eine solche Meinung ohnedies von vorn herein hat, so muss doch irgend welche Modifikation die beiden Substanzen unterscheiden. Bringt man nämlich Stücke von Saccaminengehäusen auf beliebige Zeit in Methylgrün-Eosingemisch — Stücke, damit die Farbe von allen Seiten gleichen, ungehinderten Zutritt hat — so färbt sich die Mörtelmasse in den weitaus meisten Fällen sehr stark violett, blaugrün oder grün, und bleibt nur in seltenen Fällen, scheinbar nur bei alten Gehäusen oder alten Gehäusetheilen, ungefärbt¹.

Die zwischen den größeren Steinen befindliche Kittmasse nahm dagegen niemals irgend welche Farbe an. Nun wäre es sicher das Einfachste, diesen Ausfall der Färbbarkeit auf das höhere Alter der Kittmasse zurückzuführen, die nach unseren späteren Auseinandersetzungen weit früher zur Abscheidung kommt, als die Mörtelmasse; ist doch eine Färbbarkeit jugendlicher Kittmassen auch bei den Süßwasserthalamophoren sehr weit verbreitet, wenn nicht allgemein; und hört doch auch bei ihnen die Färbbarkeit der Kittsubstanz mit dem Alter bis zum Zerfall des Gehäuses auf.

Formen auf das angelegentlichste empfehlen. Es treten dabei die feinsten Skulpturverhältnisse (Beobachtung mit Oberlicht) in wunderbarer Klarheit zu Tage. Die Bestimmung der Foraminiferen wird hierdurch um Vieles erleichtert; auch lassen sich dabei Einzelheiten in der Schalenskulptur erkennen, welche sonst dem Auge gänzlich verborgen bleiben. Leider sind aber derartig geglühte Exemplare sehr vergänglich.

¹ So hat sich bei dem Gehäuse Taf. XXI, Fig. 44 (das ich erst, nachdem es in der vorliegenden Form abgezeichnet war, mit Methylgrün-Eosingemisch behandelt habe) in dieser Flüssigkeit der während des Wachstums vorgeschobene jüngere Theil B intensiv blaugrün gefärbt, während der ältere Theil A seine braune Farbe unverändert beibehalten hat.

Ich werde aber später zeigen, dass die Kittmasse schon bei ihrem ersten Auftreten dieselbe Resistenz gegen die Annahme von Farbstoffen an den Tag legt. Sie tritt nämlich zuweilen in Gestalt kleinster nebelartig zusammengescharter Tröpfchen in der äußersten Schicht der Sarkode zu mehr oder weniger großen Partien zusammen und zeigt von Anfang an die grüngelb-bräunliche Färbung älterer Kittmassen, so dass eine Verkenennung ihrer Natur unmöglich ist; sie verhält sich aber, wie gesagt, auch hier schon gegen die Annahme künstlicher Farbstoffe absolut ablehnend.

Dieser Widerspruch wird wohl am einfachsten und wahrscheinlichsten durch die Annahme gelöst, dass Kitt und Mörtelmasse zwar ein und derselben Herkunft sind, dass aber die Kittmasse erst auf einem späteren Ausbildungsstadium zur Abscheidung kommt, dass sie, anders ausgedrückt, ihr chromophiles Jugendstadium zu der Zeit bereits schon hinter sich hat, wo sie durch ihre bräunliche Färbung und ihre Resistenz gegen Farbstoffe in der Grenzschicht der Sarkode erkennbar wird. Der Mörtelkitt würde dem entsprechend auf dem früheren Stadium der Färbbarkeit abgeschieden werden und erst allmählich in das unfärbbare Stadium der Kittmasse eintreten. Ob eine solche Auffassung zulässig ist, muss dahingestellt bleiben. Ich lasse also die hier angeregte Frage in suspenso, betone aber nochmals, dass sich beide Substanzen gegen alle anderen angeführten Reagentien genau gleich verhielten; es gilt deshalb auch das Nachstehende für Kittsubstanz und Mörtelmasse in gleicher Weise.

Aus dem Verhalten der Kittsubstanz gegen Säuren und Alkalien lässt sich auf die Zugehörigkeit derselben zu irgend einer bekannten organischen Verbindung mit Sicherheit nicht schließen; wenigstens ist mir keine solche bekannt, mit welcher ihr Verhalten in jeder Hinsicht übereinstimmen würde. Gegen die Beiordnung zum Chitin, mit dem sie äußerlich viel Ähnlichkeit hat, spricht ihre Löslichkeit in kochender, stark konzentrierter Kalilauge, ihr Brüchigwerden in verdünnten Alkalien und wohl auch ihre Beständigkeit gegen Rothgluthitze. Sie unterscheidet sich außerdem von dem Chitin noch dadurch, dass sie sich im Methylgrün-Eosingemisch niemals roth färbt, was bei dem Chitin der Fall zu sein pflegt, wenn ich aus dem diesbezüglichen Verhalten von leeren Ostracoden- und Insektenpanzern auf eine solche Eigenschaft des Chitins schließen darf¹.

Cellulose, welche sich nach neueren Untersuchungen oft mit dem

¹ Eine andere als grellrothe Färbung habe ich bei den genannten Materialien nie wahrgenommen, doch blieben sie manchmal gänzlich ungefärbt, auf keinen Fall trat jemals eine Blau-, Violett- oder Blaugrünfärbung ein.

Chitin vereinigt findet¹ und deshalb auch als Beimengung von anderen chitinartigen thierischen Substanzen nicht undenkbar wäre, vermochte ich in der Kittsubstanz von *Saccamina* nicht nachzuweisen. Ich erhielt nach Anwendung von Jod und Schwefelsäure keine blaue oder violette Färbung; eben so blieb die Anwendung von Chlorzinkjodlösung ohne jeglichen Erfolg.

Der Versuch durch Jodlösung etwa Ansatzstellen von neuer Kittsubstanz aufzuspiiren, wie mir das bei den Süßwassernebeliden geglückt ist (diese Zeitschr., Bd. LII, p. 529), gelang ebenfalls nicht. Das Gehäuse wurde aber auch in Jodlösung überaus brüchig. Die Löslichkeit der Kittsubstanz in kochender stark concentrirter Kalilauge dürfte dieselbe in die Gruppe der Hornsubstanzen verweisen; es handelt sich dabei möglicherweise um eine zu dieser Gruppe gehörige, ganz neue eigenartige Verbindung.

Das Brüchigwerden der Gehäuse in kalten (concentrirten und verdünnten) Säuren und Alkalien, in kochenden verdünnten Säuren und Alkalien, sowie nach dem Glühen, könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass die Kittsubstanz aus einem Gemenge zweier oder mehrerer chemischen Verbindungen besteht, von denen die eine der Einwirkung der genannten Reagentien trotzt, während die andere durch sie gelöst wird. Die zurückgebliebene Substanz würde alsdann ohne Mithilfe der gelösten, die Bausteine zusammenzuhalten haben; die Festigkeit der Kittmasse könnte somit nach Wirkung der genannten Reagentien nicht mehr die frühere sein.

Wenn die Annahme einer Komposition der Kittmasse aus zwei Substanzen wirklich angängig ist, so möchte ich für die, den Reagentien weichende Masse eine protoplasmatische Natur in Anspruch nehmen². Einmal stände ihr geschildertes chemisches Verhalten mit einer solchen Annahme in keinem Widerspruch, dann aber sind auch die Schalenwandungen der kalkschaligen Foraminiferen, wie ich annehmen muss, stets von protoplasmatischen Massen durchdrungen³; dass die Süß-

¹ Vgl. z. B. Dr. H. AMBRONS, Cellulose-Reaktion bei Arthropoden und Mollusken. in: Mittheilungen der Zool. Station zu Neapel. Bd. IX. 1890. p. 473.

² Die Annahme der genannten zwei Substanzen ließe sich recht gut mit der ausgesprochenen Vermuthung in Einklang bringen, dass es sich hier um eine Art Hornsubstanz handelt. Die Verhornungsprocesse ergreifen ja auch sonst wohl, z. B. in der Epidermis, allmählich den ganzen Zelleib, so dass auch hier protoplasmatische und hornige Substanzen, wenigstens zeitweilig in engster Vermischung neben einander vorkommen müssen. Auch die gleich zu erörternde Einlagerung des Eisenoxydsalzes findet ihr Analogon in dem Eisenoxydreichthum anderer animalischer Hornbildungen (Haare, Federn etc. etc.).

³ Gewöhnlich werden bei der Entkalkung der Schale die protoplasmatischen Bestandtheile derselben gewaltsam zerstört. Will man dieselben erhalten, so härte

wassermonothalamien in ausgiebigster Weise protoplasmatische Substanzen zu Kittzwecken bei ihrem Gehäusebau verwerthen, habe ich früher schon dargethan¹.

Als eine Beimengung ist dann ferner jene Substanz der Kittmasse zu bezeichnen, welche Träger der braunen Färbung ist. Sie lässt sich schon mit sehr schwachen Säuren, welche die Festigkeit des Gehäuses sonst in keiner merklichen Weise alteriren, aus der Kittsubstanz ausziehen². (Oben wurde bereits die Pikrinschwefelsäure als praktisches Mittel zur Entfärbung der Gehäuse genannt. Vgl. p. 435.) Alkalien widersteht die Färbung. Eine Behandlung mit chemisch reiner Salzsäure (ganz kurze Zeit) und hierauf Überführung in gelbes Blutlaugensalz verwandelt die braune Färbung in intensives Blau. Diese Substanz ist demnach, wie schon mehrfach von anderer Seite vermuthet wurde, ein Eisenoxydsalz. Welches? Das zu ermitteln ist mir nicht gelungen. Die letztgenannte, äußerst prägnant auftretende Berliner-Blau-Reaktion gab mir ein Mittel in die Hand, manche Einzelheiten des Schalenwachstums, von welchen weiter unten die Rede sein wird, zu erkennen. Es ist bekannt, dass die braun gefärbten Schalen nicht nur der marinen sondern auch der Süßwasserrhizopoden mit dem Alter dunkler werden; dass also die Menge der färbenden Substanz (welche wohl ganz allgemein aus einem Eisenoxydsalze besteht) mit dem Alter (jedenfalls direkt proportional dem Alter) zunimmt. Nun lässt sich die braune Färbung weit weniger sicher in ihren Nuancenstufen unterscheiden als die durch gelbes Blutlaugensalz herbeigeführte blaue Färbung. Das Aussehen der Steinchen selbst ist dem Braun zu nahe verwandt, überdies stören auch die der Schale oft allenthalben anhaftenden organischen Reste die stufenrichtige Erkennung der braunen Farbe.

man sie vor der Entkalkung des Gehäuses mit Osmiumsäure (diese entkalkt nicht) und nehme dann die Entkalkung in überschüssiger Pikrinschwefelsäure vor. Die protoplasmatischen Bestandtheile erscheinen dann je nach Einwirkungsdauer der Osmiumsäure mehr oder weniger stark gebräunt. Sie lassen sich mit allen künstlichen Färbemitteln färben, am leichtesten mit Hämatoxylin und Anilinfarben.

¹ Diese Zeitschr. Bd. LII. Neuere Versuche in dieser Richtung haben mir gezeigt, dass die Kittsubstanzen von *Diffugia acuminata*, *Diffugia pyriiformis*, *Diffugia urceolata*, *Diffugia lobostoma* und *Lecqueureusia spiralis* alle in verdünnter Kalilösung löslich sind. Eine gänzliche Lösung der Kittsubstanz in KHO trat im Brütöfen meist schon nach 40 Minuten ein; manchmal beanspruchte sie allerdings fast zwei Stunden. Ich gedenke in einer späteren Arbeit auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

² Die gefärbte Substanz kann demnach nicht diejenige sein, deren Entfernung das Schalengefüge brüchig macht; dafür spricht auch die Wirkung der Alkalien, welche die braune Substanz nicht verändern und doch ein Brüchigwerden der Schale hervorrufen.

Das Berlinerblau dagegen trug da, wo es nur in geringen Spuren auftrat, einen grünlichen Schimmer und ließ von dieser Nuance ab bis zu gesättigtem Schwarzblau alle Abstufungen erkennen.

Eine Erscheinung, welche Beachtung verdient, konnte ich nach den genannten Blaufärbungen mit Salzsäure und gelbem Blutlaugensalze mehrmals beobachten. Die Kittmasse zeigte dann nämlich öfters Risse und Sprünge, wie sie Taf. XXI, Fig. 44 abgebildet sind; vor Allem auf größeren Kittsubstanzflächen. Die Sprünge traten erst nach der Behandlung mit den genannten Reagentien auf und wurden bei der normalen Kittsubstanz nie beobachtet. Vielleicht beruht auf diesen Sprüngen das »Brüchigwerden« der Gehäuse, welches nach Behandlung mit Säuren eintritt, d. h. in meiner Anschauung auf Zerstörung der organischen Substanz durch die Salzsäure etc.

Die auffallend stark ausgesprochene Braunfärbung an der Außenseite von ausgewachsenen Saccaminagehäusen kommt jedenfalls ohne Mitwirkung der Sarkode zu Stande. Sie findet sich nämlich auch an älteren Gehäusen von Süßwasserrhizopoden, vor Allem an alten Arcellaschalen, deren Außenwand ohne Zweifel nur ausnahmsweise, oder doch wenigstens nur vorübergehend mit der Sarkode in nachträgliche Berührung kommt. Hier ist also eine direkte Wirkung der Sarkode bei dem allmählichen Braunwerden der Schalen so gut wie ausgeschlossen; aber auch für die marinen Thalamophoren ist eine, ohne Beihilfe der Sarkode eintretende Nachbräunung der Gehäuse mehr wie wahrscheinlich. Es spricht dafür das Vorkommen von leeren, stark gebräunten Gehäusen solcher Species, die kaum die Andeutung einer Braunfärbung erkennen lassen, so lange sie ein lebendes Thier enthalten. Die organischen Bindemittel der Rhizopodenschalen scheinen hiernach eine besonders günstige Ablagerungsstätte für Eisensalze darzubieten, die ohne Zuthun des Schalenbewohners von den im Wasser gelösten Eisenverbindungen benutzt wird.

B. Wachsthum der Gehäuse (aus der verschiedenartigen Struktur verschiedengroßer Gehäuse abgeleitet).

1. Jüngste Gehäuse.

Auf der Außenseite der Saccaminagehäuse fand ich ziemlich häufig halbkugelige Gebilde sitzen, welche sich durch ihre grell weiße Färbung von dem Braun des Saccaminagehäuses deutlich abhoben (Taf. XXI, Fig. 2—5). Sie stellten Hohlkuppeln dar, deren Wandung, wie stärkere Vergrößerungen ergaben, aus sehr kleinen Steinchen zusammengesetzt war. Die Größe dieser Steinchen entsprach ganz den

Steinchen vierter Kategorie (p. 440) in der Mörtelmasse der ausgewachsenen Gehäuse von *Saccammina sphaerica*.

Das Innere dieser Hohlkuppeln war von Sarkode erfüllt. Ihre Größe schwankte zwischen 0,10728 und 0,60000 mm. In die Wandung mittelgroßer Kuppeln war fast immer eine große Zahl verschiedenartiger Spongiennadeln eingekeilt, die wie die Stacheln eines Seeigels nach allen Seiten hin von der Wandung abstanden. Dass diese Nadeln kein eigenes Erzeugnis des unter der Steinchenhülle geborgenen Sarkodeleibes darstellten, bewies der Umstand, dass einige Male langgestreckte Diatomeenpanzer die Aufgabe der Nadeln übernommen hatten (Taf. XXI, Fig. 4).

Anfänglich war ich über die Natur der kurz geschilderten, halbkugligen Gebilde durchaus im Unklaren. Ich begegnete aber später so überzeugenden Übergängen zwischen ihnen und ganz kleinen *Saccamminen* (bez. *Psammosphaeren*), dass mir über den genetischen Zusammenhang beider kein Zweifel bleiben konnte. Ich hoffe, dass die beigegebenen Abbildungen sowie meine weiteren Schilderungen diesen Zusammenhang zur Genüge veranschaulichen werden. Ich bezeichne diese jugendlichsten Stadien der *Saccammina* aus später klar werden den Gründen als »Primitivgehäuse«.

2. Verhalten der Gehäusewand während des Wachstums und Bildung des Pylomtubus.

Die kleinsten Jugendstadien der *Saccammina* hatten einen mittleren Durchmesser von 0,10728—0,1995 mm. Sie waren meist nicht ausgesprochen halbkuglig, sondern zeigten auf ihrer planen Seite eine dellentartige Einstülpung, so dass sie sich mehr der Nierenform näherten.

Diese Einbuchtung schmiegte sich in der Regel dem Pylomtubus einer erwachsenen *Saccammina*, weit seltener einem hervorragenden Stein im Gehäusegefüge einer solchen dicht an. Die jugendlichen Thiere scheinen demnach dem Pylomtubus älterer Gehäuse als Stelle ihrer Anheftung vor anderen Gehäusetheilen den Vorzug zu geben. Man könnte daran denken, dass die jugendlichen Thiere aus den älteren *Saccamminen*, auf welchen sie befestigt sind, etwa in Amöbenform herausgekrochen oder von der herausgetretenen Muttersarkode auf irgend eine Weise direkt vor der Gehäusemündung abgeschnürt worden seien und ohne sich vom Orte zu entfernen gleich mit dem Aufbau ihrer Hülle begonnen hätten. Der Umstand aber, dass sich die kleinen Thierchen auch öfter auf losen Steinen an anderweitigen, lückenlosen Stellen der älteren Gehäuse festsetzen, wo sie nicht ausgewandert sein können,

zeigt, dass sie vor ihrer Ansiedelung Wanderungen — wenn auch nur geringfügiger Art — unternehmen können. Ihre Vorliebe für den Pylontubus lässt sich vielleicht auch auf die dort vorhandene Erleichterung des Nahrungserwerbes zurückführen. Es wird hier Manches von der Nahrung des älteren Thieres für sie abfallen.

Die weiße Hülle, welche ich Primitivhülle nennen will, erreicht eine Dicke von 0,01425—0,09500 mm, je nach der Größe und dem daraus abzuleitenden Alter der Stadien; sie scheint also von den jugendlichen Thieren von Anfang an durch neuen Zusatz von kleinen Steinchen verstärkt zu werden. Ihre weiße Farbe verdankt sie einmal der Abwesenheit oder der geringen Menge¹ des in älteren Gehäusen abgelagerten Eisenoxydsalzes und dann dem Umstande, dass die Steinchen außerordentlich klein und in mehreren Schichten über einander gelagert sind, so dass die Lichtstrahlen nicht ungehindert durch sie hindurchtreten können. Es liegt hier also dieselbe Erscheinung vor, wie sie bei der Schaumbildung vieler Flüssigkeiten zu beobachten ist, oder besser, wie sie eintritt, wenn vollständig farbloses Fensterglas zu Pulver verstoßen wird; auch dieses Pulver erscheint dann weiß. Das Bindemittel der Steinchen besteht aus einer gelatinösen Masse, die gegen verdünnte Säuren absolut resistent ist, und selbst nach langer Einwirkung von kalter konzentrierter Salzsäure nur etwas aufgequollen erschien. Poren scheinen in den Primitivdecken eben so wenig vorhanden zu sein, wie später in der Wand der definitiven Gehäuse²; ich vermute, dass die Pseudopodien am Rande ausgestreckt werden, wo die Primitivdecke die Unterlage, auf welcher sich das junge Thier festgesetzt hat, berührt. Diese Vermuthung wird dadurch gestützt, dass an dieser Stelle öfters die Bildung der definitiven Mündungen, resp. der Pylontuben, beobachtet werden kann, und dass dasselbe Verhalten bei einer auf dem Stadium dieser Jugendsaccamminen beharrenden Foraminifere, *Placopsilina*, kaum zweifelhaft ist. Vielleicht aber treten auch die Pseudopodien an allen Stellen durch die gelatinöse Hüllmasse zwischen den Steinchen hervor.

Die beschriebenen kleinsten Jugendstadien hatten noch keine Spongiennadeln in ihre Primitivdecke eingemauert (Taf. XXI, Fig. 2). Dagegen waren größere Exemplare von 0,5225—0,5605 mm mittleren Durchmessers zum Theil außerordentlich dicht mit diesem Schutzmittel

¹ Bei einigen dieser jugendlichen Saccamminen trat nach Behandlung mit Salzsäure und gelbem Blutlaugensalz eine leichte Blaugrünfärbung ein.

² Die Porenversuche (p. 438) wurden dadurch vereitelt, dass die dazu verwendeten Primitivgehäuse während der Austrocknung von ihrer Unterlage abgesprangen und dadurch zum sicheren Experimentiren zu klein wurden.

besetzt (Taf. XXI, Fig. 3). Ihre Zahl betrug manchmal über hundert. Die Nadeln erwiesen sich durch ihre vollständige Indifferenz gegen Säuren und Alkalien als Kieselnadeln. Sie stammten bei den mir vorliegenden Exemplaren meist von *Halichondria panicea* Johnst. her, welche sich als Aufwuchs auf Laminarien an demselben Orte in ziemlich großer Menge vorfanden. Doch waren auch Nadeln anderer Arten, sowie Diatomeenpanzer, von deren Bestimmung abgesehen werden musste, zur Verwendung gekommen. Den eingemauerten Nadeln mag die Aufgabe eines Schutzmittels gegen fremde Eindringlinge zukommen, andererseits mögen sie auch ein Stützgerüst für die Ausbreitung der Pseudopodien abgeben. Wenn die Gehäuse eine Größe von 0,6 mm überschritten haben, sind an ihnen nur noch ganz wenig Spongiennadeln zu bemerken, ihre Zahl nimmt mit dem Größerwerden der Schale bedeutend ab und reducirt sich auf Null, sobald das Gehäuse seiner definitiven Ausgestaltung nahe kommt. Bei Gehäusen von 4 mm mittleren Durchmessers findet man nur noch höchst selten ein oder die andere Kieselnadel; bei ganz ausgewachsenen großen Gehäusen habe ich sie nie gefunden (vgl. die Fig. 3—9 und 14).

An ihre Stelle treten, im selben Maße der Zahl nach zunehmend, wie die Kieselnadeln abnehmen, größere Steinchen (etwa unserer zweiten und dritten Kategorie). Sie liegen der Primitivdecke auf oder sind in dieselbe eingelagert. Oft lassen sie größere Strecken zwischen sich frei, so dass an solchen Stellen die Primitivdecke ganz den Eindruck der Mörtelmasse der größeren Gehäuse erweckt, von der sie späterhin vielleicht auch einen Bestandtheil ausmachen mag.

Das Verschwinden der Spongiennadeln, welches, wie gesagt, dem Häufigerwerden der größeren Steinchen proportional erscheint, darf wohl dahin erklärt werden, dass bei den Manipulationen, welche mit der Aufnahme der größeren Bausteine in die Primitivdecke nothwendig verbunden sein müssen, die Spongiennadeln abgestoßen werden. Sie scheinen nur sehr leicht in die Primitivdecke eingesenkt zu sein. Nadeln von 0,288—0,396 mm Länge staken um 0,018—0,030 mm in der Primitivdecke drin.

Die Primitivdecke verliert mit der Aufnahme der größeren Steinchen bedeutend an Klarheit ihrer Umrisse. Sie liegt wie eine breiig krystallinische Masse zwischen den größeren Steinchen, und Theile von ihr hängen nur noch wie flockige Massen an den Steinen (Taf. XXI, Fig. 5). Es ist mir desshalb sehr wahrscheinlich, dass der Aufnahme der größeren Bausteine neben dem Verluste der Nadeln auch ein großer Theil der Primitivdecke selbst zum Opfer fällt.

Die junge, fast 4 mm große *Saccamina* scheint Alles darauf

abzulegen, möglichst schnell ihr Gehäuse mit größeren Steinen zu verschänzen; das Gehäuse sieht in diesen Stadien aus, als wenn es in größter Hast aufgebaut wäre, die größeren Steinchen sind noch ohne jede Rücksicht auf ihre Gestalt an einander gekittet; die Breitseite liegt nur in den seltensten Fällen, wie dies bei ausgewachsenen Exemplaren der Fall ist, in der Ebene der Gehäusewand; sie stehen vielmehr wirt nach allen Seiten hin aus einander. Dieses Durcheinander in der Anordnung der Bausteine hat die Primitivdecke ganz dem Auge entzogen; sie ist in den meisten Fällen nur durch Kochen der Gehäuse mit Salpetersäure nachweisbar. Nach Anwendung derselben findet man ihre kleinen Steinchen zwischen den größeren Gehäusesteinen liegen, welche das Reagens durch Auflösung der Kittsubstanz frei gemacht hat; allerdings nur in auffallend geringer Zahl, was sehr wohl mit dem oben vermutheten theilweisen Verlust der Primitivdecke übereinstimmt.

Auf diesem Stadium unregelmäßiger Lagerung der Gehäusesteinchen verweilt die junge *Saccamina* ziemlich lange, hier wird auch die braune Färbung der Kittsubstanz zuerst erkennbar und mit der Zeit immer deutlicher. Es ist das Stadium, welches ich mit der von BRADY als ausgebildete Foraminifere angeführten *Psammosphaera fusca* F. E. Schulze für identisch halte (Challenger Rep. Vol. IX, p. 249).

An diesen Gehäusen lässt sich schon in der oben angeführten Weise (p. 438) und oft auch in trockenem Zustande bei etwa 50facher Vergrößerung die Anwesenheit einer Mündung nachweisen¹. Sie erscheint wie ein Krater, der zwischen den Bausteinen hindurch in den Wohnraum des Gehäuses führt. Die Kraterwände werden meistens von größeren Bausteinen (etwa zweiter Kategorie) gebildet, seltener von kleineren. Bevor das Kraterende den Wohnraum erreicht, trifft man in der Regel noch einen schmalen ringförmigen Saum von Kittsubstanz oder Mörtelmasse, welcher die Öffnung nach innen zu abgrenzt (Taf. XXI, Fig. 13 S). Die Öffnung maß bei einem Gehäuse von 1,0925 mm mittleren Durchmessers 0,4900 mm.

Die *Saccamminen* können auf diesem »*Psammosphaera*-Stadium« unverhältnismäßig groß erscheinen, indem oft langgestreckte Bausteine weit nach außen abstehen; sie können dadurch größer aussehen und in Folge dessen für älter gehalten werden, als selbst vollständig ausgewachsene Gehäuse, bei denen solche abstehende Steine nicht mehr

¹ Die größte Schwierigkeit bei diesem Nachweis bieten die Unebenheiten der Gehäusewand. Die Lage des Gehäuses wird immer durch die verschiedene Schwere seiner Bausteine beeinflusst; es widersetzt sich daher oft hartnäckig jeder Bemühung es in irgend eine gewünschte Stellung zu bringen.

vorzukommen pflegen. In zweifelhaften Fällen wird ein Vergleich der Gehäusehöhlräume die richtigen Altersverhältnisse klar legen. Die Wohnräume sind bei älteren gewachsenen Exemplaren natürlich größer als bei jüngeren.

Bei Gehäusen, welche einen Durchmesser von 2 mm überschritten haben, sind die Bausteine in der Regel schon mit ihrer breiten Fläche in die Gehäuseebene eingesenkt. Manche lassen auf dieser Größenstufe die äußerliche Anlage der Pylomröhre schon erkennen; vereinzelt Exemplare zeigen sie sogar schon ausgebildet.

Um die zur Herstellung des Pylomtubus erforderlichen Veränderungen in ihren Einzelheiten zu erkennen, ist es nothwendig, geeignete Gehäuse mit einer Nadel, die langsam durch die Gehäusewand gedrückt wird, zu zersprengen. Taf. XXI, Fig. 42 bietet ein in dieser Hinsicht sehr lehrreiches Schalenstück. Man sieht auf der Innenwand des Gehäuses, um die Mündung herum, eine einfache Schicht Mörtelmasse ausgebreitet, welche aber nicht nur wie anderwärts in die Lücken zwischen die nächstgelegenen Steine eingelagert ist, sondern deren ganze Innenfläche überzieht. Da, wo die Gehäuseöffnung durch sie hindurchtritt, bildet sie den ringförmigen Saum, welchen wir vorher als Abschluss der Krateröffnung erwähnt haben. Dieser ringförmige Saum ist der erste Anfang der Pylomröhre; seine Ausbreitung auf der Innenfläche der Wandsteine ist ihre erste Befestigung am Gehäuse. Bei manchen Exemplaren hat er sich bereits über die Oberfläche der Schale erhoben. Da wo er eine Stütze an besonders hervorragenden Steinen gefunden hat, ist er oft schon zum vollständigen Pylomtubus ausgewachsen. Wo diese aber fehlen, wie bei der eben citirten Figur, stützt er sich von außen her durch Anlage von Mörtelmasse und Anbau von kleineren Steinchen. Die verhältnismäßig dünne Schicht des ursprünglichen Saumes bildet dann nur die innere Auskleidung der Pylomröhre, während ihre Außenwand durch neuere Aufschichtungen dargestellt wird. Diese Verhältnisse sind mir erst nach Anwendung von Salzsäure und gelbem Blutlaugensalz erkenntlich geworden. Taf. XXI, Fig. 40 führt ein Stück einer mit diesen Reagentien behandelten Pylomröhre vor, die aufs deutlichste die Richtigkeit der angeführten Entstehungsweise kund giebt. Nur die innere Lage der Innenwand hat sich hier blau gefärbt, ein Zeugnis dafür, dass sie älter ist als die übergelagerte, ungefärbte Außenwand¹ (vgl. p. 446).

¹ Auch bei einigen anderen sandschaligen Thalamophoren scheinen die inneren Schichten den äußeren im Wachsthum voranzugehen. Dies bekundet sich einmal dadurch, dass sich bei den betreffenden Formen das vordere Ende (Wachsthumsende) nach vorn konisch zuspitzt, ohne dass sich dabei das Lumen des umschlos-

In manchen Fällen geht der ringförmige aus Mörtelmasse bestehende Saum, welcher die Basis für die Pylomröhre abgiebt, sofort in ein Gefüge aus größeren Steinen (ca. zweiter Größe) über, sobald er die Oberfläche des Gehäuses erreicht hat. Der Pylomtubus besteht unter solchen Umständen in der Regel nur aus einer einzigen Lage dieser Steinchen, so dass man eine ältere und eine jüngere Schicht durch Salzsäure und gelbes Blutlaugensalz nicht nachweisen kann. Doch auch dann geben bei einigem Glücke die angeführten Reagentien Auskunft über das Wachsthum des Pylomtubus. Es färbt sich nämlich das distale Ende des Pylomtubus fast gar nicht oder bleibt gänzlich ungefärbt, während sich in proximaler Richtung erst ein grünlicher Schimmer, dann ein Grünblau und schließlich ein ausgesprochenes Blau am Pylomtubus geltend macht. Natürlich darf man zu diesem Versuche nicht alte längst ausgewachsene Exemplare verwenden. Auch diese Farbenstufe beweist, dass der Pylomtubus nach und nach zu seiner Länge ausgewachsen ist und nicht etwa mit einem Male in seiner ganzen Größe angelegt wurde.

Hier möge dann weiter noch ein Ausnahmefall Erwähnung finden, der ohne weitere Bedeutung ist, der aber doch zu zeigen vermag, dass der Ausbau des Saccaminagehäuses im Einzelnen mancherlei Schwankungen unterworfen ist. Ich fand nämlich einmal ein einzelnes Gehäuse, in welchem der Pylomtubus nicht nach außen hervorragte, sondern dem Centrum des Gehäuses zugewendet war, so dass also seine weitere Mündung in der Ebene der Gehäusewand lag, und sein übriger Theil frei in das Gehäuselumen hineinragte. Dass gelegentlich auch Gehäuse mit zwei Pylomtuben vorkommen, habe ich oben schon erwähnt; sie können ganz nahe bei einander liegen, sind aber auch manchmal an zwei diametral entgegengesetzten Enden eines Gehäusedurchmessers der Gehäusewand aufgesetzt.

Entsprechend der späten Entstehung und dem allmählichen Aufbau des Pylomtubus ist es leicht verständlich, dass das Verhältnis seiner Länge zum Durchmesser des übrigen Gehäuses großen Schwankungen unterworfen ist. Das Verhältnis zwischen Länge des Gehäuses und Länge des Tubus schwankte je nach dem Ausbildungszustande des Ge-

senen Wohnraumes an seiner Mündung verengert; und dann durch eine besonders auffällige Bräunung des Mündungsrandes, der in älteren Schalthetheilen wieder von helleren Außenschichten überdeckt ist (vgl. die Abbildungen im Chall. Rep. *Astrophiza granulosa*, Pl. XX, Fig. 14—23; *Rhabdammina linearis*, Pl. XXII, Fig. 1—6; *Hyperammina friabilis*, Pl. XXIII, Fig. 3; *Hyperammina elongata*, Pl. XXIII, Fig. 4 und unten das p. 469—470 über das Verhalten der Schichten von *Hyperammina floridensis* n. sp. Gesagte).

häuses bei fünfzig Exemplaren, welche ich in dieser Beziehung genauen Messungen unterwarf, zwischen $\frac{1}{27}$ und $\frac{1}{3}$ ¹; im Mittel betrug es $\frac{1}{8}$.

Fig. 12, Taf. XXI lässt außer der ersten Anlage der Pylomröhre noch eine weitere Wachstumserscheinung erkennen. Wenn man die linke Seite der Figur mit der rechten vergleicht, so sieht man, dass auf jener die größeren Wandsteine des Gehäuses unmittelbar an einander gekittet sind, während auf der rechten Seite des Präparates kleinere Steine und Mörtelmasse zwischen sie eingelagert ist.

Die weiter ausgebildeten Gehäuse zeigen nämlich zuerst bloß auf ihrer Außenseite derartige Einlagerungen; später werden auch die Fugen und Ritze im Innenraume mit ihnen ausgefüllt. Es entstehen so auf der Innen- und Außenwand des Gehäuses Netze von Mörtelmasse (resp. Mörtelmasse und kleinen Steinen), welche demselben eine außerordentliche Festigkeit verleihen. Diese beiden Netze sind für gewöhnlich nicht leicht von einander zu trennen; wenn man sich aber den Verlauf des einen klar machen will, ohne von dem anderen gestört zu werden, so behandle man die Außenseite eines völlig ausgewachsenen Gehäuses mit Salzsäure und Blutlaugensalz²; das innere Mörtelnetz bleibt dann, wenn der Versuch geglückt ist, vollständig unverändert, d. h. braun, während das äußere Netzwerk blau geworden ist³. Ich bin durch ein derartiges Präparat (Taf. XXI, Fig. 13) zuerst auf das innere Netz von Mörtelmasse aufmerksam geworden.

Behandelt man mehrere Exemplare auf diese Weise, so wird man bald auf ein oder das andere Gehäuse stoßen, wo das innere Netzwerk noch nicht vollendet ist, während das äußere seine volle Ausbildung erreicht hat. Aus solchen Befunden ist eben zu schließen, dass die innere Auskleidung des Gehäuses erst später erfolgt als die äußere.

Mit diesen letzten Veränderungen ist das Gehäuse ausgewachsen und entspricht jetzt der Form, welche BRADY als *Saccamina sphaerica* M. Sars in seinem Challenger Report aufgezählt und beschrieben hat.

¹ Es war: in einem Falle $\frac{1}{27}$, in einem Falle $\frac{1}{19}$, in einem Falle $\frac{1}{17}$, in einem Falle $\frac{1}{15}$, in einem Falle $\frac{1}{12}$, in vier Fällen $\frac{1}{11}$, in zwei Fällen $\frac{1}{10}$, in acht Fällen $\frac{1}{9}$, in fünf Fällen $\frac{1}{8}$, in acht Fällen $\frac{1}{7}$, in sechs Fällen $\frac{1}{6}$, in vier Fällen $\frac{1}{5}$, in sieben Fällen $\frac{1}{4}$, in einem Falle $\frac{1}{3}$.

² Man tauche das betreffende Exemplar nur so weit in die nöthigen Reagentien ein, dass die Pylomröhre nicht unter das Niveau derselben geräth. Dieser Versuch gelingt leicht.

³ Die Möglichkeit dieses Experimentes beweist ebenfalls, dass in der Gehäusewand außer den Pylommündungen keine feinen Poren enthalten sein können (vgl. p. 439), sonst könnte sich der Innenraum nicht gänzlich der Reaktion entziehen.

Nach dem seither Mitgetheilten könnte man etwa folgende sieben Stufen in der Gehäuseentwicklung von *Saccamina* unterscheiden.

1) Meist nierenförmiges Primitivgehäuse; mit einer aus mehreren Lagen sehr kleiner Steine bestehenden Primitivdecke.

2) Primitivdecke verdickt und größer geworden; zahlreiche Spongiennadeln sind in die Primitivdecke eingesenkt worden.

3) An Stelle der Spongiennadeln sind größere Steine in die Primitivdecke aufgenommen worden. Mit dem Anwachsen der Zahl dieser Steine nimmt die Anzahl der Spongiennadeln ab und wird schließlich gleich 0.

4) Die größeren Steine verdrängen mehr und mehr die Primitivdecke. Von dieser bleiben vielleicht nur ganz vereinzelt und zufällige Reste als Mörtelmasse erhalten. Die größeren Steinchen sind, wie es scheint, ganz regellos zusammengekittet.

5) Die Steine sind mit ihrer Breitseite in die Ebene der Gehäusewand eingeordnet. Das äußere Ansehen der Gehäuse ist dadurch viel glatter geworden. Der Anfang der Pylomröhre ist angelegt.

6) Die Fugen und Ritzen, welche die Kanten der Steine auf der Außenseite des Gehäuses aufklaffen lassen, sind mit Mörtelmasse ausgefüllt. Die Pylomröhre ragt über die umgebenden Steine empör.

7) Auch die Fugen und Ritzen zwischen den Steinen der Innenseite sind mit Mörtelmasse ausgefüllt. Außerdem ist der Pylomtubus durch äußere Anlagerungen verstärkt worden und hat somit seine endgültige Ausbildung erlangt. Das Gehäuse ist vollendet.

Bei dieser Scheidung des Entwicklungsganges in sieben Stufen muss jedoch ganz besonders hervorgehoben werden, dass die charakteristischen Merkmale mehrerer auf einander folgender Stufen oft gleichzeitig an verschiedenen Stellen ein und desselben Gehäuses vorkommen; ein Beweis dafür, dass nicht das ganze Gehäuse mit einem Male in die höhere Strukturstufe eintritt, sondern dass diese erst ganz allmählich erreicht wird; zugleich wird hierdurch aber auch die Gewissheit geliefert, dass die genannten Stufen zu einander gehören, und dass sie nicht ganz verschiedene Formen repräsentiren, wie man dies seither geglaubt hat: Gehäuse sind gar nicht selten, die nach den bestgehenden Diagnosen und Abbildungen halb zu *Psammosphaera* und halb zu *Saccamina* zu rechnen wären.

3. Gestaltveränderung der Gehäuse während ihres Wachstums und Loslösung derselben von ihrer Unterlage.

Die jüngsten Primitivgehäuse, welche ich auffand, zeigten bekanntlich eine mehr oder weniger ausgesprochene Nierenform. Diese bleibt

aber in der Folge nicht bestehen. Meist schon bevor die Spongienadeln zur Verschanzung aufgenommen werden, nehmen die Primitivgehäuse eine flache kugelkalottenartige Gestalt an. Ich glaube die stärkere Krümmung der ursprünglichen Nierenform öfters noch in einer leicht kenntlichen Verdickung auf dem Scheitel der Kalotte erkannt zu haben. Die Primitivdecke scheint demnach durch neue Unterlagen von Mörtelmassen — wenn man diesen Ausdruck auch für die Primitivgehäuse anwenden will — verstärkt und vergrößert zu werden; dabei werden dann die früheren Partien gehoben. Auf der Grundfläche, mit welcher das Primitivgehäuse auf seiner Unterlage fest sitzt, ist keinerlei Mörtel oder Kittmasse abgeschieden; die Primitivgehäuse sitzen also ihrer Unterlage frei auf, sie mögen nur an einzelnen Punkten ihres die Unterlage berührenden Randes auf dieser festgekittet sein, so dass die übrigen Stellen des Berührungsrandes zum Durchlassen der Pseudopodien frei bleiben (vgl. p. 449). Die Primitivgehäuse sitzen viel zu lose, um mit ihrem ganzen Berührungsrande festgekittet zu sein, und doch wieder zu fest, als dass man annehmen könnte, sie würden nur durch Vermittelung der Sarkode allein an ihrer Unterlage festgehalten; dann wären sie ja wohl auch bei der Konservierung abgefallen. Beim Weiterwachsen wird dann jedes Mal die Decke von ihrer Unterlage abgehoben und, wie bereits dargethan ist, durch untergelegte größere Schichten zugleich verstärkt und vergrößert. Die kalottenartige Gestaltung geht bei diesen neuen Zusätzen allmählich in die halbkugelige über, überschreitet aber auch diese auf dem Stadium der Aufnahme von größeren Steinchen und erreicht schließlich vollständige Kugelgestalt, die nur an der kleinen Stelle, wo sie der Unterlage noch aufsitzt, eine geringe Abplattung zeigt. Auch an dieser Stelle, die ja anfänglich keinerlei Wandung zeigte, ist bei fortgeschritteneren Stadien eine solche angelegt. Sie ist meistens direkt von größeren Steinchen gebildet, so dass diese Stelle das Stadium der Primitivdecke ganz überspringt und zuerst am ganzen Gehäuse das endgültige Gefüge der *Saccamina* zum Ausdruck bringen kann (Taf. XXI, Fig. 8). Die Wandung dieser Ansatzfläche zeigt bei jungen Gehäusen, welche man von ihrer Unterlage losgetrennt hat, sehr häufig die Erhabenheiten und Einsenkungen ihrer ehemaligen Unterlage in Gestalt von entsprechenden Unebenheiten, welche jedenfalls erst beim weiteren Wachstum wieder ausgeglichen werden (Taf. XXI, Fig. 8 D). An einer Stelle der Peripherie derselben Ansatzfläche ist dann auch meist die Anlage der Pylomröhre zu erkennen. Ihre Gegenwart an dieser Stelle kann nicht überraschen, da ja auch das Primitivgehäuse an entsprechender Stelle Öffnungen zum Durchlass der Pseudopodien gehabt haben muss.

Wenn schon von Anfang an das Festhalten der jugendlichen *Saccamina* an ihrer Unterlage ein sehr lockeres war, so wird dieses mit dem Wachstum derselben und dem — nach Überschreitung der Halbkugelgestalt — stetigem Kleinerwerden der Berührungsfläche noch loser und unsicherer. Die zuletzt an der Berührungsfläche aufgebaute Wand mag hierzu noch viel beitragen. Zumeist genügt ein etwas kräftiges Streichen mit einem Pinsel, um das junge Gehäuse von seiner Unterlage frei zu machen. Ob nun das junge Thier sich schließlich selbst von seiner Unterlage abstößt oder ob es durch äußere Zufälligkeiten abgeworfen wird, vermag ich natürlich nicht zu entscheiden, ist aber auch von keinerlei Belang. Es wird wohl beides neben einander vorkommen.

Oft aber unterbleibt eine Trennung gänzlich; der Anfangs als Unterlage benutzte Stein wird dann allmählich wie andere Sandkörnchen in das Gehäusegefüge aufgenommen und in dasselbe eingeordnet¹. Meist wird er als Stütze für den Pylontubus des ausgebildeten Gehäuses verwendet, was wiederum mit der ursprünglichen Lagerung der Pseudopodialöffnungen am Rande der Berührungsfläche übereinstimmt (vgl. Taf. XXI, Fig. 4).

Auch leere Gehäuse, welche als Ansatzstelle benutzt wurden, brauchen nicht abgestoßen zu werden. In diesem, sowohl wie im vorigen Falle unterbleibt die Anlage einer trennenden Wandschicht an der Berührungsfläche; das leere Gehäuse spielt dabei die Rolle eines gewöhnlichen Bausteins. Da ich nie zusammengekittete Gehäuse fand, die beide noch ihren zugehörigen Weichkörper besessen hätten, so glaube ich, dass sich die jungen Thiere von belebten Gehäusen immer lostrennen.

Es könnte weiter die Frage aufgeworfen werden, ob sich die jungen *Saccamminen* nothwendigerweise festsetzen müssen. Ich kann diese Frage leider nicht entscheiden, da ich die Grundprobe, aus welcher ich die *Saccamminen* ausgelesen hatte, nach der Durchsicht nicht aufgehoben habe, und mir so kleine Gebilde wie die Primitivgehäuse bei der mir damals noch unbekanntten Existenz derselben entgangen sein mögen.

BRADY hat kleine *Saccamminen* (bei ihm: »*Psammosphaera*«) von $\frac{1}{100}$ Zoll aufgefunden; es sind dies Primitivgehäuse, welche statt der Spongiennadeln direkt kleinere Steine aufgenommen haben; ich habe sie auch ein- oder zweimal in meinem Material angetroffen, sie mögen

¹ So kommt es, dass bei vielen Gehäusen ein Steinchen durch seine besondere Größe auffällt. Eine Thatsache, auf die schon F. E. SCHULZE bei seiner *Psammosphaera* aufmerksam gemacht hat.

an Orten, wo sich weniger geeignete Spongiennadeln finden, häufiger oder an solchen Stellen ihr Vorkommen sogar Regel sein.

C. Wie kommen die geschilderten, auf Wachstum zurückgeführten Veränderungen des Gehäuses zu Stande?

Nach den Befunden, welche ich auf den vorangegangenen Seiten mitgetheilt habe, stehe ich nicht an das Wachstum der Saccamina-gehäuse auf ein öfters wiederholtes Lossprengen von vorher festgekitteten Steinen und gleichzeitiges Zwischenschieben von neuen Gehäusetheilen, größeren Steinen und Mörtelmasse, zurückzuführen. Es könnte hiergegen der Einwand erhoben werden, dass die Kittmasse sehr fest ist, und dass deshalb eine allzugroße Kraftentwicklung zu einer solchen Art des Gehäuseausbaues von der Sarkode der Saccamina erfordert würde.

Der Vorgang ist jedenfalls aber auch kein bloß mechanischer, vielmehr werden mit ihm chemische Veränderungen der Kittsubstanz Hand in Hand gehen. Man darf nicht vergessen, dass die Kittsubstanz Jod, verdünnten Säuren und verdünnten Alkalien gegenüber ihre Festigkeit nicht zu behaupten vermag. Ich habe oben (p. 445) schon vermuthet, dass die Kittmasse keinen einfachen Körper darstellt, sondern dass sie neben der so sehr resistenzfähigen Masse, welche selbst der Glühhitze zu trotzen vermag, und neben dem sicher in ihr eingelagerten Eisen-oxydsalz noch einen anderen Stoff enthält, der durch die p. 445 angeführten Reagentien gelöst wird und dessen Entfernung die Schale mürbe macht. Nehmen wir nun an, dass diese wenig resistenzfähige Substanz nicht bloß durch Säuren und Alkalien, sondern auch durch protoplasmatische Einwirkungen gelöst werden kann, so bietet die Festigkeit der Kittsubstanz meiner Auffassung vom Gehäusewachstum keine Schwierigkeiten mehr dar. Dass aber eine solche Annahme gar kein Wagnis enthält, habe ich oben schon gezeigt und wird durch Analogien bei allen in dieser Hinsicht genauer untersuchten verwandten Gruppen gestützt.

Wie dem aber auch sei, jedenfalls besitze ich ein Präparat, welches mit jeder wünschenswerthen Sicherheit das Wachstum eines Saccaminagehäuses in der geschilderten Weise außer Frage stellt. Ich fand das Gehäuse erst, nachdem ich auf dem Wege der Vergleichung, den ich auch in dieser Abhandlung gegangen bin, über das Wachstum der Gehäuse Klarheit erlangt hatte. Fig. 44 *a*, *b* und *c* stellen das betreffende Gehäuse, *a* von oben, *b* von unten und *c* von der Seite gesehen, dar. Der Theil *A* des Gehäuses hat schon seine definitive Ausbildung erlangt, er wird von den statthabenden Wachstumsvorgängen

nicht weiter alterirt. *B* dagegen ist der Theil des Gehäuses, welcher aus seiner ursprünglichen Lage verschoben worden ist. Er trägt die Anlage des Pylontubus und ist deshalb als der vordere Theil zu betrachten, der ursprünglich in normaler Weise den unveränderten Gehäusethail *A* abschloss. Durch das Wachstum ist er so weit aufgebläht worden, dass seine ursprünglichen Bausteine nicht ausreichten, den neuen Bedarf zu decken. Es sind deshalb neue Quarzstücke aufgenommen worden. Sie liegen so durchsichtig wie Glassplitter in dem aufgeblähten Wachstumstheile des Gehäuses und stechen durch ihre Farblosigkeit in ausgezeichneter Weise gegen die in Umlagerung begriffenen älteren Bausteine ab. Diese erscheinen nämlich in einem diffusen schmutzigen Braun. Es ist nicht schwer zu errathen, dass dieses Braun von der Kittmasse herrührt, welche durch die Wachsthumsumwandlungen überall aus ihrer Lage losgerissen wurde, und in ihren kleinen oft flockigen Resten ein diffuses und schmutziges Aussehen gewonnen hat. Ein größerer Quarzsplitter *Q* hat dem jungen vorgeschobenen Gehäusethail zur Unterlage gedient und hat durch seine Ausdehnung die Form des neuen Zuwachsstückes abgeplattet.

Alte Reste von Kittsubstanz, welche von der Umlagerung der an einander stoßenden Steine Zeugnis ablegen, finden sich auch sonst öfters an den Gehäusesteinen an mancherlei Stellen. Am klarsten lassen sich solche Stellen bei Gehäusen erkennen, welche unsere sechste Stufe erreicht haben, so dass das innere Netz der Mörtelmasse noch nicht ausgebildet ist; dieses verbirgt nämlich leicht durch den ausgedehnten Umfang, den es annehmen kann, derartige Reste überflüssig gewordener Kittsubstanz.

Man sollte solche Reste ehemaliger Kittsubstanz bei allen ausgebildeten Gehäusen erwarten, da ja bei all diesen eine Umlagerung der Bausteine stattgefunden haben muss. Bei vielen, wenn nicht bei den meisten, wird man aber vergebens danach suchen. Es scheint mir daher nicht unwahrscheinlich, dass die nutzlos gewordene Kittsubstanz nicht mehr fest an dem Gesteine anhaftet und abgestoßen werden kann, oder dass sie nachträglich von selber abspringt. Vielleicht wird sie in ähnlicher Weise, wie ich es oben nach Behandlung mit Salzsäure und gelbem Blutlaugensalz (p. 447) beschreiben konnte, durch die zum Wachstum erforderlichen Einflüsse der Sarkode sprüblig und rissig. Vielleicht ist aber der Vorgang noch einfacher und ist etwa dem Verhalten einer dünnen Leimschicht zu vergleichen, welche frei liegt. Auch diese reißt in der Regel und springt von ihrer Unterlage ab, während sonst dieselbe Quantität Leim, in geeigneter Weise zwischen

zwei Körper gebracht, nicht springt, sondern eine erstaunliche Bindekraft an den Tag legen kann.

Grund der Umlagerung ist jedes Mal unverkennbar eine zweckmäßigere Einfügung der Bausteine. Anfänglich stehen diese ja wie geschildert nach allen Richtungen hin aus einander; später dagegen liegen sie, mit ganz wenig Ausnahmen, stets mit ihrer Breitseite in der Fläche der Gehäusewand und tragen so zur Vergrößerung des Gehäuses bei.

Die Art der nachträglichen Anlagerung der inneren Mörtelmasse ließ sich an dem Weichkörper mancher Saccamminen deutlich erkennen. Hier war nämlich öfters die äußere Peripherie der Hüllmasse an manchen Stellen ganz mit den kleinen Steinchen erfüllt, welche die Mörtelmasse kennzeichnen. Die peripherische Lagerung der Steinchen und ihre Zusammenhäufung an bestimmten Stellen der Hüllmasse, während andere Theile derselben frei waren, ist gewiss keine zufällige gewesen, denn dafür wurde die Erscheinung zu oft beobachtet (Taf. XXII, Fig. 30, 34).

Wenn so die Entstehung des inneren Mörtelnetzwerkes durch Anlagerung von innen her zur Genüge erklärt ist, so fragt sich immer noch, wie die äußere Mörtelmasse in die Fugen der Außenwandung eingelagert wird. Man könnte sich denken, dass aus der Gehäusemündung hervorgetretene Pseudopodienmassen sich um das Äußere des Gehäuses in ähnlicher Weise herumlegen könnten, wie ich es für *Difflugia spiralis* früher nachgewiesen habe, und dass durch sie dann der letzte feinere Ausbau der Außenseite besorgt würde. Ich möchte aber auch eine andere Erscheinung, welche ich im Laufe meiner Untersuchung bei einem Exemplar angetroffen habe, auf einen derartigen letzten Ausmauerungsvorgang zurückführen. Ich fand nämlich ein Exemplar, welches durch seine Gehäusewand hindurch einen ganz kleinen Sarkodetheil in Form eines Knopfes ausgeschickt hatte, ohne dass an der betreffenden Stelle eine regelrechte Öffnung mit Pylomsaum nachzuweisen gewesen wäre. Das Gehäuse hatte seinen Pylontubus schon regelrecht ausgebildet, so dass nicht abzusehen ist, warum es diesen nicht als Durchlass für seine Sarkode benutzt hatte; wenn man nicht annehmen will, dass an der betreffenden Stelle gebaut werden sollte. An der ausgetretenen Sarkode hingen noch einige kleine Steinchen fest (Taf. XXII, Fig. 22).

Als Anbau von neuen Gehäusethteilen mit vorheriger Durchbrechung des bereits bestehenden Mauerwerks müssen auch eigenthümliche Auswüchse des Gehäuses gedeutet werden, welche allerdings nur sehr vereinzelt in meinem Material beobachtet werden konnten.

Meist sind diese Auswüchse kegelförmig gestaltet; dann kamen auch (durch schwache Krümmung der Kegellachse) hornförmige Gestalten vor, in seltenen Fällen waren sie direkt röhrenförmig. Dass hier ein Neubau vorliegt, beweist die helle Farbe der zum Zusammenhalte der Auswüchse ausgeschiedenen Kittsubstanz. Ich habe oben schon darauf hingewiesen, dass eine hellere Färbung der Kittsubstanz auf ein jüngeres Bestehen derselben hinweist, als dunklere Färbung. Ganz dieselben Verhältnisse des Farbenunterschiedes trifft man ja bekanntlich bei allen spiralen polythalamen Formen, welche ihr Gehäuse mit ähnlicher Kittmasse aus Steinchen zusammenbauen. Hier sind die jüngeren an der Peripherie liegenden Endkammern immer heller, als die alten im Centrum gelegenen Kammern. Wer mit diesen Verhältnissen nicht vertraut ist, kann sich bei Durchsicht des Challenger-Report hiervon eine für unsere Zwecke sehr lehrreiche Anschauung verschaffen¹.

Ob solche Kegel oder hornförmige Auswüchse vom Muttergehäuse losgeschnürt werden und zu selbständigen Gehäusen ausgebaut werden können, vermag ich nicht zu entscheiden, scheint mir aber sehr unwahrscheinlich zu sein. Ich fand an dem Kern des im betreffenden Gehäuse wohnenden Weichkörpers niemals irgend welche Erscheinungen, welche mit einer Vermehrung desselben in Beziehung hätten gebracht werden können. Die Auswüchse erreichen manchmal recht beträchtliche Dimensionen (Taf. XXII, Fig. 19—24 H), niemals würde aber das auf diese Weise aufgespeicherte Gehäusematerial zur Ausbildung eines ausgewachsenen gleich großen Gehäuses ausreichen können.

Bei den röhrenförmigen Auswüchsen, welche ich bloß zweimal beobachtete, lässt sich merkwürdigerweise eine dem übrigen Gehäuse stets fehlende häutige Unterlage erkennen, auf welcher kleine Steinchen spärlich aufgelagert sind. Diese Unterlage hat sich mit Pikrokarmine ganz so gefärbt, wie die protoplasmatische Kittmasse mancher Gehäuse von Süßwasserrhizopoden² künstlich gefärbt werden kann. Diese Art von Auswüchsen erinnerte mich sehr an ähnliche röhrenförmige Gebilde, welche bei *Astrorhiza limicola* Sandahl als Endverzweigungen vorkommen und sich ebenfalls (wie die ganze Kittmasse

¹ Ich weise hauptsächlich auf folgende Abbildungen hin. Taf. XXXIV, Fig. 11 und 12; Taf. XXXV, Fig. 2—8, 12 und 13; Taf. XL, Fig. 13, 14, 19—22; Taf. XLI, Fig. 1—3, 5 und 8; Taf. XLIX, Fig. 13, 15 und 16.

² Diese Zeitschr. Bd. LII. p. 527. Es ist kein Zweifel, dass die häutige Unterlage dieser Röhren aus der Hüllmassensubstanz besteht, welche den gesamten Weichkörper der *Saccamina* einhüllt. Leider konnte ich die Röhren nicht mehr mit dem entscheidenden Methylgrün-Eosinmisch nachfärben, da sie bei der Untersuchung in Stücke brachen.

der *Astrorhiza* überhaupt¹⁾ färben lassen. Ich möchte daher vermuthen, dass die röhrenförmigen Auswüchse Reste von eingezogenen, später näher zu beschreibenden Pseudopodialröhren sind, welche durch die Gehäusewand hindurchgebrochen waren, um neue Bausteine aufzunehmen².

D. Gründe der Vereinigung von *Psammosphaera fusca* F. E. Schulze mit *Saccamina sphaerica* M. Sars.

Die von F. E. SCHULZE über seine *Psammosphaera fusca* gemachten positiven Angaben stehen in keinerlei Widerspruch mit der Beschreibung, wie ich sie für die Jugendform von *Saccamina* gegeben habe³.

Eine Vergleichung der bei BRADY (Challenger-Report) für die beiden Formen gegebenen Beschreibung ergibt folgende Unterscheidungsmerkmale — die andern angeführten Merkmale fallen bei beiden zusammen.

Psammosphaera: Mit kleinen, durch Zwischenräume getrennte (interstitial) Mündungen, aber keiner größeren Öffnung. Durchmesser 0,46—4,0 mm.

Saccamina: Mit deutlicher Mündung auf einer zitzenförmigen Hervorragung. Durchmesser 4—3,5 mm.

Nun lautet aber ein Abschnitt bei der ausführlichen Beschreibung der *Saccamina* (l. c. p. 254) folgendermaßen: »From *Psammosphaera fusca* the distinction, which depends primarily on the presence of a distinct aperture is not so satisfactory, for specimens belonging unquestionably to the genus *Saccamina* are occasionally met with in which the orifice is exceedingly obscure, if not entirely wanting.« Demnach fällt also auch die Mündung auf der zitzenförmigen Hervorragung als Trennungsgrund der beiden Formen weg, und es blieben für *Psammosphaera* bloß noch die »interstitial orifices«. Es hätte nun gewiss eine genauere Beschreibung derselben erwartet werden dürfen, zumal solche Öffnungen doch von ganz allgemeinem Interesse auch für die Beurtheilung anderer sandschaliger Formen gewesen sein würden. Wir finden aber bei BRADY statt dessen jene ganz allgemein gehaltene Auslassung über die Perforation der

¹ Die Kittmasse der *Astrorhiza* ist protoplasmatischer Natur. Cf. BÜTSCHLI, Protozoa. p. 34.

² Man wird einer solchen Auffassung keine Willkür zum Vorwurf machen können. Wenn bei jeder gewöhnlichen Lokomotion und Nahrungsaufnahme Pseudopodien die Gehäusewand durchbrechen würden, so wäre nicht abzusehen, warum der Pylontubus aufgebaut wird. Gerade bei den Wachsthumerscheinungen sind aber derartige gewaltsame Vorgänge im Thier- und Pflanzenreich weit verbreitet.

³ Betreffs der Gehäusemündung vgl. p. 437.

sandschaligen Foraminiferen überhaupt, welche ich schon auf p. 437 citirt habe. Auch keine Abbildung in dem großen und sonst sehr ausführlichen Atlas überzeugt uns von ihrem Vorhandensein. Ich kann mich daher des Eindrucks nicht erwehren, dass BRADY die »interstitial orifices« mehr vermuthet hat, als dass er ein sicheres und richtiges Bild von der Perforation seiner Psammosphaera gewonnen hätte. Er mag zu dieser Vermuthung durch die Überzeugung gebracht worden sein, dass er unzweifelhaft ein Rhizopodengehäuse vor sich habe, dass also Mündungen in der Schale vorhanden sein müssten, obgleich keine mit Sicherheit nachzuweisen war. Ihre Unsichtbarkeit konnte desshalb ihrer Kleinheit und ihrer verborgenen Lage zugeschrieben werden. Es ist in der That meistens auch außerordentlich schwer, die Mündung der Beobachtung zugänglich zu machen.

In Bezug auf die Abbildungen BRADY's muss ich erwähnen, dass sich seine Abbildungen von meinen Exemplaren ganz wesentlich dadurch unterscheiden, dass bei jenen die dunklere Färbung immer auf die Bausteine aufgetragen ist, während diese in meinem Material aus farblosen Quarkörnchen bestehen und in Folge davon ganz durchsichtig sind. Nur die Kittmasse ist bei meinen Exemplaren Träger der braunen Färbung. Man könnte daran denken, dass die Verschiedenartigkeit der Sandkörner, welche an den betreffenden Fundorten zur Verwendung kamen, an dieser Differenz Schuld wären. BRADY hebt aber die Durchsichtigkeit der Psammosphaera-Schalen ganz besonders hervor (l. c. p. 250). Ich kann mir kaum denken, dass die abgebildeten braunen Steine eine so auffällige Durchsichtigkeit zulassen würden; es liegt wohl ein Versehen von Seiten des Malers vor. Eine derartige Täuschung ist leicht möglich, wenn man trockene Exemplare bei auffallendem Lichte betrachtet, meine Abbildungen sind Kanadabalsampräparaten oder in Nelkenöl liegenden Stücken entnommen. BRADY scheint unsere Form mit mehr stiefmütterlicher Unachtsamkeit behandelt zu haben, als er dies sonst in seinem großen, in mancher Hinsicht bewunderungswürdigem Werke gethan hat.

Auf Abbildung 46 bei BRADY möchte ich noch ganz besonders hinweisen, sie stellt eine Reihe von vier Individuen dar, welche in einer Richtung an einander gekittet sind. Das Endexemplar dieser Reihe ist eben erst auf dem Psammosphaera-Stadium angelangt. Die Bausteine stehen nach außen hin noch weit aus einander¹. BRADY (l. c. p. 254)

¹ Ich habe im Anfang, als ich das Material zu bearbeiten begann, derartige angeheftete junge Gehäuse, wie das Endexemplar der BRADY'schen Kette, für einen unregelmäßig gebauten, aus großen Steinen bestehenden Pylomtubus (wie er in der That auch vorkommen kann) gehalten. Da ich ganz die selben Gebilde dann

hat diese zufällige Aneinanderreihung für ein polythalameres Exemplar gehalten. Ich habe zwischen derartig an einander gekitteten Gehäusen niemals einen Zusammenhang der Wohnräume auffinden können, so dass ich polythalamere Exemplare für *Saccammina sphaerica* entschieden bestreiten muss. Die BRADY'sche Kette ist durch Zufall so regelmäßig geworden. Drei oder vier Gehäuse fand auch ich einige Male zusammengekittet, es enthielt dann aber immer nur einen richtigen *Saccammina*-Weichkörper, so dass die anderen Gehäuse als leeres Bau- oder Anheftungsmaterial aufgefasst werden mussten, eine Auffassung, welche durch die sonst sehr unregelmäßige Aneinanderreihung solcher Gehäuse gestützt wird. Auch BRADY hebt hervor, dass seine polythalameren Exemplare weit häufiger viel regelloser gebaut sind. Es wäre doch auch ganz ohne Parallele, dass bei einer polythalameren Form die später gebildeten Kammern so beträchtlich viel kleiner wären, als die früheren Kammern, — dass BRADY sie als »additional« oder »supplementary chambers« bezeichnet, entkräftet diesen Einwurf nicht.

Auch die BRADY'sche Fig. 4 auf Taf. XVIII verdient unsere Aufmerksamkeit. Sie bietet uns ein kleines Exemplar, welches um eine Schwammnadel herumgewachsen ist. Die Schwammnadel hat wohl ursprünglich zur Verschanzung der Primitivdecke gedient und ist später mit in das Gehäusegefüge eingemauert worden. BRADY hat solche Exemplare öfter gefunden. Die Thiere mögen sich auf diese Weise eine festere Lage zu verschaffen suchen. Wenn sie sich nämlich durch die enge Mündung in ihr Gehäuse zurückziehen wollen, so wird sich die Spongiennadel wie ein Stemmeisen in den Boden eingraben, und wird auf diese Weise der Sarkode das Zurückziehen erleichtern¹.

Ich habe demnach aus folgendem Grunde die beiden BRADY'schen Gattungen *Psammospaera* und *Saccammina* zu einer Species vereinigen müssen. Ganz abgesehen von der Unsicherheit der Trennung, welche sich in der ausgeführten Weise bei BRADY bemerkbar macht,

auch frei vorfand, so glaubte ich, dass sich die jungen Gehäuse aus abgestoßenen Pylontuben aufbauen würden. Diese Auffassung ist falsch, hat sich leider aber als ein Irrthum in meine erste Arbeit eingeschlichen. Ich bitte daher die l. c. p. 543 über *Psammospaera fusca* F. E. Schulze ausgesprochene Vermuthung zu streichen.

¹ Die Gehäusemündung ist im Vergleich zu der Masse des Weichkörpers außerordentlich klein. Wenn sich daher der Weichkörper — etwa bei einer nahenden Gefahr — schnell an seinen Schutzort zurückziehen will, so wird hierzu viel mehr Kraftentwicklung nöthig sein als bei einem weitmündigen Gehäuse. Einer solchen Kraftentwicklung wird aber eine feste Lage des Gehäuses großen Vorschub leisten. Daher jedenfalls die Vorliebe der *Saccammina* auch zum Festheften, zur Aufnahme von größeren Steinen etc. etc.

weisen ganz auffällige Erscheinungen auf die Zusammengehörigkeit der beiden Formen hin. In erster Linie ist hier der genetische Zusammenhang zu nennen, welcher sich vom Primitivgehäuse an aufwärts durch das Psammosphaerastadium hindurch bis zur ausgebildeten Saccammina verfolgen lässt; der Umstand vor Allem, dass das Gehäuse nicht mit einem Male in die höhere Stufe seiner Ausbildung eintritt, sondern dass diese Umänderung ganz allmählich und streckenweise an dem Gehäuse verläuft, so dass man verschiedene, auf einander folgende Stadien an demselben Gehäuse beobachten und diese mit einer anderen Reihe von Stadien eines anderen Gehäuses vergleichen kann¹. In zweiter Reihe tritt ergänzend hinzu, dass sich alle bis jetzt vorhandenen Abbildungen und Beschreibungen von *Psammosphaera fusca* F. E. Schulze mit dem Habitus der jugendlichen Saccammina in Einklang bringen lassen, mit alleiniger Ausnahme der BRADY'schen »interstitial orifices«, deren Werth als Unterscheidungsmerkmal ich jedoch entkräftet zu haben glaube.

Auch die Größenverhältnisse der beiden Monothalamien stimmen mit ihrer Vereinigung als Altersformen ein und derselben Art überein. BRADY giebt für *Psammosphaera fusca* eine Größe von 0,16—4 mm an, Saccammina fand er zwischen 1—3,5 mm schwankend. *Psammosphaera* Brady weist demnach weit kleinere Gehäuse auf als Saccammina. Nur der Grenzwert für *Psammosphaera* (4 mm) scheint auf den ersten Anblick hin unverständlich. Bei einer solchen Größe müsste die Saccamminaform schon zum Ausdruck gekommen sein.

Es ist hierbei aber zu berücksichtigen, dass bei noch nicht ganz ausgebauten Gehäusen, wie geschildert, die Steine mit ihrer Längsachse oft radiär vom Gehäuse abstehen und erst später in die Ebene der Gehäusewand eingeordnet werden; so müssen diese Gehäuse anfänglich größer erscheinen als nachher, wo die Steine nicht mehr in solchem Maße nach außen vorragen. Bei einigermaßen großen Steinen kann die Größendifferenz zwischen den jugendlichen und den vollendeten Gehäusen eine recht beträchtliche werden, so dass die Maßdifferenzen in den Angaben BRADY's zur Genuge erklärt sind.

Es könnte bei Betrachtung der Challenger-Abbildungen auffallen, dass *Psammosphaera* Brady meist aus größeren Steinen zusammengesetzt ist als Saccammina Brady. Dies ist aber nur ein scheinbarer Unterschied; BRADY hat nämlich seine *Psammosphaera* bei stärkerer

¹ Wenn sich z. B. ein Gehäuse findet, welches an den verschiedenen Stellen seiner Wandung auf den Stufen (vgl. p. 435) 2, 3 und 4 steht, ein anderes dagegen gleichzeitig die Stadien 3, 4 und 5 in der Entwicklung seiner Gehäusethelle aufweist, so sind durch diese Vorkommnisse auch die Stadien 2 und 5 mit einander verbunden u. s. f.

Vergrößerung (20—40fach) dargestellt, wodurch natürlich auch ihre Bausteine größer erscheinen als diejenigen der unter 45facher Vergrößerung abgebildeten *Saccammina*. Um sich von der Wirkung dieser Differenz in den Vergrößerungen zu überzeugen, vergleiche man die in demselben Werke (Pl. XLIX, Fig. 16) bei anderer Gelegenheit abgebildete *Saccammina*, welche wie die *Psammospaeren* BRADY's bei stärkerer (50facher) Vergrößerung dargestellt ist; hier sieht man, dass aus der Größe der Bausteine — die ja im Ganzen außerordentlich schwankend sein kann — kein Merkmal zu entnehmen ist, welches die Trennung der beiden von mir vereinigten Formen beanspruchen kann.

Auch die Größenschwankung zwischen der jugendlichen *Saccammina* (*Psammospaera* Brady) und der ausgewachsenen Form tritt recht deutlich auf den Challenger-Abbildungen hervor, wenn man die erwähnte Verschiedenheit in den Vergrößerungen berücksichtigt. Eben so ist das hellere Kolorit zu beachten, welches die BRADY'schen Fig. 1, 6 und 8 (Pl. XVIII) gegen die dunkle Färbung seiner *Saccammina* abstechen lässt. Die hellere Färbung kennzeichnet das geringere Alter (cf. oben p. 461).

E. Vergleichendes und Allgemeines über das Gehäusewachstum von *Saccammina sphaerica*.

Obgleich das Vorhandensein eines Primitivgehäuses bei den Rhizopoden noch nie beobachtet worden ist, so kann dasselbe doch nicht so sehr befremden. Einmal ist ja über die Fortpflanzung der marinen Rhizopoden überhaupt nur sehr Weniges, über die Fortpflanzung und Entwicklung der sandchaligen Formen sogar überhaupt nichts bekannt; dann aber lässt sich trotz alledem für das angegebene Verhalten der *Saccamminagehäuse* ein Analogon bei anderen heranwachsenden, marinen Rhizopodenformen aufstellen. Ich meine Formen, welche polythalam sind und deren neue Kammern in ähnlicher Weise durch Primitivdecken vorgebildet werden¹.

BRADY vermuthet, dass die sandigen Auflagerungen, welche sich oft auf den Pseudopodien der Endkammer vorgelagert finden, später bei dem Aufbau einer neuen Kammer Verwendung erfahren. Er sagt über

¹ Vgl. die Abbildungen im Challenger-Report: *Haplophragmium globigerini*-forme Parker and Jones, Pl. XXXV, Fig. 11; *Textularia aspera* Brady, Pl. XLIV, Fig. 9; *Verneuilina propinqua* Brady, Pl. XLVII, Fig. 13, 14; *Valvulina fusca* Williamson, Pl. XLIX, Fig. 14; *Valvulina conica* Parker and Jones, Pl. XLIX, Fig. 15, 16; *Truncatulina lobatula* Walker and Jacob, Pl. CXV, Fig. 4, 5.

die sandigen Anlagerungen von *Valvulina conica* Parker and Jones (Chall.-Rep. p. 392):

»When found in situ the test is generally surrounded by a spreading mass of fine light-coloured sand, apparently collected by the animal as a protection for the sarcode protruded from the base of the test. The sand is of even grain, and though sufficiently coherent to bear washing in a stream of water, the mass is easily disintegrated with a camels-hair pencil. This sandy rampart is quite distinct from the test itself and differs from it both in colour and texture; but it is more than probable that the material for the construction of the test, as it increases in size, may be selected from what is accumulated in this way.«

Da *Valvulina conica* auch auf meinen Saccamminen festgewachsen vorkam, so suchte ich, die citirte Vermuthung BRADY's durch Messungen der Steinchen in den Vorlagerungen und derer fertiger Kammern genauer zu prüfen. Es ergab sich dabei Folgendes: Die Primitivdecke setzte sich zu weitaus größtem Theil aus kleinen Steinchen von 0,003855—0,00547 mm zusammen; nur hier und da traf ich in ihr größere Steinchen von 0,0306—0,1002 mm¹. In der Gehäusewand fertig gebildeter Kammern waren auf der unteren Seite der zertrümmerten Wandstücke nur ganz außerordentlich wenig Steinchen von 0,0040—0,0064 mm aufzufinden; die Mehrzahl der Bausteine war viel größer und schwankte hier zwischen 0,0296—0,0636 mm. Es ergibt sich hieraus, dass die Primitivdecke nicht ohne Weiteres zur endgültigen Gehäusewand verwendet, sondern dass nur ein verschwindend geringer Theil derselben möglicherweise in sie aufgenommen werden kann. Die, der Primitivdecke aufgelagerten, größeren Steinchen von 0,0306—0,1002 mm dürften allenfalls für das spätere Wandwerk des Gehäuses bestimmt sein. Es umgiebt sich also auch bei *Valvulina conica* und ähnlichen Formen der wachsende Sarkodekörper mit einer

¹ Die Endkammer des gemessenen Exemplars war äußerst blass gefärbt und deshalb augenscheinlich noch sehr jung. Eine Kammerbildung mag deshalb vorerst nicht haben stattfinden sollen. So ließe sich auf eine Weise die geringe Zahl der größeren Steinchen erklären. Abgesehen davon ist aber keineswegs ausgeschlossen, dass bei *Valvulina* und ähnlichen Formen von der ganzen Primitivdecke überhaupt gar nichts in das Wandgefüge einer neuen Kammer aufgenommen wird. Es wäre vielmehr auch sehr gut denkbar, dass die Bausteine für eine neue Kammer direkt in das Innere der Sarkode selbst aufgenommen würden, um später unter dem Schutzdache der Primitivdecke nach Art der Euglyphatheilung zu einer neuen Kammer zusammengefügt zu werden. Die Frage kann bis jetzt nicht entschieden werden; ist auch für uns gegenwärtig weniger von Bedeutung. Jedenfalls steht fest, dass nur ganz geringe Quantitäten der Primitivdecke in das schließliche Wandgefüge aufgenommen werden können — dass der überwiegende Theil der Primitivdecke dagegen, wenn nicht gar ihre Gesammtheit, für den Gehäusebau verloren geht.

primitiven Schutzdecke und auch hier wird dann später diese Primitivdecke durch das endgültige Gefüge größerer Steinchen verdrängt.

Die Verwendung der in die Primitivdecke eingelagerten Steinchen zur Aufführung der Gehäusewand ist möglicherweise bei den verschiedenen sandschaligen Formen eine sehr verschiedengradige. Bei *Truncatulina lobatula* Walker und Jacob, welche sich ebenfalls mit ähnlichen Schutzlagen von kleinen Steinchen umgibt, werden diese sicher niemals zum Schalenbau, der hier ganz aus kohlenurem Kalk aufgeführt ist, verwerthet. Hier geht also unbestritten die ganze primitive Schutzdecke für den Ausbau des Gehäuses verloren.

Gegen Homologisirung des Primitivgehäuses, wie ich es für *Saccamina* beschrieben habe, und den sandigen Vorlagerungen anderer Formen wird wohl Niemand etwas einwenden können. Wer an dem Ausdruck Primitivgehäuse Anstoß nimmt, vergegenwärtige sich, dass dies Gehäuse nur aus einer kuppenförmigen Decke besteht, wie sie gerade auch als Schutzhülle bei den verglichenen Formen über die zu Tage tretende Sarkode ausgebreitet ist.

Interessant wäre es zu wissen, ob auch andere der *Saccamina* ähnliche Sandforaminiferen ein Primitivgehäuse aufbauen ehe sie zur Zusammenfügung ihres endgültigen Gehäuses schreiten. Ich wüsste zwar keine Form, bei welcher ein derartiges Primitivgehäuse so sehr erforderlich wäre, wie bei *Saccamina*, wo die Kleinheit der Mündung a priori jegliche Art der Entstehung von Tochtergehäusen mit größeren Steinchen verbietet. Nichtsdestoweniger möchte ich annehmen, dass *Rhabdammina*, *Rhizammina* und jedenfalls auch *Hyperammia* aus ähnlichen Primitivgehäusen ihren Ursprung nehmen. BRADY hat die beiden ersteren sehr häufig mit seiner *Placopsilina bulla* besetzt gefunden (Chall.-Rep. p. 345, Pl. XXXV, Fig. 46 und 47). Ich möchte diese Form für die betreffenden Jugendstadien halten¹. Sie würden sich von den Primitivgehäusen der *Saccamina*

¹ *Placopsilina bulla* würde dann zwei Formen angehören. Die einfache Gestaltung der Primitivgehäuse wird einer gegenseitigen Ähnlichkeit bedeutenden Vorschub leisten, so dass es begreiflich erschiene, wenn die Jugendstadien verschiedener Formen als eine einzige selbständige Art beschrieben wären. *Placopsilina bulla* kenne ich übrigens nicht aus eigener Erfahrung. Nach Fertigstellung meines Manuskriptes erschien eine Arbeit von F. SCHAUDINN, *Myxotheca arenilega* nov. gen., nov. spec., ein neuer mariner Rhizopode (diese Zeitschr. Bd. LVII, p. 48—34), in welcher der Verfasser einen Rhizopoden beschreibt, der eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Primitivgehäusen der *Saccamina* besitzt. Interessant ist es, dass auch SCHAUDINN in einer Nachschrift die Vermuthung ausspricht, dass *Myxotheca* vielleicht nur eine unausgebildete Sandforaminifere sei.

dadurch unterscheiden, dass sie auch auf ihrer Ansatzfläche durch eine Primitivdecke von ihrer Unterlage getrennt sind. Wenigstens hebt BRADY das Fehlen einer solchen Wand nicht besonders hervor, während er auf die Abwesenheit derselben bei der ähnlichen *Webbina hemisphaerica* Jones, Parker und Brady (Chall.-Rep. p. 348, Pl. XLI, Fig. 44) besonderen Nachdruck gelegt hat. (Letztere ist zweifellos eine ausgebildete Form und hat mit Primitivgehäusen nichts als ihre äußere Form gemeinsam.) Außerdem zeigt *Placopsilina bulla* eine mehr längliche Gestalt und an beiden Enden ihres längsten Durchmessers je eine Öffnung, welche sich bei den Primitivgehäusen der *Saccamina* nicht nachweisen lassen. Die beiden Öffnungen entsprechen in ganz ausgezeichneter Weise den späteren Wachstumsrichtungen, welche eingeschlagen werden müssten, um z. B. eine *Rhabdammina linearis* Brady (Chall.-Rep., Pl. XXII, 4—6) zu erzielen. Diese besteht nämlich aus einer centralen Kammer mit zwei langen Armen, welche in gerader aber entgegengesetzter Richtung von der Centralkammer abstehen. Die Centralkammer entspräche dann dem ursprünglichen Primitivgehäuse.

Eine *Hyperamina* von Florida, welche aus der hiesigen zoologischen Sammlung stammt und welche ich durch die Güte des Herrn Geheimraths Professor Dr. EHLERS genauer untersuchen konnte, zeigt ähnliche aber der Ausdehnung der *Hyperamina* entsprechende größere Gebilde, welche ich für Primitivgehäuse halte.

Die Verschanzung durch Schwammnadeln, welche auf gewissen Stadien die Primitivgehäuse der *Saccamina sphaerica* kennzeichnet, kommt ebenfalls bei marinen sandschaligen Rhizopodenarten häufiger vor¹. Bei *Hyperamina ramosa* (Challenger-Rep., Pl. XXIII, Fig. 15—19, p. 261) bleiben sie als ständiger Schutz der Gehäusewand einverleibt. Dagegen lässt die Dichtigkeit ihres Vorkommens an dem oberen, jüngeren Ende der *Haliphysema* (Challenger-Rep., Pl. XXVIIA, Fig. 4—6) und die Abnahme ihrer Zahl gegen die ältere Basis hin erkennen, dass die Schwammnadeln wie dem wachsenden Gehäuse der *Saccamina*, so auch den älteren Gehäusethteilen der *Haliphysema* verloren gehen.

Auch die oben erwähnte *Hyperamina* aus dem hiesigen Institute zeigt eine ausschließlich aus Spongiennadeln zusammengebaute Innenschicht des Gehäuses. Diese Schicht tritt aber nur am äußeren Ende, am Wachstumsende frei hervor, an den Partien des Gehäuses

¹ Außer den oben genannten Formen vgl. die Abbildungen im Challenger-Report: *Sorosphaera confusa*, Pl. XVIII, Fig. 9; *Reophax difflugiformis*, Pl. XXX, Fig. 4; *Reophax spiculifera*, Pl. XXXI, Fig. 16, 17; *Hormosina monile*, Pl. XXXIX, Fig. 11—13; *Hormosina normanni*, Pl. XXXIX, Fig. 17, 19, 21.

wird sie von einer dichten glatten Schicht kleiner Quarkörnchen überlagert¹.

Eine solche nachträgliche Überlagerung ist für *Haliphysema* undenkbar, da bei dieser Form die Nadeln nach allen Richtungen hin aus einander stehen, so dass eine Steinschicht von ganz unverhältnismäßiger Dicke zu ihrer Überlagerung erforderlich wäre. Hier bleibt, wie gesagt, nur die Annahme übrig, dass die Spongiennadeln im Verlaufe des Gehäusewachstums wieder abgeworfen werden, wie bei *Saccamina*.

Ehe ich den Abschnitt über das Schalenwachsthum schließe, möchte ich noch einige Worte über die Gründe sagen, welche mich zu einer derart detaillirten Untersuchung und Beschreibung im Ganzen nicht sehr verwickelter Vorgänge bewogen haben. Ich versuchte zu zeigen, dass auch Formen, welche äußerlich nicht das leicht verständliche Bild einer Kammerbildung zur Schau tragen (wie die *Polythalamien*), zu einem weiteren Wachsthum befähigt sind. Zu einem solchen Beweise war *Saccamina* in ganz hervorragender Weise verlockend nicht durch die Leichtigkeit, mit welcher dieser Beweis geführt werden konnte, sondern durch die Nothwendigkeit, mit welcher ein Wachsthum hier gefordert werden musste. Ein sachkundiger Blick genügt zur Erkenntnis, dass bei *Saccamina* die Fortpflanzung durch Theilung bezüglich die Entstehung des Gehäuses während eines Theilungsaktes, wie er bei *Euglypha* etc. vorliegt, gar nicht denkbar ist. Die meisten Steine, welche das *Saccamina*-Gehäuse zusammensetzen (von den Mörtelsteinchen abgesehen) sind »übergroß«². Die Gehäusemündung, mag sie nun auf einem Pylontubus oder bei jüngeren Exemplaren zwischen Steinen versteckt liegen, ist im Vergleich zur Größe eines ausgebildeten Gehäuses so gering, dass mit ihrer Beihilfe niemals in einem schnell vorübergehenden Theilungsakte ein neues Gehäuse gebildet werden kann. Die Annahme einer intrathalamen Aufspeicherung des Gehäusematerials verbietet sich mit anderen Worten wegen der Größe der Bausteine von selbst; aber auch eine extrathalame Aufspeicherung ist weit mehr als unwahrscheinlich. Um sich eine solche

¹ Diese Konstruktion der Gehäusewand sowie die Beschaffenheit der Kittsubstanz, welche in Salpetersäure löslich ist, unterscheidet die genannte *Hyperammina* von *Hyperammina friabilis*, welcher sie sonst außerordentlich ähnlich ist. *Hyperammina friabilis* besitzt eine bloß aus Sandkörnchen zusammengesetzte Gehäusewand, welche keinerlei Schichtung erkennen lässt. Ihre Kittsubstanz besteht aus Kieselsäure. Für die neue *Hyperammina* möchte ich den Namen *H. floridensis* reserviren.

² Als »übergroß« bezeichne ich alle solche Bausteine, die vermöge ihrer Ausdehnung die Gehäusemündung nicht passiren können (vgl. diese Zeitschr. Bd. LII, p. 518).

vorzustellen, müsste man sich eine unverhältnismäßig lange, jedenfalls röhrenartige Zusammenhäufung von Gehäusematerial vor der Mündung denken; die wenigen auf einer Pseudopodialröhre (cf. weiter unten) oder auf einem Gehäusehorn zusammengehäuften Steinchen würden niemals für ein ganzes Tochtergehäuse ausreichen. Ganz abgesehen davon würden aber durch eine solche Art der Aufspeicherung auch die Schwierigkeiten, welche dem Gehäusewachsthum durch die Festigkeit der Kittmasse entgegenstehen, in keiner Weise gehoben werden. Beim Ausbau des Tochtergehäuses müsste dann doch unter allen Umständen dieselbe Kittmasse gelöst werden, deren Festigkeit zu Liebe man das Wachsthum des neu entstandenen Gehäuses bezweifeln wollte. Man müsste dann schon annehmen, dass beim Aufsammeln und Festhalten der Steinchen eine andersartige Kittsubstanz zur Verwendung käme, als beim Aufbau des definitiven Gehäuses. Gegen eine solche Auffassung ließe sich zwar nichts einwenden, da, wie wir später bei Beschreibung der Pseudopodialröhren sehen werden, in der That die Steine, die zur Erweiterung und zum weiteren Ausbau des Gehäuses bestimmt sind, nicht mit Hilfe der eigentlichen Kittmasse aufgestapelt, sondern vorerst von der Hüllmasse festgehalten werden, welche den Weichkörper umgiebt; ein Theilungsakt, wie er bei *Euglypha* stattfindet und in der Kammerbildung der Polythalamien ein ungefähres Analogon aufweist, erfordert aber eine in sich zusammenhängende Kittschicht, in welche die Baumaterialien als Elemente der Verstärkung eingebettet sind. Diese fehlt bei *Saccamina* gänzlich. Somit ist der Annahme eines solchen oder ähnlichen Vorgangs jeder Boden entzogen. Es bleibt daher bloß die eine Möglichkeit, dass das *Saccamina*-gehäuse allmählich zusammengefügt ist und dass es trotz der scheinbaren Konstanz seiner Kugelform zeitweise einem nachträglichen Wachsthum unterliegen muss¹.

Solche Erwägungen bewogen mich zuerst den Einzelheiten des nothwendigen Wachsthum nachzugehen.

In meiner ersten Abhandlung dieser »Beiträge etc.« war es mir nicht möglich, das Wachsthum der Gehäuse der dort behandelten Süßwasserrhizopoden Schritt für Schritt zu verfolgen; ich konnte es mir aus verschiedenen Erscheinungen, an sehr verschiedenen Gehäusen allerdings, mit großer Wahrscheinlichkeit erschließen.

¹ Es scheint mir nach Ausschluss der oben abgewiesenen Vorgänge sehr wahrscheinlich, dass *Saccamina sphaerica* eben so, wie dies von einigen Polythalamien bekannt ist, im Inneren ihres Weichkörpers mehrere Sprösslinge auf einmal erzeugt. Diese werden dann auf irgend eine Weise vielleicht kriechend aus dem Pylontubus austreten, um freilebend oder festgeheftet den geschilderten Aufbau ihres Gehäuses zu beginnen.

Diese Lücken sollten in zweiter Linie durch vorliegende Arbeit, die über ein durch Größe der Objekte weit günstigeres Material verfügen konnte, ausgefüllt werden.

Wenn irgend eine geometrische Form der Annahme eines nachträglichen Wachstums Schwierigkeiten in Bezug auf die Auffassung des Wachstums macht, so ist es die Kugelgestalt der *Saccamina*.

Die Kugel des *Saccamina*-Gehäuses ist eine nach jeder Seite hin so abgeschlossene Form, dass hier ein Wachstum nur durch Ansatz an den Pylontubus möglich erscheint, zumal die Kittsubstanz eine doch immerhin erstaunliche Festigkeit resp. Resistenzfähigkeit zeigt. Nichtsdestoweniger ist für *Saccamina* nach vorstehenden Auseinandersetzungen das Gehäusewachstum eine unbedingte Nothwendigkeit und ist von mir — wie ich hoffe — so lückenlos dargelegt worden, dass kein weiterer Zweifel über sein Bestehen aufkommen kann.

Wir mögen aus dem dargelegten Wachstum die Lehre ziehen, dass weder Formverhältnisse eines Gehäuses noch die — vielleicht sehr vielen Einflüssen gegenüber bekundete — Resistenzfähigkeit seiner Kittmasse das Bedürfnis des wachsenden Weichkörpers, sich auszudehnen und dabei sich immer wieder zu schützen, zu hemmen vermögen.

Hiermit soll aber keineswegs gesagt werden, dass alle Gehäusebestandtheile nothwendigerweise durch das Wachstum des Weichkörpers nachträgliche Umbildungen zu erleiden hätten. Als wohlbekanntes Beispiel für das unveränderte Bestehenbleiben früherer Gehäusetheile nach dem Anbau von neuen Gehäusetheilen führe ich das Verhalten des Gehäuses der Polythalamien an. Hier erleiden die älteren Kammern kaum oder doch nur ausnahmsweise irgend welche nennenswerthe Veränderungen, wenn neue Kammern angesetzt werden. Wie sich dieses Verhalten aus der stetigen Umänderung, welche ich für die ursprüngliche Wachstumsweise der Rhizopodengehäuse halte, entwickelt haben mag, werde ich in einer späteren Arbeit zu zeigen versuchen.

F. Die in den Gehäusen aufgefundenen Weichkörper.

Bei Eröffnung der Gehäuse fanden sich sieben verschiedenerlei Arten von Weichkörpern, welche nach Ausschluss von schmarotzenden oder in die Gehäuse verirrtten Würmern und anderen fremdartigen, kleinen Thieren möglicherweise für Rhizopodenkörper gelten konnten. Diese Weichkörper waren so sehr von einander verschieden und hatten so verschiedenartig gebaute Kerne, dass von vorn herein für

ausgeschlossen erachtet werden konnte, es lägen hier nur verschiedene Zustände ein und desselben Weichkörpers vor.

Es musste hiernach die Frage aufgestellt werden, ob mit der Verschiedenheit des Weichkörpers nicht etwa auch eine solche des Gehäuses Hand in Hand ginge. Ob nicht jeder Weichkörper sein eigenartiges, wenn auch vielleicht von den andern nur wenig unterschiedenes Gehäuse besitze und so sieben verschiedene Thalamophorenspecies mit ähnlichem Gehäuse aber mit sehr verschiedenen Weichkörpern vorlägen.

Eine hierauf gerichtete Untersuchung ergab aber, dass die sieben verschieden gestalteten Weichkörper in jeder Art von Gehäusen vertreten waren, welche sich je nach dem Grade ihrer jeweiligen Ausbildung mehr oder weniger gezwungen unterscheiden ließen.

Es ließ sich also eine Scheidung in sieben Species auf Grund der Weichkörper eben so wenig durchführen, wie bei Betrachtung des Gehäuses eine Scheidung der jugendlichen Form (als *Psammosphaera*) und der ausgewachsenen Form (als *Saccamina*) möglich war. Es musste demnach nur eine Art von Weichkörper den rechtmäßigen Besitzer des Gehäuses darstellen, die sechs anderen Weichkörper mussten dagegen auf Schmarotzer, bezüglich auf fremde Eindringlinge, zurückgeführt werden.

Es galt nun zu entscheiden, welcher Weichkörper der wahre *Saccaminakörper* war. Zur Lösung dieser Frage fand ich nach zahlreichen Untersuchungen das Größenverhältnis zwischen Weichkörper und Gehäuse für maßgebend. Während die eine Form in allen Fällen, wo sie angetroffen wurde, das Gehäuse mehr oder weniger ausfüllte, so dass man sagen konnte, sie beherrsche das Gehäuse, war dies bei den anderen sechs Formen durchaus nicht der Fall. Hier war der Weichkörper, obgleich er auch einige Mal den Wohnraum des Gehäuses völlig erfüllte, oftmals doch so klein, dass neben ihm noch hundert andere gleich große Körper in demselben Gehäuse Platz gefunden hätten. Es ist aber sicher wahrscheinlicher, dass der berechnigte Inhaber des Gehäuses sich in seiner Ausdehnung nach den Maßverhältnissen des Gehäuses richtet, als dass er ganz unabhängig von dem Wohnraum, den er ausnutzen soll, jede mögliche Größe anzunehmen vermag und oftmals gegen dessen Ausdehnung gar nicht in Betracht gezogen werden kann.

Eine vergleichende Untersuchung des Weichkörpers von *Astrohiza limicola* Sandahl und *Hyperamina floridensis* n. sp. (cf. p. 470, Fußnote) erbrachte weitere Reweise für die richtige Erkenntnis des eigentlichen *Saccaminakörpers*. Die in diesen Formen aufgefundenen Weichkörper und namentlich auch ihre Kerne zeigten

sehr viel Ähnlichkeit mit dem Saccaminakörper, dagegen keine Ähnlichkeit mit den anderen Weichkörperformen, welche ich als zu Eindringlingen gehörige beschreiben werde.

Der eigentliche Saccaminakörper war außerdem der häufigste Bewohner der Gehäuse; unter 474 mit Weichkörper erfüllten Gehäusen wurde er 287 mal angetroffen; 187 mal waren die sechs übrigen Formen vertreten.

In Procenten ausgedrückt enthielten also die Saccaminagehäuse in $60\frac{1}{2}\%$ der Fälle ihren eigentlichen Bewohner, in $39\frac{1}{2}\%$ dagegen waren sie von Eindringlingen besetzt.

G. Der eigentliche Saccamina-Weichkörper.

Die weitaus meisten Individuen waren in meinem mit Alkohol konservirten Material zu einer kugeligen Masse zusammengezogen. Doch bewiesen öfters vorkommende Ausbeugungen der Kugelfläche, die im Ganzen allzu abgerundet waren, um für Schrumpfungen gehalten werden zu können, dass der lebende Weichkörper keineswegs immer an die Kugelgestalt gebunden ist, sondern, wie dies von einem Rhizopodenkörper zu erwarten war, sich in weiteren Grenzen Gestaltsveränderungen anheimgeben kann. Sehr häufig war ein größerer Theil der Sarkode nach der Öffnung des Gehäuses hin vorgestreckt, so dass ein derart vorgeschobener Theil, wie oben schon erwähnt, als Wegweiser zur Auffindung der Öffnung benutzt werden konnte.

Der Weichkörper füllte den Innenraum der Gehäuse fast ganz aus. In seltenen Fällen, wo er kaum mehr als die Hälfte des Gehäusedurchmessers seiner Ausdehnung nach erreichte, bewiesen entweder auf der Oberfläche anhaftende Sarkodeperlen oder eine von den verwendeten Karminfarbstoffen trüb gewordene halb durchscheinende Masse, die den vom Weichkörper freigelassenen Raum ausfüllte, dass bei der Abtötung Flüssigkeit aus den Thieren ausgetreten war und sich auf diese Weise ihr Volumen verringert hatte; oder aber es fanden sich spontan ausgestoßene Schlickmassen neben dem Weichkörper, so dass das betreffende Thier durch Abgabe seiner Ingesta sein Volumen nachträglich verringert zu haben schien.

1. Die Hüllschicht.

Der meist kugelig kontrahirte Weichkörper war in meinem Material von einer oft sehr dünnen, manchmal aber auch beträchtlich verdickten, scharf begrenzten glashellen Membran umgeben¹.

¹ Auch DÖDERLEIN fand bei seiner *Psammonyx vulcanicus* eine deutliche, dem Weichkörper dicht anliegende Membran. cf. Verhandlungen der zool.

Diese Membran nahm alle üblichen Karmin- und Hämatoxylinfarbstoffe leicht auf, zeigte aber die Besonderheit, dass sie in dem von mir angegebenen Methylgrün-Eosin-Gemisch eine hellblaue, man darf sagen himmelblaue Färbung annahm und sich auf diese Weise als eine von der übrigen Körpersarkode verschiedene Substanz kundgab. Die eigentliche Körpersarkode färbte sich nämlich in derselben Doppelfarbe stets grell roth.

Die Membran war so fest, dass sie sich in der Regel ohne große Mühe von dem Weichkörper abziehen ließ; sie riss dabei allerdings hier und da in ziemlich scharfen Kanten; ihr Verhalten lässt sich dem zufolge wohl am besten als pergamentähnlich bezeichnen (Taf. XXII, Fig. 26, 27, 28 und 38).

Auch gegen chemische Einwirkungen scheint sie sehr resistent zu sein; sie veränderte selbst nach stundenlangem Verharren in kalter stark konzentrierter Salzsäure ihr Aussehen nicht¹. Andere chemische Reaktionen wurden nicht vorgenommen, um das Material zu schonen. Mein Hauptinteresse war nämlich bei vorliegender Arbeit den Fortpflanzungsverhältnissen der *Saccamina* zugewendet. Leider sind nun meine Resultate in dieser Beziehung sehr geringe geblieben; ich musste aber jeden Weichkörper schonen, da ich von keinem wissen konnte, ob nicht gerade in ihm sichere Nachweise auf die Fortpflanzungsverhältnisse aufzufinden waren. Hätte ich die Fortpflanzung klarzulegen vermocht, so wäre das übrig gebliebene Material zu weiteren Versuchen über die hier offen gelassene chemische Natur der Membranhüllen und anderes Ähnliche verwendet worden; so dagegen wurden alle Weichkörper theils zu Quetschpräparaten verbraucht, oder sie wurden, und zwar der größte Theil von ihnen, in Schnittserien zerlegt.

Ihrer Struktur nach waren die aufgefundenen Membranen zum weitaus größten Theil durchaus homogen; nur einige Male ließ sich eine deutlich vakuolige Struktur in ihnen erkennen, ohne dass die Umstände angegeben werden können, unter welchen diese Strukturdifferenzen zu Stande kommen. Membranen mit vakuoliger, oder besser vielleicht »großwabiger Struktur« — großwabig im Unterschiede zu BÜTSCHL's Elementarwaben — waren in der Regel bedeutend dicker als die homogenen Membranen, während homogene Membranen in der

Gesellschaft. Zweite Versammlung. p. 445—446. Eben so beschreibt SCHAUDINN bei seiner *Myxotheca arenilega* nov. gen., nov. spec. eine den Weichkörper umgebende Gallerthülle. Diese Zeitschr. Bd. LVII. p. 20.

¹ Die Gallerthülle der *Myxotheca* ist nach SCHAUDINN ebenfalls gegen verdünnte Schwefelsäure und verdünnte Kalilauge resistent.

Regel nicht dicker als 0,00149 mm waren, erreicht der Durchmesser der großwabigen Membranen 0,01344 mm und gelegentlich noch mehr.

Die homogenen Membranen erwecken ganz den Eindruck einer festen, wenn auch geschmeidigen Pellicula, die als Hülle den übrigen Sarkodekörper sackartig umschließt.

Die Ähnlichkeit mit einem derartigen, mehr oder weniger formbeständigen Gebilde wird noch dadurch erhöht, dass sich fast immer an der Stelle des Weichkörpers, wo dieser den inneren Mündungsrand des Pylontubus berührt, eine besondere, oft äußerst scharf umgrenzte Öffnung in der pelliculaähnlichen Hülle befindet, welche augenscheinlich dazu bestimmt ist, die vordringenden zur Pseudopodienbildung bestimmten Sarkodemassen durch die Substanz der Membran hindurchtreten und den Pylontubus passieren zu lassen.

Diese Öffnung ist nur in den seltensten Fällen ein einfaches in der Ebene der Hüllschicht gelegenes Loch (Taf. XXII, Fig. 27); meistens zeigt sie die Form eines wohlausgebildeten Trichters (Taf. XXII, Fig. 28 und 38), in dessen Ausbildung sich im Einzelnen bei verschiedenen Exemplaren mancherlei Verschiedenheiten ergeben; manchmal ist er bei sehr großen Weichkörpern sehr klein, ein ander Mal bei kleineren Weichkörpern sehr groß; er kann wie ein sehr weiter Krater mit seiner inneren Mündung bis über die Mitte des Sarkodeleibes vorrücken, so dass der ganze Weichkörper durch ihn eine nierenförmige Gestalt erhält; ein ander Mal wieder ist er nur durch eine ganz seichte Delle vertreten (Taf. XXII, Fig. 26 D), um schließlich bei wieder anderen Exemplaren ganz zu fehlen. Doch auch bei den letztgenannten Exemplaren lässt sich meist die Stelle noch erkennen, wo dem Pylontubus gegenübergelegen, sonst die Trichteröffnung vorhanden zu sein pflegt, die Substanz der Hülle ist in der Regel hier ganz besonders verdickt.

Die große Verschiedenheit, die sich somit in der Formgestalt der einzelnen Trichter ergibt, macht sich auch in der Menge der zur Trichterbildung verwendeten membranartig konservierten Substanz geltend; in so fern nämlich, als manche Trichter namentlich an ihrem röhrenförmigen Innenende ganz außerordentlich verdickt sind, während andere wieder einen oder mehrere dickere Wülste an ihrer äußeren Öffnung aufweisen, um sich von da aus mit plötzlich verdünnten Wandungen in die Tiefe des Weichkörpers zu senken. Kurz und gut in meinem Material konnte ich keine zwei Trichter finden, die in ihrer Ausbildung vollkommen oder auch nur sehr annähernd gleich gewesen wären.

Es wäre nun meiner Überzeugung nach falsch, wenn man die verschiedenen Trichterformen auf eben so verschiedene Altersstufen bez.

Entwicklungszustände des Trichters zurückführen wollte; man wird vielmehr weit richtiger annehmen, dass die Gestalt dieser Trichterbildungen keine konstante, sondern eine für ein und dasselbe Exemplar stets veränderliche ist, d. h. dass der Trichter von einer nicht festen, sondern beweglichen Masse gebildet wird, die den Bewegungen der Pseudopodien bis zu einem gewissen Grade zu folgen vermag und dabei die verschieden gestalteten Trichterformen annimmt. Man wird sich hier eine gallertige zähflüssige Masse vorstellen dürfen, wie sie z. B. bei *Amphizonella violacea* Greeff vorkommt und nach den Untersuchungen FRENZEL'S u. A. in wechselnder Form auch bei anderen nackten Rhizopoden sehr weit verbreitet erscheint¹.

Die Trichterbildungen kommen dieser Auffassung nach beim Einziehen der Pseudopodien dadurch zu Stande, dass die gallertige Substanz den zurückgehenden Pseudopodien gefolgt, und auf diesem Wege konservirt worden ist. Es scheint mir auf der Hand zu liegen, dass je nach der Intensität, mit welcher die Pseudopodien zurückgezogen wurden, und je nach der Menge der gelatinösen Substanz, die gerade an der Durchtrittsstelle der Pseudopodien angehäuft war, sehr verschiedenartige Bildungen zu Stande kommen müssen, so dass hierdurch die Vielgestaltigkeit der Trichter zur Genüge ihre Erklärung findet.

Aber nicht allein beim Einziehen der Pseudopodien folgt die gelatinöse Hüllmasse der in Bewegung begriffenen Sarkode, sondern auch beim Aussenden der Pseudopodien. Es entstehen auf diese Weise Trichter, deren weitere Mündungen nach dem Innenkörper der *Saccamina* gerichtet sind, während deren verjüngter Theil wie ein Pseudopodienstiel die Pseudopodienmassen in den Pylomtubus hinein begleitet. Solche nach außen umgekehrte Trichter waren nur in ganz seltenen Fällen in meinem Material anzutreffen, was keineswegs verwundern kann. Während der Konservirung suchten sich natürlich die Pseudopodien zurückzuziehen, so dass sich der Trichter immer nach innen umstülpen musste, und nur in ganz besonders günstigen Fällen ein nach außen gewendeter Trichter erhalten bleiben konnte. Fig. 76, Taf. XXIV zeigt einen Trichter, der nach außen vorgestülpt ist, aber doch schon auf dem Wege steht, sich nach innen einzustülpen. *U* ist die Umbiegungsstelle; der Umstülpungsvorgang lässt sich dem Umstülpen eines Handschuhfingers vergleichen.

In den Fällen, in denen ein Pseudopodientrichter nicht vorhanden war, ließen sich auch niemals vorgeschickte Pseudopodienmassen auf-

¹ JOH. FRENZEL, Untersuchungen über die mikroskopische Fauna Argentiniens. Erste und zweite Abtheilung. Die Rhizopoden und Helioamöben. in: *Bibliotheca zoologica* 12. Heft. 1892.

finden. Die Pseudopodien waren in den Weichkörper eingezogen worden — sie ließen sich hier, wie wir noch später sehen werden, in Folge eigenartiger Einlagerung leicht nachweisen — und über den eingezogenen Pseudopodien lag die Hüllschicht ausgebreitet, als wenn hier nie eine Durchbrechung stattgefunden hätte. Man wird nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass die Hüllmasse über den zurückgezogenen Pseudopodien langsam zusammengeflossen ist.

Für eine gewisse Zähflüssigkeit der Hüllmasse lassen sich auch Verdickungen der Hüllschicht ins Feld führen, die sich in der Regel da finden, wo die übrige Sarkode Einbuchtungen zeigt. In Einbiegungen des Weichkörpers muss sich nothwendig mehr Hüllschichtmasse anhäufen als auf Vorstülpungen desselben, wenn die Hüllschicht eine bewegliche Konsistenz wirklich besitzt. Es ist dabei auffallend, dass die Füllung im Weichkörper aufgetretener Furchen in der Regel da am stärksten zum Ausdruck kommt, wo die Hüllschicht vacuolären Bau zeigt; so z. B. Fig. 73. Die Hüllschicht scheint im vacuolären Zustande freier beweglich als im homogenen, daher sie sich den Formveränderungen des Weichkörpers schneller anzupassen vermag, so lange sie vacuolär ist. Auf der anderen Seite trifft man in der homogenen Hüllschicht häufig auf Verdickungen, ohne dass der Weichkörper an der betreffenden Stelle eine Furche zeigt. Hier mag sich eine früher vorhandene Furche wieder ausgeglichen haben, ohne dass die zähflüssige Hüllmasse Zeit gefunden hätte, auf ihr gewöhnliches Niveau zurückzukehren (Taf. XXII, Fig. 29 *Verd.*).

Noch eine weitere, augenfällige Erscheinung kann als Beweis für die bewegliche Konsistenz der Hüllmasse in Anspruch genommen werden; nämlich das Durchwandern von Stoffen, die aus dem inneren Weichkörper herkommen, durch die Hüllschicht hindurch auf deren Außenfläche. Eine feste, starre Haut würde eine solche Durchwanderung unmöglich machen.

Unter solchen Stoffen sind zu nennen:

Erstens kleine Steinchen, die oft in größerer Zahl der Hüllschicht aufgelagert sind, augenscheinlich, um für das innere Mörtelnetzwerk des Gehäuses verwerthet zu werden (Taf. XXII, Fig. 30, 31). Dieselben kleinen Steinchen, die der Größe nach ganz unseren Mörtelsteinchen entsprechen, findet man dann in der Regel bei demselben Exemplar auch im Weichkörper und, wenn man Glück hat, auch in der Hüllschicht selbst, eingebacken, an. Es kann kein Zweifel darüber bleiben, dass die kleinen Steinchen ihren Weg aus dem Inneren des Weichkörpers heraus, wo sie von der Sarkode aufgestapelt worden waren, durch die Hüllschicht hindurch genommen haben.

Zweitens Sarkodetropfen, welche bei schlecht konservirten Weichkörpern öfters der Außenfläche der Hüllschicht anklebten, und ebenfalls mehrere Male in der Hüllschicht selbst eingebacken vorkamen (Taf. XXIV, Fig. 79 *Str.*). Sarkodetheile, durch Rothfärbung im Methylgrün-Eosin-Gemisch als solche kenntlich, sind hier jedenfalls während des Todeskampfes durch die Hüllschicht hindurchgepresst worden. Wenn die eben genannten Tropfen durch ihre Isolirung von der übrigen Sarkode, als Konservirungsprodukte angesehen werden müssen, so weist doch ein anderes Vorkommen darauf hin, dass die Hüllschicht auch für die lebende Sarkode frei wegbar ist. Ich habe nämlich gelegentlich in der Hüllschicht kleine kegelförmige, mit der Spitze nach außen gerichtete Grübchen gefunden. Diese Grübchen sind wohl durch das Vordringen von Sarkodepartien in die Hüllschicht hinein hervorgerufen worden; vielleicht, dass sich auf diese Weise der Weichkörper innerhalb des Gehäuses festhält (Taf. XXII, Fig. 40).

Drittens Kittmassentheilchen, die ebenfalls in der Regel in den inneren Theilen des Weichkörpers erzeugt werden, und von da aus durch die Hüllmasse hindurch auf deren Außenfläche treten, augenscheinlich desshalb, um gelegentlich an die Gehäusewand abgegeben zu werden (Taf. XXIV, Fig. 76 *Km.*). Von der besonderen Anordnung dieser Kittsubstanztheilchen wird später noch die Rede sein.

So wenig bestreitbar es demnach erscheinen muss, dass die Hüllschicht keine starre, sondern eine, wenn auch vielleicht nur in geringem Grade flüssige Masse ist¹, die den im Gehäuse geborgenen Theil des Saccaminakörpers allseits umschließt und auch den Bewegungen der Pseudopodien in so weit folgt, als es ihre Zähigkeit und der jeweilige Vorrath an Substanz zulässt; so zweifellos ist es fernerhin, dass die Hüllmasse sich nicht unerheblich von der übrigen im Allgemeinen wohl ebenfalls zähflüssigen Sarkode unterscheidet.

Die eigenartige, pergamentähnliche Konservirung der Hüllschicht ist zwar hierfür absolut kein zwingender Beweis. Man kann bei weniger gut konservirten Präparaten von *Pelomyxa palustris* Greeff ganz dieselbe pergamentähnliche Erstarrung der äußeren Plasmalage wahrnehmen, obgleich hier gar kein Zweifel obwalten kann, dass diese äußere Plasmalage selbständig Pseudopodien auszuschicken vermag, dass

¹ Dass diese Auffassung wirklich zutrifft, ist durch die interessanten Mittheilungen SCHAUDINN'S über *Myxotheca arenilega* nov. gen., nov. spec. bewiesen. Die gallertige Hüllmasse dieser Rhizopode wird ebenfalls von Pseudopodien durchbrochen, ohne dass sich nach Einziehung der Pseudopodien besondere Öffnungen in der Gallerthülle nachweisen lassen. Über den früheren Durchtrittsstellen der Pseudopodien fließt augenscheinlich die weiche Gallertmasse wieder zusammen.

sie also eben so gut als Sarkode aufgefasst werden muss, wie die weiter nach innen gelegenen Partien des Sarkodekörpers. Ich meine hier nicht nur die lappenförmigen Ansammlungen von fein strukturirtem Plasma, als welche die an der Peripherie des Weichkörpers auftretenden schmalen Pseudopodien gekennzeichnet werden müssen, sondern vor Allem die Borstenbesätze, welche öfters auf dem halbkugelig abgerundeten Hinterende der *Pelomyxa* aufzutreten pflegen. Diese Borsten sind kleinste Pseudopodien, welche sich unmittelbar aus der äußersten Lage der Sarkode hervorbilden. Ein Blick auf die Fig. 36, Taf. XXII wird dies zur Genüge darthun; sie ist einem Schnitte eines sehr gut konservirten (Pikrinschwefelsäure-) Exemplars entnommen, das mit Methylgrün-Eosin behandelt worden ist. Es sei hier gleich bemerkt, dass sich bei *Pelomyxa* auch diese äußerste manchmal pergamentartige konservirte Lage des Plasmas in dem genannten Farbegemisch stets roth gefärbt hat.

Auch wenn man gewöhnliche Diffflugien mit bloßem Alkohol konservirt, heben sich manchmal die äußeren Plasmatheile von den inneren pergamentartig ab. Aber auch hier färben sich die abgehobenen Theile wie das übrige Plasma in der Methylgrün-Eosin-Mischung vollständig roth.

Die zuletzt zum Vergleich herangezogenen hautartigen Erstarrungen sind aber nur seltene Vorkommnisse, so weit sie auch hin und wieder gehen mögen — man kann hier wie bei *Saccamina* die Haut manchmal abziehen, ohne beträchtliche Theile der inneren Sarkode mit fortzureißen — bei meinen *Saccaminen* waren sie dagegen immer vorhanden. Was aber zuvörderst für eine große Selbständigkeit der Hüllschicht von *Saccamina* und für einen Substanzunterschied zwischen ihr und der eigentlichen Sarkode spricht, ist ihr ausnahmsloses Verhalten gegen die Methylgrün-Eosin-Mischung. Die Hüllschicht färbt sich, wie wir bereits wissen, stets blau, niemals roth, wie das übrige Protoplasma oder wie die peripherischen Sarkodetheile der *Pelomyxa* und der Diffflugien. Fast unnöthig scheint es hiernach, noch anzuführen, dass die homogene oder auch grobwabige Struktur der Hüllschicht von den Struktur- oder Konservirungsbildern der eigentlichen Sarkode wesentlich abweicht, wie aus meiner späteren Darstellung hervorgehen wird, und dass auch hierdurch eine Substanzdifferenz zwischen beiden mehr wie wahrscheinlich gemacht wird.

Die Hüllmasse scheint von Zeit zu Zeit erneuert zu werden. Ich fand einige Male über der blau erscheinenden Hüllschicht noch Bruchstücke einer zweiten, immer sehr dünnen Haut, welche auf meinen Schnittpräparaten von der blauen Hüllschicht als deren äußerste Lage

losgerissen war und sich in dem Methylgrün-Eosin-Gemisch nicht blau gefärbt hatte, sondern ungefärbt geblieben war oder deutlich grün gefärbt erschien. Nun habe ich in meiner ersten Mittheilung über die Färbemischung schon hervorgehoben, dass die Kittsubstanz der Süßwasserdifflugien, welche bei ganz jugendlichen Gehäusen sich blau färbt, bei älteren ungefärbt bleibt, bei alten (so bei den meisten ausgestorbenen zerfallenden Gehäusen) eine grüne Färbung annimmt. Die Annahme scheint mir daher gerechtfertigt, dass auch die Grünfärbung der äußeren Hüllschichttheile der Saccamina ihr Alter oder ihren Zerfall bedeutet, zumal ja beide Substanzen, die Hüllschicht der Saccamina und die Kittmasse der Difflugien, auch sonst in ihrem Verhalten gegen den Farbstoff genau übereinstimmen. Wir hätten es hier also mit einer Abstoßung altgewordener Massen — mit einem Häutungsprocess zu thun¹.

Da die losgerissenen, grüngefärbten Häute nie in Form von Tropfen auftreten, so wird man zu der Annahme gezwungen, dass sie starr gewordene, also nicht mehr gelatinös, zähflüssige Theile der Hüllsubstanz sind, die bei den Bewegungen des Saccaminakörpers zersprengt werden und dann gelegentlich abfallen, oft aber auch an der gelatinösen Hüllschicht noch länger hängen bleiben, so dass sie in Bruchstücken in meinem Material öfter gefunden werden konnten.

Ohne mich in weitere Spekulationen zu vertiefen, sei hier erwähnt, dass ja auch die analog färbbare Substanz der Mörtelmasse, welche das innere und äußere Mörtelnetzwerk der Gehäuse liefert, eine eben so einfache wie ungezwungene Erklärung ihrer Eigenschaften (cf. p. 443) in der Annahme finden würde, dass sie aus festgewordener Hüllmasse besteht; man denke auch an die öfter aufgefundene Einlagerung kleiner Mörtelsteinchen in die Hüllschicht, an die Resistenz der Hüllmasse gegen Salzsäure etc. etc.

Wenn auch die von allem Anfang an unfärbbare Kittsubstanz, also jene Substanz, welche die größeren Steine des Gehäuses zusammenhält, mit der Hüllschichtsubstanz in Zusammenhang gebracht werden darf, woran ich kaum zweifle, so muss der Kittsubstanz doch von vorn herein eine besondere Modifikation zuerkannt werden, die ihr selbst im jugendlichen, flüssigen Zustande die Annahme von Farbstoffen abzuweisen erlaubt. Kittsubstanztheilchen werden nämlich sowohl innerhalb der Sarkode, wie wir später bei Besprechung der verschiedenartigen Einlagerungen im Inneren der Körpersarkode sehen

¹ Auch für die Gallerthülle der *Myxotheca* vermuthet SCHAUDINN, dass mit dem Abstoßen der steinigen Auflagerungen gelegentlich auch Theile der Gallert-hülle selbst mit abgestoßen werden. Diese Zeitschr. Bd. LVII. p. 22.

werden, als auch in der Hüllschicht selbst in einem Zustande gefunden, der über ihre ursprüngliche, zähflüssige Konsistenz keinen Zweifel aufkommen lässt.

In der Hüllschicht treten die Kittsubstanztheilchen entweder in Form feinsten, gelbgrünlich erscheinender, durch alle von mir verwendeten Farbstoffe nicht in ihrer Färbung veränderlicher Nebel auf, oder diese Nebel vereinigen sich zu mehr oder weniger großen Konkreszenzen, die oft noch sehr deutlich ihre Entstehung aus Verschmelzung kleiner Substanztheilchen zur Schau tragen.

Von besonderem Interesse sind ringartige Ansammlungen von Kittsubstanz, welche sich ziemlich häufig um die Trichteröffnung der Hüllschicht herumgelagert fanden. Diese Ringe waren in der Regel nicht geschlossen, sondern bestanden meist aus mehreren concentrisch gelagerten Kreisabschnitten, die ihrerseits wieder aus einzelnen tropfenförmigen Gliedern oder auch aus längeren Bändern zusammengesetzt waren (Taf. XXII, Fig. 28)¹. Diese Kittschichtringe finden sich besonders bei kleineren Weichkörpern, während sie bei ausgewachsenen Saccaminen ganz fehlen oder nur spurweise angedeutet sind. Es liegt hiernach nahe, dass die Kittschichtringe beim Aufbau des Pylontubus Verwendung finden und dabei mehr oder weniger aufgebraucht werden.

Der Vollständigkeit halber muss ich zum Schlusse des Kapitels über die Hüllschicht noch eigenthümliche fadenförmige Anhänge erwähnen, welche ich einmal der Hüllschicht von innen her anhaften fand und welche sich im Methylgrün-Eosinmisch eben so blau gefärbt hatten wie die Hüllschicht selbst (Taf. XXII, Fig. 29). Es erinnern mich diese Anhänge sehr an ähnliche Gebilde, welche ich innerhalb des Weichkörpers von *Pulvinulina Menardii* (d'Orb.) als ziemlich konstantes

¹ Die concentrische Anordnung dieser Kittschichtringe (Taf. XXII, Fig. 28) wird wohl einfach durch das Aus- und Einstülpen des Hüllschichttrichters zu Stande gekommen sein. Bei derartigen Bewegungen einer gelatinösen zähflüssigen Masse müssen sich nach meiner Überzeugung anders geartete Substanzen immer in derselben Weise anordnen; es wird nämlich von dem Umstülpungscentrum aus eine in concentrischen Kreisen nach der Peripherie hin verlaufende Wellenbewegung stattfinden, deren kreisrunde Anordnung sich auf die Lagerung der in ihr suspendirten Fremdsubstanztheilchen übertragen muss. Was hierbei der einzelnen Welle an Intensität fehlen mag, wird durch ihre häufige Wiederkehr ersetzt; denn es muss sich ja in gleicher Weise jede einzelne Erschütterung, welche die etwa ausgestreckten Pseudopodien durch Lageveränderung oder sonstwie erfahren, von dem Trichter aus über die Hüllschicht hin in kreisförmigen Wellen fortpflanzen. Ein anschaulicher, wenn auch etwas kühner Vergleich wäre es, die Kittringe ihrer Entstehung nach mit CHLADNI'schen Klangfiguren zu vergleichen, die auf einer kreisrunden, vom Centrum aus in Schwingungen versetzten Scheibe ebenfalls concentrische Kreisformen annehmen müssten.

Vorkommen antraf. Über ihre Bedeutung bin ich hier wie dort noch nicht ins Klare gekommen.

Vergleichendes über die Hüllschicht der Saccamina.

Nachdem ich im vorigen Abschnitte bereits einen Vergleich der Hüllschicht der Saccamina mit dem Ektoplasma der *Pelomyxa palustris* und anderer Süßwasserrhizopoden (außer den schon angeführten Difflugien darf auch *Amoeba verrucosa* Ehrbg. genannt werden, deren hautartiges Ektoplasma sich im Methylgrün-Eosinmisch ebenfalls roth und nicht blau färbt) als unzulässig dargethan habe, bleibt die Frage gerechtfertigt, ob es nicht Gebilde bei anderen Protozoen giebt, bei denen ein ähnlicher Widerspruch nicht existirt und die demgemäß mit der Hüllschicht der Saccamina verglichen werden dürfen.

Ich dachte zuerst an die Pellicula der Infusorien, mit der ja die Hüllschicht der Saccamina in ihrem membranartigen Konservirungszustand eine gewisse, nicht zu leugnende Ähnlichkeit besitzt. Aber auch mit der Pellicula dieser Protozoengruppe hat die Hüllschicht nichts zu thun.

Ich habe *Opalina ranarum* und *Paramaecium aurelia* in großen Mengen geschnitten und mit Methylgrün-Eosin gefärbt, ohne jemals die geringste Spur der sonst so auffälligen Blaufärbung an der Pellicula erkennen zu können. Sie färbt sich roth und verhält sich somit genau wie das übrige Protoplasma, von dem sie jedenfalls auch nur einen besonders strukturirten Theil darstellt.

Nach weiterem Suchen fand ich schließlich folgende Substanzen, die eine gesetzmäßige Blaufärbung nach Behandlung mit Methylgrün-Eosin erkennen ließen: 1) Frisch ausgeschiedene Kittsubstanzen von solchen Rhizopodengehäusen, die aus Fremdkörpern zusammengesetzt werden; 2) frisch ausgeschiedene Cystenmembranen verschiedener Protozoen (ob aller?) und 3) die sogenannten inneren Schalenhäutchen von jüngeren Kammern der Polythalamien. Es sind das, gewiss nicht zufälliger Weise, lauter solche Produkte, deren Homologisirung mit der Hüllschicht der Saccamina auch aus anderen Gründen so nahe liegt, dass kaum näher darauf eingegangen zu werden braucht.

Besonders instruktiv scheint mir dabei, dass sich die genannten Gebilde nur in ihrem Jugendzustande blau färben. So färbt sich die Kittsubstanz der Süßwasserdifflugien nur da blau, wo sie etwa zur Anheftung neuer Bausteine frisch ausgeschieden worden ist. Cysten von Infusorien¹ sah ich so lange eine himmelblaue Färbung annehmen, als sie noch in ihrem gelatinösen Zustand verharrten, welcher

¹ Die Cysten, welche mir die obenstehenden Resultate lieferten, gehörten

neu ausgeschiedene Cystenmembranen zu charakterisiren pflegt¹; sie nahmen keine Farbe mehr an, sobald sie zu einer Haut erstarrt waren. Was das innere Schalenhäutchen der Polythalamien² anlangt, so färben sich die zu jüngeren Kammern gehörigen Theile derselben mehr oder weniger blau; ältere Theile früherer Kammern zeigen diese Blaufärbung nicht mehr sondern bleiben ungefärbt. Die Schalenhäutchen alter ausgestorbener Gehäuse färben sich dagegen grell grün. Man vergleiche das angeführte Verhalten mit dem, was ich oben (p. 481) über die Färbbarkeit losgesplitteter Hüllschichttheile gesagt habe, und man wird eine Homologie der erörterten Substanzen kaum mehr in Frage ziehen dürfen.

Es ergibt sich hieraus aber der Schluss, dass die Hüllschicht der Saccamina dem Schalenhäutchen der kalkschaligen Polythalamien und der Kittmasse der Süßwasserdifflugien gleichgesetzt werden muss, welche letztere, unterhalb der Bausteine zu einer gemeinsamen Schicht zusammengetreten, ebenfalls als Schalenhäutchen aufgefasst werden kann.

Ich habe oben bereits hervorgehoben, dass die Gehäusewand der Saccamina eines zusammenhängenden inneren Wandbelags von Kittmasse, wie er für die Süßwasserthalamophoren und die kalkschaligen Perforaten wohl durchweg Regel ist, gänzlich entbehrt und dass die Gehäusesteine nur an ihren Berührungskanten mit Kittmasse verbunden sind. Dieser Wandbelag ist bei Saccamina mit dem Weichkörper in inniger Verbindung geblieben; er wird vom Weichkörper in einem zähflüssigen Zustand erhalten, dabei findet von Zeit zu Zeit eine Abstoßung alter, festgewordener Substanztheile statt, der ein Ersatz von neuer Substanz aus dem Inneren des Weichkörpers folgt (cf. Einlagerungen p. 507).

Die Kittmasse, welche das Gehäuse zusammenhält, ist wohl ein Derivat festgewordener Hüllschichtsubstanz, das sich durch seinen Gehalt an Eisenoxydsalz auszeichnet.

Ihrer stofflichen Natur nach ist die Hüllmasse ein Abscheidungsprodukt des Protoplasmas eben so wie die Cystenmembran encystirter Infusorien ein Abscheidungsprodukt des protoplasmatischen Infusorienleibes ist.

jedenfalls *Stylonychia mytilus* an; ich fand die untersuchten Cysten nämlich mit großen Mengen dieses Infusors zusammen.

¹ cf. BÜSCHLI, Protozoa. p. 4639.

² Als Untersuchungsobjekte dienten hier die in überschüssiger Pikrinschwefelsäure entkalkten und gut ausgewaschenen Gehäuse von *Globigerinen*, von *Truncatulina lobatula* Walker u. Jakob, von *Rotalia Becarii* L. und von *Calcarina Spengleri*.

Die Frage, ob alle sandschaligen Foraminiferen eine den Körper umgebende Hüllschicht besitzen, kann ich nicht beantworten. Bei den Astrorhizen färben sich die Gehäuse mit ihren mehr oder weniger festen Fortsätzen in dem Methylgrün-Eosingemisch so auffallend stark blau, dass die ganze Gehäusewand augenscheinlich aus nichts weiter bestehen kann, als aus einer besonders mächtig gewordenen Hüllsubstanz, in die zur weiteren Festigung eine große Zahl von Steinen und Schlammportionen eingebunden ist. Ob außer dieser Gehäusewand auch dem Weichkörper eine besondere zähflüssig bleibende Hüllmasse zukommt, muss deshalb unentschieden bleiben, weil es mir nicht gelang, die mit der Gehäusewand festverklebten Randtheile des Astrorhizakörpers freizulegen.

Bei den kalkschaligen Polythalamien und den Süßwasserdifflugien fehlt jedoch eine die Sarkode umgebende Hüllschicht gänzlich, sie ist eben ganz in das Schalenhäutchen übergegangen.

Dass es auch Rhizopoden giebt, die bloß von einer Hüllschicht ohne weitere Einlagerung von Festigungsmitteln umgeben sind, und kein besonderes Gehäuse aufbauen, werde ich später an Formen zu zeigen versuchen, die ich als fremde Eindringlinge in ausgestorbenen Saccaminengehäusen auffand (*Rhynchosaccus immigrans* n. g. n. sp.). Es ist dies ja auch durch die Anwesenheit einer gelatinösen Hüllschicht bei *Amphizonella violacea* Greeff sehr wahrscheinlich (cf. p. 477); hier müsste allerdings erst ein Färbeversuch die Homologie der beiderlei Hüllsubstanzen feststellen.

2. Die Pseudopodialröhren.

Ich fand bei drei Exemplaren von der Gehäusewand in das umgebende Medium frei hineinragende verästelte Gebilde, von denen nunmehr zu untersuchen wäre, ob sie für Pseudopodien gelten dürfen.

Bei allen dreien ließ sich ein Hauptstamm erkennen, von welchem eine geringe Zahl von Ästen abging. An diesen Ästen saßen wiederum kleinere Zweige, eine weitere Zertheilung dieser Äste fand nicht statt. Bei zwei Exemplaren war der Stamm sowohl als die Äste und Zweige vielfach gelappt und abgeplattet, wodurch die ganzen Gebilde einen flechtenähnlichen Habitus erhielten.

Das dritte in gleicher Weise verästelte Gebilde zeigte weder Abplattungen noch Lappenbildungen, die Querschnitte waren vielmehr allenthalben, an Stamm, Ästen und Zweigen, mehr oder weniger kreisrund (Taf. XXII, Fig. 24).

Die Außenfläche der verästelten Gebilde wurde von einer ziemlich dicken, durchsichtigen Haut gebildet, in die zahlreiche kleinere oder

größere Steinchen und dunkelgefärbte Schlickpartien eingebacken waren. Das Innere war streckenweise leer, streckenweise fand sich dagegen eine körnig trübe Masse, welche auf Sarkoderückstände zurtückgeführt werden müssen.

Nur das eine stielrunde, nicht gelappte Gebilde hatte den Pylomtubus zum Austritt aus dem Gehäuse benutzt, während die beiden gelappten durch eine, sonst in den Gehäusen nicht vorhandene Öffnung der Gehäusewand durchgetreten waren. Bei den letztgenannten Exemplaren war aber, das muss besonders hervorgehoben werden, ein Pylomtubus ebenfalls schon deutlich angelegt, er war jedoch von den fraglichen, flechtenähnlichen Gebilden nicht benutzt worden (Taf. XXII, Fig. 48, 23).

Im Inneren der betreffenden Gehäuse befand sich ein Weichkörper, der in allen Einzelheiten dem Weichkörper der anderen Saccamminen so sehr entsprach, dass es gewiss falsch wäre, wenn man die Saccamminen mit den eigenthümlichen verzweigten Anhängen als eine besondere Species von *Saccamina sphaerica* M. Sars trennen wollte. Auch die Ausbildung der Gehäuse ließ keinerlei Besonderheiten erkennen, welche die Abscheidung einer neuen Species erlaubt hätten; die Gehäuse standen auf dem Psammosphaerastadium.

Wenn man die geschilderten Gebilde als gewöhnliche Pseudopodien auffassen wollte, so würde man mit verschiedenen Beobachtungen in Konflikt gerathen, welche von anderen Forschern an lebenden Individuen anderer sandschaligen Thalamophoren angestellt werden konnten. Man müsste nämlich eine mehr oder weniger lobose Verbreitungsform für die Saccaminapseudopodien annehmen; während bei *Astrorhiza* von BESSELS¹ und bei *Haliphysema* von RAY LANKESTER² eine spitze retikuläre Form der Pseudopodien ganz außer Frage gestellt ist. Die Beobachtungen sind in beiden Fällen mit Abbildungen belegt, die aufs deutlichste zeigen, dass die von mir auf Taf. XXII, Fig. 48, 23 u. 24 wiedergegebenen Gebilde keine eigentlichen Pseudopodien darstellen können; oder man müsste annehmen, dass es sich in beiden Fällen um grundauss verschiedene Rhizopodengruppen handle; eine Annahme, die mir sehr unwahrscheinlich erscheint.

Der sonstige Bau der *Astrorhiza* giebt uns aber einen Schlüssel für

¹ E. BESSELS, *Haeckelina gigantea*. Ein Protist aus der Gruppe der Monothalamien. in: Jenaische Zeitschr. für Medicin u. Naturw. Bd. IX. p. 265—279. Seine *Haeckelina gigantea* ist mit *Astrorhiza limicola* synonym.

² E. RAY LANKESTER, The structure of *Haliphysema Tumanowiczii*. in: Quart. journal of microscopical science. Bd. XIX. new series. p. 476—483. Vgl. auch: F. SCHAUDINN, *Myxotheca arenilega*. Diese Zeitschr. Bd. LVII. p. 24.

die fragwürdigen Gebilde bei *Saccamina* an die Hand. Es ist bekannt, dass sich von der Centralscheibe der *Astrorhiza limicola* Sandahl aus nach allen Seiten hin fünf bis fünfzehn Arme strahlenförmig verbreiten. Diese Strahlen sind an ihren distalen Enden nicht so fest gebaut wie die Centralscheibe, sie haben ganz dasselbe Aussehen hautartiger, cylindrischer oder auch abgeplatteter Aststücke, denen kleine Steinchen und Schlickmassen aufgelagert sind, wie ich es für die verzweigten Gebilde der *Saccamina* beschrieben habe. Auch sie machen auf den ersten Anblick ganz den Eindruck wenig verzweigter Pseudopodien. Sie stellen aber im Unterschiede zu eigentlichen Pseudopodien mehr oder weniger konstante, wenngleich weiche, biegsame Bildungen dar, welche nicht beliebig eingezogen werden können, und selbst bei der schlechtesten Konservierung in ausgestrecktem Zustande erhalten bleiben. Auch in ihrer Achse finden sich bei konservierten Exemplaren Sarkodertückstände.

Von diesen Fortsätzen, die ich zum Unterschiede von wirklichen Pseudopodien, als »Pseudopodialröhren« bezeichnen will, laufen dann erst nach den Mittheilungen BESSELS' die eigentlichen spitzen Pseudopodien aus. Meistens sind es die freien Enden der Pseudopodialröhren, welche die Pseudopodien ausschicken.

Die Pseudopodialröhren sind übrigens keineswegs auf die sandchaligen Formen beschränkt. Ich fand junge Miliolinen, welche sich auf die Bryozoe *Alcyonidium gelatinosum* festgeheftet und sich mit einer aus kleinen Sandpartikelchen und aus einer häutigen Unterlage bestehenden Decke allseits umgeben hatten, mit ganz denselben Fortsätzen ausgestattet. Die Sanddecke lief direkt in die Pseudopodialröhren aus¹ (Taf. XXII, Fig. 25).

Bei *Saccamina* werden derartige Pseudopodialröhren offenbar nur sehr vorübergehend angelegt, sonst hätte ich sie öfter vorfinden müssen. Ihr Zweck scheint mir klar auf der Hand zu liegen; es sind Sammelstätten für neue Bausteine, die das Gehäuse bei seinem Wachsthum nöthig hat. Ich wüsste nicht, wie auf andere Weise das meist übergroße Baumaterial zum Wachsthum des Gehäuses herbeigeschafft werden sollte. Die Pseudopodialröhren der *Saccamina* sind eine besondere Ausbildung der extrathalamen Aufspeiche-

¹ Vielleicht kommen die Pseudopodialröhren bei Imperforaten in weiterer Verbreitung vor; bei der Undurchlässigkeit ihrer Schale besitzen sie die Fähigkeit, Pseudopodien auszuschicken, in weit geringerem Grade als die Perforaten, die allenthalben durch ihre Gehäusewand hindurch Pseudopodien in großer Zahl zur Entwicklung bringen können. Es kann auf keinen Fall bestritten werden, dass die Pseudopodialröhren eine weit größere Fläche zur Pseudopodienentfaltung darbieten, als sie durch die oft sehr kleine Gehäusemündung möglich ist.

rungen von Gehäusematerial, wie ich sie für *Diffflugia acuminata* früher beschrieben habe¹.

Man mag das Wachstum des Saccaminagehäuses leugnen wollen, und sich irgend eine besondere Fortpflanzungsart derselben ausdenken, man wird immer zugeben müssen, dass die *Saccamina* entweder für sich oder für ihre Brut neue Bausteine bedarf. Da nun die weitaus größte Zahl der Bausteine wegen ihrer Ausdehnung nicht in das Gehäuse hineingelangen können, müssen sie vor demselben untergebracht werden; daher die Pseudopodialröhren.

Auch über das weitere Schicksal der Pseudopodialröhren kann kaum ein Dunkel bleiben. Ich bin nämlich überzeugt, dass man die Pseudopodialröhren mit jenen kegelartigen, hornartigen oder auch röhrenförmigen Gehäuseausläufern in Zusammenhang bringen darf, die ich oben p. 461 erwähnt habe. Aus diesem Grunde habe ich auf Taf. XXII, Fig. 18, 19 u. 21 diese Auswüchse neben das eine Exemplar mit Pseudopodialröhre in der Reihenfolge aufgezeichnet, wie ich sie mir aus einander hervorgehend denke. In Fig. 19 hat sich die Pseudopodialröhre zu einem kegelförmigen Auswuchs des Gehäuses zusammengezogen, auf welchem die vorher aufgesammelten Steinchen nun mehr dichter zusammengelagert sind. In Fig. 21 ist die Zusammenziehung dieses Kegels so weit gegangen, dass die aufgesammelten Steinchen sich direkt einander berühren; es hat sich dadurch eine Steinwandung entwickelt, die sich von der des Gehäuses nur dadurch unterscheidet, dass sich keine braune Kittmasse zwischen ihren einzelnen Bausteinen findet. Der Kegel hebt sich nach Behandlung mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure durch seine helle Färbung außerordentlich scharf von den dunkelbraun erscheinenden älteren Gehäusepartien ab. Das weitere Schicksal dieses Kegels würde in einer Einreihung seiner Bausteine in die aus einander weichende, eigentliche Wand des übrigen Gehäuses zu suchen sein. Ein Vorgang, der uns in dem Gehäuse der Fig. 14 a, b, c (Taf. XXI) erhalten ist, und sich aus dem Zustande der Fig. 24 (Taf. XXII) entwickelt haben mag.

Fig. 23 legt es nahe, dass zur Aufsammlung des zum Gehäusewachstum nöthigen Baumaterials zuweilen mehrere Stellen benutzt werden können; neben einem bereits vorhandenen Gehäusehorn ist eine weitere Pseudopodialröhre von Neuem durch die Gehäusewand hindurchgebrochen. Das gewaltsame Durchbrechen der Gehäusewand findet ihr Analogon in den gewaltsamen Vorgängen, die ich für das Gehäusewachstum der Süßwasserrhizopoden in der oben citirten Arbeit angegeben habe.

¹ Diese Zeitschr. Bd. LII. p. 519.

Die häutige Unterlage der Pseudopodialröhren ist eine Fortsetzung der Hüllmasse. Bei dem Taf. XXII, Fig. 24 abgebildeten Exemplar konnte ich deutlich die unmittelbare Fortsetzung der Hüllschicht, welche die im Gehäuse geborgene Körpersarkode umgiebt, auf die Pseudopodialröhren hinüber verfolgen; die Pseudopodialröhren färbten sich außerdem den stofflichen Sonderheiten der Hüllmasse entsprechend in Methylgrün-Eosin tief blau. Es ist im Allgemeinen sehr schwer die Pseudopodialröhre in Zusammenhang mit der Sarkode frei zu präpariren; sie brechen nämlich außerordentlich leicht an der Stelle ihres Durchtrittes durch die Gehäusewand ab; doch kann man sich auch in solchen Fällen durch die Gestalt und durch Ausmessen der beiderseitigen Bruchflächen von der früheren Continuität der Hüllschicht und der Pseudopodialröhren überzeugen.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass die Pseudopodialröhren nicht mit echten Pseudopodien verwechselt werden dürfen, sondern dass sie als mehr oder weniger verzweigte Verlängerungen des Weichkörpers aufzufassen sind, von denen aus erst die Pseudopodien nach allen Seiten hin ausstrahlen (Astrorhiza, BESSELS). Bei meinem konservirten Material waren die früheren Pseudopodien zum Theil noch in Gestalt kleinster, im Methylgrün-Eosin roth oder graubraun (woher letztere Färbung stammt, wird im nächsten Abschnitt klar werden) gefärbter Sarkodetröpfchen vertreten; eine Gestaltungsform, die nach VERWORN ihrem höchsten Reizzustande entspricht.

3. Die Pseudopodien.

Eben so wenig wie sich auf den Pseudopodialröhren die Pseudopodien in ihrer ursprünglichen Gestalt erhalten fanden, eben so wenig wird man wohlausgebildete Pseudopodien an der Hauptstelle der Pseudopodienentfaltung, am Hüllschichttrichter, erwarten dürfen. Immerhin glaube ich auf das Verhalten der durch den Trichter hervorgetretenen Sarkodemasse näher eingehen zu müssen, weil sich einmal ein durchgreifender Unterschied zwischen der inneren Körpersarkode mit Hilfe der Methylgrün-Eosin-Färbung herausstellte, und weil die vorgefundenen Verhältnisse fernerhin mir trotz des Reizzustandes, in welchem sie fixirt worden sind, einen Schluss auf die ursprüngliche Anordnungsweise der Pseudopodien zu gestatten scheinen.

Was den ersten Punkt anlangt, so müsste es auffallen, dass die aus dem Pylomtrichter ausgeschickten Pseudopodienmassen zum größten Theil nicht, wie man hätte erwarten sollen, wie die übrige Sarkode roth gefärbt waren, sondern nach der Färbung in einem fahlen Grau oder Graubraun erschienen. In diesem fahlen Grau leuchteten nur

einige, niemals sehr viele, stark rothgefärbte kugelige Tropfen und fürderhin eben so grellgrün gefärbte kugelige, ovale oder ganz unregelmäßig gestaltete Gebilde hervor.

Wie aus dem Abschnitte über die übrige Körpersarkode hervorgehen wird, darf man die rothgefärbten Kugeln für Protoplasma ansehen, das sich im höchsten Reizzustande kugelig zusammengezogen hat; die grüengefärbten Substanzen sind unstreitig aufgenommene Schlick- und Detritusmassen, wie ebenfalls der weitere Verlauf dieser Arbeit mit voller Sicherheit darthun wird. Es harrten somit nur noch die grau oder graubraun gefärbten Partien einer Erklärung. Ehe ich diese aber gebe, möge eine genauere Beschreibung der aus dem Trichter hervorgetretenen Sarkodemasse erlaubt sein. Sie stellt sich auf Schnitten (Taf. XXII, Fig. 76 und 79) wie ein Fächer dar, dessen, von der Austrittsöffnung nach der Peripherie hinstrahlenden Rippen von besonders stark hervortretenden Protoplasmasträngen gebildet werden. Eine Untersuchung mit etwa 500facher Vergrößerung reicht schon aus, um zu erkennen, dass diese Protoplasmastränge aus einem feinen Netzwerke bestehen, dessen einzelne Maschen in distaler Richtung sehr in die Länge gezogen sind. Auch die Partien zwischen den besonders ausgeprägten Strängen, oder, um in dem Bilde zu bleiben, die Fachwerke des Fächers, werden durch ein feines Netzwerk ausgefüllt, das aber mehr oder weniger rundlich oder polygonal gestaltete Maschen zeigt und keine Längsstreckung derselben erkennen lässt. Die Peripherie des Fächers ist mehr oder weniger ausgebuchtet, wobei die zwischen zwei Buchten stehengebliebenen Spitzen häufig in feinere Fäden ausgezogen sind. Die letzterwähnten Fäden dürfen wohl als direkte Überreste der einstmals viel länger ausgezogenen Pseudopodien angesehen werden. Sie sind aus kleinen Tröpfchen, Reiztröpfchen von 0,00298—0,00477 mm zusammengesetzt und stark roth gefärbt. Der ganze übrige aus einem Netzwerk bestehende Fächer muss aber augenscheinlich als das Verschmelzungsprodukt aller vordem ausgeschickten Pseudopodien angesehen werden. In dieser Beziehung mag ein halbmondförmiger Spalt, der sich auf dem in Fig. 76 abgebildeten Schnitte eine kurze Strecke oberhalb des Ausgangspunktes des Fächers fand, eine Anschauung geben. Man kann ihn über mehrere Schnitte hinaus verfolgen und wird so zu der Anschauung geführt, dass hier ein besonderes Astbüschel von Pseudopodien sich noch nicht völlig mit dem Gros der anderen Pseudopodien vereinigt hat.

Das geschilderte Sarkodenetzwerk ist der optische Ausdruck einer typischen Wabenbildung. Wenn auch die meisten der Waben bedeutend größer sind — sie erreichen einen größten Durchmesser von

0,008195 mm — als die BÜTSCHLI'schen Elementarwaben, so sind doch viele von ihnen, ohne sonstige Unterschiede aufzuweisen, von unmessbarer Kleinheit, so dass hierdurch die Verbindung zu den BÜTSCHLI'schen Waben hergestellt ist. Mit einiger Sicherheit konnte ich noch Waben bis zu einer Kleinheit von 0,00120 mm Durchmesser feststellen. Es finden sich alle Übergänge von den großen zu den kleinsten Waben, so dass sich ein principieller Unterschied zwischen den verschieden großen Waben nicht feststellen ließ. Bei größeren Waben waren die einzelnen Wabenwände oft außerordentlich deutlich zu erkennen.

Die langgestreckte Form, welche die Maschen der Hauptäste auszeichnet, ist jedenfalls auf den Zug zurückzuführen, welchen der Sarkodeleib auf die Pseudopodien ausübte, um sie vor den schädigenden Einflüssen der Konservierungsflüssigkeit zu retten. BÜTSCHLI hat durch Zerrung von besonders zähen Ölseifenschäumtröpfen eine ganz ähnliche Längsstreckung der sonst mehr rundlichen Schaumwaben erzielt und diese langgestreckten Waben bereits mit, unter ähnlichen Zerrungen stehenden, lebenden Waben des Protoplasmas verglichen¹.

Eine auffallende Ähnlichkeit besteht zwischen dem Aussehen des beschriebenen Pseudopodienfächers und dem gelegentlichen Aussehen der Sarkode vieler oder vielleicht gar aller Polythalamien an den Orten, wo die Sarkode von einer Kammer in die andere übertritt. Auch hier habe ich bei *Rotalia Becarii*, *Pulvinulina Menardii*, *Truncatulina lobatula* und bei den Globigerinen eine fibrilläre Struktur der fächerförmig sich in die nächste Kammer ausbreitenden Sarkode gefunden; auch hier mag der Zug des während der Konservierung in die inneren Kammern zurückziehenden Weichkörpers an der Erscheinung Schuld sein. An Stelle der fächerförmigen Ausbreitung der Fibrillen findet sich bei den genannten Formen manchmal eine knopförmige Schleifenbildung derselben, wie sie BÜTSCHLI² zuerst bei *Peneroplis*, *Calcarina* und einer *Verneuilina* gesehen hat, und wie von mir demnach für die obengenannten Formen bestätigt werden kann. BÜTSCHLI erklärt die Erscheinung dadurch, dass im Momente der Fixirung eine lebhafte Protoplasmaströmung nach den Nachbarkammern stattgefunden habe, so dass also auch durch Vorfließen, nicht bloß durch Zug, ein fibrilläres Aussehen der Waben zu Stande kommen soll.

Die Waben im Pseudopodienfächer meiner *Saccamina* waren immer so an einander geordnet, dass ihre Kanten durch viele Waben

¹ O. BÜTSCHLI, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892. p. 32 u. 66. Taf. I, Fig. 9.

² O. BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger mariner Rhizopoden. Morphologisches Jahrbuch, Bd. XI. 1886. p. 88.

hindurch den Eindruck zusammenhängender Fäden erweckten — un-
gemein dünner Fäden, die mit den Hauptsträngen des Fächers nicht
verwechselt werden dürfen. Ob dieses fadige Aussehen ein optisches
Trugbild ist oder ob es sich hier um wirkliche Fäden, etwa Stützfäden
der ursprünglichen Pseudopodien handelt, vermag ich nicht zu entschei-
den, da meine Schnitte bei aller Dünne, die ich zu erreichen vermochte,
zur klaren Beurtheilung dieser Frage immer noch zu dick ausfielen.

Wenn es sich hier um wirkliche Fibrillen handeln sollte, so
müsste weiter die Annahme gemacht werden, dass jede solche Fibrille
von einem leichter flüssigen Protoplasma umgeben gewesen sei, näm-
lich von demjenigen Protoplasma, welches durch seine Verbindung mit
den Umkleidungsplasmen anderer Fibrillen die Wabenstruktur zuwege
gebracht habe. Die Fibrillen würden bei einem solchen Verhalten die
Rolle von Achsenfäden innerhalb eines leichtflüssigen Rindenplasmas
spielen¹. Vielleicht ist dieses Rindenplasma in Gestalt der roth gefärb-
ten Sarkodetropfen konservirt.

Deutlicher zu erkennen waren dagegen mehr oder weniger kugelige
bis längliche grau oder graubraun gefärbte Körperchen von höchstens
0,00072 mm Durchmesser, welche überall in die Wände des Waben-
werkes eingesenkt waren, und aus diesem Grunde auch den eben be-
sprochenen Fibrillen anzuliegen oder in sie eingebacken schienen.

Diese Körperchen, welche ich als Pseudopodienkörperchen be-
zeichnen will, sind Schuld daran, dass der größte Theil des Pseudo-
podienfächers nach Methylgrün-Eosinfärbungen in dem rauchartigen
Dunkelgraubraun erscheint, das gegen die Rothfärbung der Leibes-
sarkode so scharf absticht und einen Vergleich der aus dem Hülltrichter
hervortretenden Pseudopodienmasse mit einem in Thätigkeit begriffenen
Krater geradezu herausfordert.

Die Pseudopodienkörperchen sind bei *Saccamina* nach
meinen Untersuchungen für die Pseudopodien charakteristisch
und einzig allein auf sie beschränkt; es liegt kein Grund vor,
daran zu zweifeln, dass sie mit jenen Körperchen identisch sind, die
man auf den langen spitzen Pseudopodien lebender mariner Thalamo-
phoren sehr vielfach hin und her wandern sieht².

¹ Die oben von mir ausgesprochene Muthmaßung, die ohne fremde Beein-
flussung allein von den vorliegenden Befunden ausging, findet durch Beobachtungen
an lebendem Material, welche M. SCHULTZE und BÜTSCHLI anstellten, und welche
beide Forscher, ebenfalls unabhängig von einander, zu ganz ähnlichen Vermuthun-
gen bewogen, nachträglich eine willkommene Stütze. Vgl. O. BÜTSCHLI, Mikrosk.
Schäume (oben cit.) p. 68. Die gleiche Vermuthung bei SCHAUDINN, *Myxotheca*
arenilega. Diese Zeitschr. Bd. LVII, p. 24.

² Das Wandern von Körperchen wurde auch von SCHAUDINN auf den Pseudo-
podien der *Myxotheca arenilega* beobachtet. Diese Zeitschr. Bd. LVII, p. 24.

Über ihre chemische Natur kann ich leider keine Aussage machen; ihre bräunliche Färbung kommt ihnen wohl auch im Leben zu; wenigstens zeigten sie dieselbe konstante Färbung auch in Pikrokarminepräparaten und in allen anderen mit sonstigen Farbstoffen behandelten Weichkörpern.

4. Die übrige Körpersarkode.

Es soll in diesem Abschnitte die Körpersarkode abzüglich der schon besprochenen Pseudopodien, Hüllmasse und der erst später zu behandelnden Kerne eine eingehendere Besprechung erfahren. Es muss hier aber schon vorausgeschickt werden, dass der Bau der Körpersarkode auf den verschiedenen Altersstufen der Thiere ein einigermaßen verschiedener war, doch so, dass der eine Zustand des Weichkörpers durch alle wünschenswerthen Übergänge mit den anderen Zuständen desselben in Verbindung stand. Da dieser Wechsel der Zustände des Weichkörpers mit einer Strukturänderung des Kernes mehr oder weniger Hand in Hand geht, so werde ich auf die angedeuteten Verhältnisse erst nach Besprechung des Kernes näher eingehen können. Hier soll nur vorläufig eine Beschreibung des Weichkörpers in der Formgestaltung folgen, wie sie dem in normaler Lebensthätigkeit abgetödteten Thier zu entsprechen scheint, und wie sie den weitaus meisten der von mir untersuchten Thieren zukam.

Mit Pikrokarmine, Hämatoxylin, Safranin oder anderen Anilinfarben gefärbt, und in toto aus dem Gehäuse herauspräparirt erscheint die ganze Sarkode als eine stark gefärbte äußerst dichte Masse, welche keinerlei bestimmte Differenzirung erkennen lässt, mit einziger Ausnahme etwa vorhandener besonders stark gefärbter Kugeln, welche meist gegen die Hüllhaut hin größer zu werden pflegen, und die durch ihre Färbung und ihre Gestalt leicht in Gefahr laufen könnten, für Kerne gehalten zu werden¹. Es sind dies besondere Ansammlungen von Sarkode, die als Reizprodukte der Konservirung und des Einfangens aufgefasst werden müssen.

Diese Reizkugeln, wie ich die Sarkoderivate der Einfachheit halber nennen will, treten da am häufigsten auf, wo die meisten Sarkodeperlen durch die Hüllhaut nach außen getreten sind, sie fehlten aber bei den meisten meiner Exemplare, bei denen die Hüllschicht in ihrem ganzen Umfange unversehrt geblieben war, gänzlich.

Bei den letztgenannten Exemplaren, die also unstreitig für die bestkonservirten gelten müssen, erzielt man durch die vorgenannten Färbe-

¹ Ich bin überzeugt, dass derartige Verwechslungen schon öfter stattgefunden haben.

mittel keinerlei Differenzirung; sie liefern einen trostlosen Mischmasch, stärker oder weniger stark gefärbter Massen, die ohne unterscheidbare Kontouren in einander übergreifen.

Anders ist es bei Behandlung der Schnitte mit dem von mir seiner Zeit angegebenen Methylgrün-Eosingemisch. Bekanntlich hat diese Färbemischung die Eigenschaft Protoplasmamassen roth, unorganische Schlammmassen dagegen grün zu färben.

Dieser Eigenschaft zufolge löst sich die verwirrende Eintönigkeit, welche die früheren Methoden lieferten, und welche selbst sehr dünne Schnitte, durch einen etwa mit Hämatoxylin und Eosin, oder Boraxkarmin und Hämatoxylin gefärbten Weichkörper nicht zu klären vermochten, in ein äußerst scharfes, das Auge des Beschauers anziehendes, Mosaikbild auf.

Ich kann für das Aussehen, welches derartige Schnitte darbieten, keinen treffenderen Vergleich finden als den mit feinen Schliffen eines, aus grüner Grundmasse und rothen Einlagerungen sehr regelmäßig zusammengesetzten Marmors. Die rothen Einlagerungen würden der roth gefärbten Sarkode entsprechen, die grün gefärbte Grundmasse besteht aus Schlickballen, welche als Nahrung bergende Substanzen in die Sarkode aufgenommen worden sind.

Die grün gefärbten Schlickmassen bestehen weiterhin aus sehr unregelmäßig geformten und sehr regellos zusammengeworfenen Einzeltheilen, unter denen hier und da, vereinzelt, oder bei manchen Exemplaren auch in größerer Menge (Taf. XXIV, Fig. 82), mehr oder weniger kugelige bis ellipsoide Gebilde von sehr verschiedener Größe, auffallen. Die ganze Grundmasse bildet hiernach keinen zusammenhängenden, kompakten Bestandtheil des Schnittes, sondern ist vielmehr mannigfach zerrissen und zerklüftet; sie ist nicht gleichmäßig grün gefärbt, sondern sieht wie mit grüner Farbe willkürlich besprengt aus. Die zuletzt erwähnten Kugeln, die ich als Schlickkugeln bezeichnen will, zeigen bei stärkerer Vergrößerung ein etwas durchscheinendes Aussehen, wodurch es kommt, dass man meistens kleine Quarzsplitter, Stücke von Diatomeenpanzern oder andere Beimengungen des gewöhnlichen Schlickes in ihnen durchschimmern sieht. Auch in den übrigen, unregelmäßig zusammengesetzten, grün gefärbten Schlickpartien finden sich kleine Quarzsplitter, Sprengstücke von Muschelschalen, Echinodermenstacheln, ausgeschlüpfte Eihüllen, Diatomeenpanzer, Bruchstücke von Spongienadeln und was sonst Alles noch an Kleinresten von der See zertrümmerter thierischer, pflanzlicher oder auch anorganischer fester Gefüge, ohne Nahrungswerth, in gewöhnlichem Schlickboden vorkommen mag.

Man darf übrigens keinesfalls annehmen, dass die Schlickkugeln

immer erst innerhalb der Sarkode aus vorher losen Schlickmassen gebildet würden; der Schlick wird vielmehr oft schon von Anfang an in Kugel- oder Rotationsellipsoïdenform in den Weichkörper eingeführt. Das scheint mir einmal aus dem Umstand hervorzugehen, dass sich Schlickkugeln oft schon am äußersten Rande eines Pseudopodienfächers nachweisen lassen, an einer Stelle also, zu der sie kaum durch die Kontraktion des Weichkörpers (bei der Abtödtung) verschlagen worden sein können. Weiterhin aber hat BÜTSCHLI¹ bei einer lebenden *Gromia Dujardinii* M. Schultze die großen braunen Körper, »welche schon M. SCHULTZE wegen ihrer großen Resistenz gegen verschiedene Reagentien auffielen«, nicht nur innerhalb des Gehäuses, sondern auch vor demselben an dem Orte, wo die Pseudopodien aus der Schalenmündung austreten, aufgefunden². Die großen braunen Körper sind aber nichts weiter als unsere Schlickkugeln.

Man braucht sich nur einmal eine kleine Schlickprobe unter dem Mikroskop genauer anzusehen, um zur Überzeugung zu kommen, dass ganz dieselben Schlickkugeln auch im freien Schlicke vorkommen. Ja man kann die Schlickkugeln, die man in einem freien Schlickpräparate auffindet, dadurch der Zahl nach vermehren, dass man das Deckgläschen unter gelindem Drucke in beliebiger Richtung über die losen Schlickmassen hin und her bewegt; es bilden sich dann eine große Zahl von neuen Schlickkugeln. Die Schlicksubstanz eignet sich, kurz gesagt, außerordentlich zur Bildung von kleinen Kugeln; so kommen einmal Schlickkugeln schon außerhalb der Thiere im freien Schlicke zu Stande durch Bewegungen, die sowohl vom Wasser herrühren können, als sie eine Folge von Umwälzungen sein können, die durch die Ortsveränderung anderer Schlickbewohner, Würmer, Ophiuriden etc. etc. verursacht sind. Auf der anderen Seite aber bilden sich auch diese Schlickkugeln erst im Inneren des Saccaminakörpers durch die Verschiebungen, welche die anfänglich losen Schlickmassen bei ihrer Ausnutzung durch den Weichkörper erfahren. Es ist eben nur Bewegung zu ihrer Bildung erforderlich.

Besonders auffallen muss es, dass noch lebende oder wenigstens noch in Verwesung begriffene organische Substanzen innerhalb der grügefärbten Schlickmassen außerordentlich selten sind. Man sollte doch gerade solche organische Substanzen in den Schlickmassen in größerer Menge vermuthen, da der Gedanke auf alle Fälle sehr nahe liegt, die Schlickmassen seien bloß des Reichthums an verwesenden oder auch des Reichthums an lebenden, organischen Substanzen wegen

¹ BÜTSCHLI, Mikrosk. Schäume u. Protopl. p. 70 (cit. hier p. 494).

² cf. im genannten Werke. Taf. I, Fig. 4.

in den Saccaminakörper aufgenommen worden. Man schreckt davor zurück, dem Schlicke an sich Nährwerth beizulegen und sucht diesen in den, ihm in der Regel beigemengten, organischen Substanzen. Diese sind aber, wie gesagt, außerordentlich spärlich. Sie kommen sowohl in den unregelmäßig zusammengeworfenen Schlickmassen als in den Schlickkugeln und Schlickellipsoiden vor; so dass ein Unterschied in der Komposition von Kugeln, Ellipsoiden und den unregelmäßigen Schlickmassen sich nicht konstatiren ließ. Die organischen Substanzen sind durch ihre Blau-¹ oder Rothfärbung innerhalb der grüngefärbten Schlickmassen leicht kenntlich.

Dieselbe Übereinstimmung zeigte sich auch in dem sonstigen Verhalten der bloß der Gestalt nach verschiedenen Schlickmassen. Im ungefärbten Zustande tragen sie die Farbe des Schlickes, die sich aber unter dem Mikroskope durch die durchscheinende Beleuchtung etwas aufhellt, und so von schwärzlich Braun oder schwärzlich Grau, in ein helles Grau oder Graubraun umgewandelt wird. Sie besitzen eine ganz außerordentlich große Resistenzfähigkeit gegen Säuren und Alkalien, selbst wenn diese concentrirt auf sie einwirken. Man kann nach Einwirkung dieser Reagentien, welche selbst mehrere Tage hindurch währen kann, kaum irgend welche Veränderung an den Schlickkugeln wahrnehmen, nur einzelne schienen etwas geschrumpft zu sein. Unter denselben Umständen ist natürlich von der Sarkode, in welche sie eingelagert waren, keine Spur mehr zurückgeblieben. Würden wir also auch dem Unterscheidungsvermögen der Methylgrün-Eosinmischung misstrauen, so würde doch schon die Widerstandsfähigkeit der beschriebenen Massen eine protoplasmatische Zusammensetzung oder auch nur einen größeren Reichthum an protoplasmatischer Substanz vollständig ausschließen; ich hebe dies besonders hervor, weil CARTER die kugelig oder ellipsoid gestalteten Schlickmassen für Fortpflanzungskörper gehalten hat (cf. p. 563), und weil die Färbbarkeit, welche die Schlicksubstanzen bei Behandlung mit Karminfarbstoffen mit der Sarkode theilen, die Annahme einer protoplasmatischen Natur zugelassen hätte.

¹ Wie ich in meiner ersten Mittheilung über die Methylgrün-Eosin-Färbung hervorgehoben habe, färben sich verwesende Protoplasmamassen je nach dem Grade ihrer Zersetzung blau oder grün. Diese Eigenthümlichkeit tritt jedoch nach meinen neueren Erfahrungen erst auf einem sehr späten Stadium der Verwesung ein; auf den früheren Stadien reagieren die verwesenden Massen, wie die lebend abgetödteten roth. Es kann daher bloß eine ausgesprochene Blau- oder Grünfärbung als sicherer Beweis einer abgestorbenen Substanz gelten; dagegen darf nicht jede Rothfärbung für den Nachweis einer lebenden Substanz angesehen werden.

In die grün gesprenkelte Grundmasse eingelagert ist, wie bekannt, die Sarkode, welche im Methylgrün-Eosin-Gemisch eine grellrothe Färbung angenommen hat. Auf den Schnitten erscheinen die einzelnen Sarkodepartien meist von einander getrennt; oft ziehen aber auch feine Verbindungsbrücken von dem einen Sarkodetheil zum anderen. Die Isolirung einzelner Sarkodeantheile könnte die Vermuthung aufkommen lassen, dass sich auch in meinem Saccamina-Material die Sarkode im Reizzustand der Tropfenbildung befinde. Dies ist aber keineswegs der Fall. Schon die Form, welche die einzelnen Sarkodetheile angenommen haben, widerspricht der Annahme einer Tropfenbildung. Die Sarkodeinseln sind nämlich keineswegs kreisrund oder doch rundlich, sondern sind im Gegentheil vielfach ausgezogen und gelappt; handförmige Gestaltung ist nicht selten. Es herrschen mit einem Worte Formen vor, die der Annahme einer fortgeschrittenen Tropfenbildung direkt entgegenstehen.

Eine Komposition auf einander folgender Schnitte führt dann auch zu dem Ergebnisse, dass die Sarkode sich wie das Gerüstwerk eines Schwammes innerhalb der sie umgebenden Hüllmasse verbreitet. Die auf den Schnitten auftretenden Sarkodeinseln entsprechen den Durchschnitten der einzelnen Balken; eine Verfolgung derselben Insel auf mehreren Schnitten beweist, dass eine vollständige allseitige Isolirung eines Sarkodetheils in normalen Fällen nie stattgefunden hat, sondern dass alle Sarkodepartien mit einander zu einem Gerüstwerk vereinigt sind.

In den Lücken dieses Gerüstwerkes finden sich in der Regel die bereits behandelten Schlickmassen eingebettet; doch giebt es, wie wir noch (p. 555 u. 556) sehen werden, Weichkörper, welche den größten Theil der Schlickmassen oder sogar alle Schlickmassen nach außen geworfen haben. Solche Weichkörper sind in hervorragendem Grade dazu geeignet, ein überzeugendes Bild von der geschilderten Anordnungsweise der Sarkode zu liefern.

Am besten lässt man einige in Methylgrün-Eosin gefärbte Weichkörper, nachdem sie in Xylol übergeführt worden sind, austrocknen; man erhält so SEMPER'sche Präparate, die zum Studium dieser größeren Strukturverhältnisse recht empfohlen werden können. Die auch im trockenen Zustand noch roth erscheinenden Weichkörper geben durch den Grad ihrer Röthung ihre Armuth oder das gänzliche Fehlen von Schlickmassen zu erkennen. Man sucht sich deshalb einen recht roth gefärbten Weichkörper aus, und löst die Hüllschicht, welche den Einblick in den Weichkörper unmöglich machen würde, ohne weitere Schwierigkeiten von dem Präparate ab oder man zerbröckelt auch nur einen

nach SEMPER'S Methode getrockneten Weichkörper. Das Bild, das nunmehr der Weichkörper oder dessen Theilstücke darbietet, ist das auf Taf. XXII, Fig. 39 abgebildete; ein reich verzweigtes Gerüst, das im trockenen Zustand auch ganz wie ein festes Skelett aussieht, so dass die Ähnlichkeit mit einem Schwammgerüst sich bei solchen Trockenpräparaten noch steigert.

Es ist natürlich für die SEMPER'schen Präparate Oberflächenbeleuchtung erforderlich; man erhält dann aber auch Beleuchtungseffekte und Schattenwürfe, welche viel tiefere, sicherere Einblicke in den Verlauf des Balkenwerks gestatten, als sie bei Kanadabalsampräparaten möglich wären.

Im Übrigen wechselt der Habitus der Sarkodeanordnung in den einzelnen Exemplaren sehr. Es hängt dieser Wechsel mit dem Reichthum des Weichkörpers an aufgenommenen Schlickmassen zusammen; je mehr Schlickmassen den Weichkörper erfüllen, desto breiter und massiger sind in der Regel die Sarkodebalken. Da, wo wenig Schlickmassen liegen, wie dies in den centralen Theilen des Weichkörpers häufiger vorkommt, ist zwar das Balkenwerk oft ein außerordentlich dichtes, die einzelnen Balken sind aber nur ganz außerordentlich dünn und fein. Sie können so fein werden, dass sie in Folge des später zu erörternden Aufbaues der Sarkode aus homogener Grundmasse und kleinen Wabenkörperchen mit Spaltpilzfäden eine sehr unangenehme Ähnlichkeit erlangen. Die Ähnlichkeit ist eine so treffende, dass ich lange im Zweifel war, ob nicht Spaltpilze wirklich vorlägen — man müsste dann aber auch, wie aus meinen späteren Mittheilungen hervorgehen wird, die ganze übrige Sarkode als ein Gemisch aus homogenem Plasma und aus Spaltpilzen ansehen; eine Auffassung, welche mit der Granulattheorie ALTMANN'S zusammenfallen würde, der ich aber in keiner Weise das Wort reden möchte.

Die gegebene Schilderung von der Anordnung der Sarkode bei *Saccamina* darf natürlich nicht mit einer Elementarstruktur des Protoplasmas verwechselt werden. Fernerhin muss davor gewarnt werden, eine gleiche Anordnung der Sarkode auch für die anderen Foraminiferen anzunehmen. Obgleich ich nämlich über ein ziemlich reichhaltiges Foraminiferen-Material (darunter das Material der Plankton-Expedition) verfüge und dieses zum Theil schon eingehenden Untersuchungen unterzogen habe, bin ich weder bei kalkschaligen, noch bei polythalamen sandschaligen Formen jemals wieder auf eine gleiche Anordnung der Sarkode getroffen. Keine der genannten Formen waren aber auch in dem Grade mit Schlickmassen erfüllt, wie gerade *Saccamina*; ich glaube nämlich, dass die schwammgerüst-

ähnliche Ausbreitung der Sarkode mit dieser massenhaften Aufnahme von Schlickmassen in ursächlichem Zusammenhange steht. Es liegt auf der Hand, dass durch die geschilderte Ausbreitungsweise ein möglichst inniger Verkehr zwischen den Sarkodetheilen und den aufgenommenen Schlickmassen ermöglicht wird, ohne dass dabei der Sarkodeleib allzu sehr in kleinste Theile aus einander gedehnt würde. Wenn die Schlickeinslagerungen, wie dies sonst meistens der Fall ist, in lauter einzelnen kleinen Vacuolen untergebracht würden, so könnte nothwendig die geringe Menge der Sarkode nur sehr dünnwandige Kammern bilden, die ganz von Schlickmassen erfüllt sein müssten. Die spezifische Schwere und der Umfang solcher Schlickeinslagerungen würden dabei leicht die animalischen Lebensäußerungen der Sarkode erschweren oder gar beeinträchtigen können. Es ist also nach meiner Auffassung in letzter Instanz der Drang der Sarkode gewesen, in dem stärkeren Verbande einer mehr zusammenhängenden Gerüstanordnung die Herrschaft über die aufgenommenen Schlickmassen zu behalten, welcher zur beschriebenen Anordnung der Sarkode geführt hat. Je stärker die Stränge sind, zu denen die Sarkode sich vereinigt, desto ausgiebigere Kraftäußerungen werden dem Weichkörper möglich sein.

Die Anordnung des Sarkodebalkenwerkes hat man sich natürlich als eine stets veränderliche vorzustellen, die an keine festen Formen gebunden ist. Dies geht schon daraus hervor, dass kongruente Schnitte von verschiedenen Weichkörpern sich nur im Ganzen ähnlich sehen, sich nie aber in Anordnung der Balken und Vertheilung der Schlickmassen vollständig gleich verhalten. Es ist überdies eine Veränderlichkeit der Sarkodevertheilung schon wegen der auch sonst überall auftretenden Beweglichkeit des Rhizopodenprotoplasmas von vorn herein nicht zu bezweifeln. Balken werden sich durch Zustrom von anderen Balken her verdicken können; andere werden durch Abströme sich verdünnen und schließlich gar reißen, um von ihren Ursprungsästen eingezogen zu werden. Neue Zweigäste werden durch die Schlickmassen hindurchtreten können, um sich mit Balken zu vereinigen, die ihnen auf diesem Wege begegnen etc.

All diese Bewegungen werden unter dem Schutze der Hüllschicht vor sich gehen, die bei *Saccamina* vielleicht gerade deshalb eine besonders kräftige Ausbildung erfahren hat, weil die Sarkode zur Bewältigung der Schlickmassen noch eines weiteren festen Haltes bedarf.

Saccamina scheint durchaus dem Leben im Schlicke angepasst zu sein, so dass sich die Besonderheiten ihres Baues nicht allzu schwer verstehen lassen.

Bei den weitaus meisten Exemplaren ließ sich eine sichere Unter-

scheidung von verschiedenen Zonen in der Sarkode nicht vornehmen¹. Bei manchen dagegen war, wie schon angedeutet, eine Zonenbildung dadurch veranschaulicht, dass das Balkenwerk in den centralen Partien des Weichkörpers viel schwächtiger, aber dafür bedeutend dichter war als in den peripheren Körpertheilen; in solchen Fällen waren die Hauptmengen des Schlickes in den großen peripheren Lückenräumen des Sarkodegerüstes untergebracht, und es fanden sich nur sehr spärliche Schlicktheile zwischen den zärteren Ästchen des Körpercentrums (Taf. XXIV, Fig. 79 *Sth*). Aber selbst da, wo die Schlickmassen bis zum Körpercentrum vordrangen, war nicht zu verkennen, dass in der Körperperipherie ihre Anhäufung reichlicher war als in der Mitte. Es darf daher gesagt werden, dass bei *Saccamina* eine scharf durchgeführte Zonenbildung der Sarkode in der Form, dass nur ganz bestimmte Theile derselben Nahrung aufnehmen könnten, nicht vorliegt, dass aber in der Regel die peripherischen Sarkodetheile weit mehr Schlickmassen aufnehmen als die centralen. Dass diese Regel jedoch nicht immer gilt, beweist der Centralschnitt Fig. 77 auf Taf. XXIV; auf diesem Schnitte sind gerade in den centralen Körpertheilen besonders viel Schlickmassen aufgespeichert, doch bietet, wie gesagt, der Schnitt einen seltenen Ausnahmefall.

Da, wo die Sarkodebalken an die Hüllschicht anstoßen, sind sie in der Regel zu einer gemeinsamen Wand, welche der Hüllschicht dicht anliegt, zusammengeflossen. Die Breite dieser Wand wechselt ungemein; es hängt ihre Stärke wohl einfach von der Massigkeit der Balken ab, welche gerade zu ihrer Bildung zusammengeflossen sind. Manchmal fehlt diese Sarkodewand aber auch über größere Strecken gänzlich, so dass an solchen Stellen die Schlickmassen bis direkt an die Hüllschicht herantreten.

Ob dies Verhalten ein ursprüngliches, im Leben der *Saccamina* wirklich vorkommendes ist, dürfte allerdings bezweifelt werden; es könnte dadurch zu Stande gekommen sein, dass sich die Sarkodebalken bei der Konservirung von der stark gewordenen Hüllschicht zurückgezogen und dabei die Schlickmassen an der Wand zusammengedrängt haben. Es muss aber derselbe Vorgang des Zusammendrängens von Schlickmassen unter gleichzeitigem Rücktritte der Sarkode von der Hüllschicht, auch von lebenden Thieren in Scene gesetzt werden können, wie man aus den später, nach Schilderung der Kerne, zu besprechenden Defäkationsvorgängen schließen muss; bei der zähflüssigen

¹ Auch *Myxotheca arenilega* ließ nach SCHAUDINN eine Sonderung von Ekto- und Entoplasma nicht zu. Diese Zeitschr. Bd. LVII. p. 23.

Beschaffenheit der Hüllschicht sind derartige Vorgänge ja auch für lebende Thiere wohl verständlich.

Auch der Kern ist in den weitaus meisten Fällen von einem Mantel zusammengeflossener Sarkode umgeben. Abweichungen derselben Art, Herantreten der Schlickballen bis zur Kernmembran, sind sehr selten, kommen aber ebenfalls vor. Man muss sich zur Erklärung solcher Verhältnisse immer vergegenwärtigen, dass das Protoplasma mariner Rhizopoden in allen seinen Theilen eine außerordentlich große Selbständigkeit besitzt, wie aus den Mittheilungen BESSELS', den Untersuchungen VERWORN'S u. A. unzweifelhaft hervorgeht, so dass selbst längere Zeit isolirt, mit dem Kern nicht in Berührung gewesene Sarkodetheile in die aktiv lebende Substanz wieder aufgenommen werden können, ohne Schaden gelitten zu haben. Indessen soll hier keineswegs die gelegentliche schädliche Wirkung der Reagentien ganz in Abrede gestellt werden; ich halte es nur nicht für absolut ausgeschlossen, dass nicht Schlickmassen gelegentlich auch einmal bis dicht an die Kernmembran heranrücken können. Selbstredend wird dies nie von allen Seiten auf einmal geschehen, so dass der Kern mit der Sarkode immer in Verbindung bleibt; daher liegt auch selbstverständlich der Kern in meinen Präparaten niemals gänzlich innerhalb der Schlickmassen selbst. Es treten immer stärkere oder weniger starke Sarkodebalken an ihn heran.

Was nun die feinere Struktur der Sarkode selbst anlangt, so kann bei geringer Vergrößerung (70—100) schon leicht festgestellt werden, dass sie allenthalben von kleinen Vacuolen durchsetzt wird. Diese Vacuolen sind in ihrer Größe recht schwankend und lassen bei der manchmal sehr verzerrten Form, die sie vielleicht erst nachträglich bei der Konservirung angenommen haben, ihren Durchmesser nur schlecht berechnen, doch mag nach Abzug der meist größeren verzerrten Vacuolen ein Durchmesser von 0,0072 bis 0,01043 mm das richtige Maß darstellen. Die Vacuolen sind auf den Schnitten (Taf. XXIV, Fig. 77, 78, 83 und 89) als helle Kreise innerhalb der roth gefärbten Sarkodemasse kenntlich. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass sich innerhalb dieser Vacuolen auch gelegentlich kleine Schlickpartien befinden, was bei der allseitigen Beweglichkeit der Sarkode nicht verwundern kann. Bei dem Zusammenfließen verschiedener Sarkodeäste können ja leicht kleinere Schlickpartien mit eingeschlossen werden. Doch darf nicht jeder Fall, wo auf einem Schnitte ein Schlickballen rings von Sarkode umgeben wird, in diesem Sinne gedeutet werden; es kann sich ja in solchen Fällen anstatt um eine Vacuole um den Durchschnitt eines gewöhnlichen Kanals handeln; so liegen z. B.

die Schlicktheile (*Stk*) der Fig. 79, Taf. XXIV nicht in Vacuolen sondern in Spalträumen des Sarkodegerüsts, wie die hier nicht wiedergegebenen, anstoßenden Schnitte beweisen. Die weitaus meisten Vacuolen lassen keinerlei Einlagerungen erkennen.

5. Wabenstruktur der Sarkode.

Bei Anwendung von Immersionen¹ (4000—4500facher Vergrößerung) lösen sich die rothgefärbten Vacuolenwände meist in ein sehr deutliches Maschenwerk von kleinsten Waben auf. Die Eosinfärbung lässt gar keinen Zweifel aufkommen, dass es sich hier wirklich um Waben handelt und nicht etwa um ein reich verfilztes Fadenwerk. Bei vielen Waben lassen sich nämlich die stark roth gefärbten Wandungen in jeder Raumrichtung klar erkennen, nämlich da, wo keine der Wandungen direkt senkrecht zur optischen Beobachtungsebene steht. Ich konnte Waben bis zu einem Durchmesser von 0,0006 mm messen, die meisten entzogen sich durch ihre Kleinheit oder durch ungünstige Lage jeder Messung. Es handelt sich hier demnach um die Bütschli'schen Elementarwaben.

An manchen Vacuolenwänden ließ sich jedoch eine Wabenstruktur nicht erkennen. Einerseits war hier öfter die sonst so deutliche Wabenstruktur durch eine vollständig homogene, stark gefärbte Wand vertreten. Es fehlte also an solchen Stellen jede Wabenstruktur gänzlich, wenn man nicht die Vacuole selbst als Wabe auffassen will.

In anderen Fällen dagegen waren deutlich erkennbare, perlsehnurartig an einander geordnete, länglich spindelförmige Körperchen die Vertreter der Wabenstruktur an den Vacuolenwänden. Die Körnchen, die ganz außerordentlich klein waren, hatten sich öfters zu größeren Körperchen vereinigt, welche Aggregate von sehr wechselnden Kontouren darstellten (Größe = 0,00449—0,004788 mm). Gerade die letztgenannten Aggregate zeigen durch ihre zackig ausgerissene Gestalt, und durch die Größe, die ihnen zukommt, dass es sich bei den geschilderten Körperchen nicht um eine verkappte Wabenbildung handeln kann (Taf. XXII, Fig. 34 F). Die perlsehnurartige Aneinanderreihung der kleinen Körperchen ist oft auf größeren Strecken zu verfolgen. Da sich nun auch diese kleinen Körperchen besonders stark färben, entsteht bei minder starker Vergrößerung ganz das Bild von Spaltpilzfäden, die den Weichkörper durchziehen. Die Körperchen imponiren als die einzelnen Glieder der Fäden. Dass es sich hier nicht um wirkliche Spaltpilze handeln kann, wird durch den direkten Übergang solcher

¹ Von Immersionen kamen zur Verwendung: SEIBERT, VII^a; R. WINKEL, homogene Immersion 4/20 u. 4/24.

Fäden in Wabenstruktur ausreichend sicher dargethan (vgl. Taf. XXII, Fig. 34). Ich glaube, dass die Körperchen aus Konfluenz der Wandmasse geplatzter Waben entstanden sind. Wenn die einzelnen Protoplasmawaben platzen, so wird nothwendig die zähere Substanz der Wabenwände zu einem Tropfen zusammenfließen müssen, gerade wie die Wandung einer geplatzten Seifenblase sich zu einem oder mehreren Seifenschäumtropfen vereinigt. Die größeren Körperchen würden aus einer Verklebung mehrerer solcher Konfluenzprodukte entstanden sein; und die langen, spaltpilzartigen Fäden wären durch einen Niederschlag solcher Tröpfchen an dünnen nicht mehr aus Waben bestehenden Wänden größerer Vacuolen, wie mir scheint, sehr einfach erklärt. — Das Fehlen der Waben an solchen Wänden kann nicht verwundern; die Körperchen vertreten ja die Waben, sie stellen den zusammengesunkenen Rest derselben dar. Wenn in einer dickeren Vacuolenwand nicht alle Waben geplatzt sind, so lagern sich die geplatzten Wabentröpfchen zwischen die Wandungen benachbarter Wabenreihen ein, bleiben aber nicht in Tropfenform bestehen, sondern fließen mit der Wandmasse der betreffenden Waben zusammen und verdicken dieselbe. Auf diese Weise wird die Anwesenheit von besonderen Fäden vorgetäuscht¹, die weiter nichts sind, als das optische Bild dickerer Wandungen, entstanden durch den Zufluss geplatzter Wabensubstanz. Es kommt nun öfter vor, dass nicht bloß die Waben, sondern auch die Vacuolen platzen, in solchen Fällen sieht man ein kleines Körperchen neben das andere ohne bestimmte Ordnung zusammengelagert; sie sind wohl durch die jedenfalls nicht ganz wasserflüssige Substanz des Wabeninhaltes zu einem Nebel zusammengehalten worden (Taf. XXII, Fig. 44).

Eine weitere Erscheinung, welche mir auf diese Weise erklärbar dünkt, ist die Verdickung der Wände größerer Vacuolen; sie war auf meinen Schnitten sehr häufig anzutreffen (Taf. XXII, Fig. 34 *Vd*). Hier hat sich vielleicht die in der Vacuole enthaltene Flüssigkeit durch neuen Zufluss vermehrt und dadurch einen Druck auf die Vacuolenwände ausgeübt, welcher die obersten Wabenlagen zum Platzen brachte. So erklären sich, so weit ich sehen kann, die geschilderten Abweichungen von der Wabenstruktur sehr einfach durch die Annahme geplatzter Waben. Es soll natürlich das, von den hier beschriebenen Körperchen, Gesagte nicht auf alle Körperchen ausgedehnt werden,

¹ Die oben erwähnten fadenförmigen Scheinbildungen dürfen nicht mit den wirklichen Fäden unbekannter Herkunft in Pulvinulinen und anderen Polythalamien verwechselt werden; letztere färben sich in Methylgrün-Eosin grell blau, während die Scheinfäden der Saccamina sich wie die Sarkode selbst roth färben.

welche sich im Wabenwerk anderer Rhizopodenplasmen finden. Die Sarkode der *Saccamina* zeigte aber an vielen Stellen große Strecken, deren Wabenwerk bei 1500facher Vergrößerung aus vollständig homogenem Protoplasma zu bestehen schien, ja manchmal waren sogar größere Ansammlungen von solchem durchaus homogenen Protoplasma ohne jegliche Wabenbildung in dem Vacuolennetzwerk aufzufinden (Taf. XXII, Fig. 34 *hP*). Es kann also kein Zweifel darüber bestehen, dass die *Saccamina*-Sarkode bei 1000 — 1500facher Vergrößerung, Alkoholkonservierung und Eosintinktion streckenweise ganz frei von irgend welchen Körperchen erscheinen kann, und dass somit Körperchen, die mit den sonst vorhandenen Waben vikariieren, als geplatzte Waben aufgefasst werden dürfen, nicht aber unbedingt als anders geartete Sarkodeeinlagerungen anzusehen sind; solche existieren allerdings auch (cf. p. 505 u. ff.).

Eine ganz andere Frage ist es indessen, in wie weit die Körperchen und die verdickten Wände als Kunstprodukte anzusehen sind, oder mit anderen Worten, ob ein Platzen und Zusammenfließen der Waben nicht bloß in Folge des Alkohols eingetreten ist und im Leben der *Saccamina* nicht vorkommt. Die Frage kann natürlich mit dem abgetödteten Material nicht ohne Weiteres beantwortet werden¹. Doch scheint mir der regelmäßige Verlauf solcher Verdickungen die Annahme von wirklichen Lebensvorgängen nahezu legen, da es mir wenig erklärlich erschien, warum der Alkohol gerade nur ganz bestimmte Reihen von Waben mechanisch zum Platzen gebracht haben sollte, wie denn Figur 35 (*Vd*), Taf. XXII, die Annahme einer solchen Auslese nothwendig macht, während er die direkt angrenzenden Waben unbehelligt gelassen hat. Bei der Annahme von Lebensvorgängen ist eine solche Auslese weit leichter erklärlich; ich kann mir denken, dass einige Waben in besondere Beziehungen zu einander getreten sind, das heißt, dass der Anfang einer ersten Differenzirung sich innerhalb der Sarkode in der Weise geltend macht, dass ein, auf eine Wabe ausgeübter, Reiz² nicht nach allen Seiten hin an die benachbarten Waben abgegeben wird, sondern sich nur auf diejenigen Waben fortsetzt, welche z. B. in

¹ Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass man die Wabenkörperchen in der lebenden Sarkode nicht antreffen wird. Hier werden die Wabenkörperchen jedenfalls sehr rasch sich mit der Wandmasse noch ungeplatzter Waben vereinigen, so dass ihre Existenz sich vielleicht wegen der Schnelligkeit, mit der sie verschwinden, nicht beobachten lässt. Der Alkohol hat hier sichtlich Verschmelzungserscheinungen festgehalten, die im Leben ungemein schnell verlaufen müssen.

² Der Reiz selbst kann sehr wohl vom Alkohol ausgegangen sein; die Anordnung der zum Platzen bestimmten Waben bleibt aber auch dann das wahrscheinliche Resultat eines Lebensvorganges.

der Verlängerung der Richtung liegen, von welcher der Reiz gekommen ist. Eine solche Reizleitung ist von vorn herein ja sehr verständlich; — doch will ich mich in dieser Beziehung nicht auf weitere Spekulationen einlassen; es werde nur noch erwähnt, dass auch BÜTSCHLI die Bewegung seiner Schäume in erster Linie auf das Platzen von feinen Schaumwaben zurückgeführt hat¹.

Streifen wir die letzten Erwägungen von der seither gegebenen Beschreibung des Saccaminaweichkörpers wieder ab und wenden wir uns nunmehr zu den verschiedenen Einlagerungen, welche auch die Saccaminasarkode eben so wie jeder andere Rhizopode nicht ganz entbehrt.

6. Einlagerungen der Sarkode.

Obleich ich oben von den Pseudopodienkörperchen die Behauptung aufgestellt habe, dass sie einzig und allein auf die Pseudopodien beschränkt seien, und im übrigen Weichkörper nicht vorkämen, haben sie uns hier doch noch einmal für diejenigen Fälle zu beschäftigen, wo die Pseudopodien vollständig in die übrige Leibessarkode eingezogen waren. Nicht ihrer Besonderheiten wegen, die wir ja in ihrer Resistenz gegen die Einwirkung von Farbstoffen schon genügend gekennzeichnet haben, sondern wegen ihrer Lagerungsverhältnisse in der umgebenden übrigen Leibessarkode.

Der Hüllschichttrichter war bei den Exemplaren mit eingezogenen Pseudopodien entweder überhaupt nicht mehr zu erkennen (Taf. XXIV, Fig. 90) oder er war zu einer etwas verdickten Strecke der Hüllschicht oder aber zu einer geschlossenen, seichten Grube zusammengeflossen (Taf. XXII, Fig. 26 D). Die eingezogenen Pseudopodien traten in dem übrigen Sarkodegefüge durch ihre graue oder graubraune, von den Pseudopodienkörperchen herrührende Färbung schon der Farbe nach hervor; sie stachen aber weiter noch dadurch von der übrigen Sarkode ab, dass sie sich nicht bei der Bildung des Sarkodebalkenwerks theiligten, sondern von dem feineren Balkenwerk, das ich früher für die centralen Partien der Sarkode als gewöhnliches Vorkommen beschrieb, getragen, für sich eine scharf abgegrenzte, in ihren Kontouren mehr oder weniger kugelige Masse bildete, in welche von der äußeren Sarkode her nur einzelne, rothgefärbte Stränge des dichteren, centralen

¹ BÜTSCHLI, Mikrosk. Schäume. I. c. p. 200. Es liegt mir natürlich ganz und gar fern von meinen Befunden bei *Saccamina* aus über eine allgemeingültige Struktur des Plasmas urtheilen zu wollen; die beschriebene Wabenstruktur findet sich aber auch bei allen anderen konservirten Foraminiferen, deren Weichkörper ich kenne.

Balkenwerks hineinliefen. Diese ins Innere des Sarkodekörpers einge-zogene Pseudopodienmasse unterschied sich im Übrigen von der vor-geschickten dadurch, dass ihr früher beschriebenes weitmaschiges Wabenwerk nunmehr nur noch eine Maschenweite von 0,00149 bis 0,004718 mm aufwies, so dass also die früher größeren Waben zu BÜRSCHLI'schen Elementarwaben umgewandelt schienen, was aufs Neue dafür spricht, dass zwischen größeren und kleineren Waben innerhalb der Pseudopodienmasse kein principieller Unterschied besteht, sondern dass beide in einander übergehen können¹. Im Inneren der auf diese Weise vom übrigen Weichkörper unterscheidbaren Pseudopodienmasse befand sich häufiger, aber nicht immer, neben grüingefärbten Schlick-massen ein nach der Peripherie der Pseudopodienmasse frei ausstrahlendes unregelmäßiges Astwerk rothgefärb-ter Stränge. Ich möchte dieses Astwerk auf jene rothgefärbten, im Reizzustande befindlichen Sarkodetropfen (*St*) zurückführen, welche häufiger in ausgesickten Pseudopodienmassen durch ihre Färbung auf-fallen. Ich denke mir, dass solche Sarkodetropfen, welche im Reizzu-stande sich gesammelt haben, durch den Druck, welchen die Pseudopo-dienmasse während der Einziehung erlitt, zu jenen verästelten Balken-werken aus einander gepresst worden sind. Manchmal waren die Astwerke noch durch kugelige Reiztropfen vertreten.

Als eine weitere Einlagerung der Sarkode erscheinen fernerhin die kleinen Kittsubstanztheilchen, die in gestreckten, runzligen, manchmal hin und her gebogenen, kleinen Stäbchen oft auch zu größeren Konglomeraten verschmolzen in allen Theilen der Körpersarkode ange-troffen werden können, und sich häufiger in dichter Lage in den peripheren Theilen der Körpersarkode finden (Taf. XXIV, Fig. 86). Sie tragen eine gelbgrünliche, gelbe oder braungelbe Färbung und verschmelzen bei dichter Zusammenlagerung mit einander. Auf einem Paratangentialschnitt sah ich sie von einem Vorsprung der Sarkode in die Hüllmasse aus vordringen, so dass sie also von der Körpersarkode an die Hüllmasse abgegeben werden (Taf. XXVI, Fig. 74, ihre Erklärung p. 585).

Auch über den ersten Entstehungsort dieser Kittsubstanz- theilchen vermag ich gewichtige Hinweise zu geben. Ich fand näm-lich zwei sehr jugendliche Weichkörper innerhalb von kleinen Gehäusen, die sich noch auf dem Psammosphaerastadium befanden, ganz von

¹ Was ich hier von *Saccamina* behaupte, darf natürlich nicht ohne Weiteres auf andere Verhältnisse übertragen werden. Vacuolen, die mit beson-deren Flüssigkeiten gefüllt sind, wird man z. B. nie mit BÜRSCHLI'schen Elementar-waben in Zusammenhang bringen dürfen.

Zusammenhäufungen kleiner Kittsubstanztheilchen erfüllt (Taf. XXIV, Fig. 86). Schlickmassen und sonstige Ingesta fehlten in beiden Weichkörpern merkwürdigerweise gänzlich, dagegen fielen außer den Kittmassentheilchen in der roth gefärbten Sarkode namentlich in der nächsten Umgebung des Kernes zahlreiche kugelig- oder tropfenförmig gestaltete Gebilde auf, die sich im Methylgrün-Eosingemisch zum Theil sehr stark blau gefärbt hatten oder schwach blau gefärbt erschienen, zum Theil aber vollständig klar und wasserhell geblieben waren. Die wasserklaren Gebilde (cf. *Htr*₁ u. *Htr*₂) zeigten häufig noch die wichtige Besonderheit, dass sie in ihrem Centrum ein oder mehrere Kittsubstanztheilchen enthielten. Die Färbungseigenthümlichkeiten der Tröpfchen weisen mit größter Wahrscheinlichkeit auf einen genetischen Zusammenhang derselben mit der Hüllmasse hin, im ganzen Saccamina-Weichkörper ist ja keine zweite Substanz, die sonst die Blaufärbung mit ihnen theilt.

Die Entstehung der Kittmasse ergibt sich hiernach wie folgt: In der Nähe des Kernes bilden sich Hüllschichttröpfchen, die durch ihre stark blaue Färbung nach Behandlung mit Methylgrün-Eosin auffallen; diese Tröpfchen gehen allmählich in einen unfärbbaren Zustand über (hellblau gefärbte und wasserklare Körperchen). Innerhalb der unfärbbaren Tröpfchen bilden sich dann die kleinen Kittmassentheilchen, die durch ihre hellgelbe Färbung kenntlich sind. Die so producirten Kittmassentheilchen werden zweifellos später in die Hüllschicht hineingeschoben (Taf. XXIV, Fig. 74 †), wo wir sie früher schon angetroffen haben. Oftmals wird auch die Umwandlung der Hüllschichttröpfchen in Kittsubstanztheilchen ganz unterbleiben können; es werden unter solchen Umständen die Hüllschichttröpfchen unverändert an die Hüllschicht abgegeben. Einfacher lässt sich wenigstens der durch das Abstoßen festgewordener Theile nothwendige Ersatz der Hüllschicht (cf. p. 484) nicht erklären. Wenn die beiden, von mir aufgefundenen jugendlichen, Weichkörper diese Umwandlung in größerem Maßstabe erkennen ließen, so steht dies jedenfalls damit in Zusammenhang, dass beide Weichkörper sich dicht vor einem Umbaugeschäfte befanden. Es liegt wohl sehr nahe, dass die Gehäuse demnächst in das Saccamina-stadium übergeführt werden sollten, wozu eine große Menge von Kittsubstanz nöthig wurde.

Die Umwandlung von Hüllsubstanz in Kittmasse ist aber keineswegs an die Kernnähe gebunden. Man findet innerhalb der Hüllschicht, namentlich an verdickten Stellen derselben, so äußerst feine Kittmassennebel, dass man sich der Vorstellung nicht entschlagen kann, sie hätten sich hier erst aus der Hüllsubstanz wie ein feinsten Nieder-

schlag abgesetzt. Ihre Herkunft aus der Kernnähe ist in solchen Fällen keine unmittelbare, bleibt aber doch bestehen, da die Hüllmasse, aus der sich die Nebel abgesetzt haben, eben daher stammt.

Der Transport der Hüllschichttröpfchen oder der Kittsubstanztheilchen aus der Kernnähe nach der Hüllschicht hin wird durch Strömungen der Sarcode bewerkstelligt. Ich habe natürlich an meinem abgetödteten Material derartige Vorgänge nicht verfolgen oder auch nur mit zwingender Gewissheit erschließen können. Einmal aber wäre es doch im höchsten Grade sonderbar, wenn man den Kittschichttröpfchen eine eigene Bewegung, etwa auf chemotaktischer Basis zuschreiben wollte, dann aber habe ich eine Beobachtung an einem Süßwasserrhizopoden hier anzuführen, die *intra vitam* angestellt wurde und welche wohl ohne Bedenken auf *Saccamina* ausgedehnt werden darf. Ich konnte nämlich bei einem Encystirungsvorgange einer *Nebela carinata* den Weg von ähnlichen Kittmassentheilchen, die zu einer Deckelbildung benutzt werden sollten, genau verfolgen. Die Substanz, welche später zum Deckel verwendet werden sollte, wurde in Gestalt kleiner Tröpfchen aus der unmittelbaren Kernnähe durch einen nach der Gehäusemündung gerichteten Plasmastrom nach ihrem Bestimmungsorte hingetragen; dabei sammelten sich die Körnchen im vorderen Ende des Weichkörpers an und wurden hier mit allerlei Ingesta zusammengeschart, so dass eine dichte Zusammenhäufung von Nahrungsresten und Kittmassentheilchen im vordersten Sarkodeabschnitt entstand. Diese Anhäufung, welche sich als dunklere Masse sehr deutlich von den, seine Einlagerungen mehr und mehr verlierenden Weichkörper unterschied, wurde hiernach durch das Auftreten einer immer größer werdenden *Vacuole* gänzlich von dem übrigen Weichkörper getrennt. Darauf zog sich die Sarkode auf einige Minuten von den in der Gehäusemündung liegen gebliebenen Substanzen zurück, trat dann aber wieder vor, legte sich der festgewordenen Masse wieder an, und wiederholte denselben Vorgang genau wieder. Derselbe Vorgang trat nach kurzen Pausen viermal hinter einander ein, so dass schließlich ein aus mehreren Schichten bestehender Deckel gebildet wurde, der aber sehr bald zu einer gemeinsamen festen Masse erstarrte. Ich habe die Richtung, welche die Kittsubstanztröpfchen bei dieser Deckelbildung in der Sarkode einschlugen, durch Pfeile angegeben (Taf. XXII, Fig. 33).

Außer diesem im Leben beobachteten Vorgange spricht aber auch die Zusammenlagerung von Kieselplättchen oder Stäbchen in der Nähe des Kernes, wie sie sich bei *Euglypha*, bei *Diffugia spiralis* und *Trinema* wahrnehmen lässt, eben so bindend für die Entstehung der Kittmassen und ähnlicher Substanzen in unmittelbarer Nähe des Kernes.

Die Kieselplättchen etc. und die Kittmasse scheinen mir nämlich immer einen gemeinsamen Entstehungsort zu haben; die Kieselplättchen etc. sind jedenfalls nur als ein Abtrennungsprodukt einer ursprünglich sehr complicirten Substanz (Kittsubstanz und Kieselplättchen) aufzufassen. Ich komme zu dieser Anschauung durch die große Zahl von chemischen Elementen, die H. B. BRADY in den von ihm geprüften Thalamophorengehäuse nachweisen konnte¹. Ohne auf diese Frage hier näher einzugehen, sei bemerkt, dass die Annäherung der Kieselplättchen und Stäbchen an den Kern oft eine so große ist, dass beim Absterben von *Euglypha* und *Trinema*, falls dabei die Sarkode aus dem Gehäuse ausfließt und nur der Kern im Gehäuse zurückbleibt — ein Vorgang, der sehr häufig eintritt — die Plättchen in dichter Lagerung um den Kern geschart bleiben und nicht von der Sarkode nach außen mitgerissen werden. Da der Kern bei den genannten Formen viel widerstandsfähiger ist als die Körpersarkode, findet man dann nach einiger Zeit im Gehäuse nur noch den Kern, welcher von einem dichten Mantel von Plättchen umgeben ist; solche Vorkommnisse können sehr leicht, wenn man ihre Entstehung nicht kennt, für Encystirungszustände angesehen werden.

Die Größe der kleinsten Kittsubstanztheilchen, welche ich innerhalb des Saccaminaweichkörpers auffand, belief sich auf 0,004344 mm. Die Ausdehnung der Kongregationen erreichte auf den Kittringen am Trichterrande 0,0298 mm.

Der Farbe nach sehr schwer von den behandelten Kittmassentheilchen zu unterscheiden sind andere Einlagerungen, denen ich die Rolle von Exkretkörnchen zuschreiben möchte oder physiologisch gesprochen, die ich für Produkte der regressiven Protoplasmametamorphose anzusehen geneigt bin. Sie lassen sich in dem mit Schlickmassen erfüllten Weichkörper nur ganz vereinzelt hier und da in den Sarkodebalken wahrnehmen und sind dann immer schwer von jenen Tröpfchen zu unterscheiden, die ich für das Produkt geplatzter Waben halte. Ihre Farbe ist nach Behandlung mit Methylgrün-Eosin oder Hämatoxylin eine olivenfarbene, grünbläuliche bis stahlgraue; da sich beide Farbstoffe diesen Exkretkörnchen gegenüber in derselben Weise verhalten, so wird man die genannten Farbnuancen auch den ursprünglichen, nicht künstlich gefärbten Körnchen zuschreiben dürfen; leider habe ich auf keinem meiner ungefärbten Präparate dies als Exkretkörnchen gedeutete Gebilde wiedergefunden. Zu bemerken ist, dass die grünbläuliche bis stahlgraue Färbung der Körnchen keine intensive ist, sondern dass es sich hier nur um einen leichten Schimmer handelt,

¹ Challenger-Report. Bd. IX. p. XVII—XXI.

so dass es erklärlich ist, wenn sich, wie ich vorhin sagte, die Exkretkörnchen trotz der Farbendifferenz, die sich aus meinen Angaben ergibt, nicht bloß von den Wabenkörnchen, sondern auch von den Kittsubstanztheilchen schlecht unterscheiden lassen. Es handelt sich hier um so schwache Farben, dass sich das Gelbgrünliche der Kittsubstanztheilchen und das Grünbläuliche der Exkretkörnchen nur dann sicher unterscheiden lassen, wenn sie in einem Gesichtsfelde bei einander liegen und man auch diese beim Vergleiche beider Gebilde gleichzeitig neben einander vor Augen hat. Die grünbläuliche Farbe herrscht bei kleineren Exkretkörnchen vor, die stahlgraue kommt in höherem Grade den größeren Körnchen zu. In beiden Fällen tragen die Farben einen matten Schimmer, den man am besten wohl als fettigen Glanz bezeichnen kann. Die kleinen, grünbläulich gefärbten Körnchen zeigen öfters Biskuitform oder sonstige mehrfach eingeschnürte längliche Gestaltung, die auch in die Breite gehen kann und dadurch zu traubenförmigen Bildungen Veranlassung giebt. Derartige Formen sind natürlich Verschmelzungsprodukte.

Die größeren, mehr stahlgrauen Exkretkörnchen lassen in der Regel Verschmelzungsvorgänge nicht mehr erkennen; sie sind meistens gänzlich kugelig und sind auf diese Weise nunmehr viel leichter von den langgestreckten Kittschichttheilchen zu trennen, als vorher, wo sie öfters zu mehr oder weniger langgestreckten Formen zusammengeschmolzen waren. Die Größe der Exkretkörnchen schwankt zwischen 0,00149 bis 0,004619 mm im Durchmesser. Wie schon hervorgehoben, kommen die Exkretkörnchen in dem, in normaler Lebensfunktion befindlichen Weichkörper nur außerordentlich spärlich vor. Wir werden später aber Zustände des Weichkörpers kennen lernen, in welchem sich die Exkretkörnchen zu größeren Ballen vereinigen, um schließlich aus dem Weichkörper ganz entfernt zu werden. Gerade die letztgenannten Schicksale der Körnchen sind es, die mich veranlasst haben, ihnen die Deutung als Exkretkörnchen beizulegen. Näheres hierüber wird bei den Defäkationsvorgängen mitgeteilt werden.

Ich stelle hier zum Vergleiche die Unterscheidungsmerkmale der vier, seither geschilderten Einlagerungsarten zusammen.

A. Form mehr oder weniger länglich.

- a. Bakterienähnlich, sehr klein (0,00072 mm). Farbe nach Behandlung mit Methylgrün-Eosin graubraun; auf die zur Pseudopodienbildung bestimmte Sarkode beschränkt oder wenigstens in der anderen Körpersarkode nicht aufgefunden

Pseudopodienkörperchen.

- b. Spindelförmig, meist zu langen gegliederten oder auch ungliederten Fäden verschmolzen. 0,00449—0,004788 mm. Farbe nach Behandlung mit Methylgrün-Eosin roth. Wabenkörperchen.
- c. Runzlige, kleine, hin und hergewundene Stäbchen, die bei Zusammenhäufung zu ganz unregelmäßigen Konglomeraten verschmelzen. Farbe nach Behandlung mit Methylgrün-Eosin gelbgrünlich, gelb bis gelbbraun (Größe sehr schwankend, unmessbar bis ca. 0,043 mm). Kittsubstanztheilchen.
- B. Form meist kugelig; nur bei Aneinanderreihung mehrerer Körperchen unter Umständen länglich oder traubenförmig. Größere Körperchen fast ausnahmslos ziemlich regelmäßige Kugeln. Farbe alle Nuancen zwischen Grünbläulich und Stahlgrau. Die erstere für kleinere, letztere für größere Gebilde. 0,00440—0,004619 mm.
Exkretkörnchen.

Der Vollständigkeit halber darf nicht unerwähnt bleiben, dass ich in Weichkörpern, die 48 Stunden lang in verdünntem Hämatoxylin gefärbt worden waren, noch weitere, tiefblau gefärbte, mit scharfen Kontouren umgebene, streng kuglige Körperchen auffand. Ich vermochte diese Kügelchen nicht mit einer Art der vorhergenannten Körperchen zu identificiren. Obgleich sie in den mit Hämatoxylin gefärbten Exemplaren meistens in großer Zahl auftraten, konnte ich sie in anders gefärbten Weichkörpern nicht wieder auffinden. Es muss dahingestellt bleiben, ob sie durch besondere optische Eigenschaften dem Auge bei anderen Färbemethoden entgehen, oder ob sie auf kuglige Pilze zurückzuführen sind, die sich innerhalb der verdünnten Farbstofflösung in den 48 Stunden entwickelt haben. Die Färbung wurde nach der Angabe FLEMMING's behufs Erlangung einer deutlichen Kerngerüstfärbung in der angegebenen Weise ausgeführt. Im Kern selbst fand ich derartige stark blau gefärbte Kügelchen nie, so dass die erstere Auslegung mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat als die letztere. Gewöhnliche, nicht den besonderen Verhältnissen der *Saccamina* ausschließlich angepasste Pilze würden kaum eine solche Auswahl zwischen Kern und Weichkörper zu treffen vermögen. Indessen ist eine weitere Prüfung an frischem Material auch hier erwünscht; sollten sich die fraglichen Körnchen als wirkliche Beimengungen des Weichkörpers ergeben, so wäre in ihrer starken Färbbarkeit in verdünntem Hämatoxylin ein sicheres Erkennungszeichen für sie gegeben; keine Art der anderen Einlagerungen tritt in der Weise intensiv bei Hämatoxylinfärbung hervor. Ihre eventuelle Bedeutung im Weichkörper ist mir gänzlich unklar. Ihr Durchmesser

wechselt zwischen 0,00120—0,00138 mm. Verschmelzungen der einzelnen Kügelchen habe ich nie beobachtet (Taf. XXII, Fig. 37).

Es darf nicht verwundern, wenn ich bei Aufzählung der in der Sarkode vorkommenden Einlagerungen, Fettkörperchen, wie sie bei den meisten lebenden Foraminiferen beobachtet worden sind, nicht mit aufführen konnte. Der lange Aufenthalt der Weichkörper in starkem Alkohol kann derartige Fettgebilde wohl alle zur Lösung gebracht haben. Ich suchte mit Osmiumsäure etwa vorhandene Reste solcher Fettkörperchen ausfindig zu machen, hatte damit aber keinen Erfolg. Die ganzen Schnitte nehmen bei Behandlung mit Osmium eine mehr oder weniger graue Farbe an, in der zwar hier und da ein besonders dunkel gefärbtes Partikelchen auffällt, die aber nicht erlaubt, mit Bestimmtheit solche Partikelchen für dem Weichkörper zugehörige Fetttröpfchen auszugeben. Selbst mit Methylgrün-Eosin gefärbte Weichkörper nehmen bei Nachbehandlung mit Osmium ein so diffuses Aussehen an, dass sich von den dunkler gefärbten Bestandtheilen niemals mit Sicherheit feststellen ließ, ob sie wirklich innerhalb der Sarkode lagen oder ob sie als Detritussubstanzen innerhalb der Schlickmassen eingebacken waren.

Jedenfalls beweist die Abwesenheit der Fettkörperchen in meinen Präparaten auf keine Weise ihr gänzlichliches Fehlen innerhalb des lebenden Weichkörpers. Wenn Analogieschlüsse erlaubt sind, wird man sie im Gegentheil bei ihrer sonst allgemeinen Verbreitung auch für die Sarkode der *Saccamina* als eine weitere Einlagerung annehmen müssen.

7. Der Kern.

Der Kern der *Saccamina* liegt immer, so weit meine Erfahrungen reichen, in den peripheren Theilen der Sarkode; ich habe ihn nie in genau centraler oder auch nur in annähernd centraler Lagerung gefunden (cf. Fig. 75, 79, 80, 82, 83, 86, 90, 94 und 92). Er ist, wie oben schon bemerkt, in der Regel von einem deutlich erkennbaren Sarkodemantel umgeben, welcher sich in das Balkenwerk der Sarkode fortsetzt. Manchmal jedoch scheint er nur auf einer oder mehreren Seiten mit Sarkodebalken in direkter Berührung zu stehen, während von anderen Seiten her Schlickmassen bis dicht an ihn herantraten, so dass an solchen Stellen zwischen Kern und Schlickmassen keine Sarkode zu erkennen war.

Der Kern fehlte keinem einzigen Weichkörper, und war in all meinen Exemplaren mit einer einzigen Ausnahme immer bloß in der Einzahl vorhanden. Den Ausnahmefall, in welchem zwei Kerne vorhanden waren, muss ich als ein pathologisches Produkt ansehen; ich werde den Fall am Schlusse der Kernbeschreibungen eingehender be-

sprechen (cf. p. 545). Da sich meine Untersuchungen über 287 Weichkörper ausgedehnt haben, so muss jedenfalls die Einzahl des Kernes für *Saccamina* als Regel gelten.

Von Gestalt ist er kugelig, oder zeigt die Form eines Rotationsellipsoïds; bald war er prall, bald geschrumpft oder gar in reichlicher Faltenbildung zusammengesunken, vor allen bei den größeren Kernen.

Er erreicht einen Durchmesser von 0,342 mm, so dass man ihn dann im Uhrschälchen mit bloßem Auge leicht sehen kann. Diese Größe hat er aber nur selten aufzuweisen, meist überschreitet er 0,180 mm nicht und kann sogar auf 0,063 mm Durchmesser in kleineren Thieren herabsinken. Da diese Angaben kein deutliches Bild von den wirklichen Größenschwankungen des Kernes zu bieten vermögen, in so fern nämlich als die Kerne großer und kleiner Thiere gemessen wurden, so suchte ich das Massenverhältnis zwischen Kern und Weichkörper für mehrere (27) Thiere durch eine Proportionszahl numerisch festzustellen. Dies war bei dem vorliegenden Material leicht angängig, da sich der Sarkodeleib oft kugelig kontrahirt hatte und der Kern ebenfalls meist kugelige Gestalt zeigte, oder sich wenigstens mit einem mittleren Radius auf Kugelgestalt umrechnen ließ; es mussten bloß die beiden Kugelvolumina mit einander verglichen werden, d. h. das Volumen des Kernes mit dem Volumen der gesamten Sarkode minus Kernvolumen. Es ergaben sich hierbei ganz ungemein große Schwankungen, die zum Theil wenigstens ihre Erklärung im nächsten Kapitel finden werden. Obgleich bei dieser Berechnung nur pralle Kerne oder solche von den großen, geschrumpften Kernen, welche sich ohne erhebliche Fehlerquellen auf einen prallen Zustand umrechnen ließen, und andererseits bloß wirklich kugelig kontrahierte Weichkörper, welche nicht geplatzt waren, in Betracht gezogen wurden, so dass also eine Täuschung durch, auf der einen oder anderen Seite stattgefundene Substanzverluste möglichst ausgeschlossen war, so wechselte das Massenverhältnis zwischen Kern und Weichkörper doch zwischen $\frac{1}{22}$ und $\frac{1}{768}$; im Mittel betrug es $\frac{1}{342}$ ¹.

Bei der Feststellung dieser Massenverhältnisse wurde auch eine genaue Kontrolle über den jeweiligen Ausbildungszustand des Gehäuses geführt. Es stellte sich hierbei heraus, dass die reale Größe der Verhältniszahl in den weitaus meisten Fällen mit dem Ausbildungszustande des Gehäuses zunimmt². So waren die Gehäuse, deren Kern und

¹ Die bei den 27 untersuchten Exemplaren gefundenen Verhältnisse waren folgende: $\frac{1}{768}$, $\frac{1}{640}$, $\frac{1}{639}$, $\frac{1}{582}$, $\frac{1}{494}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{379}$, $\frac{1}{327}$, $\frac{1}{320}$, $\frac{1}{342}$, $\frac{1}{302}$, $\frac{1}{270}$, $\frac{1}{266}$, $\frac{1}{254}$, $\frac{1}{239}$, $\frac{1}{224}$, $\frac{1}{220}$, $\frac{1}{219}$, $\frac{1}{210}$, $\frac{1}{204}$, $\frac{1}{154}$, $\frac{1}{146}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{45}$, $\frac{1}{43}$ und $\frac{1}{22}$, im Mittel = $\frac{1}{342}$.

² SCHAUDINN erwähnt, dass die Größe des Kernes von *Myxotheca* (wenn auch Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. LVII. Bd.

Weichkörper die sieben ersten der angegebenen Verhältniszahlen (also bis $\frac{1}{379}$ inkl.) geliefert hatten, rauh und hatten noch keinen Pylontubus oder hatten diesen doch nur erst angelegt, sie standen also noch auf dem Psammosphaerastadium, mit einer einzigen Ausnahme ($\frac{1}{582}$)¹, wo das Gehäuse völlig ausgewachsen schien, groß und glatt war und sogar einen recht langen Pylontubus trug. Auch bei den letzten sieben Verhältniszahlen fand sich nur eine Ausnahme ($\frac{1}{45}$)² von der sonst geltenden Regel, dass die zu den betreffenden Weichkörpern gehörigen Gehäuse ihre volle Ausbildung erreicht hatten oder doch derselben nahe standen. Dass die Ausnahme in den jeweils in Betracht gezogenen sieben Fällen immer nur 1 beträgt, wird wohl dem Zufall zuzurechnen sein. Immerhin wird sich daraus mit einiger Sicherheit entnehmen lassen, dass zwar, wie bereits bemerkt, der reale Werth der Verhältniszahl, mit dem Ausbildungszustand des Gehäuses, d. h. also auch mit dem Alter des Thieres, größer wird oder mit anderen Worten, dass beim Wachsthum des Weichkörpers der Kern in der Regel an Volumen verhältnismäßig bedeutend mehr zunimmt als der Weichkörper, dass aber gelegentlich auch Ausnahmefälle in dieser Beziehung vorkommen. Für die herangezogenen Fälle ergibt sich ein Procentsatz von 85,7 für die Richtigkeit der erörterten Verhältnisse und bloß 14,3% für die Ausnahmefälle.

Wie diese Ausnahmefälle zu erklären sind, lässt sich mit Sicherheit nicht feststellen, doch scheint mir eine ungezwungene Erklärung sehr nahe zu liegen, nämlich die, dass die Entwicklung des Gehäuses und die des Weichkörpers nicht nothwendig Hand in Hand gehen müssen. Die Ausnahmefälle sind in so fern willkommen zu heißen, als sie beweisen, dass auch die Größenverhältnisse des Kernes keinerlei Trennung zwischen *Psammosphaera* und *Saccamina* gestatten.

Die vorstehenden Verhältnisse sind aus tabellarischen Aufzeichnungen entnommen, welche ich vor zwei Jahren anfertigte, ehe ich noch wusste, zu welchem Zwecke ich sie jemals gebrauchen würde; es scheint mir also jede, etwa unbewusst unterlaufene, Willkür bei der Auswahl der beliebig hinter einander aufgegriffenen Exemplare ausgeschlossen.

Eine weitere augenfällige Erscheinung ist diejenige, dass die

nicht ausnahmslos) mit der Größe des Weichkörpers zunehme. Diese Zeitschr. Bd. LVII, p. 26.

¹ Das Gehäuse maß 1,52 mm, war glattwandig und hatte einen Pylontubus von 0,323 mm Länge, der sich mit einer Öffnung von 0,4275 mm nach außen öffnete.

² Das Gehäuse maß bloß 1,33 mm, war rauh, hatte noch keinen Pylontubus, sondern seine Mündung war zwischen Steinen eingekeilt und hatte bloß eine Weite von 0,1425 mm.

Struktur des Kernes im Verein mit der Zunahme seiner Größe sich ändert, d. h. dass der Kern auf seinen verschiedenen Größenstufen verschiedene Strukturbilder zeigt. Die Regelmäßigkeit dieser Struktur-differenzen ist eine so große, dass ich am Schlusse meiner Untersuchungen mit großer Bestimmtheit die feinere Struktur eines Kernes voraussehen konnte, sobald ich seinen Durchmesser gemessen hatte. Natürlich waren hier und da zwei Möglichkeiten der Einreihung gegeben, da die Änderung der Struktur nicht an $\frac{1}{1000}$ mm der Umfangänderung des Kernes gebunden war, sondern ein Stadium gewisse Größenstufen mit den angrenzenden Stadien gemeinsam hatte. Es ist dies aber gerade ein weiterer Beweis für den genetischen Zusammenhang der betreffenden Kernstadien.

Ich unterscheide demgemäß neun verschiedene Kernstadien.

Bei Aneinanderreihung derselben ist für mich außer der Größen-zunahme auch die Struktur selbst maßgebend gewesen; ja ich musste zweimal, wie aus meiner weiteren Schilderung hervorgehen wird, von der Reihenfolge, welche mir die Größenzunahme des Kernumfangs auferlegte, der Struktur zu Liebe abweichen, in so fern als sich zweimal Kerne, die ihrer Größe nach auf einander hätten folgen müssen, ihrer Struktur nach nicht von einander ableiten ließen. Ich kann leider die oben erwähnten Ausnahmefälle, wo die Größe des Kernes nicht dem Ausbildungszustande des Gehäuses entsprach, nicht als Berechtigungs-beweise für die vorgenommenen Umstellungen der Kernstadien anführen, da ich nicht weiß, ob die damaligen Ausnahmefälle gerade solchen, versetzten Kernstadien entsprachen. Als ich die Messungen vornahm, wusste ich noch nichts von den verschiedenen Kernzuständen. Ich habe deshalb in den Fig. 57—65 (Taf. XXIII) die Kerne der Größe nach angeordnet; man wird sich so am besten davon überzeugen können, dass sich die Struktur des Kernes, Fig. 60, auf keinen Fall mit der Struktur der Kerne, Fig. 59 u. 64, in unmittelbaren Zusammenhang bringen lässt, und dass Fig. 63 denselben Widerspruch der Einreihung zwischen die Kerne Fig. 62 u. 64 entgegensetzt.

Wenn die umgesetzten beiden Stadien durch ihre Umsetzung von den Größenstadien losgerissen scheinen, denen ich sie angefügt habe, so darf nicht außer Acht gelassen werden, dass vielleicht die Untersuchung eines noch reichhaltigeren Materials diese Lücken ausgefüllt hätten. Vielleicht geht die Größenzunahme des Kernes, die in beiden Fällen die Folge einer Flüssigkeitsaufnahme zu sein scheint, so rasch vor sich, dass Übergangsstadien zur betreffenden Größenstufe nur unter besonderen Zufälligkeiten zu erhalten gewesen wären.

Ich habe es versucht, aus der Verschiedenheit der Struktur,

welche die verschiedenen Kernstadien von einander unterscheiden ließ, die vitalen Vorgänge abzuleiten, welche die jeweiligen Umänderungen hervorgebracht haben mögen. Ich bin mir wohl bewusst, dass meine diesbezüglichen Bestrebungen vielleicht nicht überall das Richtige getroffen haben mögen. In der Größe und Klarheit der Objekte lag aber geradezu eine Herausforderung, die Beantwortung der Fragen zu wagen, welche sich an die Formveränderungen der *Saccamina* anschließen lassen, und welche ein weitergehendes Interesse beanspruchen dürfen. Bei unseren, auf dem Gebiete der Kernveränderungen so sehr in Bewegung begriffenen Anschauungen schien es mir weit besser, mit möglichster Bestimmtheit ein auf die Befunde gegründetes Entwicklungsschema festzulegen, als mit vielen Wenn und Aber jeder bestimmten Auslegung aus dem Wege zu gehen. Je deutlicher die Anschauungen ausgesprochen worden sind, desto erfolgreicher wird eine etwa späterhin folgende Kritik oder Diskussion sein können. Indessen habe ich es trotzdem zu vermeiden gesucht, meine Deutungsversuche mit den Befunden selbst zu vermengen; sie sind vielmehr unter der Überschrift »Deutung« der Beschreibung der Befunde jedes Mal angehängt worden, so dass auch für denjenigen Interessenten, der meinen Auslegungen nicht sympathisch gegenübersteht, wenigstens die Benutzung des in dieser Arbeit beschriebenen Materials nicht erschwert worden ist.

Besonderes Interesse verdienen die hier erörterten Verhältnisse desshalb, weil wir im Laufe einer sehr allmählichen Entwicklung einen Kern, der ursprünglich den Bau eines Keimbläschens — Kern mit homogenem Inhalt und Binnenkörpern (Nucleolen früherer Autoren) — trägt, sich in einen Kern von äußerst vollkommenem, feinen Gerüstwerk umwandeln sehen, wie er allem Anscheine nach mit den Gewebekernen höherer Metazoen verglichen werden darf.

Die schädlichen Einflüsse der Alkoholkonservierung habe ich mit möglichster Objektivität bei meinen Überlegungen in Rechnung zu ziehen gesucht. Über die Zulässigkeit stärkeren Alkohols als Konservierungsmittel für Protozoen überhaupt ist oben p. 434 schon das Nöthige gesagt worden.

a) **Das erste Stadium** ist durch eine glatte Kernmembran und durch dichte Einlagerung auffallend großer Binnenkörper (Nucleolen früherer Autoren) ausgezeichnet. Die Größe der Kerne überschreitet auf diesem Stadium einen Durchmesser von 0,1050 mm nicht, während sie manchmal nur 0,066 mm im Durchmesser misst, oder sogar in Primitivgehäusen nur 0,04619 mm erreicht. Kerne dieses Stadiums wurden nur in Weichkörpern aufgefunden, deren Gehäuse nicht über

1,0925 mm im Durchmesser groß waren und im günstigen Falle nur die Anfänge eines Pylontubus angelegt, nie diesen aber ausgebaut hatten. All dies spricht dafür, dass wir es mit einem jugendlichen Kernstadium zu thun haben. Die Gestalt des Kernes ist meist kugelig, nur selten ellipsoid.

Die Kernmembran ist homogen durchsichtig, hat in dem Methylgrün-Eosinmisch¹ eine rosarothefarbene Färbung angenommen und weist eine ziemlich konstante Dicke von 0,00449 mm auf. Sie ist auf diesem Stadium niemals geschrumpft, sondern liegt dem Kerninhalt, von dem sie sich durch einen inneren Kontour scharf abhebt, überall prall an.

Die Binnenkörper sind bei den Kernen der Primitivgehäuse in der Regel an der Kernmembran dichter zusammengehäuft als im Centrum; doch auch im Centrum des Kernes findet sich manchmal eine Zusammenhäufung von Binnenkörpern (Taf. XXII, Fig. 45). In den Kernen ganz junger Primitivgehäuse glaube ich mehrmals nur ganz wenig Binnenkörper (drei bis fünf) wahrgenommen zu haben; es gelang mir nicht die Kerne vollständig frei zu präparieren. Sonst sind die Binnenkörper mehr oder weniger gleichmäßig im Kernraum vertheilt.

Die eingelagerten Binnenkörper zeigen in verschiedenen Kernen öfters eine verschiedene Komposition, doch kommen diese verschiedenen komponirten Binnenkörper auch in einem und demselben Kerne vor. Ihre Größe schwankt zwischen 0,00449—0,00662 mm. Meist sind es im Kernraume unregelmäßig vertheilte Körner, welche Kugelgestalt zeigen oder doch wenigstens der Kugelgestalt sehr nahe kommen. Dann finden sich solche Körner zu unregelmäßigen Klumpen zusammengeklebt, oder sie bilden auch ziemlich regelmäßige Kugeln, welche aus kleinen, meist ungleich großen Kügelchen zusammengesetzt sind (Taf. XXIII, Fig. 57). Auch traubige Konglomerate von derartigen Kügelchen sind gar nicht selten; sie fanden sich oft zu Massen von 0,009 mm Durchmesser vereinigt.

Am auffallendsten sind in der Regel jedoch die größten unter ihnen gebaut; sie zeigen meist eine helle Innenmasse, in welche ein bis drei unregelmäßige, manchmal halbmondförmige, manchmal biskuitförmige, stark lichtbrechende Körperchen eingelagert sind. Um diese hellere Innenmasse ist in gleichmäßiger Schicht eine dunklere Außenmasse herumgelagert, so dass diese ganz wie eine derbe Membran aussieht. Auf einem Schnitte durch den Kern einer *Saccamina* traf ich einen

¹ Vor ihrer Behandlung mit Methylgrün-Eosin waren alle Weichkörper schon vorher mit Pikrokarmin vorgefärbt worden (cf. p. 435); dies ist bei dem im Texte angegebenen Färbungsnuancen jedes Mal in Betracht zu ziehen, wenn es auch nicht immer wieder besonders hervorgehoben wird.

einzelnen solchen zweischichtigen Binnenkörper, welcher an seiner Peripherie ein deutliches Loch in seiner Außenschicht erkennen ließ.

Die Binnenkörper haben in Karminfarbstoffen oder im Methylgrün-Eosinmisch allerhöchstens einen schwach röthlichen Anflug angenommen; meist aber sind sie gegen beide Farbstoffe, denen noch das Hämatoxylin zugefügt werden darf, gänzlich resistent. Sie erscheinen nach den Färbungen wie im ungefärbten Zustande gelbroth oder rothbräunlich, öllartig glänzend, sind aber nicht so durchsichtig wie Öl. In Pikrinsäure färben sie sich schon nach sehr kurzer Zeit intensiv gelb.

Der übrige Kerninhalt wird von einer wolkig trüben Masse gebildet, die keinerlei Struktur erkennen lässt.

Von einem Kerngerüst irgend welcher Art konnte ich bei Kernen dieses Stadiums niemals die geringsten Anzeichen auffinden.

Deutung und Vergleichendes:

Ich habe in einer früheren Arbeit¹ die hier vorgeführte Formverschiedenheit der Binnenkörper auf ihre Entstehungsweise zurückgeführt. Ich glaube nämlich annehmen zu dürfen, dass die Binnenkörper aus Anfangs leichtflüssigen, dann zähflüssigen und schließlich erstarrenden Massen entstanden sind, die auf verschiedenen Stadien ihrer Erstarrung an einander geriethen und dabei zu verschiedenen gestalteten Konglomeraten zusammengeschmolzen sind. Im Einzelnen muss ich auf die citirte ausführlichere Arbeit verweisen; hier findet man auch eine Erklärung des mit einem Loche ausgestatteten Binnenkörpers.

Die zweischichtigen Binnenkörper (Nucleolen) der Gregarinen, die eine große Ähnlichkeit mit den Binnenkörpern der Saccaminakerne besitzen, sind von verschiedenen Seiten für Bildungsnucleolen, welche auf endogenem Wege die kleineren Nucleolen erzeugen sollten, angesehen worden. Ich habe auch diese Auffassung in der citirten Arbeit als unzulässig dargethan.

Die wolkig trüben Massen im Kerninhalt mögen ein Gerinnungsprodukt vielleicht einer Eiweißsubstanz sein, welche sich beim Alkoholzusatz aus dem Kernsaft niedergeschlagen hat.

Außer bei den Gregarinen sind auch bei den Radiolarien ähnlich gebaute Kerne beschrieben worden².

b) Die **Kerne**, welche ich nunmehr als diejenigen des zweiten Stadiums folgen lasse, wären erst an vierter Stelle als Kerne des vierten

¹ L. RHUMBLER, Über Entstehung und Bedeutung der in den Kernen vieler Protozoen und in Keimbläschen von Metazoen vorkommenden Binnenkörper (Nucleolen). Eine Theorie zur Erklärung der verschiedenartigen Gestalt dieser Gebilde. Diese Zeitschr. Bd. LVI. p. 328—364.

² Litteraturangaben im vorher citirten Aufsätze.

Stadiums zu nennen, wenn ich genau der Größenzunahme der Kerne (wie sie auf Taf. XXIII dargestellt ist) im Bestimmen der Ausbildungsstadien folgen würde. Ich muss hier den leitenden Faden der zunehmenden Größe aus der Hand lassen, weil die hier zu besprechenden Kerne durch ihren Reichthum an Binnenkörpern sich unmittelbar an die Kerne des ersten Stadiums anfügen lassen, ihre Einfügung aber in die Kernentwicklungsreihe an einer anderen Stelle sehr viel Zwang erfordern würde.

Ich hoffe die Berechtigung zu dieser Abweichung nach Darstellung der Befunde darthun zu können.

Die Größe der hierher zu rechnenden Kerne schwankt zwischen 0,1470 und 0,1366 mm im Durchmesser. Ihre Gestalt wechselt zwischen Rotationsellipsoid und Kugel; meist finden sich Dellen in ihrer Oberfläche oder sie zeigt Schrumpfungerscheinungen, welche durch die Behandlung mit Alkohol hervorgerufen sein mögen.

Die Kernmembran hat ihre Struktur und Dicke nicht verändert, nur erscheint sie auf manchen Präparaten stärker roth gefärbt oder sie ist stärker lichtbrechend als auf dem vorigen Stadium. Ihre Farbe könnte man in letzterem Falle als roth-öl-gelb bezeichnen.

Eine merkwürdige Erscheinung, welche auch die nächst aufgezählten Kernzustände charakterisirt, ist in den Kernen dieses Stadiums in verschiedener Ausbildung zu erkennen. Es haben sich nämlich auf die Kernmembran mehr oder weniger deutlich ausgebildete, mit Tinktionsmitteln stark färbbare, kegelartige Gebilde mit ihrer Basis aufgesetzt (Taf. XXIII, Fig. 60 *Mk*). Ich werde in Zukunft diese von allen Kernsubstanzen am stärksten färbbaren Kegel, als Membrankegel bezeichnen, womit nur gesagt werden soll, dass die gemeinten Kegel der Membran aufsitzen, nicht etwa aber, dass sie Bestandtheile der Membran selbst seien. Ihre starke Färbbarkeit lässt sie als Chromatinelemente erscheinen, deren ausschließliches Vorkommen an der Kernmembran nichts Verwunderliches haben kann. Ich fand auch bei anderen Foraminiferen, z. B. bei *Truncatulina lobatula*, das Chromatin zuweilen nur an der Kernmembran angeordnet; überdies ist eine ähnliche Anordnung der färbbaren Kernbestandtheile an der Innenseite der Kernmembran bei Süßwasserrhizopoden gar nicht selten, wie ich aus eigener Erfahrung behaupten darf und wie auch BÜTSCHLI¹ in seinem Protozoenwerke bereits angegeben hat.

Die Membrankegel zeigen nicht in allen Kernen dieses Stadiums die Kegeligkeit in solcher Vollkommenheit, wie sie auf Taf. XXIII, Fig. 74 *b* dargestellt ist; häufig lassen sich Verbiegungen der Kegelachsen auf-

¹ O. BÜTSCHLI, Protozoa. p. 113.

finden (Taf. XXIII, Fig. 71 a). Die Grundflächen der Kegel lassen an ihren Berührungskanten eine kaum merkliche polygonale Abplattung erkennen, so dass der Eindruck einer kreisförmigen Basis im Ganzen gewahrt bleibt (Taf. XXIII, Fig. 71 c). Die Kegelbasen zeigen in einem und demselben Kerne eine Schwankung ihres Durchmessers von 0,0012 bis 0,0018 mm; auch die Höhe der Kegel ist im selben Kerne geringen Schwankungen unterworfen. Der größte Kegel, den ich angetroffen habe, hatte eine Höhe von 0,003 mm; in der Regel aber entfernen sich die Höhenmaße der Kegel von ihrem Mittel, das ca. 0,0015 mm beträgt, nur sehr wenig.

Die Zusammenlagerung der Binnenkörper ist nicht mehr so dicht wie im vorigen Stadium; auch ist in vielen Fällen eine Abnahme ihrer Größe ganz unverkennbar; Binnenkörper über 0,00599 mm Durchmesser sind eine große Seltenheit. Doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass ich einmal einen doppelschichtigen Binnenkörper 0,00745 mm in einem Kerne dieses Stadiums vorfand, dessen größte Binnenkörper sonst nur 0,002682 mm im günstigsten Falle erreichten. Das einsame Persistiren eines oder höchstens weniger größeren Binnenkörper kommt auch noch bei größeren Kernen vor. Ich erwähne dies hier, weil dadurch eine Besonderheit dieser größeren Binnenkörper, die sich sonst in ihrem Aufbau von den anderen nicht unterscheiden, auch für andere Kernstadien wahrscheinlich gemacht wird. Die Binnenkörper einzelner Kerne dieses Stadiums waren stark geschrumpft, runzlich und in solchen Fällen immer von schmalen blassen Höfen umgeben.

Der übrige Kerninhalt wird meist von einer wolkig flockigen Masse gebildet, welche keinerlei gesetzmäßige Anordnung zeigt, und ihre Herkunft aus Gerinnungsvorgängen kaum zu verbergen vermag. Sie ist in den weitaus meisten Kernen dieses Stadiums von hellen, wasserklaren Vacuolen durchsetzt, welche in dem abgebildeten Kerne (Taf. XXIII, Fig. 60 V_k) nur undeutlich hervortreten, manchmal aber auch sehr scharf begrenzt erscheinen können. In anderen, weniger zahlreichen Fällen hat sich die flockig trübe Substanz im Inneren des Kernes zu einer centralen Masse zusammengezogen, so dass ein wasserheller Raum zwischen ihr und der Kernmembran übrig geblieben ist (Taf. XXIII, Fig. 68, bei geringerer Vergrößerung als Fig. 60 dargestellt). Es wird Niemand bezweifeln, dass dieser helle, peripherisch gelegene Raum den Vacuolen anderer Kerne dieses Stadiums entspricht und aus einfacher Konfluenz der sonst in der Mehrzahl auftretenden Vacuolen entstanden gedacht werden muss.

Deutung. Die Binnenkörper fallen meist einer ruhigen Auflösung¹

¹ RHUMBLER, Binnenkörper. Diese Zeitschr. Bd. LVI. p. 353.

anheim, d. h. sie werden kleiner, ohne dass Vacuolen in ihnen auftreten. Die Schrumpfung, die manchmal an ihnen kenntlich ist, wird durch die Alkoholwirkung zu erklären sein. Die Binnenkörper waren bereits ihrer vollständigen Auflösung sehr nahe, als ihnen der Alkohol den lösenden Stoff entzog; ihre Substanz ist daher wieder zu unregelmäßig gebildeten runzeligen Körpern zusammengetreten, während die schmalen blassen Höfe noch den Raum kennzeichnen, welchen sie in ihrem während der Auflösung aufgequollenen Zustande ausfüllten.

Die Auflösung der Binnenkörper steht wahrscheinlich damit in Zusammenhang, dass der Kerninhalt dünnflüssiger geworden ist. Zur Auflösung der Binnenkörper muss ja nothwendig eine Substanz in dem Kern auftreten, die vor ihrer Lösung nicht da war. Die Dünnflüssigkeit des Kerninhaltes wird durch das Auftreten der Vacuolen oder des peripheren leeren Raumes dargethan; ganz einerlei ob die Vacuolen Kunstprodukte sind oder nicht. Ich halte sie wegen der Analogie mit Gregarinenkernen, die auf ähnlichen Stadien einen homogenen Kerninhalt *intra vitam* aufweisen, für Kunstprodukte; die im Kern angesammelte Flüssigkeit hat sich in Vacuolen angesammelt, während die anderen Stoffe des Kernsaftes sich zu Gerinnseln vereinigt haben. Die Zunahme der Kernflüssigkeit ist eine so bedeutende, dass die Kerne sehr viel größer sind als die des vorigen Stadiums.

Auffallen muss es, dass zuweilen ein oder doch nur wenige Binnenkörper der Auflösung trotzen und noch lange, selbst bis zum fünften Stadium hin, ungelöst bleiben. Ich halte diese »resistenten« Binnenkörper für die ältesten, welche sich im Kerne finden. Sie sind vermöge ihres Alters zu einer so festen Masse erstarrt, dass es weit längerer Zeit bedarf, als diejenige, welche zur Lösung jüngerer Binnenkörper nöthig ist, um sie durch Auflösung verschwinden zu machen. Die wenigen Kerne, welche ich aus Primitivgehäusen zu isoliren vermochte, zeigten häufig, wie gesagt, nur sehr wenige Binnenkörper; sie mögen ihres Alters wegen die späteren resistenten Binnenkörper darstellen.

Organe des Zellkernes können die resistenten Binnenkörper eben so wenig sein, wie ich dies für die anderen Binnenkörper für möglich halte. Sie sind nämlich bei Kernen ein und desselben Größen- und Ausbildungszustandes bald in der Einzahl vorhanden, bald durch zwei bis vier weniger große, aber die anderen Binnenkörper immerhin an Ausdehnung merklich übertreffende Binnenkörper vertreten, bald fehlen sie auch gänzlich.

Sehr bemerkenswerth scheint mir, dass die chromatischen Membrankegel zum ersten Male hier auftreten, wo die Größenab-

nahme der Binnenkörper auf eine Auflösung derselben schließen lässt. Man wird daran denken dürfen, dass sich aus der gelösten Binnenkörpersubstanz das Chromatin (in seiner stark färbaren Modifikation) auf diesem Stadium in Kegelgestalt abgeschieden und sich stalaktitenartig der Membran angelagert hat.

Die Membrankegel selbst für Binnenkörper zu halten, welche bloß die Eigenthümlichkeit einer besonders regelmäßigen Anordnung an der Kernmembran erfahren hätten, das ist absolut unzulässig. Färbt man, mit Pikrokarmín und Methylgrün-Eosin behandelte Schnitte ganz kurze Zeit mit Pikrinsäure nach, so werden alle Binnenkörper ohne Ausnahme intensiv gelb, während die Membrankegel in ihrer rothen Pikrokarmín- und Eosinfärbung verharren (Taf. XXIV, Fig. 87). Dieselbe Differenz giebt sich auch bei allen anderen von mir verwendeten Farbstoffen kund, die Membrankegel verhalten sich auch hier immer, wenn auch nur der Intensität ihrer Färbung nach, gesetzmäßig anders als die Binnenkörper. Gegen ihre Deutung als Chromatin lassen sich dagegen keine Einsprüche erheben.

c) Die **Kerne** welche ich dem **dritten Ausbildungszustand** zu rechnen möchte, hatten einen Durchmesser von 0,0870—0,1267 mm. Geringe Schrumpfungen des Kernes waren meist unverkennbar. Die Membrankegel schienen in einem Falle zu einer zweiten Membran zusammengeflossen, die der eigentlichen Membran dicht anlag, sich aber deutlich von ihr durch ihre äußerst starke Färbung unterschied; meistens aber waren sie gut ausgebildet und mit dem Auge leicht von einander zu trennen.

Die Binnenkörper überschreiten eine Größe von 0,00343 mm nicht mehr; sie sind röthlich scheinend (durch die Eosin- oder Pikrokarmínwirkung) und haben sich an Zahl etwas vermehrt.

Außer ein bis vier resistenten Binnenkörpern, welche auch auf diesem Stadium gelegentlich vorkommen, wurden kombinierte Binnenkörper nicht mehr aufgefunden.

Manchmal ließen sich an verschiedenen Stellen des Kerninneren kleine besonders dichte Zusammenscharungen von wenigen einfachen, kleineren Binnenkörpern erkennen.

Bei mehreren Kernen dieses Stadiums fehlten an der Peripherie des Kerninhaltes, also in nächster Nähe der Membran, die Binnenkörper gänzlich oder waren wenigstens hier nur sehr spärlich vertreten. Die Kerne erschienen in diesem Zustande durch eine schmale, blasse Randzone gekennzeichnet, die namentlich bei Betrachtung ungeschnittener, isolirter Kerne sehr deutlich hervortrat.

Die rosa scheinende Grundmasse ließ dichtere koagulierte Massen erkennen, als auf dem vorigen Stadium.

Deutung. Die Auflösung der Binnenkörper ist weiter fortgeschritten; kombinierte Binnenkörper sind bei ihrer Auflösung in einfache zerfallen, daher die Zahl der Binnenkörper oft angewachsen ist, während ihre Größe abgenommen hat. Die Zusammenscharung der einfachen kleinen Binnenkörper (Taf. XXIII, Fig. 58 Zs) dürfte hiernach vielleicht aus dem Zerfall eines in Lösung befindlichen kombinierten Binnenkörpers entstanden sein.

Bei diesem Auflösungs Vorgang scheint die flüssige Substanz, welche sich in den Vacuolen des vorigen Stadiums vor oder nach der Konservierung angesammelt hatte, verbraucht worden zu sein; es treten hier nämlich keine Vacuolen mehr auf. Höchst wahrscheinlich darf die Volumverringernng, welche die Kerne auf diesem Stadium erfahren haben, mit dem Auflösungs Vorgang in der Weise in Zusammenhang gebracht werden, dass sich die, durch die Vacuolen des vorigen Stadiums kenntliche, im Kernsaft aufgespeicherte Flüssigkeit mit den gelösten Binnenkörpersubstanzen zu neuen Stoffen verbunden haben, die weniger Platz einnehmen, als die Flüssigkeit, welche vorher den Kern ausdehnte. In der That ist ja die Grundmasse des Kernes hier ein dichteres Gerinnsel als auf dem vorigen Stadium.

d) Als viertes Kernstadium möchte ich hier den Ausbildungszustand eines Kernes bezeichnen, wie ich ihn nur in einem Exemplar aufgefunden habe (Taf. XXIII, Fig. 59).

Der Durchmesser des Kernes ist 0,4452 mm, der Kern ist sehr prall, vollständig kuglig.

Die Membrankegel erscheinen in dem Kern kleiner als in den vorher besprochenen Fällen, sie überschreiten eine Höhe von 0,000745 mm nicht, sind aber sehr scharf ausgebildet.

Die peripherisch gelagerte, blasse Randzone, welche bei Kernen des vorigen Stadiums öfters sehr klar ausgebildet war, ist in dem vorliegenden Kerne von kleinen, stark gefärbten Körnchen erfüllt. Die Farbe dieser Körnchen gleicht denen der Membrankegel so sehr, dass ich beide für dieselbe Substanz halte.

Die Binnenkörper haben in diesem Kern bloß noch eine Größe von 0,002533 mm; sie haben sich etwas stärker gefärbt, als es sonst ihre Art war. Besonders beachtenswerth erscheint mir, dass sich eine große Zahl verschieden großer Binnenkörper, namentlich in den centralen Theilen des Kernes, zu perlschnurartigen Reihen zusammengeordnet haben, die öfters schlingenförmige Biegungen erkennen lassen (Taf. XXIII, Fig. 59 Ps). Die einzelnen Reihen bestehen meist aus hinter einander

gereihten einzelnen Binnenkörpern, öfter aber sind auch zwei oder mehrere Binnenkörper auf derselben Höhe der Reihe neben einander gelagert. Derartige Reihen habe ich auf den vorhergehenden Kernstadien, namentlich da, wo die Binnenkörper noch ihren Charakter als Verschmelzungsprodukt aus kleineren Substanztheilchen deutlich zur Schau trugen, nie wahrgenommen. Irgend welches Liningertüst, welches den Zusammenhalt solcher Reihen erklären könnte, habe ich trotz vieler Anstrengungen nicht aufzufinden vermocht.

Der übrige Kerninhalt, d. h. die Grundmasse, in welche die Binnenkörper eingelagert sind, erscheint hier fast homogen; er hat eine blassrothe Färbung angenommen.

Deutung. Von den Membrankegeln, die ich, wie dargelegt wurde, für die Chromatinbestandtheile des Kernes halte, scheinen sich kleine Chromatinkörnchen abgelöst und sich in der von Binnenkörpern freien Randzone des vorigen Stadiums angesammelt zu haben. Die Membrankegel sind dabei kleiner geworden.

Die perlschnurartigen Zusammenreihungen der Binnenkörper möchte ich für eine Folge der Saftbewegungen halten, welche innerhalb des Kernraumes bei Aufnahme und Verbrauch der auf dem zweiten Kernstadium aufgenommenen Flüssigkeit stattgefunden haben müssen. Es müssen sich hierbei meiner Überzeugung nach die Binnenkörper jedes Mal in der jeweiligen Stromrichtung reihenweise hinter einander ordnen. Durch spätere Stromveränderungen werden solche Reihen dann wieder in mannigfacher Weise verbogen, geknickt oder auch wieder ganz zerstört werden¹.

Wenn die Binnenkörper auf diesem Stadium noch in flüssigem Zustande wären, so müssten hier ausgiebige Verschmelzungserscheinungen der Binnenkörper eintreten, welche eine Reihenbildung gänzlich verwischen würden, ein Grund vielleicht dafür, dass die jüngsten Kernstadien keine ähnliche perlschnurartige Aneinanderreihung ihrer zusammengesetzten Binnenkörper erfahren haben.

¹ Ich habe mir derartige Vorgänge dadurch zu veranschaulichen gesucht, dass ich einer sehr dünnen Gelatinelösung feinen Ruß zusetzte, und auf dem Objektträger in der Gelatinelösung dadurch langsame Strömungen hervorrief, dass ich dem Deckgläschenrande einen Tropfen schwachen Alkohols (35 %) vorsichtig zufließen ließ. Die entstandenen Ströme waren so schwach, dass sie nur bei über 100facher Vergrößerung deutlich wahrgenommen werden konnten; trotzdem aber reihten sich manchmal wunderhübsch die einzelnen Rußpartikelchen innerhalb der Ströme zu einzelnen Reihen an einander, die ganz wie Eisblumen an gefrorenen Fenstern gruppiert waren. Nach Eintrocknung des Präparates wurden die Reihen von der festgewordenen Gelatine fixiert und konnten so, ohne Schaden zu nehmen, als ein bleibendes Belegstück in Kanadabalsam eingeschlossen werden.

Die Binnenkörper unseres jetzigen Stadiums sind in langsamer Auflösung begriffen; sie sind vielleicht an ihrer Oberfläche dadurch etwas klebrig und helfen so ihrer perlschnurartigen Aneinanderreihung noch weiter auf.

Die hier zum ersten Male deutlicher werdende Tingirbarkeit der Binnenkörper lässt weiterhin die Frage aufwerfen, ob die Binnenkörper hier noch dieselbe stoffliche Zusammensetzung haben, wie auf den vorigen Stadien, wo sie sich gegen Annahme von Farbstoffen so sehr ablehnend verhielten. Die Frage hat um so eher Berechtigung als sich ihre Zahl sehr stark vermehrt hat und deshalb eine Neubildung von Binnenkörpern Platz gegriffen zu haben scheint. Es wäre gewiss nicht leicht zu erklären, dass bei dieser Neubildung die frisch entstandenen Binnenkörper nicht wiederum zu zusammengesetzten Binnenkörpern verschmolzen sind. (Die resistenten Binnenkörper dürfen wegen ihrer starken Lichtbrechung, die ihr höheres Alter verrieth, nicht zu den neu entstandenen gezählt werden.) Ich halte es daher nicht für ausgeschlossen, dass die kugeligten Körner dieses Stadiums sich chemisch von dem, in den ersten Kernstadien auftretenden Binnenkörper unterscheiden, wenn sie auch wohl ohne Zweifel ihre Hauptsubstanzen von jenen bezogen haben mögen. Die homogene Beschaffenheit der Grundsubstanz dieses Kernes, die gegen den koagulirten Zustand derselben auf den vorhergehenden Stadien sehr ins Auge fällt, deutet vielleicht darauf hin, dass die Substanzen, welche vorher durch die Alkoholkonservirung zur Gerinnung gekommen waren, nunmehr aus der Grundsubstanz verschwunden und zu den Binnenkörpern dieses Stadiums geworden sind. Man wird sich diesen Umsetzungsvorgang aber nicht als einen plötzlichen vorzustellen haben, sondern Auflösung der ursprünglichen Binnenkörper und Bildung der neuen Binnenkörper wird neben einander herlaufen, wie denn das Vorhandensein des resistenten Binnenkörpers (*rB*) zur Genüge beweist, dass die Auflösungsvorgänge der ursprünglichen Binnenkörper noch nicht zu Ende sind. Auch auf den späteren Kernstadien finden sich manchmal noch ein bis vier Binnenkörper, welche sich durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und ihr ablehnendes Verhalten gegen Tinktionsmittel als resistente, ursprüngliche Binnenkörper zu erkennen geben. Wenn sich beiderlei Binnenkörper in einem und demselben Kern oft nicht von einander trennen lassen, so beruht dies darauf, dass sie ihrer Gestalt nach beide völlig gleich sind und auch die Färbbarkeit der späteren Binnenkörper keine so hochgradige ist, dass sie von den ursprünglichen, die ja auch einen Anflug von Färbung annehmen, sicher unterschieden werden könnten.

Nur da, wo die zuletzt entstandenen Binnenkörper die ursprünglichen der Zahl nach überwiegen, fallen sie auf, weil durch ihre stärkere Tingirbarkeit der Kern, in welchem sie liegen, ein viel schärferes Gepräge erhält, das noch dadurch erhöht wird, dass auch die Grundmasse des Kerns ihre störenden Gerinnsel mit einer homogenen Beschaffenheit vertauscht hat.

Stünde die Doppelnatur der Binnenkörper, wie ich sie vermuthe, fest, so wäre es angebracht, für die späteren Binnenkörper eine besondere Bezeichnung zu wählen. Bei der Unsicherheit ihrer Unterscheidung sehe ich aber von einer solchen Bezeichnung ab; es ist ja keineswegs ausgeschlossen, dass meine Vermuthung nicht zutrifft und die früheren und späteren Binnenkörper doch dieselben Substanzen sind. Den Ausdruck »Binnenkörper« habe ich ja stets in ganz neutralem Sinne gebraucht, so dass gerade so, wie mit dem Ausdruck »Vacuole« auch stofflich verschiedene Substanzen mit ihm begriffen werden können; er soll nur im Gegensatz zu der Bezeichnung »Nucleolen« alle diejenigen festeren, körnigen oder kugeligen Bestandtheile im Kerne umfassen, denen aller Voraussicht nach keine morphologische Struktur zukommt. Die späteren Binnenkörper stellen vielleicht nur einen höheren Bereitschaftszustand der früheren dar. Sie mögen in einen Zustand leichter Lösbarkeit durch Wirkung der lösenden Substanzen übergeführt worden sein (Quellung, leichtere Tingirbarkeit).

Es mag befremdend erscheinen, dass ich auf einen einzelnen Kern hin ein besonderes Kernstadium beschrieben habe. Die meisten der hier vorgeführten Verhältnisse finden sich aber zum größten Theil auch auf den nächstfolgenden Stadien wieder. Der beschriebene Kern schien mir dadurch besonders wichtig, als sich hier die stark färbbaren Körnchen, die sich von den Membrankegeln abgelöst zu haben scheinen und nicht mit den Binnenkörpern zu verwechseln sind, allein in den peripherischen Theilen des Kernes finden. In größeren Kernen finden sie sich auch im Centrum des Kernes oder sind, besser gesagt, allwärts im Kernraume in gleichmäßiger Dichte verbreitet. Ihre erste Entstehung muss dem letztbesprochenen Kern zufolge in die peripherischen Theile des Kernes verlegt werden, einerlei ob sie, wie ich glaube, von den Membrankegeln herkommen, oder auf andere Weise gebildet sind.

e) Die Kerne, welche sich als **fünftes Stadium** dem vorbesprochenen Kerne auf das engste anschließen lassen, hatten eine Größe von 0,4395—0,459 mm (Taf. XXIII, Fig. 61).

Die Membrankegel haben meistens ihre frühere Höhe von ca. 0,0015 mm wieder angenommen; die kleinen stark färbbaren Körnchen sind allwärts, aber noch nicht sehr dicht, im Kernraum vertheilt; die

Grundsubstanz des Kernes ist homogen. Die perlschnurartigen Zusammenreihungen der Binnenkörper sind zahlreicher und deutlicher als auf dem vorigen Stadium. Die Durchmesser der Binnenkörper sind größer als auf dem vorigen Stadium, sie hatten einen Durchmesser bis zu 0,00298 mm. Mehrmals wurden drei bis vier resistente Binnenkörper, deren größter 0,003429 mm maß, aufgefunden. Die Kerne fünften Stadiums waren weitaus am häufigsten in den Weichkörpern zu finden.

Deutung. Die Membrankegel haben den Verlust an Chromatin, den sie durch Abgabe der kleinen, die Außenschicht des Kernes erfüllenden Chromatinkörnchen erlitten haben, wieder ersetzt. Die Chromatinkörnchen sind auch in das Innere des Kernes vorgedrungen, vielleicht durch jene Bewegungen des Kernsaftes, denen nach meiner Auffassung auch die perlschnurartigen Zusammenreihungen der Binnenkörper ihre Entstehung verdanken.

Die Binnenkörper, welche auch hier wieder stärker färbbar sind, als auf den drei ersten Stadien, sind etwas angewachsen. Sie ändern von diesem Stadium an kaum mehr, sondern erscheinen auch in den folgenden Stadien immer von derselben Tinktionsfähigkeit, die ihnen im Methylgrün-Eosinmisch nach vorausgegangener Pikrokarminfärbung eine rosarote Farbe verleiht.

f) Die Kerne, welche nach meinem Dafürhalten an das letztbesprochene Stadium angeschlossen werden müssen, und welche somit dem **sechsten Stadium** zuzuzählen wären, sind bedeutend größer als die Kerne des vorigen Stadiums. Ihrer Größe nach dürften sie erst nach den Kernen folgen, welche ich dem siebenten Ausbildungsstadium zurechnen werde. Die Gründe dieser Umsetzung sind dieselben, welche mich früher bewogen, die größeren Kerne des, von mir angenommenen, zweiten Stadiums vor die kleineren Kerne des dritten und vierten Stadiums zu setzen. Sie lassen sich eben ihrer Struktur nach hier anreihen, während sie an der Stelle, die ihnen ihrer Größe nach angewiesen werden müsste, ganz unvermittelt, sowohl nach den kleineren Kernen hin als nach der Seite der größeren, dastehen würden.

Die Kerne dieses Stadiums lassen sich auf den ersten Blick hin schon bei ganz schwacher Vergrößerung von allen seither besprochenen Kernen unterscheiden. Ihre Membran zeigt Schrumpfung, oder besser gesagt, Faltungen von so großen Dimensionen, wie ich sie bei keinen Kernen meines Materials sonst wieder gefunden habe. Außerdem ist die Membran der einzig gefärbte Bestandtheil dieser Kerne; der ganze übrige Kerninhalt erscheint, einerlei ob man sie mit Eosin, Pikrokarmin oder Hämatoxylin (selbst nach 48stündiger Einwirkung) behandelt hat, gelb, vielleicht mit der Modifikation, dass sich bei langdauernder Hämatoxylin-

behandlung ein kaum merklicher Stich ins Grüne bemerkbar macht. Die Größe dieser so scharf gekennzeichneten Kerne schwankte in meinem Material zwischen 0,18402—0,19800 mm.

Die Kernmembran erscheint etwas dünner als auf den vorigen Stadien, doch ist sie durch die Aufnahme der zur Verwendung gekommenen Farbstoffe jederzeit deutlich erkennbar. Sie erscheint auf Schnitten, den Schrumpfungen des Kernes entsprechend, als eine in Schlangenwindungen hin- und herziehende Begrenzungslinie des Kerninhaltes (Fig. 63).

Der gelb erscheinende Kerninhalt selbst macht manchmal, bei seiner allwärts gleichmäßigen gelben Färbung ganz den Eindruck einer homogenen halb durchscheinenden Masse; er scheint in solchen Fällen außerordentlich hart zu sein, wenigstens wurde er oft beim Schneiden in kleinere, dem schneidenden Messer gleichlaufende Stücke zerrissen.

Als ich zum ersten Male einen solchen Kern in meinen Schnittserien auffand, glaubte ich ihn für irgend ein Ei halten zu müssen, zumal auch sonst Eier verschiedener Thiere gar nicht selten von dem Weichkörper mit Schlickmassen zugleich als Nahrung aufgenommen werden; doch konnte ich damals schon kein anderes Gebilde auffinden, das für den Kern des sonst wohl erhaltenen Weichkörpers hätte gelten können. Eben so war dieses räthselhafte Gebilde in noch sechs anderen Weichkörpern, an deren Zugehörigkeit zu *Saccamina* nicht der geringste Grund zu zweifeln vorlag, stets nur in der Einzahl vorhanden, ohne dass ein anderes, der Auslegung als Kern sympathischeres Gebilde in den betreffenden Weichkörpern aufzufinden war. Ich würde trotzdem die Auslegung desselben als Kern mit mehr Reserve vorgenommen haben, als dies durch seine anstandslose Einordnung in die aufgestellte Entwicklungsreihe der Kerne geschehen ist, wenn ich nicht auf mehreren Schnitten in diesen Kernen die Reihen von Binnenkörpern wieder erkannt hätte, welche mir von anderen Kernen her zur Genüge bekannt waren. Bei häufig wechselndem Gebrauche des Abbé'schen Beleuchtungsapparates erscheinen sie wie matt öglänzende, perlschnurartig an einander gereihte Körperchen, die in eine ebenfalls aus kleinen mattglänzenden Körperchen zusammengesetzte Grundmasse eingesenkt sind. Die erstgenannten Körperchen hatten einen Durchmesser von 0,002235 bis 0,00298 mm; sie entsprechen also in der Größe ganz den früheren Binnenkörpern, mit denen ich sie auch für identisch halte. Die kleinen Körperchen der Grundmasse entziehen sich durch ihre Lichtbrechung und durch ihre Kleinheit einer annähernd genauen Messung.

Die beschriebenen Kerne waren ohne Unterschied nicht direkt von der Sarkode des Weichkörpers umgeben, sondern zwischen ihnen und den nächstliegenden Sarkodepartien war ein kreisförmiger leerer Raum

frei geblieben, den der Kern offenbar vor seiner Konservierung inne hatte. Ich nenne diesen Raum, der sich auch bei augenscheinlich pathologisch veränderten Kernen geltend macht, die Kernhöhle. Unter diesem Ausdruck verstehe ich also denjenigen Raum, welchen der Kern offenbar ausfüllte, ehe das betreffende Thier konservirt wurde. Die Kernhöhlen des besprochenen Stadiums hatten im Mittel einen Durchmesser von 0,248 mm. Die Kerngröße war also ursprünglich noch bedeutender als ich sie oben nach den konservirten Kernen dieses Stadiums angegeben habe.

Deutung. Es hat eine außerordentlich ausgiebige Flüssigkeitsaufnahme von Seiten des Kernes stattgefunden. Der Kern hat sich dabei mächtig aufgebläht. Bei diesem Aufblähungsvorgang hat sich offenbar die Kernmembran stark gedehnt, so dass sie hier ihre sonst so konstante Dicke von 0,00149 mm verloren und nur noch eine solche von annähernd 0,0007 mm aufzuweisen hat.

Bei der Konservierung ist der größte Theil der Flüssigkeit dem Kern durch den Alkohol entzogen worden, so dass nur noch die Kernhöhle von der früheren Ausdehnung des Kernes Zeugnis ablegt, gleichzeitig ist unter denselben Einflüssen der ganze übrige Kerninhalt zu einer festen, gegen Farbstoffe äußerst resistenten Masse zusammengetreten¹.

So viel sich in der opalisirenden, zusammengebackenen Kernmasse erkennen lässt, hat sich die Zahl der kleinsten Körnchen, der Chromatinkörnchen außerordentlich stark vermehrt; sie bildet die stark zusammengepresste Grundmasse des Kernes, in welcher die perlschnurartigen Reihen der Binnenkörper eingelagert sind.

Ich kann zur Stütze der angeführten Deutung noch das Verhalten eines Kernes anführen, der 0,1515 mm maß, seiner Größe nach also der Maximalgröße des vorigen Stadiums zuzurechnen wäre, so dass er sehr wohl als im Übergang zu unserem jetzigen Stadium befindlich angesehen werden darf. Auch die Membran dieses Kernes (Taf. XXIII, Fig. 69, bloß 240mal vergrößert) zeigt nicht unerhebliche Schrumpfungen; außerdem aber sind an manchen Stellen seines Inhaltes die Binnenkörper zu kleinen Häufchen zusammengetreten, die ebenfalls mehr oder weniger der künstlichen Färbung (Eosin) getrotzt haben, gelblich erscheinen und alle von freien, vacuolenartigen Räumen umgeben sind. Ich halte diese freien Räume für die Stellen, in denen vorher die Binnenkörper mehr oder weniger gleichmäßig vertheilt waren. Die Binnenkörper haben bei dieser Zusammenhäufung ihre kugelige

¹ Immerhin bleibt bei dieser Auffassung doch sehr befremdend, dass sich nicht wenigstens die Ränder des verschmolzenen Kerninhaltes gefärbt haben, vielleicht ist dies dem Zustande der stark gedehnten Membran zuzuschreiben.

Gestalt nicht verloren, so dass Verschmelzungsformen, wie sie für die Binnenkörper junger Kerne charakteristisch sind, nicht vorkommen; sie sind nach meinem Dafürhalten bloß durch den Alkohol, der ihnen die wasserhaltige Substanz, durch welche sie früher getrennt waren, entzog, in ähnlicher Weise zusammengebacken worden, wie dies bei den noch an Flüssigkeit reicheren Kernen des sechsten Stadiums mit dem ganzen Kerninhalt geschehen ist. Die Chromatinkörnchen sind bei der in Fig. 69 zur Anwendung gekommenen Vergrößerung nicht sichtbar, doch sind sie eben so gut wie in dem Kerne der Fig. 63 vorhanden.

g) Die Kerne des **siebenten Stadiums** entsprechen einer Größe von 0,477—0480 mm mittleren Durchmesser. Die früher meist kugelige Gestalt des Kernes hat sich in ein Ellipsoid verwandelt, dessen Durchmesser sich annähernd wie 9:44 verhalten.

Wenn man bei Untersuchung des vorigen Stadiums Mühe hatte, über den anfänglich unentwirrbar scheinenden Zustand dieser Kerne nicht missmuthig zu werden, so athmet man erleichtert auf, wenn man einen Kern dieses Stadiums zu Gesichte bekommt. Sie bieten die schönsten, klarsten, um nicht zu sagen die entzückendsten Bilder, die sich von Kernen und ihren Strukturen erwarten lassen. Zugleich beweisen diese Stadien zur Genüge, dass eine einfache Alkoholkonservierung unter Umständen doch recht Treffliches zu leisten vermag, wie sehr sie auch unter anderen Umständen, wie z. B. bei den Kernen des vorigen Stadiums, oder vielleicht ganz allgemein gesagt, bei sehr wasserreichen und gleichzeitig wenig widerstandsfähigen Objekten, Unheil anrichten kann. Niemand, der die betreffenden Kerne gesehen hat, wird die Feinheiten ihrer Details für Kunstprodukte halten können, oder er müsste auch alle anderen Strukturen, die bis jetzt meist in weit größerer Form in anderen Kernen an konservirtem Material gesehen worden sind, für eben solche ausgeben.

An der Innenseite der scharf begrenzten Kernmembran, die ihre frühere Mächtigkeit von ungefähr 0,00149 mm wieder angenommen hat, findet sich eine nur 0,000496 mm breite Schicht einer stark gefärbten Masse. Diese Masse scheint aus kleinsten, sich der Messung (wegen der Nähe der Kernmembran) entziehenden Körnchen zusammengesetzt zu sein. Eine Unterscheidung von einzelnen Kegeln oder Kuppeln ist in dieser Schicht nicht mehr möglich.

Die Binnenkörper lassen zum Theil noch die früher häufige, seriale Anordnung erkennen, berühren sich aber nicht mehr unmittelbar und liegen zum mindesten nie mehr so nahe bei einander wie auf den früheren Stadien; jeder Binnenkörper wird nämlich von einem fast

wasserhellen Hofe (einer Kernvacuole) umgeben, der allein schon eine direkte Aneinanderlagerung der Binnenkörper verbietet.

Durch alle übrigen Theile des Kernraumes, welche von den Binnenkörpern und ihren Höfen frei gelassen werden, ziehen eine Unzahl feinsten Fäden hindurch, in welche kleinste, stark roth gefärbte Körnchen, nämlich die Chromatinkörnchen, in enger, sehr regelmäßiger Aneinanderreihung eingelagert sind. Das Fadenwerk, augenscheinlich Lininmassen, färbt sich in Eosin blass rosa, in Hämatoxylin nimmt es eine stahlgraue Färbung an, während die Chromatinkörnchen stärker roth, bezüglich bei Hämatoxylinbehandlung mehr oder weniger blau gefärbt erscheinen. Die Färbung ist in allen Fällen eine überaus scharfe und gerade die scharfe Differenzirung zwischen dem helleren Liningerüst, den stark gefärbten Chromatinkörnchen und den auch hier blass bleibenden, matt glänzenden Binnenkörpern ist es, die das Aussehen dieser Kerne so anziehend macht.

Von besonderem wissenschaftlichen Werthe scheinen sie mir aber dadurch zu sein, dass sich an diesen Kernen mit großer Bestimmtheit feststellen lässt, dass die Lininfäden mit ihren Chromatinkörnchen nicht das optische Erzeugnis eines feinen Wabenwerkes sind, in dessen Wandung die Körnchen eingelagert sind. Sie ziehen vielmehr ganz unabhängig von einander, sich gegenseitig ausweichend, im Kernraum frei einher, und legen sich nur den Höfen der Binnenkörper an, wo sie auf solche stoßen. Die Fäden laufen öfters so dicht neben einander her, dass für ein Wabenwerk zwischen ihnen gar nicht Platz ist, selbst wenn dessen Weite unter einem μ betragen sollte; sie verfilzen und durchkreuzen sich wie etwa die Dendriten der Nervenzellen.

Ich glaubte, dies hier besonders hervorheben zu müssen, weil vielleicht selten wieder so große Kerne mit so deutlichem Gerüstwerk zur Beobachtung kommen werden. So wenig zweifelhaft es im Übrigen hier ist, dass ein Wabenwerk in den Kernen dieses Stadiums fehlt — eben so sicher ist es, dass ein solches in größeren Kernen der *Saccamina* sehr deutlich zur Ausbildung kommt. Dies nur als vorläufige Mittheilung; die Waben werden uns auf den folgenden Stadien eingehender beschäftigen.

Deutung. In der Grundmasse des Kernes hat sich nach der Flüssigkeitsaufnahme des vorigen Stadiums ein Filzwerk feinsten Lininfäden differenzirt. An diesen Lininfäden haften die Chromatinkörnchen. Um die einzelnen Binnenkörper herum haben sich Vacuolen gebildet; es hat sich wohl der noch unverbrauchte Theil der im vorigen Stadium aufgenommenen Flüssigkeitsmenge zur weiteren Auflösung und Verarbeitung der Binnenkörper um die letzteren herumgelagert. Die

Membrankegel sind verschwunden. Sie treten auch auf den folgenden Stadien nicht wieder auf; sie scheinen sich vollständig in kleine Körnchen zersplittert zu haben, nämlich in jene Körnchen, welche der Kernmembran dicht angelagert sind¹.

h) Die Kerne des achten Stadiums zeigen die ellipsoide Form oft in sehr klarer Ausbildung. Kerne, deren Achsenverhältnis sich wie zwei zu drei verhält, sind nicht selten; im Übrigen ist dies Verhältnis ein sehr schwankendes, so dass selbst eine bedeutende Annäherung dieser Kerne an die Kugelform nicht ausgeschlossen ist. Die mittleren Durchmesser der hierhergezogenen Kerne hatten eine Größe von 0,2086—0,2430 mm.

Das Aussehen der einzelnen Kerne, welche ich hier zusammenfasse, ist weit verschiedener von einander als auf den vorigen Stadien, wo ein Kern immer für den Typus aller anderen auf demselben Stadium befindlichen Kerne angesehen werden konnte. Sie haben aber alle das gemeinsam, dass in der, von den feinen Lininfäden durchzogenen, Grundmasse des Kernes, welche auf dem vorigen Stadium die schönen Bilder bot, zahlreiche Vacuolen vorhanden sind, welche in dichter Aneinanderlagerung sich gegenseitig abflachen, und auf diese Weise ein außerordentlich deutliches Wabenwerk erzeugen, in deren Wandungen die Lininfäden mit ihren Chromatineinlagerungen verlaufen. Das verschiedene Aussehen der Kerne hängt davon ab, dass die Waben in den einzelnen Kernen von sehr verschiedener Größe sind. Die Waben erreichen den fast unglaublichen Durchmesser von 0,033 mm, sind in den meisten Fällen allerdings nicht über 0,01043 mm groß, dagegen

¹ Dass die der Kernmembran dicht anliegende Schicht feinsten Körnchen der optische Ausdruck der an der Kernmembran zur Umbiegung gezwungenen Lininfäden mit ihren Chromatinkörnchen sei, muss für ausgeschlossen gelten, weil man sonst zur Annahme gezwungen würde, dass die Lininfäden niemals in meridionaler, sondern nur in Parallelkreisrichtung oder in einem von dieser Richtung nur wenig abweichenden Sinne herumlaufen. Man müsste sonst auch Lininfäden innerhalb der genannten Schicht finden, die mit der Kernmembran parallel liefen und sich nicht, wie dies thatsächlich der Fall ist, immer als bloße Punkte darstellen könnten. Solche Lininfäden sind aber in dieser Schicht nirgends zu sehen. Die Bevorzugung einer Richtung würde auch gänzlich dem sonst so freien Verlauf der Lininfasern widersprechen; auch wäre es höchst verwunderlich, wenn die Schnitte in über 20 Fällen den Verlauf dieser Lininfasern gerade immer in senkrechter Richtung getroffen haben sollten. Eine dritte Auffassung, die nicht in gleicher Weise abgewiesen werden kann, wäre diejenige, dass die Wandschicht von den verdickten Ansatzstellen der Lininfäden gebildet werde. Doch scheint mir, wie gesagt, die zuerst angeführte Ansicht, dass es sich bei Bildung der Wandschicht um eine Zerklüftung der Membrankegel handelt, am wahrscheinlichsten; es ist ja hiermit zugleich das Verschwinden der Membrankegel befriedigend erklärt.

sehr häufig weit kleiner. Als Regel muss es gelten, dass auf diesem Stadium die größten Waben immer im Centrum des Kernes gelegen sind (Taf. XXIII, Fig. 64 und 64a), und dass der Durchmesser derselben nach der Peripherie des Kernes hin ziemlich schroff oder auch allmählich abnimmt.

In den Waben von großem Durchmesser lässt sich ungemein deutlich erkennen, dass die Lininfäden innerhalb der Wandungen der Waben verlaufen. Sie sind hier oft namentlich in den Berührungskanten der einzelnen Waben zu mehreren zusammengedrängt, laufen dann aber an der nächsten Kante wieder aus einander, so dass sehr häufig das Bild einer Verästelung der Lininfasern vorgetäuscht wird, indem vorher zusammengepresste Lininfasern sich wieder trennen. Ob auf diese Weise thatsächliche Verschmelzungen der einzelnen Lininfasertheile vorkommen, ist schwer zu entscheiden, doch halte ich es nicht für wahrscheinlich, da auf dem siebenten Stadium die Lininfasern ebenfalls äußerst dicht durch einander laufen, ohne dass hier, wo die Einsicht durch eine Wabenbildung nicht gestört wird, eine Verschmelzung der einzelnen Fasern wahrgenommen werden konnte. Öfters sieht man in das Lumen der Waben freie Enden der Lininfasern hineinragen. Ja manchmal laufen sie durch das Lumen mehrerer Waben quer durch.

Die Binnenkörper sind in den centralen Partien des Kernes, also da, wo sich gerade die Wabenbildung sehr breit macht, nur noch in sehr geringer Zahl vorhanden. Sie liegen hier fast ausschließlich im freien Raum der Waben, nur sehr selten finden sie sich den Wandungen derselben angelagert, oder sind auch in dieselben eingelagert.

In den peripheren Theilen des Kernes lassen sich die Lininfäden in der Regel nicht mehr nachweisen, dagegen finden sich gerade hier die Binnenkörper in oft außerordentlich dichter Zusammenhäufung. Sie können hier zu einer so dichten Masse zusammengelagert sein, dass sie bei unzureichender Vergrößerung eine bloße Verdickung der Kernmembran zu bilden scheinen (Taf. XXIII, Fig. 70). Stärkere Vergrößerung und entsprechende Beleuchtung löst diese scheinbar kompakte Wandschicht aber in einzelne mattglänzende, ganz den Binnenkörpern entsprechende Körperchen auf, die aber nicht mehr kugelrund sind, sondern sich in die Länge gestreckt und Stäbchenform angenommen haben. Der Längsmesser dieser Stäbchen, welcher 0,00447 mm erreicht, ist immer der Wandung des Kernes parallel gerichtet. Der Quermesser der Stäbchen ist unverkennbar kleiner als der Durchmesser der kugeligen Binnenkörper.

Diesen Wandbelag von stäbchenförmigen Binnenkörpern habe ich auf anderen Stadien der Kerne nie gefunden. Mit den Membrankegeln

sind sie in keiner Weise zu verwechseln, da sie ja in ganz anderer Richtung gelagert sind und überdies künstlichen Farbstoffen gegenüber mit denselben mattglänzenden schwachen Farbnuancen antworten wie die Binnenkörper, während doch die Membrankegel stets sich sehr stark, am stärksten im ganzen Kerne, färben ließen.

Deutung. Es ist kaum zu bezweifeln, dass in vielen Kernen dieses Stadiums der Alkohol wieder Zerrbilder hervorgerufen hat; vor Allem mögen die besonders großen Waben, die sich manchmal sehr unvermittelt zwischen mehr oder weniger gleichmäßig angeordneten kleineren Waben befinden, als solche zu betrachten sein (Taf. XXIII, Fig. 64 a). Auch das Hineinragen von freien Lininfaserenden dürfte jedenfalls als ein Zerrprodukt anzusehen sein. Es scheint sich hier bei der Abtötung der Inhalt mehrerer Waben vereinigt zu haben. Bei dem Platzen der Wabenwände, das einem solchen Vorgange vorausgehen musste, sind dann die in die Wabenwände eingelagerten Lininfasern zum Theil zerrissen und in den Raum der zusammengetretenen Kunstwabe hineingeschoben worden (cf. Taf. XXIII, Fig. 64 a, zL). Wenn daher auch der Alkohol auf die vorliegenden Stadien zum Theil ungünstig eingewirkt haben mag, so lässt sich aus seiner formändernden Wirkung doch das Eine noch mit voller Bestimmtheit erkennen, dass nämlich die gesonderten Lininfäden des vorangegangenen siebenten Stadiums auch jetzt noch als selbständige Gebilde existiren, dass also hier das fädige Aussehen des Gerüstwerks nicht auf den optischen Ausdruck von Wabenkanten zurückgeführt werden darf.

Im Übrigen besitzen nicht alle Kerne dieses Stadiums solche übermäßig stark ausgebildete Vacuolen oder Waben, die uns zwingen, sie für Kunstprodukte zu halten. Sehr viele Kerne bieten uns auch hier Bilder größter Regelmäßigkeit und feinsten Strukturhaltung. Vielfach können sie dann an Schönheit und Klarheit mit den Kernen des vorigen Stadiums recht gut jeden Vergleich aushalten. Doch auch bei solchen Kernen sind die Waben im Centrum des Kernes größer als an der Peripherie desselben; auch hier liegen die Binnenkörper wieder zum weitest aus größten Theil innerhalb der Wabenräume und sind nicht wie die Lininfäden in die Wandungen derselben eingelagert.

Ich glaube demnach, dass sich die Wabenbildung zum Theil von den hellen Höfen herschreibt, welche sich auf dem vorigen Stadium um die Binnenkörper herumgelagert fanden (Taf. XXIII, Fig. 62 H), ein anderer Theil scheint aber durch das Auftreten von neuen Flüssigkeitsmengen im Kerninneren entstanden zu sein. Diese Flüssigkeit hat sich in Form von Vacuolen zwischen die Höfe der Binnenkörper, die ich ja ebenfalls für Flüssigkeitsmassen halte, eingelagert und auf diese Weise

die Gesammtheit des Wabenwerkes zu Stande gebracht, das zum Theil Binnenkörper in seinen Wabenräumen enthält, zum Theil eben nicht. Die Flüssigkeit hat sich besonders im Centrum des Kernes angesammelt, daher ein großer Theil der Binnenkörper an der Peripherie zusammengedrängt worden ist. Die peripherisch gelagerten Binnenkörper besitzen keine Höfe mehr; auch sie mögen die Flüssigkeit ihrer Höfe an das Kerncentrum abgegeben haben. Ich würde demnach das beschriebene Stadium folgendermaßen aus den davorliegenden entstanden erklären. Im sechsten Stadium hat eine außerordentliche Flüssigkeitszunahme im Kerninneren stattgefunden, diese Flüssigkeit sammelt sich im siebenten Stadium vor Allem um die Binnenkörper herum an, und stellt so die Höfe der Binnenkörper dar. Vielleicht dass sich die Flüssigkeit Stoffe aus den Binnenkörpern holt. Später im achten Stadium tritt die Flüssigkeit der Binnenkörperhöfe im Centrum des Kernes zusammen, dabei lässt die Flüssigkeit die meisten Binnenkörper im Stiche, und nur wenige Flüssigkeitströpfchen behalten ihren Binnenkörper im Inneren. Die von ihren Höfen verlassenen Binnenkörper werden nach der Kernperipherie hin zusammengedrängt, die anderen treten von ihren Höfen umgeben mit in den Verband der centralen Waben ein, ihre Höfe werden selbst zu Waben. Die physikalischen Verhältnisse, unter welchen das Wabenwerk zur Ausbildung kommt, denke ich mir folgendermaßen: Die Grundsubstanz des Kernes, die an und für sich schon zähflüssiger ist, als die zuerst in den Höfen der Binnenkörper erkenntliche Flüssigkeit¹, wird durch die Einlagerung der vielen Lininfäden so widerstandsfähig, dass sie sich dem Vereinigungstrieb² der einzelnen Flüssigkeitstropfen erfolgreich zu widersetzen vermag. Die einzelnen Flüssigkeitstropfen können sich deshalb bloß an einander lagern, und bringen nunmehr, in Folge der Spannungsgesetze sich gegenseitig abplattend, das Wabenwerk zur Bildung. Es wäre auf diese Weise zugleich erklärt, warum vor dem Auftreten der Lininfasern eine Wabenbildung im Kerne nicht stattfindet, obwohl doch schon auf dem zweiten Kernstadium eine große Menge sehr dünnflüssiger Substanz innerhalb des Kernes enthalten gewesen sein muss.

Dadurch, dass die Lininfasern in die Vacuolenwandungen, d. h. in die Wabenwände eingelagert werden, müssen sie aber weiterhin bei

¹ Die Grundmasse des Kernes ist optisch dichter als die Substanz der Höfe.

² Der Ausdruck »Vereinigungstrieb« ist oben für alle physikalische und chemische Faktoren, welche die Vereinigung gleich gearteter Massen in anders gearteten Medien herbeiführen müssen, der Einfachheit halber gebraucht worden. Eine Erklärung dieses Vereinigungstriebes habe ich an einer anderen Stelle zu geben versucht. cf. RAUMBLER, Binnenkörper. Diese Zeitschr. Bd. LVI. p. 335 u. Fußnote daselbst.

ihrer Länge vielfachen Hin- und Herbiegungen ausgesetzt sein, die durch die Anordnung der Wabenkanten bedingt sind. Es müssen sich die Lininfäden deshalb mehr und mehr nach den Gegenden der Wabenbildung hinziehen, also nach den centralen Theilen des Kernes, während ihre in den peripherischen Kerntheilen gelegenen Partien aus diesen, der zunehmenden Wabenbildung entsprechend, herausgezogen werden; daher denn auch die Spärlichkeit der Lininfäden in den Randtheilen der Kerne dieses Stadiums.

i) Die Kerne des neunten und letzten Stadiums erreichen einen mittleren Durchmesser, wie er sonst nur selten vorkommen dürfte; sie wechseln auf diesem Stadium zwischen 0,264—0,312 mm.

Für die Kerne ist ein feines Wabenwerk charakteristisch, das eine Maschenweite von 0,01043 mm nicht mehr überschreitet, und sich in den meisten Kernen in gleichmäßiger Weise vertheilt findet. Nur bei wenigen Kernen dieses Stadiums ist eine weitmaschigere Anlage des Wabenwerkes in den peripheren Theilen des Kernes — also gerade umgekehrt wie auf dem vorangegangenen Stadium — sehr deutlich ausgeprägt, diese tritt besonders dann hervor, wenn man ganze Kerne und nicht Schnitte untersucht. In den Wabenwänden liegen die Lininfäden mit ihren Chromatinkörnchen sehr dicht zusammengehäuft, manchmal (Taf. XXIII, Fig. 65) lassen sich die Lininfäden, vielleicht in Folge unzureichender Färbung, kaum mehr erkennen und man sieht dann nur die kleinen Chromatinkörnchen in dichter, nebelartiger Zusammenhäufung, kleine, heller erscheinende polygonale Räume umrahmen. Diese helleren Räume sind zweifellos die Waben, wie man bei anderen Kernen des gleichen Stadiums leicht feststellen kann, deren Liningertüst durch eine blassrosaroth Färbung deutlich hervortritt.

Auch die Kernmembran verhält sich bei den einzelnen Kernen dieses Stadiums sehr verschieden, in vielen Fällen ist sie wie auf den vorangegangenen Stadien im ganzen Umfange des Kernes deutlich erkennbar, sie hat ihre Breite von ca. 0,00149 mm beibehalten, besitzt aber auf ihrer Innenseite keinerlei Anlagerungen mehr, weder Chromatinkegel noch eine Ansammlung zu Stäbchenformen abgeplatteter Binnenkörper. In anderen Exemplaren dagegen lässt sich eine scharf kontourirte, den ganzen Kern umgebende Membran nicht mehr auffinden; sie ist zwar bei solchen Stücken manchmal noch streckenweise erhalten, zeigt dann aber ein merkwürdig aufgeschrumpeltes, runzliges Verhalten (Taf. XXIII, Fig. 67 *RM*), so dass sie mit den früheren Kernmembranen anderer Stadien verglichen, den Eindruck eines in Zerfall befindlichen Gebildes erweckt, ein Eindruck, der um so gerechtfertigter erscheint, als sich, wie bereits angedeutet wurde, an anderen

Stellen desselben Kernes eine Kernmembran oder deren Überreste überhaupt nicht mehr nachweisen lassen. An solchen Stellen konnte ich bei einem Kerne die Lininfäden mit ihren Chromatinkörnchen sehr deutlich in Theile des Weichkörpers eintreten sehen, die unzweifelhaft niemals dem Kerne selbst angehört haben können, sondern als zu dem Weichkörper im engeren Sinne gehörend angesehen werden müssen. Es traten also hier, deutlicher gesprochen, die Lininfäden aus dem Kernraum in den Weichkörper hinaus, während die Kernmembran in Zerfall begriffen war (Taf. XXIII, Fig. 67).

Die Binnenkörper sind weitaus spärlicher im Kernraum vertheilt, als sie im vorigen Stadium vertreten waren. Eine dichte Zusammenhäufung in den peripherischen Theilen des Kernes ist nicht mehr zu beobachten, sie liegen auch hier weit aus einander. Doch liegen bei den meisten Kernen auch jetzt noch immer mehr Binnenkörper in den peripheren als in den centralen Theilen des Kernes; die centralen Theile findet man manchmal gänzlich frei von Binnenkörpern. Die Binnenkörper an sich sind auf diesem letzten Stadium kleiner, als sie auf irgend einem der vorausgehenden waren, sie erreichen nur ausnahmsweise einen Durchmesser von bloß 0,00238 mm, sind aber der Mehrzahl nach nicht über 0,001788 mm groß.

Deutung. Die Waben in den centralen Theilen des Kernes sind kleiner geworden und haben sich mehr in den peripheren Kernpartien verbreitet. Vielleicht lässt sich die stattgefundene Verminderung der Wabendurchmesser mit der deutlichen Vermehrung der Lininfäden in Zusammenhang bringen. Mir scheint es nämlich kaum zweifelhaft, dass in einem, mit fädigen Massen durchsetzten, zähflüssigen Medium sich eine dünnflüssigere Substanz, wie der Wabeninhalt wohl zweifellos eine solche ist, in um so kleineren Vacuolen ansammeln muss, je größer die Menge der in das Medium eingelagerten fädigen Massen ist.

Die Ausbreitung der Waben in den peripheren Kerntheilen hat vielleicht ihren Grund darin, dass die hier Anfangs dicht zusammengescharten Binnenkörper nunmehr ebenfalls Flüssigkeit bezogen, sich in derselben mehr oder weniger aufgelöst und auf diese Weise ebenfalls Waben um sich herum gebildet haben.

Zwischen der gelösten Substanz hat sich dann auch hier das Lininergüst mit seinen Chromatineinlagerungen verbreitet. Die Kerne, welche noch größere Waben in den peripheren Theilen des Kernes enthalten, dürften nach der oben angenommenen Auffassung der Abhängigkeit der Wabengrößen von dem Reichthum der jeweiligen Kernregion an fädigen Massen darauf zurückzuführen sein, dass sich anfänglich nur wenig Lininmasse in den peripheren Kerntheilen findet, was damit gut in

Einklang zu bringen wäre, dass auf dem vorigen Kernstadium nach unserer Auffassung die Lininfäden durch die Wabenbildung nach dem Centrum des Kernes mehr oder weniger hingezogen wurden.

Das letztbeschriebene Kernstadium lässt einen Vergleich mit anderweitig von Foraminiferen beschriebenen Kernstrukturen zu. Ich meine die Kerne von *Calcarina Spengleri* L., die BÜTSCHLI näher beschrieben hat¹. Sie lassen nach BÜTSCHLI ein recht deutliches netzförmiges Gerüst erkennen, das in zweien von vier beobachteten Kernen in seinen centralen Theilen aus viel feinerem Maschenwerk gebildet war, wie die Randpartien des Kernes. Während nun ein Kern der vier Individuen, dessen Struktur undeutlich war, keine nucleolusartigen Einschlüsse (also Binnenkörper in meinem Sinne) in dem Kerngerüst aufwies, fanden sich in der peripherischen Kernzone der übrigen Kerne deren mehrere. In einem Kerne konnte eine Zusammensetzung der Binnenkörper aus einer dunkleren peripherischen Schicht und einem lichterem Inneren erkannt werden; die viel ansehnlicheren Nucleoli (Binnenkörper) der beiden anderen Kerne zeigten dagegen einen sehr feinnetzigen Bau. »welcher in jeder Hinsicht dem des eigentlichen Kerngerüsts entspricht«. *Calcarina* scheint in dieser Beziehung von *Saccamina* abzuweichen, bei der ich niemals auch nur die Spur eines Gerüstwerkes innerhalb der Binnenkörper auffinden konnte, so scharf und klar auch sonst die Lininfäden hervortraten. Die gelöste Masse der *Calcarinabinnenkörper* bleibt allem Anscheine nach viel länger als stark aufgequollene Substanz von der übrigen Grundmasse des Kernes unterschieden, als bei *Saccamina*, wo sie nach ihrer Lösung von der Kerngrundmasse nicht mehr zu unterscheiden ist. Man vergleiche nur die BÜTSCHLI'schen Fig. 46 und 44 auf Taf. VI. loc. cit. mit einander und man wird mir zugeben, dass man die Binnenkörper Fig. 16, die doppelschichtig sind, nicht mit denen der Fig. 44 für identisch halten kann. Letztere sind weitaus größer, sie scheinen außerordentlich aufgequollen; sie haben sich wohl durch Flüssigkeitsaufnahme aus denen der Fig. 46 entwickelt. Verwundern darf es nicht, wenn sich die Lininmassen des Kerngerüsts in die dicht vor ihrer völligen Auflösung stehenden Binnenkörper hineingesenkt und auch in ihnen ein Wabenwerk erzeugt haben, ist doch auch bei *Saccamina* die Verbreitung der Lininfäden mit ihren Chromatinkörnchen an die Lösung der Binnenkörper gebunden. Der eine *Calcarinakern*, welcher keine Binnenkörper aufzuweisen hatte, beweist übrigens, dass die gelöste Binnenkörpersubstanz auch bei *Calcarina* vollständig das Aus-

¹ O. BÜTSCHLI, Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger mariner Rhizopoden. in: Morphologisches Jahrbuch. Bd. XI. p. 78—101.

sehen der übrigen Kerngrundmasse annimmt, wenn dies auch weit später als bei *Saccamina* geschehen mag.

Rückblick auf die Veränderungen des Kernes.

Nach Aufzählung der verschiedenartigen Strukturen, welche ich für die Kerne verschiedener Größe als typisch schildern durfte, scheint es mir angezeigt, noch einmal die Umwandlungen kurz zusammenzufassen, welche nach meiner Auffassung die Kerne im Laufe ihrer Entwicklung erfahren.

Die jüngsten Kerne sind von einer außerordentlich großen Zahl sehr verschieden gestalteter Binnenkörper erfüllt, deren Entstehung aus Verschmelzung von Anfangs dünnflüssigen, dann zähflüssigen und schließlich erstarrenden Massen sehr wahrscheinlich ist. Außer ihnen und einem trüben Gerinnsel im Kernsaft lässt sich in diesen jugendlichen Stadien weder Gerüst noch Chromatin, noch eine andere strukturierte Substanz nachweisen. Das eigentlich Aktive und Formbildende ist in diesen Kernen wohl der Kernsaft (I. Stadium).

Es scheint dann eine ausgiebige Flüssigkeitsansammlung im Kerne stattzufinden, welche eine mehr oder minder ruhige Auflösung der Binnenkörper veranlasst. Gleichzeitig mit dieser Auflösung macht sich an der Innenwand der Kernmembran eine aus mehr oder weniger vollendeten kleinen Kegeln oder Kuppeln bestehende, stark färbbare Schicht bemerkbar, welche wohl ohne Zweifel wegen der Analogie mit anderen Rhizopodenkernen als diejenige Modifikation des Chromatins angesehen werden darf, deren Verhalten gegen Farbstoffe dem Chromatin seinen Namen gegeben hat. Da das Chromatin nach unserer heutigen Auffassung die Vererbungssubstanz darstellt, und unter solchen Umständen eine Kontinuität des Chromatins uns heut zu Tage noch als ein unumgängliches Erfordernis erscheinen muss, so wird man zu der Annahme gezwungen sein, dass das Chromatin auf Stadium I im Kernsaft in einer gelösten nicht nachweisbaren Modifikation enthalten ist und sich auf Stadium II erst in seine, für Gewebezellen so allgemein charakteristische, färbbare Modifikation umändert. Dass dies gerade an der Kernmembran geschieht, rührt vielleicht daher, dass die umändernden Faktoren von dem Zelleib aus in dem Kern durch die Membran hindurch zur Wirkung kommen.

In den folgenden Kernstadien findet eine weitere Lösung der Binnenkörper statt, während von den, an der Kernmembran gelegenen Chromatinkegeln sich kleinste Chromatinkörnchen abzuspalten scheinen, und auf den späteren Stadien immer weiter nach dem Kerncentrum hin vordringen. Dieses Vordringen scheint durch Bewegungen, welche der

Kernsaft ausführt, bewerkstelligt zu werden. Diesen Bewegungen sind vielleicht auch die perlschnurartigen Aneinanderreihungen, welche sich an den Binnenkörpern dieser Kernstadien wahrnehmen lassen, zuzuschreiben. Nachdem diese Vorgänge, weitere Auflösung der Binnenkörper und Vorrücken der Chromatinkörnchen nach den centralen Partien des Kernes, auf den verschiedenen Stadien schrittweise zugenommen haben, scheint auf dem sechsten Stadium abermals eine sehr bedeutende Flüssigkeitsansammlung im Kern stattzufinden, die den Kern mächtig auftreibt (Verdünnung der Kernmembran; Kernhöhle und Faltung der Kernmembran als Produkt der Alkoholwirkung). Bei der Konservierung dieser Stadien ist der stark verdünnte Kernsaft so außerordentlich gierig von dem Alkohol extrahiert worden, dass der ganze übrige Kerninhalt zu einer kompakten Masse verschmolzen ist, die jeder künstlichen Färbung widersteht. Nur mit Anwendung des Beleuchtungsapparates lassen sich in solchen Kernen noch Binnenkörper und eine aus kleinsten Körnchen, jedenfalls den Chromatinkörnchen und einer für die Lininfäden bestimmten Substanz, zusammengesetzte Grundmasse erkennen. Übergänge zu diesem verwirrenden Stadium lassen sich in größeren Kernen des vorigen Stadiums nachweisen. In dem folgenden Stadium, dem siebenten also, treten in der Kernmasse zum ersten Male deutliche Lininfäden auf; sie stellen ein außerordentlich dichtes Gewirr von Fäden dar, in welches nunmehr die Chromatinkörnchen der vorausgegangenen Stadien eingebettet sind. Die noch vorhandenen Binnenkörper haben dünnflüssigere Massen als Höfe um sich angesammelt, welche die Lininfasern zur Seite drängen. Die Höfe der Binnenkörper sind wahrscheinlich von der Flüssigkeitszunahme des sechsten Stadiums herzuleiten. Jedenfalls geben sie den ersten Anstoß zur Wabenbildung, die auf dem folgenden Stadium in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie hin allmählich den ganzen Kerninhalt ergreift. Die Chromatinkegel an der Kernmembran zerfallen gänzlich in kleine Chromatinkörnchen und sind auf den späteren durch die Wabenbildung charakterisirten Kernstadien nie mehr vorhanden. Dagegen werden auf diesen späteren Stadien die noch vorhandenen Binnenkörper jetzt an derselben Stelle so dicht zusammengedrängt, dass sie gleichfalls oft bloß eine Verdickungsschicht der Membran darzustellen scheinen. Eine solche Schicht lässt sich aber von den früheren Membrankegeln ohne Weiteres durch die Größe und die Lagerung ihrer Elemente, die mit ihrer Längsachse nicht radiär gerichtet sind, sondern parallel zur Membran verlaufen, unterscheiden. Auch diese Schicht ist nicht beständig, sondern macht später im Einklang mit der Auflösung der Binnenkörper, welche sie zusammensetzten, dem Wabenwerke mit seinen Lininfäden und Chromatineinlagerungen Platz.

Schließlich besteht der ganze Kern aus einem dichten Wabenwerk, in dessen Wandungen die Lininfäden mit ihren Chromatineinlagerungen verlaufen. In einem einzelnen Falle, das darf nicht unerwähnt bleiben, schien die Membran im letztgeschilderten, neunten Stadium dem Zerfall anheimgefallen zu sein, während gleichzeitig die Lininfäden in den Zelleib hinaustraten, immer noch kleine Chromatinkörnchen in sich enthaltend. Ich halte es nicht für wahrscheinlich, dass es sich hier um einen zerrissenen oder geplatzen Kern handelt.

Auffallend muss es in dem gegebenen Entwicklungsschema des Kernes erscheinen, dass sowohl vor dem ersten Auftreten des Chromatins in seiner erkennbaren, farbstoffgerigen Modifikation als auch vor dem ersten Auftreten des Linins beide Male eine so beträchtliche Flüssigkeitszunahme im Kern stattgefunden hat. Ich wüsste nicht, woher der Kern diesen Flüssigkeitszuschuss anders her erhalten haben sollte als aus dem Weichkörper. Ein ursächlicher Zusammenhang beider Vorgänge scheint mir aber wenig zweifelhaft. Vorausgesetzt, dass man also der Umordnung zustimmt, welche ich der sonst als Regel geltenden Größenzunahme der Kerne entgegen, mit den betreffenden Stadien (II und VI) vorgenommen habe, wird man annehmen dürfen, dass bei der zweiten Flüssigkeitsaufnahme außer dem Stoff, der bei der ersten Aufnahme eindrang, noch eine andere Substanz in das Kernlumen eintritt, welche die Bildung der Lininmassen zur Folge hat. Das bildende, oder ich will lieber sagen das zur Bildung des Chromatins und Linins Anstoß gebende, Element wird dabei im Kerninneren zu suchen sein, da ähnliche Bildungen im Zelleib nicht vorkommen. Da nun bei dem ersten Deutlichwerden des Chromatins, also bei der ersten Flüssigkeitsaufnahme sich außer Zellsaft und Binnenkörpern nichts Anderes nachweisen lässt, und weil vor Auflösung der Binnenkörper sogar auch das färbare Chromatin fehlt, wird man annehmen dürfen, dass der Zellsaft aus den gelösten Binnenkörpersubstanzen mit Hilfe von anderen Substanzen, die von dem Zelleib her in den Kern eingedrungen sind, die färbare Chromatinmodifikation erzeugt. Hiernach ist es auch kaum verwunderlich, wenn an der Kernmembran, also da, wo die nöthigen Substanzen zuerst zusammenkommen, auch das Chromatin in seiner färbaren Form (falls eine nicht färbare, unsichtbare, vorher im Kernsaft gelöste Modifikation desselben aus theoretischen Gründen aufrecht erhalten werden muss) zuerst auftritt. Bei dem Auftreten des Linins sind die Binnenkörper wohl nicht so unmittelbar beteiligt, wenigstens lässt sich auf sehr vielen Stadien, wo eine Lösung der Binnenkörper schon lange im Gange ist, nie ein Lininfaden nachweisen. Ihre Entstehung scheint ganz an die zweite Flüssigkeitsaufnahme, die ja eine ganz auf-

fallend intensive und wohl auch sehr plötzliche sein muss, gebunden zu sein. Auch hier muss aber der Zellsaft wieder eine Rolle spielen, weil, wie schon hervorgehoben, Lininfäden bis jetzt nicht im Zellkörper nachgewiesen sind.

Einerlei wie sich der Einzelne zu meinen Erörterungen stellen mag; ich glaube aus meinen Mittheilungen wird das zur Genüge hervorgehen, dass sich die Struktur des Kernes mit seiner Größenzunahme, die unseren Untersuchungen nach seinem Alter entspricht, ganz außerordentlich ändert, dass in jugendlichen Kernen weder Chromatinmassen noch ein Liningerüst, noch eine Wabenstruktur vorkommt, dass sich all diese Komplikationen erst im Verlaufe einer allmählichen Entwicklung einstellen. Es hieße gewiss klügeln, wenn man diese auffällige Schrittfolge in der Kernentwicklung als eine Vorspiegelung unzureichender Konservirung ausgeben wollte. Wenn Gerüste von solcher Feinheit, wie sie das siebente Stadium aufwies, oder Waben von solcher Regelmäßigkeit, wie sie hier und dort im neunten Stadium aufgefunden wurden, im konservirten Zustande klar und deutlich waren, so wird man doch erst die Gründe angeben müssen, warum sie auf allen jugendlichen Stadien durch dieselbe Konservirung zerstört worden sein sollten. Zerrissen könnten sie wohl sein, zumal wenn die jugendlichen Kerne sehr flüssigkeitsreich wären, aber man müsste doch die Trümmer der verschiedenen Gebilde sehen, oder sollten solche bei der Konservirung plötzlich im Kernsaft löslich geworden sein? So sehr man auch vorsichtig sein soll, die Anwesenheit von Gebilden bei mikroskopischen Objekten zu bestreiten, so glaube ich doch, dass hier eine Bestreitung der Anwesenheit der genannten Strukturen in jugendlichen Kernen zu Recht bestehen muss; es handelt sich hier um Schnitte, wo eine Verdeckung des Thatbestandes durch übergelagerte andere Massen völlig ausgeschlossen ist.

Was diese Veränderungen des Kernes aber noch ganz besonders interessant erscheinen lässt, und was ihnen eine weitere höhere Bedeutung verleiht, ist die Thatsache, dass auch der Zelleib der Saccamminen mit der Umänderung seiner Kerne Schritt auf Schritt Abänderungen zeigt, deren endliches Resultat eine vollständige Ausstoßung aller Ingesta, und eine Ausscheidung von Gebilden ist, die jedenfalls für Exkretkörnchen angesehen werden müssen, also höchstwahrscheinlich Stoffe des regressiven Protoplasmaumsatzes darstellen.

Bevor ich mich jedoch zu diesen interessanten Vorgängen wende, sei es mir gestattet, noch auf zwei Vorkommnisse hinzuweisen, welche die Kerne betreffen, und in die oben vorgeführte Reihe nicht hineinpassen, sondern jedenfalls als pathologische Umänderungen von Kernen

angesehen werden müssen. Nicht nur deshalb als »pathologisch«, weil sie in meine Reihe nicht eingezwängt werden konnten, sondern auch darum, weil sie in ihrem Inneren von Fäden durchzogen waren, die ich unmöglich für Lininfäden oder dergleichen halten kann, sondern für Pilzfäden ansehen muss.

8. Kerne, welche wahrscheinlich durch pathologische Veränderungen gelitten haben.

Ich muss zwei verschiedene Arten pathologischer Kerne unterscheiden, die beide durch Einwanderung von Pilzen gelitten zu haben scheinen. In beiden Fällen handelt es sich um sehr große Kerne.

Die erste Art dieser Kerne ist durch eine abnorm ausgesprochene Schrumpfung schon äußerlich kenntlich. Die Schrumpfungen unterscheiden sich von denen, welche im sechsten Kernstadium ebenfalls sehr auffallend waren, dadurch, dass sie nicht so kurzweilig sind, sondern den ganzen Kern oder einzelne Kerntheile in verschiedenen Richtungen abplatteten, so dass handförmige Gestalten zu Stande kommen, die manchmal aber auch durch eine rechteckige Form mit verschiedenen gestalteten Ausläufern in der Weise vertreten wird, wie dies in Fig. 66, Taf. XXIII, abgebildet ist.

Diese Kerne sind von einer Kernhöhle (Taf. XXIII, Fig. 66 *a*, *KH*) umgeben, deren Ausdehnung manchmal den Umfang der größten, von mir als normal angesehenen, Kerne übertrifft; der kleinste in dieser Verfassung aufgefundene Kern lag in einer Kernhöhle von 0,240 mm Durchmesser. Es kann hiernach kein Zweifel bestehen, dass die bezüglichen Kerne sehr flüssigkeitshaltig gewesen sind.

Wenn man die Größe der Kernhöhle mit dem Durchmesser normaler Kerne vergleicht, so wird man durch sie zu der Annahme geführt, dass es sich bei diesen pathologischen Fällen um Kerne des achten und neunten Stadiums handelt. Ein genaueres Studium beschränkt dagegen die Vorkommnisse ganz auf das achte Stadium, was allerdings sehr auffällig ist, aber vielleicht dadurch erklärt werden kann, dass der in diesen Kernen schmarotzende Pilz gerade auf diesem Stadium seine günstigen Nährbedingungen findet. Da sich überdies meine Erfahrung bloß auf etwa zehn Fälle beschränkt, ist es ja auch leicht möglich, dass sich bei einem noch größeren Material auch andere von demselben Pilz befallene Stadien hätten auffinden lassen. Eine Vorliebe dieses Pilzes, wenn meine Auslegung der gleich zu schildernden Fäden als Pilze wirklich zutrifft, scheint aber aus den zehn Fällen für das achte Stadium immerhin mit großer Wahrscheinlichkeit hervorzugehen.

Was nämlich die Beschränkung dieser Pilze auf das achte Stadium

auf das deutlichste darthut, ist der dichte Belag von langgestreckten Binnenkörpern, welche als scharf abgegrenzte Schicht der Kernmembran anliegen. Diese Schicht kommt nach meinen mitgetheilten Erfahrungen nur dem achten Kernstadium zu; sie ist in den hier zu erörternden Fällen, an manchen Stellen des Kernes oft zerstört, in Brocken zerfallen, lässt sich aber auch in solchen Fällen meist noch deutlich erkennen, weil sie dieselbe Breite einhält, wie die noch gut erhaltene Randschicht. Wenn die Kerne also unter den hier in Betracht kommenden Umständen manchmal ihrer Größe nach hinter dem neunten Stadium nicht zurückstehen, so ist das sehr wahrscheinlich bloß einer sekundären Aufblähung zuzuschreiben, die vielleicht einer Verflüssigung der Kernsubstanzen durch Einwirkung der Pilze zugewiesen werden muss.

Der ganze Kern wird nun von Fäden durchzogen, welche in sehr verschieden dichtem Gewirr bald einzelne Stellen des Kernes besonders, bald das ganze Kernlumen mehr oder weniger gleichmäßig befallen zu haben scheinen. Man wird sich in jedem Falle den Verlauf der Fäden in frischem Zustande viel loser vorzustellen haben, als er im konservirten Zustande erscheint. Hier sind die Fäden durch den Druck der zusammengesunkenen Kernwandung dichter an einander gedrängt worden.

Die Fäden (Taf. XXIII, Fig. 66 *b*) sind in der Regel an ihren beiden Enden abgerundet, wobei sich die Enden noch knopfartig verdicken können, so dass zuweilen annähernd hantelförmige Gestalten entstehen. Ihr Verlauf ist gewöhnlich kein gestreckter, sondern zeigt geringe Biegungen, deren Sinn bei ein und demselben Faden ein- oder zweimal wechseln kann, so dass ein nach rechts gebogener Faden sich nach einer gewissen Strecke nach links wenden kann, um dann wieder unter Umständen nach rechts umzukehren. Auch schärfere Knickungen der Fäden kommen vor, sind aber seltener. Häufig gehen die Fäden an ihren Enden in perlschnurartig an einander gereihte kugelförmige Abschnitte über, die vielleicht als Abschnürungen von den Fäden angesehen werden dürfen. Einzelne im Fadengewirr vorhandene, isolirte Kugeln sind zum Theil vielleicht ebenfalls auf solche Abschnürungen zurückzuführen, manchmal mag aber hier Kugelgestalt durch die Querschnitte zur Schnitttrichtung senkrecht verlaufender Fäden bloß vorgetäuscht werden. Die Kleinheit dieser Objekte lässt eine scharfe Entscheidung in dieser Beziehung nicht zu.

Sehr auffallend muss es erscheinen, dass manche Fäden von der sonst geltenden Regel einer Abrundung an ihren Enden abweichen und unter Umständen sehr spitz ausgezogen sein können. Dieses Vorkommen mag sich auf Fäden beziehen, welche von dem Schnittmesser in schiefer Richtung getroffen wurden, es wäre aber auch dann eine

Abplattung der betreffenden Fäden oder eine Schrumpfung derselben während der Konservirung anzunehmen, um ihre Gestalt zu erklären. Derartige Abplattungen wurden an den meisten Fäden, deren Querschnitt kreisrund zu sein scheint, nicht wahrgenommen. Nur bei einigen wurde mir eine solche wahrscheinlich; doch war auch hier nicht sicher festzustellen, ob die scheinbare Abplattung nicht dadurch vorgetäuscht wurde, dass der Schnitt einen Streifen aus dem sonst cylindrischen Faden herausgeschnitten hatte. Besonders hingewiesen werde noch auf das platte Gebilde Taf. XXIII, Fig. 66 *b, b*, ihm ist eine der oben erwähnten Kugeln so dicht angelagert, dass beide eins zu bilden scheinen. Eine Erklärung dieses Vorkommens ist mir nicht möglich. Die Fäden nehmen nach Eosintinktion eine blass röthlich gelbe Färbung an. Sie sind nicht alle gleich breit, vielmehr schwankt ihr Breitenmesser zwischen 0,002235 und 0,002682 mm; ihre Länge wechselt zwischen 0,00745 und 0,0298 mm; die Kugeln haben einen Durchmesser, der den Breiten-schwankungen der Fäden entspricht.

Nach der eben gegebenen Schilderung der Fäden erscheint die Auslegung derselben als Pilze keineswegs als ganz gesichert. Was mich vor Allem dazu bestimmt, ihnen eine solche Auslegung zu Theil werden zu lassen, ist die Unordnung, welche sich im Innern solcher Kerne neben den Fäden findet. Man sieht hier Brocken und unentwirrbar zusammengebackene Massen, wie sie sonst in keinen Kernen vorkamen, neben noch unterscheidbaren Theilstücken von Lininfäden, mit noch zu erkennenden Chromatinkörnchen, und neben einzelnen noch kenntlichen Binnenkörpern. Hier und da scheinen sich sogar Spaltpilze mit dem fädigen Pilzwerk gemeinsam an die Zerstörungsarbeit gemacht zu haben, wenn dichte Ansammlungen von kleinen Stäbchen wirklich auf Bakterien zurückgeführt werden dürfen, und nicht als ausnahmsweise regelmäßige Bruchstücke zerfallener Lininfäden aufgefasst werden müssen. Von diesen Kernen sieht jeder anders aus, die auffallend große Regelmäßigkeit, mit der die übrigen Größenstadien der Kerne eine ganz bestimmte Struktur zur Schau brachten, ist hier nicht wieder zu finden; es herrscht vielmehr ein solches Durcheinander, dass Alles in Zerfall begriffen erscheint und — das einzig Wiederkehrende in mehreren solcher Kerne sind die Fäden — nur die Fäden selbst lebenskräftig erscheinen. Da ich die Fäden erst auf Schnitten erkannte, konnte eine Cellulose-Reaktion nicht mehr vorgenommen werden.

Zur Auslegung der Fäden als eingedrungene Pilze hat mich dann weiterhin das Vorkommen von zwei Kernen in ein und demselben Weichkörper geführt, ein Vorkommen, das also der sonst konstanten Einzahl des Kernes widerspricht. Der eine dieser Kerne ist nämlich

ganz mit den von mir als Pilzfäden ausgelegten Gebilden behaftet, während der andere seiner Struktur nach unverkennbar dem achten Stadium zugezählt werden müsste. Der von Pilzen befallene Kern (Taf. XXII, Fig. 47, II) liegt innerhalb einer Kernhöhle (*KH*), während der andere Kern der umgebenden Sarkode allenthalben glatt anliegt; das Präparat ist mit Hämatoxylin gefärbt. Beide Kerne liegen dicht an einander, sie berühren sich sogar in dem abgebildeten Schnitte.

Wie ich oben bereits hervorgehoben habe, ist das hier besprochene Exemplar unter annähernd 300 das einzige, das zwei Kerne enthält. Der Kern I hat einen Durchmesser von 0,1830 mm, der Kern II muss ursprünglich, der Kernhöhle nach zu urtheilen, einen Durchmesser von 0,1800 mm gehabt haben. Diese Größe widerspricht in beiden Kernen ihrem Ausbildungszustande, da ja sonst Kerne der Stufe VIII nie unter 0,2086 mm groß waren, und auch die von Pilzen befallenen Kerne nie hinter letztgenanntem Größenmaß zurückblieben, sondern im Gegentheil meist noch größer waren. Wenn man sich dagegen beide Kerne vereinigt denkt, so würde daraus ein Kern entstehen, dessen Durchmesser dem achten Stadium durchaus entsprechen würde. Es scheint sich also hier ein Kern des achten Stadiums in zwei Theile getrennt zu haben. Eine normale direkte oder gar eine indirekte Theilung als Ursache dieser Trennung anzunehmen, muss als unzulässig gelten, da beide Kerne in ihrem Bau so sehr von einander abweichen. Es dürfte vielmehr eine andere Deutung hier am Platze sein, die etwa folgendermaßen zu lauten hätte. In dem ursprünglich in der Einzahl vorhandenen Kerne ist an einer bestimmten Stelle der Pilz eingedrungen und hat daselbst den Kern zerstört; der noch nicht befallene Theil des Kernes hat sich dann von dem kranken losgetrennt. Ich habe bei langsamer Einwirkung von schädlichen Reagentien (schwache Säuren, Alkohol) auf lebende Difflugien öfters die zuerst von den Reagentien betroffenen Theile des Weichkörpers, den vorderen Sarkodetheil von dem hinteren abschnüren sehen, und würde für den besprochenen Kern einen ähnlichen Vorgang für möglich halten.

Immerhin ist auch das Vorkommen der beiden von einander so abweichend gestalteten Kerne für die Auslegung der Fäden als Pilze nicht absolut bindend; es könnte sich hier ja auch um Vereinigung zweier Kerne handeln, von denen der eine während eines Konjugationsaktes aus einem zweiten Thier erst in das vorliegende Exemplar hineingebracht wurde. Ich halte aber eine solche Auslegung für weit hypothetischer als die hier versuchte, da sich sonst wohl eine Beeinflussung der beiden an einander stoßenden Kerne in irgend einer Weise in der Struktur der Kerne kund geben müsste; beide liegen aber theilnahmslos neben ein-

ander. Das letzte Wort darf aber trotzdem für die behandelten Kernzustände nicht gesprochen werden.

Mit den Bacteroiden, welche BLOCHMANN¹ und KORSCHOLT² in den Geweben und Eiern verschiedener Insekten aufgefunden haben, sind die geschilderten Fäden wegen ihrer Gestalt nicht zu vergleichen. Eben so wenig wird man sie für verunstaltete Chromosomen halten dürfen, da ich bei zwei Foraminiferen (*Truncatulina lobatula* und *Pulvinulina Menardii*) Chromosomen ebenfalls in Alkohol erkennbar konservirt fand. Mir scheint demnach die versuchte Deutung immer als die wahrscheinlichste.

Die Unsicherheit, welche dem Mitgetheilten zufolge trotz alledem über den Zustand der eben erörterten Kernzustände herrschen bleiben muss, macht sich auch bei dem andersgestalteten Kerne breit, welchen ich ebenfalls als pathologisch verändert nur deshalb schildere, weil auch er sich nicht mit den für normal gehaltenen Befunden in Einklang bringen lässt.

Es wurde nur ein Kern in dem betreffenden Zustande gefunden; sein mittlerer Durchmesser betrug 0,214 mm, so dass auch er ursprünglich dem achten Stadium angehört haben dürfte.

Der Kern hat ziemlich pralle Umriss gewahrt, von der Kernmembran ist aber nichts mehr erhalten; vielmehr besteht der ganze Umfang des Kernes aus einzelnen unregelmäßig gestalteten Brocken, die zu einem wenig dichten Grenzwalde vereinigt erscheinen. Die Breite dieses Grenzwalles entspricht ungefähr der Breite des Saumes von stäbchenförmig plattgedrückten Binnenkörpern, welche auf dem achten Kernstadium häufig sind, bei Kernen anderer Stufen aber nie vorkamen. Man wird den bröckligen Grenzwall also aus dieser Schicht hervorgegangen ansehen dürfen.

Von dem Grenzwalde aus erstrecken sich weiterhin in centrifugaler Richtung sehr dünne im Mittel 0,01341 mm lange Fäden vom Kern aus in den Weichkörper hinein. Die Fäden zeigen nur ganz geringe Biegungen, sie lassen zum Theil eine Zusammensetzung aus kleinen Fadestückchen erkennen, während sie andertheils auch homogen erscheinen können; sie sind nur 0,00149 mm dick und erreichen hierdurch die Feinheit der Lininfäden. Eine große Ähnlichkeit mit der letzterwähnten Substanz kann ihnen auch sonst nicht abgesprochen werden; es unterscheiden sich beiderlei Gebilde, so weit ich beobachten konnte, bloß da-

¹ F. BLOCHMANN, Über das regelmäßige Vorkommen von bakterienähnlichen Gebilden in den Geweben und Eiern verschiedener Insekten. in: Zeitschr. f. Biologie (KÜHNE u. VOIT). Bd. XXIV. 1888.

² E. KORSCHOLT, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns. in: Zool. Jahrbücher (Abth. f. Anatomie und Ontogenie). Bd. IV. 1889.

durch, dass die den Grenzwall umragenden Fäden alle gleich lang oder wenigstens nahezu gleich lang sind, während die Lininfasern sichere Endstücke, wenn sie nicht gewaltsam zerrissen waren, überhaupt nicht erkennen ließen.

Reste von Lininfäden ließen sich im Inneren des Kernes hier und da, immer aber nur in äußerst geringer Zahl, auffinden; auch außerhalb des Kernlumens findet sich in meiner Schnittserie ganz vereinzelt ein aus dem Inneren des Kernes verschlagenes Stück des Liningerrüstes. Es ist mir kaum zweifelhaft, dass das letzterwähnte Vorkommnis erst nachträglich, durch den beim Auflegen des Deckgläschens ausgeübten Druck zu Stande gekommen ist. Der ganze Kern und sein zugehöriger Weichkörper waren nämlich in einem sonst nicht wiedergefundenen Grade brüchig resp. bröcklig. Jeder Druck auf das Deckglas bewirkte das Auftreiben einer Wolke zerbröckelter Kern- und Weichkörpermassen, welche sich über andere Theile des Präparates verbreiteten. Die Schnittserie wurde auf mehrere Objektträger vertheilt, so dass ich über die letzterwähnte Thatsache eingehendere Versuche anstellen konnte, ohne die primären Befunde, welche auf den anderen Objektträgern geborgen waren, durch diese Versuche zu verunstalten. Obgleich die Schnitte mit einer Gelatinelösung festgeheftet waren, trat also beim Rütteln am Deckgläschen jedes Mal die besagte Wolke zerbröckelter Substanzen auf; die anderen Weichkörper, welche mit dem ev. pathologischen Weichkörper zusammengeschnitten und auch sonst auf ganz genau dieselben Weisen behandelt worden waren und deren Festheftung ebenfalls mit derselben Gelatine und zwar auf demselben Objektträger stattgefunden hatte, hielten bei demselben Rütteln des Deckgläschens absolut Stand, und ließen sich keinerlei Substanzmassen durch diese Operation entreißen. Es ist hiernach zweifellos, dass der pathologisch veränderte Weichkörper nicht nur bröcklicher war, sondern dass er auch auf der Gelatine viel schlechter festhaftete als alle anderen Schnitte normaler Weichkörper. Es mag dies von chemischen Umänderungen herrühren, die im Weichkörper Platz gegriffen haben und auf Einwirkung der Pilze zurückzuführen sein dürften. Vielleicht ist eine fettige Degeneration an diesem sehr auffallenden Verhalten des gesammten Weichkörpers Schuld.

Außer den erwähnten, sehr spärlichen Resten von Lininfäden finden sich im Inneren des Kernes, im Centrum am dichtesten zusammengeschart, aber sonst durchwegs in regelloser Anordnung, Massen blass röthlich gefärbter Körperchen. Ihre Umriss sind viel regelloser als diejenigen der Binnenkörper, welche bekanntlich vom vierten Kernstadium ab kaum mehr irgend erkennbare Abweichungen von der Kugelgestalt

aufweisen, und doch müssen sie wohl ohne Bedenken auf letztere zurückgeführt werden. Eine andere Herleitung dieser Körperchen, die sich gegen die Einwirkung des Eosins ganz wie Binnenkörper (blassrothe Färbung) verhalten, vermag ich nicht beizubringen. Ihr mittlerer Durchmesser stimmt denn auch nahezu mit dem der Binnenkörper überein, doch ließ sich bei vielen eine Vergrößerung ihres Durchmessers auf 0,003429 mm nicht verkennen; es dürfte bei solchen eine nachträgliche Quellung unter dem Einfluss schädlich wirkender Substanzen eingetreten sein.

Der Weichkörper des geschilderten Exemplars enthielt keinerlei Schlickballen oder andere Nahrungsreste mehr; er war aus verschieden-gestalteten Brocken von sehr ungleicher Größe zusammengesetzt, die ohne Ausnahme im Eosin dieselbe Farbennuance angenommen hatten, wie die Trümmer der Binnenkörper. Stückchen von 0,003429 mm Durchmesser, also eben so groß wie viele der im Inneren des Kernes gelegenen Binnenkörperreste, hielten überdies auch im Weichkörper das Übergewicht gegen größere und kleinere. Größere Brocken erwiesen sich meist aus kleineren zusammengesetzt.

Deutung. Der gegebenen Schilderung zufolge könnte man den betreffenden Kern als auf einem zehnten Stadium stehend ansehen, auf einem Stadium nämlich, das sich vielleicht ohne allzugroßen Zwang auf jene Zustände der neunten Stufe zurückführen ließe, in welchen, wie ich sagte, die Lininfäden aus dem Kern heraus in den Weichkörper vorzudringen scheinen. Es wäre dann die erste Annahme erforderlich, dass der Austritt der Lininfäden im ganzen Umfange der Kernperipherie eingetreten sei, eine Annahme, die an sich nicht unwahrscheinlich ist, da sich im Gegentheil eine einseitige Bevorzugung von einzelnen Stellen bei dem Austreten der Lininfäden nicht ohne Weiteres erklären ließe.

Es müsste zu dieser ersten Annahme aber dann noch eine zweite hinzugefügt werden, die weit unverständlicher sein würde; die Lininfäden müssten sich nämlich in sehr viele, annähernd gleich große Stücke getheilt haben, und müssten selbstthätig aus dem Kerncentrum, wo sich ja kaum noch irgend welche Spur von Lininsubstanz befindet, nach der Kernperipherie hingewandert sein. Mit einem einfachen Auswachsen der vorhanden gewesenen Fäden ließe sich das Zustandekommen der vorliegenden Lageverhältnisse nicht erklären; es würde somit für die Lininfäden eine eigene Vitalität gefordert, die sich in der Theilungs- und in der Bewegungsfähigkeit der Lininfäden äußern würde.

Mir scheint es außerdem, als ob die Zahl der radiär gerichteten Fadenstücke in dem besprochenen Exemplar weit geringer sei, als sie erwartet werden müsste, wenn wirklich die auf Stadium IX existiren-

den Lininfäden in jene die Kernperipherie umragenden Fadenstücke zerfallen wären; doch kann das letztere Bedenken durch eine Schätzungstäuschung verursacht sein, die um so eher begreiflich wäre, als ja die Raumverhältnisse mit ihrer Entfernung vom Kerncentrum in der dritten Potenz der Radien anwachsen und ich in diesem geometrischen Verhältnis nicht abzuschätzen gewohnt bin.

Eine Erklärung, die weniger Annahmen nöthig machen würde, wäre diejenige, die Fäden als Pilze anzusehen, die sich ausschließlich in der peripher zusammengedrängten Binnenkörperschicht, wie sie auf dem achten Kernstadium häufig vorkommt, festsetzen und von da aus in den übrigen Weichkörper unserer Rhizopode vordringen. Es wäre hierbei nicht zu verwundern, wenn auch die inneren Kernregionen einer Zerstörung anheimfielen, wenn auch in ihnen selbst die Pilzfäden nicht vorkommen. Die Zerstörung der Randschicht und der Kernmembran verändert die Lebensbedingungen der übrigen Kernbestandtheile vielleicht derart, dass auch sie nicht im Stande sind, sich den störenden Einflüssen der Pilze gegenüber lebensfähig zu erhalten.

Zu Gunsten der letzt versuchten Erklärung des geschilderten Kernzustandes als das Produkt einer Pilzeinwirkung darf vielleicht fürderhin die Anwesenheit der Randschicht angeführt werden. Es ist jedenfalls auffallend, dass sich diese Randschicht auch bei allen Kernen vorfand, welche die zuerst geschilderten, ebenfalls als Pilzfäden gedeuteten, mehr wurstförmigen Gebilde enthielten. Beide Vorkommnisse ließen sich mit einiger Glaublichkeit dahin deuten, dass gerade die an der Kernperipherie zu einem dichten Wandbelag zusammengepressten Binnenkörper in besonders hervorragendem Maße einen günstigen Nährboden für Pilzentwicklung darböten.

9. Defäkationszustände des Weichkörpers.

Die Schlickmassen, welche nach meinen früheren Mittheilungen das zwischen dem Sarkodebalkenwerk offen bleibende Lückensystem des Weichkörpers auszufüllen pflegen, sind nicht in jedem Weichkörper in gleicher Menge vertheilt. Manchmal dringen die Schlickmassen bis zum Centrum des Weichkörpers hin vor (Taf. XXIV, Fig. 77); es geschieht dies allerdings in dem, in der Figur zum Ausdruck gebrachten, Grade nur ausnahmsweise; manchmal sind sie ganz auf die peripherischen Theile des Weichkörpers beschränkt, und in wieder anderen Fällen sind alle Schlickmassen zu einem gemeinsamen Haufen zusammengedrängt, der sich mehr oder weniger scharf von der Körpersarkode absetzt. Die Fälle einer abweichenden Vertheilung sind aber auch hiermit noch keineswegs erschöpft, es giebt Weichkörper, die in

ihren äußeren Partien nur noch ganz vereinzelt Reste von Schlickstoffen enthalten, während ihre centralen Theile aus reiner Sarkode bestehen, und schließlich giebt es abermals Weichkörper, in deren protoplasmatischem Balkenwerk auch nicht die Spur von Schlickmassen mehr enthalten ist. All diese Zustände lassen sich durch Übergänge zu einer zusammenhängenden Reihe mit einander verbinden, welche ich als den Ausdruck eines Entleerungs- oder Defäkationsvorganges der Sarkode ansehen muss.

Von besonderem Interesse muss dieser Vorgang deshalb erscheinen, weil diejenigen Weichkörper, die einen weit entwickelten Kern — z. B. Kerne des achten und neunten Stadiums — besitzen, ihre Sarkode ganz oder doch bis auf kaum merkbare Spuren von Schlickmassen befreit haben. Man darf deshalb wohl annehmen, dass diese immer wiederkehrende Erscheinung in irgend welche Beziehung zu den weiteren Schicksalen des Sarkodeleibes gesetzt werden muss.

Doch konstruieren wir uns vorläufig den Defäkationsvorgang aus den vorliegenden Stadien und verschieben wir die Besprechung seines Zweckes auf das nächste Kapitel.

Eine einseitige Anhäufung der Schlickmassen tritt erst in Weichkörpern auf, deren Kern das sechste Stadium erreicht hat; sie ist hier aber in der Regel nicht sehr merklich. Um sie zu erkennen, wendet man am besten eine schwache Vergrößerung an, man sieht dann an der Stelle des Weichkörpers, wo sich die graugefärbten Pseudopodienmassen mit der übrigen Körpersarkode vereinigen, oder gelegentlich auch an einer anderen beliebigen Stelle des Schnittes, dass die durch Methylgrün-Eosin grün gefärbten Schlickmassen hier viel näher zusammengetreten sind als anderwärts (Taf. XXIV, Fig. 90 Zs). Bei diesem Zusammentreten scheinen diejenigen Schlickmassen, welche vorher isolirt neben einander lagen, zu ganz denselben mehr oder weniger kugeligen oder rotationsellipsoïden Körpern zusammenzusintern, wie sie auch sonst in kleinerer oder größerer Zahl in den meisten Weichkörpern vorkommen.

Auffallend muss es erscheinen, dass in dem einen Weichkörper meist nur große, in dem anderen dagegen meist nur kleine Schlickkugeln erzeugt werden. Dass es sich hier nicht um principiell verschiedene Gebilde handelt, wird dadurch bewiesen, dass gelegentlich auch große und kleine Schlickkugeln im selben Weichkörper neben einander vorkommen und hier ganz auf dieselbe Weise zusammengeschart werden, ohne dass ein Unterschied zwischen großen und kleinen Kugeln gemacht wird.

Bei der Größe der Schlickkugeln mag die jeweilige Beschaffenheit der gerade aufgenommenen Schlickpartien einen be-

stimmen den Einfluss ausüben, je zäher der aufgenommene Schlick war, desto größer werden meiner Ansicht nach die einzelnen Schlickkugeln ausfallen. Da wo sich nur kleine Schlickkugeln innerhalb eines Fäkalballens finden, da mag das Thier vordem nur wenig zähen Schlick aufgenommen haben. Es ist kein Zweifel, dass die mikroskopischen Schlickproben ein und desselben Fundortes eine sehr verschiedene Dichte resp. Zähigkeit aufweisen; man kann das leicht feststellen, wenn man eine größere Schlickprobe unter einem Deckgläschen einem langsam gesteigerten Drucke aussetzt; es treten dabei immer einige Schlickpartikelchen viel schneller aus einander als andere.

Bei den Weichkörpern mit den folgenden Kernstadien (VII. bis IX. Stadium) macht sich nunmehr ein doppeltes Verhalten geltend; die Anfangs nur gering hervortretende Anhäufung wird entweder immer merklicher, oder sie nimmt immer mehr ab, ohne dass die verschwundenen Schlickmassen sich des Weiteren im Weichkörper auffinden lassen. Es treten hier Unterschiede in dem Defäkationsvorgange zu Tage, welche ich in der Scheidung eines allmählichen Defäkationsvorganges von einem rapiden Defäkationsvorgang zum Ausdruck bringen möchte. Der Unterschied zwischen beiden liegt im Worte; während bei dem allmählichen Defäkationsvorgange die Schlickmassen scheinbar nach einander ausgestoßen werden, — so dass eine besonders augenfällige Zusammenscharung von Schlickkugeln nach ihrer wenig merklichen Ansammlung auf dem sechsten Kernstadium nicht mehr stattfindet, der Defäkationsvorgang vielmehr nur an der stets abnehmenden Menge der Schlickmassen kenntlich ist — sammeln sich bei dem rapiden Defäkationsvorgange alle Schlickmassen des Weichkörpers an einer Stelle und verbleiben hier bis sie von dem Weichkörper alle auf einmal ausgestoßen werden.

Den Verlauf der Zusammenscharung der Schlickmassen wird man sich bei dem rapiden Defäkationsvorgange in der Weise vorzustellen haben, dass die Sarkodestränge, welche anfänglich noch die immer näher zusammenrückenden Schlickmassen von einander trennen, allmählich mehr und mehr aus der Konglomeration herausgezogen werden. Bei diesem Herausziehen der Sarkodestränge bleiben augenscheinlich gelegentlich kleine Partien der Sarkode innerhalb der Anhäufung zurück; ich habe nämlich manchmal in offenbar frisch ausgestoßenen Schlickmassen, in den später zu besprechenden Fäkalballen, noch Sarkodereste vorgefunden, welche sich durch ihre, im Methylgrün-Eosinmisch angekommene rothe Färbung verriethen. Die Selbständigkeit der einzelnen Sarkodepartien im Weichkörper der *Saccamina* ist so groß, dass die außerhalb der Schlickanhäufung befindlichen

Sarkodetheile immer neue Schlickmassen zu den bereits zusammengedrängten hinzubringen, unbekümmert, ob sie dadurch Sarkodestränge, die noch weiter in das Innere der Zusammenhäufung hineinragen, von der übrigen Sarkode abdrängen oder nicht. Ein kleiner Verlust an Sarkode fällt eben bei der geringen Differenzirung derselben nicht schwer ins Gewicht.

Wie hervorgehoben, findet die erste Ansammlung der Schlickmassen in der Regel an der Stelle des Ursprungs der Pseudopodien statt, ja ich habe geradezu den Eindruck gewonnen, als ob die Masse der Pseudopodienkörperchen mit den Schlickmassen zusammengebacken würden. Es findet sich nämlich zwischen den Zusammenhäufungen des Schlickes immer, wenn auch in den einzelnen Fällen in sehr verschiedener Massigkeit auftretend, eine im Methylgrün-Eosin-gemisch ungefärbte, mehr oder weniger grau oder graubraun gebliebene sehr dichte Masse, welche dem Schlick nicht zugerechnet werden darf, weil freier Schlick nach meinen Erfahrungen solche gegen den genannten Farbstoff resistente Substanzen nicht enthält. Man wird den Hauptbestandtheil dieser grauen Masse, wie angedeutet, wegen der Übereinstimmung seiner Farbe und wegen der Örtlichkeit, an der er sich befindet, den Pseudopodienkörperchen zuschreiben dürfen, obgleich die Dichtigkeit der Masse eine Unterscheidung in einzelne Körperchen von der geringen Größe, wie sie die Pseudopodienkörperchen kennzeichnen, nicht zulässt. Dagegen lassen sich in derselben grauen Masse viel deutlicher sehr zahlreiche olivenfarbene, grünbläuliche oder auch stahlgraue rundliche Körperchen von ca. 0,001937 mm Durchmesser (im Mittel) erkennen, welche ohne Zweifel mit den von mir als Exkretkörnchen innerhalb der Leibessarkode beschriebenen Körperchen identisch sind. Wir sind hiernach zu der Annahme berechtigt, bzw. gezwungen, dass sich beim rapiden Defäkationsvorgange eine große Zahl von Exkretkörnchen und jedenfalls auch die Pseudopodienkörperchen gemeinsam mit den Schlickmassen zusammenlagern, um mit diesen ihr Schicksal zu theilen, d. h. ganz aus dem Weichkörper entfernt zu werden (Taf. XXIV, Fig. 91 Zs).

Der rapide Defäkationsvorgang scheint keinen normalen Lebensvorgang darzustellen; bei Weichkörpern nämlich, die eine augenfällige Zusammenscharung von Schlickmassen noch zu der Zeit erkennen lassen, wenn ihr Kern schon die Größenstufe des sechsten und siebenten Stadiums überschritten hat, finden sich regelmäßig jene Fäden innerhalb des Kernes, die ich früher als wahrscheinliche Pilzfäden geschildert habe. Wenn also wirklich jene Kerne, wie ich annehmen muss, durch Pilzwirkung pathologisch verändert sind, dann ist auch der

rapide Defäkationsvorgang ein pathologischer Vorgang. Man wird ihn mit ähnlichen Vorgängen in absterbenden Weichkörpern von Süßwasserthalamophoren vergleichen dürfen, wo sich auch sehr häufig die Ingesta zu einem Haufen zusammenlagern, der später, nachdem der Weichkörper verfault ist, allein im Gehäuse zurückbleibt¹. Doch sind die letztgenannten Rückstände der Süßwasserdifflogien dadurch von den ähnlichen Bildungen der *Saccamina* unterschieden, dass sie lose neben einander im Gehäuse liegen, während bei *Saccamina* die später in leeren, ausgestorbenen Gehäusen zurückbleibenden Schlickmassen von einer gemeinsamen im Methylgrün-Eosingemisch sich in der Regel blaufärbenden, glashellen Hülle umgeben sind und außerdem noch eine andere Besonderheit zeigen, auf die im Abschnitte »Fäkalballen« noch näher eingegangen werden wird.

Die Gegenwart der glashellen Hülle, die sich durch ihre Färbungseigenthümlichkeit im Methylgrün-Eosingemisch als ein Derivat der Hüllschicht kund giebt, verschafft uns einen brauchbaren Hinweis über den weiteren Verlauf des rapiden Defäkationsvorganges, von dem mir leider die letzten Stadien in meinem Materiale fehlen. Man wird sich vorzustellen haben, dass die im Weichkörper angesammelten Schlickmassen in corpore durch die Hüllschicht hindurchgeschoben und dabei von einem Theil der Hüllmasse mantelartig umkleidet werden. Es wird auf diese Weise ein aus einzelnen Schlickkugeln zusammengesetzter, von einer gemeinsamen Hüllhaut eingeschlossener »Fäkalballen«, und andererseits ein von allen Schlickmassen befreiter Sarkodekörper erreicht, der nach meinen Erfahrungen allerdings immer dem Zerfalle anheimgegeben schien².

Da die Fäkalballen auch bei anderen Foraminiferen vorkommen, und dort auch von anderen Beobachtern aufgefunden worden sind, ohne dass sie bis jetzt eine richtige Deutung erfahren haben, so werde ich ihnen späterhin noch eine weitere Besprechung zu Theil werden lassen.

Dem eben geschilderten rapiden Defäkationsvorgange, den man nach unseren Auseinandersetzungen auch den pathologischen Defäkationsvorgang nennen könnte, steht der allmähliche Defäkationsvorgang gegenüber, der bekanntlich nach einer ersten kaum auffallenden Anhäufung von Schlickmassen sich durch eine stete Abnahme derselben auszeichnet. Der langsame Defäkationsvorgang scheint ohne schädliche

¹ cf. RHUMBLER, Eine Doppelfärbung etc. Zool. Anz. Nr. 412.

² Wenn die nach der Verwesung des Weichkörpers von Süßwasserthalamophoren im leeren Gehäuse zusammengeballten Ingesta nicht von einer gemeinsamen Hülle umschlossen werden, so ist dies einfach die Folge davon, dass die Süßwasserthalamophoren keine Hüllschicht besitzen (cf. p. 485).

gewaltsame Einflüsse zu Stande zu kommen, so dass er auch als der normale Defäkationsvorgang bezeichnet werden könnte.

Die allmähliche Defäkation giebt sich an den Weichkörpern dadurch kund, dass man auf älteren Stadien derselben, die kenntlich sind durch ältere Kernstadien, immer weniger Schlickmassen antrifft, ohne dass dabei eine weitere besondere Konzentrirung der Schlickmassen an einem Punkte stattfindet. Meistens findet man im Innenraum der Gehäuse in solchen Fällen neben dem an Schlickmassen immer ärmer werdenden Weichkörper mehr oder weniger zahlreiche Schlickkugeln, welche ohne Zweifel als von dem Weichkörper ausgeworfene angesehen werden dürfen. Solche vereinzelt aus dem Weichkörper ausgestoßene Schlickkugeln haften in der Regel der Wandung des Gehäuses so fest an, dass die Vermuthung nahe liegt, sie hätten beim Verlassen des Weichkörpers die Hüllschicht durchwandert und von dieser Substanz zum Anhaften an die Gehäusewand mit bekommen. Wir haben ja gesehen, dass die Hüllschichtsubstanz erstarret, wenn sie dem direkten Einflusse der Körpersarkode entzogen wird (p. 481). A priori wäre ein Weg der Schlickkugeln durch die Trichteröffnung wahrscheinlicher und einfacher gewesen. Dieser Weg wird jedenfalls auch in all denjenigen Fällen eingeschlagen, wo die ausgestoßenen Schlickkugeln sich nicht mehr innerhalb des Gehäuseraumes auffinden lassen; sie sind in solchen Fällen jedenfalls durch den Pylontubus direkt nach außen geworfen worden.

Das Festkleben der Schlickkugeln scheint übrigens häufiger stattzufinden als die direkte Beförderung nach außen. Bei großer Regelmäßigkeit ihrer Kugel oder Ellipsoidform können die Schlickkugeln, wie neben dem Weichkörper im Gehäuse wohnende lebende Gebilde, etwa wie eine Kolonie einzelliger Algen oder gar wie Schwärmerhaufen aussehen. Eine Färbung mit Methylgrün-Eosin bringt indessen ihre wahre Natur an den Tag; sie färben sich in dieser Mischung eben so grell grün wie alle anderen Schlickmassen (Taf. XXIV, Fig. 88). Eine weitere Prüfung mit Reagentien erweist sie fernerhin eben so widerstandsfähig gegen Säuren und Alkalien wie die Schlickmassen. Wer nach den Fortpflanzungsvorgängen der Foraminiferen sucht, darf sich bei solchen Gebilden nicht aufhalten, es sind eben so gut Schlickkugeln wie die Fäkalballen aus solchen bestehen.

In Weichkörpern, welche normal ausgebildete Kerne des neunten Stadiums enthalten, findet man höchstens nur hier und da noch ganz spärliche Reste von Schlicksubstanzen in den peripherischen Theilen des Sarkodeleibes. Die Schnitte solcher Weichkörper fallen nach Färbung mit Methylgrün-Eosin durch ihre überwiegend rothe Färbung schon dem

unbewaffneten Auge vor allen jüngeren Weichkörpern auf, die durch ihre Beimengungen von grün gefärbten Schlickmassen mehr blau gefärbt oder violett erscheinen; das Grün der Schlickmassen und das Roth der Sarkode scheidet sich natürlich erst unter dem Mikroskope, dem unbewaffneten Auge mischen sich die Farben zu blau oder violett. In solchen Weichkörpern oder auch in Weichkörpern, die überhaupt keine Fremdsubstanzen mehr enthalten, macht sich nun bei dem allmählichen Defäkationsvorgange eine weitere Erscheinung breit, die mir volle Beachtung zu verdienen scheint. Es tritt nämlich im ausgiebigsten Maße eine Abscheidung von jenen Körnchen auf, die ich als Exkretkörnchen im Sinne BÜRSCHLI's gedeutet habe. Die Abscheidung dieser Körnchen findet in größeren Häufchen statt, die fast ausnahmslos einer größeren Sarkodevacuole oder aber der Wandung eines Lückenkanales des Sarkodebalkenwerkes dicht angelagert sind (Taf. XXIV, Fig. 89). Das Auftreten der Exkretkörnchenhaufen scheint an keine bestimmte Stelle des Weichkörpers gebunden, doch sah ich sie einmal, in auffallend regelmäßiger Gruppierung um den Kern herum angeordnet; und zwar in so unmittelbarer Nähe des Kernes, dass ich erst in Zweifel war, ob hier nicht etwa aus dem Kern ausgestoßene Binnenkörperreste vorlägen. Eine Messung ergab aber, dass die außerhalb des Kernes gelegenen Körperchen ohne Ausnahme größer waren als die im Kern befindlichen Binnenkörper (erstere 0,002384—0,002533 mm, letztere 0,001639—0,001748 mm). Ihre Größe stimmte dagegen mit der der Exkretkörnchen vollkommen überein. Das betreffende Präparat war mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt worden. Die Binnenkörper im Kern hatten dabei eine bläuliche Färbung angenommen, so dass sie der Farbe nach von den Exkretkörnchen schlecht zu unterscheiden waren (Taf. XXIV, Fig. 85; *Bk*, Binnenkörper; *Ex*, Exkretkörnchen).

Es ist fernerhin kein Zweifel, dass die Exkretkörnchen eben so wie die einzelnen Schlickkugeln im weiteren Verlaufe des allmählichen Defäkationsvorganges aus dem Weichkörper fortgeschafft werden. Man trifft nämlich hier und da auf solche Weichkörper, die weder Schlickkugeln noch Exkretkörnchen mehr enthalten, und welche sich hierdurch im Verein mit einem hochentwickelten Kerne als ein Folgestadium der seither geschilderten Stadien dokumentiren.

Die Aufeinanderfolge der verschiedenen Zustände des Weichkörpers ist demnach bei dem langsamen Defäkationsvorgange folgende: 1) Weichkörper mit einer kaum merklichen Zusammenhäufung von Schlickmassen; 2) Weichkörper mit wenig Schlickeinlagerungen und Ansammlung von Exkretkörnchenhaufen; 3) Weichkörper ohne Schlickanhäufungen aber mit vermehrter Anhäufung von Exkretkörnchenhaufen;

- 4) Weichkörper mit nur noch ganz wenig Exkretkörnchenhaufen;
- 5) Weichkörper ohne jegliche Einlagerung.

Das letzte Stadium zeichnet sich noch durch besondere Festigkeit der Sarkode aus. Das Messer des Mikrotoms geht nur selten ungehindert durch solche Weichkörper hindurch; meist zerreißt es den Schnitt in einzelne parallele Streifen, die der Einspannungsrichtung des Messers gleichgerichtet ist; es entstehen mit anderen Worten Schnittzustände, wie sie beim Schneiden von harten Massen, wie etwa Dottermassen oder dergleichen, auftreten, bei denen das Messer vibrierend, ruckweise, die ihm entgegenstehende Masse zu bezwingen pflegt. Die Fäkalballen lassen sich im Allgemeinen noch besser schneiden als solche fest gewordene Weichkörper. Es gelang mir nur mit äußerster Mühe von solchen Weichkörpern Quetschpräparate herzustellen; bei Druckversuchen auf das Deckgläschen sprangen sie wie ein fester Gallertkörper, dem Drucke ausweichend, hin und her.

Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass diese so sehr auffallende Verfestigung des Weichkörpers durch eine Kondensation desselben, d. h. durch eine erhebliche Flüssigkeitsabgabe, wie wir sie bei der Bildung von doppelwandigen Cysten bei anderen Protozoen sehr häufig eintreten sehen, bewirkt worden ist. Und zwar komme ich auf diese Vermuthung, weil auch das Ausstoßen der Ingesta sowohl als die Abscheidung und das Auswerfen der Exkretkörnchen bei beiderlei Vorgängen, bei der Bildung von doppelwandigen Cysten und der allmählichen Defäkation von Saccamina angetroffen werden, und somit auch eine dritte Übereinstimmung nicht überraschen kann, falls sie, wie bei der Verfestigung der Saccaminasarkode, wirklich vorgefundene Stadien genügend zu erklären vermag.

Der Sarkodekörper an sich nimmt natürlich durch den Verlust der Ingesta, sowohl während des rapiden als während allmählichen Defäkationsvorganges, sehr beträchtlich an Umfang ab; so werden die oben angegebenen Schwankungen der Massenverhältnisse zwischen Kern und Weichkörper ($\frac{1}{768}$ bis $\frac{1}{22}$) verständlich — am Anfang der Reihe ein kleiner Kern und ein von Schlickmassen bedeutend aufgetriebener Weichkörper; am Ende der Reihe ein sehr großer Kern und ein durch Ausstoßen der Schlickmasse und wohl auch durch nachträgliche Flüssigkeitsabgabe an Masse sehr reducirter Weichkörper. Die Weichkörper, die den Defäkationsprocess hinter sich haben, lassen sich meist schon innerhalb der Gehäuse dadurch erkennen, dass sie dieses nur noch zur Hälfte ausfüllen (cf. p. 474). Mit dem Kleinerwerden des Weichkörpers hängt jedenfalls auch die Verdickung der Hüllschicht zusammen, die bei geläuterten Weichkörpern manchmal eine ziemlich gleichmäßige Dicke von 0,00547 mm

annimmt (Taf. XXIV, Fig. 92); — dieselbe Menge von Hüllmasse muss natürlich einen kleineren Körper in breiterer Lage umfließen als einen größeren.

Während des allmählichen Defäkationsvorganges bleiben die Pseudopodienmassen erhalten; auch konnte ich öfter einen wohl ausgebildeten Hüllschichttrichter konstatiren; beides wurde dagegen bei späteren Stadien des rapiden Defäkationsvorganges vermisst.

10. Die Frage nach der Fortpflanzung der Saccamina.

Es wurde oben bereits einmal in einer Fußnote die Fortpflanzungsfrage gestreift; doch geschah dies dort (p. 474) nur unter Berücksichtigung des Gehäusebaues; ich halte es deshalb für angebracht, die Frage noch einmal aufzuwerfen, nachdem wir in vieler Hinsicht Aufklärungen über Kern und Weichkörper erhalten haben.

Unbedingte Hinweise auf Fortpflanzungserscheinungen sind in den vorgeführten Verhältnissen nirgends enthalten, da sich nirgends eine Theilung des Kernes, sei es in zwei oder in mehrere Theilkerne, feststellen ließ. Trotzdem glaube ich, dass die Reihe der Kernstadien, wie sie p. 546 ff. dargestellt wurde, den direkten Kurs vorstellt, in welchem die jugendlichen Kerne auf ihre Fortpflanzungsreife zusteuern.

Der jugendliche mit wenigen, ziemlich großen Binnenkörpern (Nucleolen anderer Autoren) erfüllte Kern vergrößert sein Volumen und vermehrt die Zahl seiner Binnenkörper. Nachdem der Kern eine gewisse Größe erreicht hat, nimmt die Zahl der Binnenkörper wieder ab; an ihre Stelle treten im weiteren Verlaufe des Kernwachstums kleinste Chromatinkörnchen, welche schließlich in ein immer feiner werdendes Liningerüst eingelagert werden. Bei diesen Veränderungen zeigen sich und verschwinden wieder die Membrankegel, die jedenfalls als die früheste Modifikation des Chromatins angesehen werden müssen. Die nachfolgenden Veränderungen des Kernes laufen alle dahin hinaus, dass die Vertheilung des Chromatins auf den Lininfäden eine immer gleichmäßigere und dichtere wird, während in gleicher Weise die Binnenkörper allmählich ganz schwinden oder doch nur in außerordentlich geringer Zahl erhalten bleiben. In letzter Instanz wird dann die Kernmembran undeutlich und durch sie hindurch scheint dann das Liningerüst mit seinen Chromatinkörnchen direkt in das Maschenwerk der umgebenden Sarkode auszulaufen, der Sarkode, die ebenfalls ihr Aussehen im Laufe der Kernentwicklung in sehr bestimmter Weise geändert hat. Die Ingesta sind nämlich aus dem Weichkörper ausgestoßen worden und außerdem sind Exkretkörnchen in dem Weichkörper in großer Zahl aufgetreten, um gleichfalls ihren Weg nach außen zu nehmen¹.

¹ Es giebt sich in den letztgenannten Vorgängen eine außerordentliche Über-

Gerade die letzte Thatsache, die Befreiung des Weichkörpers von allen erschwerenden Beigaben, scheint mir mit großer Energie dafür zu sprechen, dass der Weichkörper seiner Fortpflanzungsepoche entgegengeht.

So viel wir bis jetzt von der Fortpflanzungsweise der marinen Thalamophoren wissen, treten innerhalb der Mutterthiere eine große Zahl viel kleinerer jugendlicher Thiere auf. Nur die Art, wie diese kleinen Thiere aus dem Mutterthier entstehen, ist bis jetzt beharrlich im Dunkeln geblieben. Da nun die jugendlichen Thiere bei Erlangung ihrer Selbständigkeit mit einem Kern versehen sein müssen, so muss schon vor dem Auftreten der Brut eine Kernvermehrung im Mutterthiere stattgefunden haben. Man mag nun diese Kernvermehrung als das Produkt einer fortgesetzten Zweitheilung des Kernes ansehen, oder sich wie bei den Radiolarien, die Entstehung der Kerne viel plötzlich und weniger umständlich vorstellen, eins scheint mir sicher, dass eine ausgiebige, gesetzmäßige Vermehrung der Kerne bei der Größe des ursprünglichen Mutterkernes so lange auf unüberwindbare Hindernisse stoßen müsste, als noch der Weichkörper in dem Grade mit Fremdstoffen erfüllt ist, wie bei den ganz mit Schlickmassen durchsetzten Weichkörpern jugendlicher Saccamminen. In der geläuterten Sarkode der letzten Stadien ist dagegen jeder Vermehrungsweise des Kernes freie Bahn geschaffen.

Es spricht aber noch ein anderer Grund dafür, dass der Defäkationsvorgang und die Ausstoßung der Exkretkörnchen ein Vorspiel der Fortpflanzung bedeuten. Es wäre meiner Ansicht nach gar nicht zu begreifen, wovon die Saccamina nach Ausstoßung ihrer Fäkalmassen leben sollte; es werden ja niemals wieder neue Schlickmassen aufgenommen, sonst hätten sich ja in den Weichkörpern des neunten und zehnten Kernstadiums neue Schlickmassen ansammeln müssen oder man müsste annehmen, dass bei erneuter Schlickaufnahme der Kern jedes Mal auf ein früheres Stadium zurücksinkt, so dass die höheren Kernstadien in schlickhaltigen Weichkörpern niemals gefunden werden. Ich brauche einer derart gezwungenen, unnatürlichen Auffassung wohl kaum entgegenzutreten, jedenfalls ist es weit wahrscheinlicher, dass die geläuterten Weichkörper des neunten und zehnten Kernstadiums

einstimmung mit dem Verhalten kund, wie es von den Infusorien vor der Encystierung in doppelwandigen Cysten durch andere Forscher und mich bekannt geworden ist; zuerst Ausstoßung der Ingesta, hierauf Auftreten und Ausgestoßenwerden von zahlreichen Exkretkörnchen. Es mag hier genügen, auf diese Übereinstimmung hingewiesen zu haben. Da das weitere Schicksal des Saccaminakörpers noch unbekannt ist, wäre es verfrüht, diese Übereinstimmung weiter ausbeuten zu wollen.

ihr normales Weiterleben (Nahrungsaufnahme, Verdauung und Defäkation) aufgegeben haben, um sich ganz der Erzeugung der jungen Brut anheimzugeben.

Noch ein Wort über die wahrscheinliche Kernvermehrungsweise innerhalb der geläuterten Sarkode. Ich glaube nicht, dass sie bei *Saccamina* durch eine fortgesetzte Zweitheilung des Kernes bewirkt wird. Die Entwicklung der Kerne hat mit einer solchen Konsequenz auf eine möglichst feine und regelmäßige Vertheilung des Chromatins hingearbeitet, und diese Vertheilung ist erst in so spätem Alter erreicht worden, dass ich die feine Vertheilung des Chromatins für den Endzweck aller Kernumwandlungen ansehen muss, nicht aber anzunehmen im Stande bin, das Chromatin könnte späterhin wieder zu einzelnen Chromosomen zusammentreten. Außerdem aber machen es mir diejenigen Kernzustände des neunten Stadiums, bei denen die Kernmembran zerfallen erscheint und sogar, wie bei einem Exemplar beobachtet werden konnte, Lininfäden mit Chromatinkörnchen in den Weichkörper hineinlaufen (Taf. XXIII, Fig. 67), äußerst wahrscheinlich, dass hier eine Kernvermehrung in der Weise stattfindet, wie sie BRANDT¹ für die Radiolarie *Thalassicolla nucleata* und *Thalassicolla* n. sp. mitgeteilt hat: Ein Zerfallen der Kernmembran und eine hierauf folgende Zerstreuung der Chromatinpartikelchen innerhalb der Körpersarkode. Ein ähnliches Verhalten des Kernes ist überdies in neuerer Zeit von MINGAZZINI² vor der Sporulation von *Benedenia octopiana* Aimé Schneider beobachtet worden; auch KOROTNEFF³ giebt einen ähnlichen Zustand des Kernes bei Entstehung der Larven seines fragenreichen Carcinomparasiten an.

Diese Beobachtungen dürfen hier um so eher zum Vergleich herangezogen werden, als auch sonst die Kerne der genannten Radiolarie sowohl wie die der Sporozoen vielfache Übereinstimmung mit dem Bau des Saccaminakernes erkennen lassen, so z. B. in Bau und Anordnung der Binnenkörper.

Wenn die vermuthete Vertheilungsweise der Chromatinkörperchen innerhalb der Körpersarkode wirklich statt hat, so lässt sich der weitere Verlauf der Brutbildung einfach in der Weise vorstellen, dass die Chromatinkörperchen, vielleicht zu gesetzmäßigen Gruppen vereinigt, den

¹ K. BRANDT, Neue Radiolarienstudien. in: Mittheilungen des Vereins Schleswig-Holsteinischer Ärzte. 12. Heft, Stück 3.

² PIO MINGAZZINI, Contributo alla conoscenza degli sporozoi. in: Ricerche fatte nel laboratorio di anatomia normale della R. universita di Roma. Vol. III. p. 37. Tav. I, Fig. 12, 13, 22 u. 23.

³ A. KOROTNEFF, Die Sporozoen als Krankheitserreger. Erstes Heft. Untersuchungen über den Parasitismus des Carcinoms. Berlin 1893.

Ausgangspunkt für die neuen Kerne der Brut darstellen, und dass sich um die neugebildeten Kerne alsdann Plasmainseln herumlagern¹, welche zu den jugendlichen Weichkörpern werden.

Ob nun die etwa auf diese Weise erzeugten Weichkörper an sich schon zum Aufbau einer *Saccamina* ausreichen, oder ob sie einer Vereinigung mit gleich- oder andersgestalteten jugendlichen Thieren bedürfen, entzieht sich der soliden Spekulation; doch darf nicht vergessen werden, dass auch solche Konjugationsvorgänge nicht unwahrscheinlich sind, nachdem GERVAIS² der Brutbildung bei Milioliden eine Konjugation der Mutterthiere vorausgehen sah³.

Es muss verwundern, dass ich unter meinem doch sehr ausgiebigen Saccaminamaterial, das einerseits sehr junge Thiere (Primitivgehäuse) und andernteils sehr alte Kernstadien enthielt, keinen einzigen Weichkörper in der Brutbildung selbst angetroffen habe. Es findet dies seine Erklärung wohl darin, dass der eigentliche Brutbildungsprocess sehr rasch verläuft. Bei der Konzentration der Sarkode, wenn ich die Läuterung des Weichkörpers von allen hinderlichen Beimengungen so nennen darf, ist ja ein rascher Verlauf von Entwicklungsvorgängen sehr wohl denkbar, überdies hat uns BRANDT von dem fruktikativen Stadium der oben genannten Radiolarien mitgeteilt, dass es nur einige Tage dauert.

Es wird somit vielleicht auf einen besonders günstigen Zufall gewartet werden müssen, bis sich alle Details der Fortpflanzung der Foraminiferen aufdecken lassen. Meine Arbeit scheint mir aber wenigstens die Einleitungsprocesse zu der Fortpflanzung mit annehmbarer Sicherheit festgelegt zu haben, die allmähliche Änderung des Kernes und die Hand in Hand hiermit gehende Läuterung der Sarkode. Es bleibt mir nunmehr noch übrig, diejenigen Gebilde, die seither von anderer Seite als Vorläufer der jungen Brut angesehen worden sind, in ihrer Bedeutung richtig zu stellen; ich hoffe hierdurch späteren Forschern ihren Weg zu erleichtern.

¹ Unter dem Foraminiferenmaterial der Planktonexpedition fand ich eine *Pulvinulina Menardii*, welche ganz von länglich ovalen Sarkodekörpern in so außerordentlich regelmäßiger Anordnung erfüllt war, dass ich sie nicht fremden Eindringlingen zuschreiben kann, sondern für *Pulvinulinabrut* halten muss. Die nähere Beschreibung und Prüfung des Befundes wird seiner Zeit im Planktonwerke erfolgen.

² BÜTSCHLI, »Protozoa«, p. 140.

³ Auch das Vorkommen von zwei Embryonalkammern, wie sie neuerdings SCHLUMBERGER (Mém. de la société zoology de France. Tome VI, p. 75) bei einer Miliolide aufgefunden hat, dürfte auf eine Konjugation der Jugendzustände dieser Miliolide zurückzuführen sein.

Die seitherigen Erklärungsversuche der Fortpflanzungsverhältnisse bei den Foraminiferen überhaupt sind, abgesehen von der Auffindung junger Brut in älteren Kammern der Polythalamien, ausnahmslos irrig gegangen. Junge Thiere wurden in den Gehäusen von älteren vorgefunden durch GERVAIS, MAX SCHULTZE, SCHACKO, H. B. BRADY u. A., aber keiner dieser Forscher war im Stande, der Entstehung der jungen Thiere in der Sarkode auf die Spur zu kommen. Gerade die Frage der Entstehung hat aber namentlich für die späteren Beobachter einen besonderen Reiz desshalb in sich getragen, weil man hier innerhalb einer Zelle, oder eines Thieres, das morphologisch den Werth einer Zelle repräsentirte, andere Zellen entstehen sah, die Thierchen der jungen Brut. Es schien also hier das Problem der endogenen Zellbildung vorzuliegen. So kommt es, dass mit großem Eifer nach den Vorläufern der Brut in der Sarkode gesucht wurde, und dass Gebilde, welche irgendwie rundliche Gestalt (= Gestalt der Embryonalkammern) besaßen und im Weichkörper oder auch in leeren Gehäusen aufgefunden wurden, öfters eine irrthümliche Deutung nach dieser Richtung hin erfahren haben.

Ich bin solchen Anschauungen schon in zwei kleinen Mittheilungen¹ entgegengetreten, indem ich die wahre Natur der verkannten Gebilde festzustellen vermochte. Ich will sie nunmehr noch einmal mit möglichster Ausführlichkeit hier behandeln, weil gerade bei *Saccamina* die beiden Bildungen, deren Bedeutung als Fortpflanzungskörper vor dem die wenigsten Anfechtungen zu erleiden hatte, besonders groß und deutlich ausgebildet sind. Es wird hiermit zugleich das von *Saccamina* in dieser Arbeit entworfene Bild vervollständigt werden.

Ich werde mich dabei stellenweise des in meinen früheren Mittheilungen gebrauchten Textes bedienen, da er zum Theil schon in genügender Ausführlichkeit abgefasst war, anderntheils aber werde ich ausführlichere Zusätze einschieben, welche an Hand der beigegebenen Abbildungen meine Deutung der fraglichen Gebilde über allen Zweifel erheben sollen.

So viel ich aus der Litteratur ersehen kann, sind die beiden Arten von Gebilden seither noch nicht sicher unterschieden worden; wenigstens hat sie CARTER in seinen verschiedenen Aufsätzen mehrmals mit einander verwechselt, oder mit einander identisch gehalten. Eine solche Verwechslung ist dadurch leicht möglich, dass sie nicht nur der Form, sondern auch der Größe nach einander vollkommen ähnlich sein können, obgleich sie ihrem Wesen nach außerordentlich verschieden sind. Die Gebilde, die ich zuerst behandeln werde, sind die Schlick-

¹ Nr. 42 der Nachrichten v. d. königl. Gesellsch. d. Wissensch. a. d. Georg-August-Universität z. Göttingen v. Jahre 1892 u. Zool. Anz. Nr. 441 u. 442. 1893.

ballen, deren Einzelpartien wir bereits im Lückensystem der Saccaminasarkode angetroffen haben und über deren Zustandekommen bei Besprechung des Defäkationsvorganges schon Eingehenderes mitgetheilt wurde. Die zweite Art von den hier zu erörternden Gebilden sind Eisenkieseinlagerungen, die bei der Verwesung des Weichkörpers unter äußeren, mineralischen Einflüssen zu Stande kommen.

Ich kann über die weitere Geschichte der Zweifel, welche sich im angedeuteten Sinne über diese Körper verbreitet haben, hinweggehen, da sie sich bei BÜTSCHLI¹ in richtigem Lichte dargestellt findet und auch in meiner vorläufigen Mittheilung bereits behandelt worden ist; nur muss ich noch hinzufügen, dass auch nach dem Erscheinen des BÜTSCHLI'schen Werkes sich H. J. CARTER wieder berechtigt glaubte², fossile Schlickballen, welche er in *Orbitolites Mantelli* var. *Theobaldi* auffand, für Fortpflanzungskörper zu halten. Dass dies nicht richtig ist, wird aus der folgenden Schilderung zur Genüge hervorgehen. Mit dieser Widerlegung fallen natürlich auch die anderen Schlüsse, welche CARTER über die Fortpflanzung auch anderer Rhizopoden, auf seinen fossilen »Keimkörpern« fußend, aufgestellt hat.

11. Die Fäkalballen.

Als »Fäkalballen« bezeichne ich, wie bekannt, die Gesamtheit der vom Weichkörper während des Defäkationsvorganges ausgestoßenen Schlickkugelmassen, die zu einem oft sehr regelmäßig gestalteten Packet vereinigt sind und von einer gemeinsamen glashellen, durchsichtigen Membran umschlossen werden. Letztere werde ich hinfort als »Glasmembran« bezeichnen. In den Fugen, welche zwischen den einzelnen, das Packet zusammensetzenden Schlickkugeln offen bleiben, finden sich weiterhin kleine oft sehr eigenthümlich gestaltete Körperchen, die uns erst später eingehender beschäftigen sollen.

Die Fäkalballen liegen meistens in der Einzahl oder seltener zu zweien oder zu dreien in sonst leeren Gehäusen, sie sind hier an einer Stelle der Gehäusewand festgeklebt oder liegen auch ganz frei im Gehäuse, so dass das ganze Packet beim Wenden des Gehäuses von einer Seite desselben zur anderen fällt. Den Raum des Gehäuses füllen sie immer nur zu einem geringen Bruchtheile aus, die größten Fäkalballen mögen etwa $\frac{1}{3}$ des Gehäuseraumes in Anspruch nehmen. Sie wurden

¹ BÜTSCHLI (Protozoa. p. 139), der aber ebenfalls ihre wahre Natur nicht zu erkennen vermochte.

² H. J. CARTER, *Ramulina parasitica* a new species of Fossil Foraminifera infesting *Orbitolites Mantelli*, var. *Theobaldi*, with comparative observations on the Process of Reproduction in the Mycetozoa, Freshwater Rhizopoda and Foraminifera. Ann. mag. nat. hist. sixth series. Vol. IV.

ziemlich häufig in meinem Material angetroffen, doch waren keineswegs alle leeren Gehäuse mit ihnen besetzt.

In selteneren Fällen war neben einem Fäkalballen noch der Überrest eines in Zerfall begriffenen Weichkörpers vorhanden. Als Regel konnte gelten, dass überall da, wo der Fäkalballen sich von der Körpersarkode des Thieres losgelöst hatte, der Weichkörper wegen Zerfallserscheinungen nicht mehr für lebenskräftig angesehen werden konnte. Die Fäkalballen kommen augenscheinlich als das Endprodukt des oben geschilderten rapiden Defäkationsvorganges zu Stande, der ja, wie oben bemerkt wurde, immer eine Folge von pathologischen zum Zerfall führenden Vorgängen innerhalb des Kernes oder Weichkörpers zu sein scheint.

Die Färbung der Schlickkugeln, welche also den Fäkalballen zusammensetzen, variirt in allen Nuancen des Grau und des Braun, kann aber auch manchmal so dunkel werden, dass sie direkt schwarz erscheint, und somit eine neue, zu Verwechslungen verführende Ähnlichkeit mit den Eisenkieskugeln erlangt, die bei der gewöhnlichen Beobachtungsweise in durchfallendem Licht immer tiefschwarz erscheinen.

Ihre Konsistenz ist weich, sie lassen sich unter dem Deckglase, ihrer Natur entsprechend, wie andere Lehm Massen beliebig platt drücken.

Die Gestalt der einzelnen Schlickkugeln ist, wie bekannt, nur selten genau kugelig, sondern ist meistens diejenige eines mehr oder weniger gestreckten Rotationsellipsoids. Die Größe der Kugeln wechselt zwischen 0,006—0,0444 mm Durchmesser.

In manchen Gehäusen herrschen größere Schlickkugeln vor, in anderen haben die kleineren die entschiedene Oberhand, oder es fehlen größere gänzlich; meist aber sind die verschiedensten Größestufen in ein und demselben Fäkalballen vertreten.

Diese Verschiedenheit haben wir schon während des Defäkationsvorganges auftreten sehen und aus der verschiedenen Konsistenz der jeweiligen Schlickmassen zu erklären versucht. Das Vorkommen von Fäkalballen in leeren Gehäusen erklärt sich durch ihre Resistenz gegen chemische Einwirkungen; sie widerstehen konzentrirten Mineralsäuren und Alkalien in gleicher Weise, sie fallen daher der Verwesung nicht anheim und bleiben auch dann noch bestehen, wenn von dem Weichkörper, der sie zusammengeballt hat, keine Spur mehr übrig geblieben ist.

Als ich die Schlickballen zuerst unter dem Mikroskope mit Säuren behandelte, konnte ich in einem derselben eine energische Kohlensäure-

entwicklung konstatiren, während alle übrigen zu derselben Zusammenhäufung gehörigen Schlickballen nicht die geringste Veränderung zeigten. Schon dieses abweichende Verhalten eines Exemplares von dem der anderen machte mir die Auffassung der untersuchten Gebilde als Fortpflanzungskörper sehr zweifelhaft; ich bezog damals schon die vereinzelte Kohlensäureentwicklung auf die zufällige Anwesenheit eines kalkigen Fremdkörpers. In dieser Auffassung wurde ich bestärkt als ich bald darauf ein unverkennbares Stück eines Diatomeenpanzers mitten in einem braunen Ballen auffand. Der letztere Befund brachte mich auf die Idee, dass die Ballen aus dem Schlick herkommen müssten, der einen Theil des Meeresbodens ausmachte, auf welchem die Thiere gelebt hatten. Ich untersuchte daher Schlickpartien, welche von demselben Orte herstammten wie meine Untersuchungsobjekte und fand dann auch den Schlick stellenweise gerade so aussehend wie die braunen oder grauen Gebilde. Ich versuchte nun durch Hin- und Herrollen des Deckglases den Schlickmassen Kugelgestalt zu verleihen, und erhielt so ganz genau dieselben Kugeln wie diejenigen in den Saccaminagehäusen. Diese künstlichen Kugeln stimmen aber mit denen in den Gehäusen nicht bloß dem Aussehen, sondern auch ihrem chemischen Verhalten nach genau überein; es sind eben dieselben.

Dieselbe Identität konnte ich dann später durch die Eosin-Methylgrünmischung erweisen, indem bekanntlich der freie Schlick sowohl als die in Saccaminagehäusen aufgefundenen Fäkalballen sich alle ohne Ausnahme grün färben und sich nur ausnahmsweise hier und da in ihnen ein roth oder blau gefärbter organischer Rest vorfindet¹.

Das erstaunlich seltene Vorkommen solcher organischen Reste innerhalb der Schlickmassen wurde oben schon ausführlich erörtert (cf. p. 495). Weit reichlicher sind in die Schlickballen kleinste mineralische Bestandtheile eingelagert, wie sich bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen leicht wahrnehmen lässt. Verschieden gefärbte Quarsplitterchen sind in jedem Schlickballen in größerer oder geringerer Zahl eingeschlossen (Taf. XXIV, Fig. 88 *Qu*).

Die Glasmembran, welche die in leeren Gehäusen vorkommenden Fäkalballen zu umhüllen pflegt, färbt sich oftmals im Methylgrün-Eosinmisch eben so blau, wie die Hüllschicht der Saccamina; manchmal blieb sie ungefärbt, in anderen Fällen nahm sie eine grüne Färbung an. Man wird nicht fehl gehen, wenn man diese Verschiedenheit in der Färbung der Glasmembran wiederum dem verschiedenen Alter derselben zuschreibt, und wenn man sie ohne Weiteres für ein

¹ Die Färbung der Fäkalballen mit Methylgrün-Eosinmischung muss auf Schnitten geschehen, weil sonst die Farbe nicht bis ins Innere vordringt.

direktes Derivat der Hüllschicht ausgiebt. Die während des Defäkationsvorganges austretenden Schlickmassen nehmen eben (cf. p. 554) an ihrer Oberfläche die ihnen entgegenstehende Hüllschicht mit und werden beim weiteren Vorrücken ganz von ihr eingehüllt.

Die Glasmembran war fast um alle Fäkalballen herum sehr wohl erhalten. Gleichwohl darf man ihr jedenfalls keine zu sehr ins Weite gehende Unvergänglichkeit zuschreiben. Da sie außerordentlich dünn ist, mag sie durch die Temperaturschwankungen des Wassers und andere äußere Einwirkungen oft auf rein mechanischem Wege zerstört werden. Die Fäkalballen fallen aber aus einander, sobald die Glasmembran zerstört ist, und die einzelnen Schlickkugeln sind dann nicht mehr von jenen zu unterscheiden, die während des langsamen Defäkationsvorganges ausgestoßen wurden und sehr häufig lose in dem Gehäuse liegend gefunden werden.

Was nun die zu Anfang dieses Kapitels kurz erwähnten, kleinen Körperchen anlangt, die sich zwischen den einzelnen Schlickkugeln eingelagert finden, so sind sie, obgleich ohne Zweifel von einerlei Art, ihrer Form und ihrer Farbe nach oft nicht unbeträchtlich verschieden. Da ihre Grundfarbe gelb ist, ihre chemische Natur aber nicht ermittelt werden konnte, will ich sie in der Folge als »Xanthosomen« bezeichnen.

Die Zahl der Xanthosomen, ist eine sehr verschiedene; oft sind es nur ganz wenige; in anderen Fällen finden sie sich zu langen Strängen in außerordentlich stattlicher Zahl zusammengedrängt, auf diese Weise die Lückenräume, welche die einzelnen Schlickkugeln frei lassen, ganz erfüllend.

Wenn sie in großer Zahl vorhanden sind, können sie ein dem Lückensystem entsprechendes oft erstaunlich regelmäßiges Netzwerk bilden, das namentlich gegen die Glasmembran hin sehr deutlich zur Schau tritt.

Solche Netzwerke sind ein Erzeugnis des Zufalls und besitzen keinerlei morphologischen Werth, wie sie denn auch vielen Zusammenhäufungen, die weniger gelbe Körperchen enthalten, ganz fehlen. Der lichte Raum dieses Netzwerkes entspricht der verschiedenen Größe der Schlickballen; die Netzstränge zeigen eine sehr verschiedene Breite; sie wechselt zwischen 0,0030—0,0120 mm (cf. Taf. XXII, Fig. 50).

Die Größe der Xanthosomen selbst schwankt zwischen 0,0009 bis 0,004619 mm; sie kommen meist in allen Größenstufen in ein und demselben Fäkalballen vor, manchmal aber fand ich auch Fäkalballen, die nur ganz kleine Xanthosomen enthielten, und andere, welche dagegen nur größere und gar keine kleineren zwischen ihre Schlickkugeln auf-

genommen hatten. Wenn die Xanthosomen sehr groß sind, ist ihre Zahl in der Regel geringer, als wenn die Hauptmasse derselben aus kleinen Xanthosomen besteht; doch gilt diese Regel nicht allgemein.

Die Farbe der Xanthosomen wechselt mit ihrer Größe zwischen blaugrün, grüngelb, gelb und gelbroth; die kleinsten sind blaugrün, die größten erscheinen gelbroth. Mir scheint es sehr wahrscheinlich, dass diese Farbenverschiedenheiten bloß der Ausdruck besonderer optischer Eigenschaften sind, und dass nicht etwa eine Differenz in der chemischen Komposition zwischen den kleinen und größeren Xanthosomen besteht. Die kleinen wie die großen Xanthosomen sind ohne Ausnahme sehr stark lichtbrechend, sie sind optisch doppeltbrechend.

Die Xanthosomen können alle möglichen oft sehr grotesken Formen annehmen. Als ihr Hauptcharakteristikum kann jedoch angegeben werden, dass sie aus Zusammenhäufungen von einzelnen kugeligen Gliedern bestehen, die unter sich in mannigfachster Weise verschmolzen sind. Es entstehen so häufiger traubige Gebilde, deren einzelne Perlen sich gegenseitig stark abgeplattet haben. Bei vollständiger Verschmelzung der einzelnen Glieder werden dagegen manchmal hantelförmige oder hammerförmige Gebilde erzeugt, ja ich traf einmal einen vollständig ausgebildeten Ring. Wie sich all diese Formen aus der einfachen Annahme einer allmählichen Verschmelzung von anfänglich leichtflüssigen, dann zäher werdenden Massen, die schließlich ganz erstarren, herleiten lassen, habe ich früher schon zu zeigen versucht¹, so dass ich hier des Weiteren nicht darauf einzugehen brauche.

Besondere Beachtung verdient, dass die meisten Xanthosomen, aber keineswegs alle, aus zwei Schichten zusammengesetzt erscheinen, von denen die schmälere äußere meist dunkler gefärbt erscheint als die stärker lichtbrechende Innenmasse. Ich erkläre mir die Differenz zwischen den beiden Schichten durch ihr verschiedenes Alter, indem ich annehme, dass die Außenschicht erst nachträglich um ein bereits erstarrtes Xanthosom herumgeflossen, aber noch nicht bis zu demselben Grade erstarrt ist, wie die Innenmasse. Wenn die Xanthosomen in ihren natürlichen Verhältnissen geblieben wären, dann hätten sich, so darf man annehmen, die Gegensätze zwischen älterem und jüngerem Theil wieder ausgeglichen, und die Xanthosomen hätten alle ein homogenes Aussehen angenommen, wie denn auch ihrer Masse nach vollständig homogen erscheinende Xanthosomen gar nicht selten sind (cf. Taf. XXII, Fig. 46 *h*) und bei manchen Fäkalballen sogar das alleinige Vorkommen derselben konstatiert werden konnte.

Die häufige Zweischichtigkeit verleiht den Xanthosomen oftmals

¹ Diese Zeitschr. Bd. LVI. p. 333 u. f.

ein sehr algenähnliches Aussehen. Dass es sich in unserem Falle aber nicht um wirkliche Algen handeln kann, das wird allein schon durch die Ringform bewiesen, welche eins der von mir beobachteten Xanthosomen zur Ausbildung gebracht hatte (cf. Taf. XXII, Fig. 46 Rg).

Über die chemischen Eigenschaften der Xanthosomen kann ich nur wenige, dürftige Mittheilungen machen. Sie erlitten in Jodlösungen keine Veränderungen. In concentrirter Salzsäure sind sie löslich, wenigstens konnte ich sie in einem Fäkalballen, welcher acht Tage in concentrirter Salzsäure gelegen hatte, nicht wieder auffinden. Bei Einwirkung von concentrirter Salpetersäure geriethen die meisten von ihnen in Molekularbewegung, wie mit dem Mikroskop festgestellt werden konnte, doch vermochte ich nicht, selbst nach Verlauf einer viertel Stunde, irgend welche Volumabnahme an ihnen zu konstatiren. Jedenfalls lösen sich die Xanthosomen in letztgenanntem Reagens nur sehr langsam; die Einwirkung desselben konnte nicht bis zu Ende beobachtet werden. In Osmiumsäure veränderten die Xanthosomen ihr Aussehen nicht; in Hämatoxylin schienen sie einen leichten violetten Schein anzunehmen. Methylgrün-Eosinmischung veränderte ihre gewöhnliche Farbe nicht.

In geglühten Fäkalballen waren keine Xanthosomen mehr aufzufinden; die Murexidreaktion auf Harnsäure kam ohne Erfolg zur Anwendung, obgleich die Gebilde an und für sich eine ganz ausgesprochene Ähnlichkeit mit den Harnsäurekonkrementen besitzen, wie sie BLOCHMANN im Fettkörper von *Periplaneta* und *Blatta* mit Hilfe der Murexidreaktion nachgewiesen hat¹.

Die chemische Natur der Xanthosomen muss demnach noch ganz dahingestellt bleiben; doch möchte ich mir noch eine Vermuthung über ihre Herkunft auszusprechen erlauben. Ich glaube nämlich, dass sie sich aus den Exkretkörnchen unter dem Einflusse der Schlickkugeln entwickelt haben. Ich habe bei Besprechung des Defäkationsvorganges darauf hingewiesen, dass die Exkretkörnchen mit den Schlickkugeln zusammengeschart werden. Man müsste desshalb die stahlgrauen Exkretkörnchen auch innerhalb der Fäkalballen anzutreffen erwarten; hier konnte ich aber solche nur ausnahmsweise und nur mit unzureichender Sicherheit in ganz geringer Zahl auffinden; statt der Exkretkörnchen finden sich nun aber die Xanthosomen in großer Zahl innerhalb der Fäkalballen, es liegt also die Vermuthung nahe, dass sich hier die Exkretkörnchen in Xanthosomen umgewandelt haben. Das umwandelnde Reagens scheint mir aus den Schlickkugeln herzustammen; die Xantho-

¹ F. BLOCHMANN in der (hier p. 547) cit. Arbeit.

somen sind nämlich oftmals den Schlickkugeln so innig angeschmiegt, dass beim Freipräpariren der Schlickkugeln die Xanthosomen an ihnen hängen bleiben (Taf. XXIV, Fig. 88) und dass es ganz den Anschein hat, als ob die Xanthosomen aus dem Inneren der Schlickkugeln selbst hervorgetreten wären. Wenn das Letztere wohl kaum der Fall sein dürfte, so lässt doch diese Anschmiegung argwöhnen, dass wenigstens das umwandelnde Reagens aus den Schlickkugeln herausgetreten ist, und gleich bei seinem Austritte das nächstliegende Exkretkörnchen in ein Xanthosom umgewandelt hat.

Einen Beleg für diese Anschauung erblicke ich in einem Fäkalballen, der in merkwürdiger Weise von dem seither geschilderten Verhalten abweicht. In diesem Fäkalballen sind nämlich die Schlickmassen nicht zu einzelnen Schlickkugeln zusammengeordnet, sondern die Schlicktheilchen liegen in wirrer Unordnung ganz so lose neben einander, wie wir sie vorher nur ausnahmsweise im Inneren einiger Weichkörper vorfanden. Der Fäkalballen enthält fernerhin auch die sonst nie fehlenden Xanthosomen nicht, sondern ist von einer großen Zahl normaler Exkretkörnchen durchsetzt (Taf. XXIV, Fig. 84). Ich glaube, dass diesem Fäkalballen die umwandelnden Reagentien zur Erzeugung der Xanthosomen gefehlt haben. Es mag sich hier um irgend ein organisches Derivat handeln, das die Schlickmassen durchsetzt, und dessen spätere Einwirkung die Exkretkörnchen zu Xanthosomen umwandelt; ein Zersetzungsprodukt verwesender organischer Stoffe vielleicht, das einmal die Hauptnahrungsquelle für die Saccamminen darstellt, dann aber auch das Bindemittel zum Zusammenhalt der Schlickkugeln liefert.

Ist die von der *Saccamina* aufgenommene Schlickmasse ganz dieser ernährenden Bindemittel beraubt, d. h. ist die Schlickmasse von Seiten der *Saccamina* vollständig ausgenutzt, so können sich die einzelnen Schlickpartikelchen nicht mehr zu Kugeln vereinigen und später kann auch keine Umwandlung der Exkretkörnchen in Xanthosomen stattfinden. Wir wissen ja, dass die Fäkalballen wohl ganz ausschließlich von pathologisch angekränkelten Thieren erzeugt werden, so dass es nicht verwundern darf, wenn die Schlickkugeln der Fäkalballen fast ausnahmslos nicht ausgenutzt sind, sondern das ernährnde Bindemittel noch enthalten.

Bei Umwandlung der Exkretkörnchen könnten fernerhin auch noch diejenigen verwesenden Sarkodetheile eine Rolle mitspielen, die während des Defäkationsvorganges von dem Thierleibe losgerissen und zwischen die Schlickkugeln eingebacken werden; es scheint mir mit anderen Worten ein Verwesungsprocess oder eine Zersetzung der anliegenden Materie zu sein, welche die Exkretkörnchen in Xanthosomen

umwandelt. Vielleicht setzt sich die fragliche Substanz der Exkretkörnchen in eine entsprechende Ammonverbindung um. Das Vorgetragene soll natürlich nicht mehr als den Werth einer Vermuthung haben, an deren Hand sich vielleicht später einmal etwas erreichen lässt; Ursprung und Natur der Xanthosomen bleibt vorläufig unaufgeklärt.

Ich dachte anfänglich daran, als mir die Herkunft der Kittmasse noch unbekannt war, ob die Xanthosomen nicht etwa mit der Kittsubstanz in Zusammenhang zu bringen wären. Ich suchte deshalb mit der Blutlaugenreaktion das in der Kittsubstanz vorkommende Eisenoxysalz in den gelben Körperchen nachzuweisen, erhielt aber negative Resultate; die Körperchen hatten ihr Aussehen während der Behandlung in keiner Weise geändert. Nur die Schlickballen selbst zeigten theilweise, namentlich die am Rand der Zusammenhäufung gelegenen, eine schwache blaugrüne Reaktionsfärbung. Ich hatte bei letzteren eine viel intensivere Färbung erwartet, da bei vielen Fremdkörpern, welche sich im normalen Weichkörper fanden, bei denselben Versuchen eine sehr starke Bläuung eingetreten war. Das Ausbleiben der Färbung ist auf die Undurchlässigkeit der Schlickballen zurückzuführen, was dadurch bestätigt wird, dass auch bei Anwendung der Eosin-Methylgrünmischung auf ganze, nicht in Schnitte zerlegte Fäkalballen nur die zu äußerst gelegenen Kugeln das Methylgrün in ungeschwächtem Grade aufnehmen, während die Farbe nach innen zu immer mehr und mehr an Intensität abnimmt und oft in das Centrum der Anhäufung gar nicht vorzudringen vermag. Anders ist es bei den im Weichkörper vertheilten Schlickballen, hier dringt die Färbemischung im Protoplasmanetz vor und färbt alle Schlickballen in gleich greller Weise grün.

Um den Eisengehalt, der an Fremdkörper gebunden ist, auch in den inneren Schlickballen nachzuweisen, setzte ich die Schlickballenhäufen der Glühhitze aus und brachte ihren leicht zerfallenden Rückstand, der im Übrigen wenig an Masse verloren zu haben schien, unter das Mikroskop.

Hier konnte ich durch Hin- und Herbewegen eines starken Hufeisenmagnetes in der Nähe des Deckglases einzelne Theilchen des Rückstandes, der in Nelkenöl eingebettet wurde, in unverkennbar pendelnde Bewegung versetzen, welche genau den Bewegungen des hin und her bewegten Magnetes entsprachen und nur auf die Gegenwart metallischen Eisens zurückgeführt werden konnten¹. Das metallische

¹ Diese Reaktion auf Eisen ist bei Materialien, welche sich in kleine Stücke zertrümmern lassen, eine so sichere und leicht erkennbare, dass sie für ähnliche Fälle zur Nachahmung empfohlen werden kann. Man wird gut thun, um sich mit der Erscheinung vertraut zu machen, erst einmal mit notorischen Eisenpartikeln den Versuch zu machen. Ich schabte, ehe ich zum Versuch selbst ging, mit

Eisen muss durch Reduktion von Eisenverbindungen, durch Verkohlen von organischer Substanz während der Glühhitze entstanden sein. Die organische Substanz mag zum Theil von den Sarkoderesten herrühren, welche, wie wir wissen, in die Fäkalballen mit eingeschlossen werden. Ob aber diese spärlichen Reste zur Erklärung des Reduktionsvorganges ausreichen, ist mehr wie zweifelhaft; mir scheint vielmehr auch dieser Versuch darauf hinzuweisen, dass sich innerhalb des Schlickes außer den leicht kenntlichen Thier- und Pflanzenresten noch andere dem Auge verborgene organische Zersetzungsprodukte finden.

Die Fäkalballen fanden sich in der hier beschriebenen Ausbildung außer bei *Saccamina* auch bei *Reophax fusiformis*, *Hyperammia floridensis* n. sp., *Truncatulina lobatula*, und bei verschiedenen *Polymorphina*-Arten.

Das Bedenken, welches ich in meiner ersten Mittheilung (Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft etc.) in Bezug auf *Truncatulina lobatula* Walker und Jakob gegen die hier vorgetragene Auffassung der Schlickballen ausgesprochen habe, ist durch die Eosin-Methylgrünmischung weggefallen (vgl. Zool. Anz., Nr. 444 u. 442. Jahrg. 1893).

12. Eisenkiesablagerungen im verwesenden Weichkörper der *Saccamina* und anderer Foraminiferen.

In leeren Gehäusen oder auch in Gehäusen, welche noch von einer weichen Masse erfüllt waren oder in solchen, welche Fäkalballen ohne Weichkörper enthielten, fanden sich ziemlich häufig, bei durchfallendem Lichte schwarz erscheinende, meist sehr regelmäßig gestaltete Kugeln, welche sich in koncentrirten, eben so wie in verdünnten Säuren und Alkalien als resistent erwiesen. In diesem Verhalten stimmen die genannten Kugeln mit den vorher geschilderten Schlickballen überein. Obgleich sich aber noch weitere Ähnlichkeiten (cf. p. 562) zwischen den beiderlei Gebilden auffinden lassen, so sind sie doch ihrer Herkunft sowohl, wie ihrer chemischen Natur nach, sehr verschieden von einander. Während die Schlickballen von außen in das Gehäuse durch den lebenden Weichkörper aufgenommen worden sind, entstehen die schwarzen,

einer Stecknadel etwas Staub von einem Eisenofen und experimentirte dann mit Nelkenöl in der oben angegebenen Weise. Ich hatte geglaubt, die Eisenpartikelchen würden sich sofort auf den Magneten zu bewegen; dies war aber bei meinen Experimenten, selbst bei den kleinsten Eisentheilchen, nicht der Fall. Dagegen veränderten sie bei der geringsten Stellungsänderung des Magneten sofort und alle in gleicher Weise, mit den Bewegungen des Magneten übereinstimmend, ihre Lagerung und boten so, gleichsam zum Leben erwacht, ein recht anziehendes Schauspiel.

kugligen Gebilde innerhalb des Gehäuses selbst und zwar erst, wenn der Weichkörper abgestorben, bezüglich wenn er in Zersetzung begriffen ist. Während die Schlickballen voraussichtlich aus einem Gemenge sehr verschiedener chemischer Substanzen bestehen, — der Hauptsache nach wohl aus verschiedenen Silikaten, — so sind die dunklen Kugeln aus einem einheitlichen chemischen Stoffe, dem zweifach Schwefeleisen, mineralogisch »Eisenkies« genannt, zusammengesetzt. Dieser Eisenkies ist ein Produkt, das die Verwesung mit Hilfe äußerer, mineralischer Einflüsse in dem abgestorbenen Weichkörper der *Saccamina* hervorgebracht hat. Doch, bevor ich auf diese Verhältnisse näher eingehe, soll eine kurze Beschreibung der behandelten Gebilde folgen. Ich werde dabei auch andere Foraminiferen in gleicher Weise zur Betrachtung heranziehen müssen, weil sich meine Kenntnis von der richtigen Bedeutung dieser Gebilde aus dem Studium mehrerer Species, welche in gleicher Weise mit ihnen erfüllt sein konnten, entwickelt hat, und die Geschichte ihrer Erkennung zugleich Gewähr dafür bieten wird, dass sie nicht abermals einer irrthümlichen Deutung, wie diejenige als Fortpflanzungskörper mehrerer früherer Autoren, anheimfallen.

Bei der gewöhnlichen mikroskopischen Beobachtung mit durchfallendem Lichte erscheinen die Eisenkiesablagerungen als schwarze Kugeln, welche bei Polythalamien häufig zu mehreren in einer Kammer zusammengelagert sind, sich öfters aber auch vereinzelt in verschiedene Kammern vertheilt finden (Taf. XXII, Fig. 44, 42 u. 52). Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,005696 und 0,02986 mm. Größere Kugeln lassen oft an ihrem Umfange eine Zusammensetzung aus kleineren erkennen. Die ganzen Massen bestehen aus sehr kleinen, molekularen Krümeln von ca. 0,0014475 mm, in die sie sich meist durch nachhaltigen Druck auf das Deckglas zersprengen lassen (Taf. XXII, Fig. 56). Die Gestalt dieser Krümel lässt hier und da scharfe Kanten erkennen, welche möglicherweise nach unseren späteren Ausführungen auf Krystallkanten zurückzuführen sein dürften, ohne dass sich jedoch bei der Kleinheit der Elementarkörnchen mehr mit Sicherheit feststellen ließe, als die Thatsache, dass ihnen keine Kugelgestalt zukommt. Oft finden sich diese Elementarkörnchen noch nicht fest mit den größeren Kugeln vereinigt, sondern sind nur in lockerer Aneinanderreihung und ästig verzweigter Anordnung den Kugeln angelagert (Taf. XXII, Fig. 54). Auch das kommt nicht selten vor, dass die Elementarkörnchen zu ganz unregelmäßig geformten Massen zusammengebacken sind, die nur durch ihre schwarze Farbe die Möglichkeit der Zugehörigkeit zu den vorbeschriebenen Aggregaten darthun.

Das Verhältniß der Masse dieser Einlagerungen zu der des Weich-

körpers ist ein überaus wechselndes; oft finden sich in einem großen Gehäuse mit einem entsprechend ausgedehnten Weichkörper nur eine einzige oder doch nur ganz wenige und ganz kleine Kugeln; ein andermal ist ein kleines Gehäuse ganz und gar mit großen schwarzen Kugeln erfüllt. In dieser Beziehung ist überhaupt jedes Verhältnis denkbar.

Fig. 42 auf Taf. XXII stellt eine *Lagena globosa* Montagu dar, welche ganz und gar mit Eisenkieskugeln erfüllt ist; das Original, welches der Figur zur Vorlage gedient hat, macht ganz den Eindruck einer hellen Glasflasche, die bis zum Halse mit großen Schrotkörnern erfüllt ist. Die Figur ist deshalb von Interesse, als sie zeigt, dass sich die Größe der Eisenkieskugeln nicht nach der Weite der Schalenmündung richtet, sondern letztere an Ausdehnung bedeutend übertreffen kann. Wenn CARTER von seinen Fortpflanzungskörpern behauptet, dass sie nie größer als die Öffnungen der Kammern seien, in welche sie eingebettet liegen, so kann diese Behauptung nur durch Zufälligkeit hervorgerufen sein, thatsächlich richtet sich die Größe der Eisenkiesablagerungen in keiner Weise weder nach den Öffnungen, noch nach sonst etwas außer nach der Menge der Substanzen, aus welchen sie ihre Entstehung nehmen.

In leeren Gehäusen liegen die Eisenkiese meist ganz frei, so dass sie von einer Seite zur anderen fallen, wenn man die Gehäuse dreht; manchmal aber werden sie auch durch weiche Massen festgehalten und kleben dann der Gehäusewand mehr oder weniger fest an. Das erste Verhalten kommt ihnen augenscheinlich in Gehäusen zu, welche schon lange ausgestorben sind, das letztere ist durch die Wirkung noch nicht völlig verwester Sarkode oder durch nachträgliche Infiltration des Gehäuses mit Schlick u. A. zu erklären.

Was die Zahl der Individuen anlangt, welche mit den behandelten Gebilden behaftet sind, so wechselt sie in den weitesten Grenzen, je nach dem Orte, von welchem das Material her stammt. Ich habe in einer Bodenprobe, welche von einem durch seine schlickigen Massen ausgezeichneten Orte her stammt (Nordsee 53° 45' n. Br. 4° 47' ö. L.) nahezu 75% der vorhandenen leeren Gehäuse mit schwarzen Kugeln belastet gefunden. Je mehr Schlamm und faulende Detritusmassen in einer gehobenen Grundprobe des Meeres sich finden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit auf eine erhöhte Zahl von Foraminiferen zu stoßen, welche schwarze Kugeln enthalten. In pelagisch lebenden Formen, wie *Globigerina* (incl. *Orbulina*), *Pulvinulina* und *Hastigerina*, wird man sicher niemals das kleinste Elementärkrümelchen solcher Einlagerungen finden, vorausgesetzt, dass die darauf hin untersuchten Exemplare in der That auch pelagisch gefischt und nicht etwa als gesunkene auf dem Meeresboden verwesende Stücke eingesammelt

wurden; eben so wird man sie selten in Foraminiferen von solchen Fundorten antreffen, wo Sand, felsartiges Gerölle oder Schill den Untergrund gebildet hatten¹.

Diese Erfahrungen, welche ich den, von der »Sektion für Küsten- und Hochseefischerei« gesammelten Nordsee-Foraminiferen einerseits, und andererseits dem Material der Deutschen Plankton-Expedition (bezüglich der negativen Befunde bei pelagischen Formen) verdanke, legten mir zuerst die Vermuthung nahe, dass die eigenthümlichen Gebilde keine Erzeugnisse des Weichkörpers selbst seien, sondern von außen aus den Schlammmassen in den Rhizopodenkörper aufgenommen würden. Ich wäre auch über diese nur halb richtige Vermuthung nicht hinausgekommen, hätte ich nicht zufällig in einer *Rotalia Becarii* L. einen schwarzen Ballen gefunden, dessen Peripherie mit auffallend scharf kontourirten Zacken besetzt war. Diese Zacken konnten in solcher Schärfe nur von Krystallen herrühren. Ich untersuchte daher, um mich dessen zu vergewissern, mit Oberlicht, indem ich eine Kreuzblende in den ABBE'schen Beleuchtungsapparat einsetzte, und letzteren möglichst weit nach unten schraubte. Die Wirkung einer solchen Untersuchungsweise war denn auch eine außerordentlich günstige. Eine wohlentwickelte Krystalldruse, — mit tesseral entwickelten Krystallen, wie sich bei genauerer Prüfung ergab, — war in der Embryonalkammer der *Rotalia* eingelagert (Taf. XXII, Fig. 44 *Kr*). Außer der Deutlichkeit der einzelnen Krystallgestalten war aber auch ein speisgelber Metallglanz unverkennbar, der im Verein mit der Gestalt der Krystalle in nahezu zwingender Weise auf Eisenkies hinwies.

Nun hatte ich früher schon die aus einem *Saccamina*-Gehäuse stammenden kugligen Gebilde geglüht, ohne eine Veränderung an ihnen nach dem Glühen wahrgenommen zu haben; das stand mit der Annahme von Eisenkies für die geglühte Substanz in Widerspruch. Zum Glücke hatte ich die geglühten Ballen in Kanadabalsam eingeschlossen; sie waren seiner Zeit nur mit durchfallendem Lichte untersucht worden — oder hatte ich die Oberlichtbeleuchtung nicht weit genug nach unten

¹ Dass sie den genannten Bodenarten ebenfalls nicht ganz fehlen, konnte ich neuerdings an einer Sandprobe aus Dar-es-Salaam feststellen. Ich fand hier unter sehr vielen ausgestorbenen Exemplaren von *Rotalia Becarii* L. einige wenige mit Eisenkieseinlagerungen. Die Grundprobe bestand aus krystallhellem Sand, der nicht die geringste Beimengung von Schlick enthielt. Es wäre nun denkbar, dass die Bodenprobe bei ihrer Einsammlung ausgewaschen worden wäre, so dass das Fehlen des Schlickes hierdurch erklärlich sei. Die Bodenprobe enthält aber noch so viel leichtes Material, wie faulende Thier- und Pflanzenreste, dass eine Auswaschung nicht stattgefunden zu haben scheint, sondern das Fehlen des Schlickes eine ursprüngliche Eigenschaft der betreffenden Grundprobe gewesen sein muss.

geschraubt — genug, eine neue Prüfung auf die beschriebene Weise ließ die geglühten Ballen vollständig roth erscheinen. Diese Färbung stimmte dann auch mit ihrer ursprünglichen Natur als Eisenkies sehr wohl überein.

Dasselbe Verhalten, speisgelben Metallglanz vor dem Glühen und völliges Roth bis Braunrothwerden nach dem Glühen, zeigte sich auch an den Einschlüssen anderer Foraminiferen, wenn sie in derselben Weise beobachtet wurden, so bei *Reophax*, *Lagena*, *Uvigerina*, *Textularia*, *Cassidulina*, *Truncatulina*, *Rotalia*, *Polystomella* und *Nonionina*; dabei war es einerlei, in welcher Form die Einlagerungen vertreten waren, selbst die kleinsten Elementarkrümel trugen dies charakteristische Aussehen. Es ließen sich nunmehr noch einige weitere Einzelheiten erkennen. So große Krystalle, wie in dem für *Rotalia* erwähnten Falle, fand ich zwar nicht wieder — sie dürften somit in so vollendeter Ausbildung eine Seltenheit sein; — doch stieß ich auch bei ganz unregelmäßigen Anhäufungen auf kleine, metallisch glänzende, scharf umschriebene Flächen, welche nothwendig von vereinzelt Krystallbildungen herrühren mussten. Meist erwiesen sich die Einlagerungen jedoch in der kugligen Weise zusammengebaut, in welcher der Eisenkies auch sonst oft auftritt.

Außer in Foraminiferen traf ich die geschilderten Eisenkiesablagerungen, wenn auch seltener, in abgefallenen Seeigelstacheln¹, deren organische Substanz bereits gänzlich ausgefault oder doch nur zu ganz geringem Theil noch erhalten war.

Zur weiteren Sicherstellung der Eisenkiesnatur wurde erstens die Farbe der Einlagerungen mit größeren Eisenkiesstücken aus dem hiesigen, mineralogischen Institute verglichen. Ich leitete das mikroskopische, metallglänzende Bild größerer Einlagerungsmassen mittels der OBERHÄUSER'Schen Kammer auf eine Unterlage über, auf welcher das makroskopische Vergleichsstück lag. Man muss dabei nur Sorge tragen, dass beiden Objekten, dem verglichenen Stück und dem Vergleichsobjekt, dieselbe Beleuchtungsintensität zu Theil wird, um sich von der völligen Koincidenz beider Farben zu überzeugen².

Zweitens wurden folgende chemische Reaktionen vorgenommen.

Die Gehäuse mit den betreffenden Einlagerungen wurden mit Salzsäure³ entkalkt, und aus ihren häutigen Resten die immer noch

¹ Vor Allem in Stacheln von *Echinocardium*.

² Ich verdanke die Kenntnis dieser Methode eben so wie die Vergleichsstücke selbst der Güte des Herrn Professor Dr. LIEBISCH in Göttingen, wofür ich mir erlaube ihm meinen ergebensten Dank auszusprechen.

³ Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass alle Rea-

metallglänzenden Ballen mit Hilfe von Glasnadeln unter dem Mikroskop ohne Mühe frei präparirt. Es erfolgte nun so lange ein Abspülen der frei präparirten Ballen mit destillirtem Wasser, bis ihnen keine anderweitige Fremdschubstanz mehr anhaftete; dies war in einem Uhrschildchen mit einer Spritzflasche, die in eine feine Spitze ausgezogen war, nicht schwer zu erreichen. Nachdem ich mich hiernach unterm Mikroskop überzeugt hatte, dass die aufzuklärenden Substanzen absolut rein waren, wurden sie erst in gelinder Wärme (Paraffinofen) getrocknet und dann in einer Mischung von drei Theilen Salpetersäure und einem Theil Salzsäure (beide koncentrirt) zwölf Stunden (über Nacht) stehen lassen. Nach Verlauf dieser Zeit wurden die Säuren verdampft, und der kaum merkliche, bleibende Rückstand in Salzsäure gelöst. In dieser Lösung bewirkte nun Zusatz von gelbem Blutlaugensalz blaue Färbung, während Zusatz von Rhodankalium die Lösung roth färbte. Beide Reaktionen erwiesen unzweideutig die Anwesenheit von Eisen in den geprüften Einlagerungen der Foraminiferen.

Der Schwefel wurde durch die Heparreaktion nachgewiesen. Ein feines Holzstäbchen wurde an einer Gasflamme angebrannt und die verkohlte Stelle mit (in der Hitze) geschmolzener Soda bestrichen. Nach abermaligem Glühen des derart bestrichenen Holzstäbchens wurden die gut isolirten Einlagerungen durch Auftupfen in die Sodarinde des verkohlten Holzstäbchens aufgenommen. Es erfolgte hierauf wiederum ein längeres Glühen des Stäbchens, dann wurde seine mit den Einlagerungen betupfte Spitze abgebrochen und auf einer blanken Silbermünze mit einem Glasstabe zu Pulver verrieben. Nach Befeuchtung dieses Pulvers mit Aq. dest. und wegschwemmen desselben von der Münze ließen sich auf dem Silber die charakteristischen braunschwarzen Flecken mit der Lupe oder sogar mit bloßem Auge nachweisen, welche nach den beschriebenen Manipulationen nur bei Anwesenheit von Schwefel auftreten können¹. Mithin ist auch der Schwefel für die besprochenen Einlagerungen erwiesen.

Es bliebe nunmehr noch die Frage zu erörtern, wie die Eisenkieseinlagerungen in die Foraminiferen hineingelangen und was dafür spricht, dass sie, wie ich mehrfach behauptet habe, nur in abgestorbenen, resp. nur in Verwesung begriffenen, Foraminiferen vorkommen.

gentien chemisch rein zur Verwendung kamen, und vor ihrem Gebrauch auf ihre völlige Freiheit von Eisen untersucht wurden.

¹ Diese Reaktion ist schwieriger als die vorige; sie gelang mir erst nach drei vergeblichen Versuchen. Auch hier hat man sich vorher mit der Lupe von der Reinheit des Silberstückes zu überzeugen, damit nicht vorher auf demselben vorhandene Flecken eine Täuschung verursachen.

Was die letzte Frage anbetrifft, so muss hervorgehoben werden, dass man neben den Eisenkieseinlagerungen oft noch weiche Massen vorfindet, welche als Protoplasma gedeutet werden könnten und größtentheils auch sicher auf solches zurückzuführen sind; künstliche Färbungen der betreffenden Weichkörper ergeben aber Bilder, die mit denen normaler Thiere verglichen, durch ihr sonderbares diffuses Aussehen und durch das Fehlen des Kernes — die Membran desselben traf ich zwar noch ganz vereinzelt an — beweisen, dass der Weichkörper von seiner normalen Gestaltung in eine andere, augenscheinlich in die der Verwesung, übergetreten ist. Derartige verwesende Weichkörper lassen sich an Stellen, wo Eisenkieseinlagerungen häufig vorkommen, schon äußerlich durch ihre grüne oder grünliche Farbe erkennen, welche durch die Kalkschale hindurchdringt und jedenfalls von einer Infiltration des Weichkörpers mit irgend einer anorganischen Substanz, höchst wahrscheinlich in der Regel mit schwefelsaurem Eisenoxydul herrührt. Mit dem Abgestorbensein der Weichkörper stimmt auch die Thatsache, dass MAX SCHULTZE¹ niemals Foraminiferen, welche seine Keimkugeln enthielten, Pseudopodien ausstrecken sah.

Nachträgliche Methylgrün-Eosinbehandlung solcher mit Eisenkieseinlagerungen und Weichmassen erfüllten Gehäuse, ergab immer eine vollständige Grünfärbung der Weichmassen, so dass auch hierdurch mit großer Sicherheit bewiesen ist, dass die Weichkörper, in denen sich Eisenkieskugeln befinden, als abgestorbene zu betrachten sind. Doch muss ich hier noch einen Fall erwähnen, der eine Ausnahme zu bilden schien, ich fand nämlich in einem Saccaminagehäuse einen ganz unversehrten Rhizopodenkörper, in dessen Innerem sich deutlich Eisenkieskugeln befanden. Wie sich bei näherer Untersuchung herausstellte, konnte der betreffende Weichkörper unmöglich einer Saccamina angehört haben; es handelte sich hier vielmehr um einen amöbenartigen, fremden Eindringling, der unter Anderen, von der ehemaligen Saccamina stammenden Überresten auch den während der Verwesung entstandenen Eisenkies in sich aufgenommen hatte. So fand sich denn auch eine ganz beträchtliche Zahl von Eisenkieskörpern noch außerhalb des Amöbenkörpers im Gehäuse unregelmäßig vertheilt. Die Ausnahme ist somit nur eine scheinbare, und es kann für sichergestellt gelten, dass die Eisenkiesbildungen nur in abgestorbenen Weichkörpern zu Stande kommen, wenn sie auch nachträglich eben so gut wie Quarkörnchen etc. von anderen lebenden Thieren aufgenommen werden können.

¹ MAX SCHULTZE, Über den Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854. p. 27.

Nach dem seither Mitgetheilten muss die Erklärung der Entstehung von solchen Ablagerungen im mineralogischen resp. geologischen Gebiete gesucht werden. Ich citire daher einen Abschnitt aus JUSTUS ROHN: »Allgemeine und chemische Geologie¹«, welcher die vollgültige Erklärung treffen dürfte.

»Ein großer Theil der Schwefelmetalle, zunächst der in neptunischen Bildungen (Sedimenten) vorkommende, entstand aus Sulfaten, welche durch organische Substanz reducirt wurden. Dahin gehören namentlich Schwefelkies (= Eisenkies). Er entsteht aus den durch organische Substanz reducirten Eisensulfaten, ferner aus den oft geringen Mengen von Eisenoxydulkarbonat und Sulfat der Alkalien und alkalischen Erden bei Gegenwart organischer Substanz. Die Bildung ist noch jetzt häufig zu beobachten, so in Torfmooren, in Absätzen der Quellen und Thermen, vitriolhaltiger Grubenwasser, des Meerwassers, wo die Küste lösliche Eisenverbindungen liefert.«

Nicht alle in der See verwesenden thierischen Reste scheinen übrigens nach meiner Erfahrung der Bildung von Eisenkies gleichen Vorschub zu leisten. Ich fand, wie erwähnt, diese Ablagerungen nur in Foraminiferen und in Seeigelstacheln; niemals z. B. in den leeren Ostracodenschalen, welche in großer Zahl in den Grundproben des Meeres vorzukommen pflegen, niemals in den Gehäusen und Schalen verwester Muscheln und Schnecken. Es mag dies für die Ostracoden damit zusammenhängen, dass die erforderlichen mineralischen Lösungen, durch den Chitinpanzer der Krustaceen nicht schnell genug durchzudringen vermögen, um von den verwesenden Weichtheilen in der angeführten Weise umgesetzt zu werden. Diese Erklärung erscheint mir deshalb um so zulässiger, als die besprochenen Ablagerungen auch in den imperforaten Formen der Foraminiferen weit seltener sind als in den perforaten, so kann ich mich z. B. nicht erinnern, sie jemals bei den sonst so häufigen Quinqueloculinen und Biloculinen angetroffen zu haben. Der Weichkörper der Mollusken verwest auf der anderen Seite vielleicht zu schnell oder die Eisenkiesablagerungen fallen aus der glatten Schale resp. dem in der Regel weitmündigen Gehäuse (Schnecken) zu leicht heraus, um für gewöhnlich der Beobachtung erhalten zu bleiben². Die Kalkwände der Foraminiferengehäuse und die der Seeigelstachel halten sie dagegen an ihrem Entstehungsorte fest. So lassen sich die Eisenkiesballen in diesen thierischen Bildungen unter jedem Material leicht auffinden, welches von geeigneten Plätzen stammt.

¹ Berlin 1879. Bd. I. p. 599.

² Zusatz bei der Korrektur. In leeren Schneckenschalen habe ich sie neuerdings ebenfalls, wenn auch weit seltener als in Foraminiferenschalen, gefunden.

Die rothe Färbung, welche die Keimkörper CARTERS¹ bei fossilen Formen angenommen haben, ist natürlich durch nachträgliche mineralische Einflüsse bei der Gegenwart von Eisen nicht schwer zu erklären, und kann desshalb nicht als Beweis dafür erbracht werden, dass die CARTER'schen Keimkugeln etwas Anderes seien als ehemalige Eisenkiesablagerungen, wie ich sie für den verwesenden Weichkörper der Foraminiferen geschildert habe.

Erklärung der Abbildungen.

Die mit * bezeichneten Abbildungen sind mit der OBERHÄUSER'schen Kammer gezeichnet; bei Objekten, die sich über mehrere optische Ebenen erstreckten, z. B. bei Gehäusen etc., konnte der Apparat nicht zur Anwendung kommen. Zur Bezeichnung der Schnittrichtungen sind die von F. E. SCHULZE² vorgeschlagenen Ausdrücke verwendet worden.

Tafel XXI.

Das Gehäuse von *Saccamina sphaerica* M. Sars und seine allmähliche Ausbildung.

Gemeingültige Bezeichnungen.

G, älteres Gehäuse; *M*, Mündung des Gehäuses; *MS*, Mörtelsteinchen; *Pr*, Primitivgehäuse; *Pt*, Pylontubus; *SN*, Schwammnadeln.

Fig. 1. Stück der Decke eines Primitivgehäuses von *Saccamina sphaerica*. Am rechten Rande des Bruchstückes sind bereits größere Bausteine (*S*) in die Mörtelmasse eingelagert, der größte Theil der Decke besteht aus bloßer Mörtelmasse, in welche Schwammnadeln, Diatomeen etc. eingekeilt sind. Vergr. 200/1.

Fig. 2. Älteres Gehäuse *G*, auf dessen Pylontubus *Pt* sich das Primitivgehäuse *Pr* festgesetzt hat; durch die Decke des Primitivgehäuses scheint Kern und Weichkörper des jungen Thieres hindurch. Das Gehäuse *G* ist ausgewachsen; die größeren Steinchen sind durch Mörtelmasse *MS* mit einander verbunden. Ansicht von oben auf die Mündung des Gehäuses. Vergr. 40/1.

Fig. 3. Das Primitivgehäuse *Pr* hat Schwammnadeln *SN* aufgenommen; das ältere Gehäuse *G* steht nur an der Stelle *MS* auf dem Stadium seiner endgültigen Ausbildung, an den übrigen Stellen des Gehäuses stehen die Bausteine noch nach allen Seiten hin wirr aus einander. Der Pylontubus *Pt* ist bereits ausgebildet, er hat an dem größeren Steinchen *St* eine Stütze gefunden. Vergr. 40/1.

¹ Annals of nat. hist. 6. ser. Vol. I. 1888. p. 264. »On the nature of the opaque scarlet spherules found in the chambers and canals of many fossilized foraminifera«, wo sie wieder als »elements of reproduction« angesehen werden.

² F. E. SCHULZE, Über die Bezeichnung der Lage und Richtung im Thierkörper in: Biologisches Centralblatt. Bd. XIII. Nr. 1; auch in: Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft auf der dritten Jahresversammlung zu Göttingen-Leipzig 1894. p. 6—11.

Fig. 4. Das Primitivgehäuse *Pr* hat nunmehr auch größere Steinchen *st* aufgenommen. Die Zahl der Schwammnadeln *SN* hat bedeutend abgenommen. Der Pylomtubus des älteren Gehäuses *G* ist an dem großen Stein *St* in die Höhe gebaut. Der Stein *St* hat früher jedenfalls dem Gehäuse *G* als Unterlage zum Festsetzen gedient. Das Gehäuse *G* ist vollständig ausgebildet. Vergr. 40/1.

Fig. 5. Die Zahl der größeren Steinchen *St* hat die Schwammnadeln alle bis auf eine einzige *SN* verdrängt. Die Primitivdecke *Prd* zeigt ein flockiges verschwommenes Aussehen. Das ältere Gehäuse *G* scheint ausgewachsen; es ist fast allwärts aus mittelgroßen Steinen aufgebaut und weicht darin von dem gewöhnlichen Ausbau der Gehäuse ab, dass es keine Mörtelmasse zwischen seine Bausteine eingelagert hat. Vergr. 40/1.

NB. Fig. 3 und 5 sind kombinirt, d. h. die Primitivgehäuse *Prd*, deren Porträts wiedergegeben sind, saßen eigentlich auf anderen Gehäusen, sie sind mit den Porträts der gezeichneten Gehäuse verbunden worden, um gleichzeitig mit der Entwicklung der Primitivgehäuse auch verschiedene Ausbildungsstufen älterer Gehäuse veranschaulichen zu können.

Fig. 6. Ein Saccaminagehäuse auf dem Psammosphaera-Stadium, die Oberfläche des Gehäuses ist rauh, die Steinchen stehen unregelmäßig durch einander; zwischen ihnen befinden sich noch größere Strecken der ursprünglichen Primitivdecke *MS*, sowie das abgebrochene Stück einer Schwammnadel. Vergr. 40/1.

Fig. 7. Ein Gehäuse, das im Begriffe steht aus dem Psammosphaera-Stadium in seinen endgültigen Zustand überzugehen. Ein ursprüngliches Porträt ist so umgeändert, dass die einzelnen Steinchen auf diejenigen der vorhergehenden Figur bezogen werden können. Die Fig. 7 stellt also ein ideales Bild von einem späteren Zustande des Gehäuses Fig. 6 dar. Man sieht, dass die Steinchen zum Theil bereits mit ihrer Breitseite in die Gehäuseebene eingeordnet sind, und dass sich Mörtelmasse in ihre Zwischenräume eingelagert hat. Vergr. 40/1.

Fig. 8. Ein jugendliches Gehäuse, welches von seiner Unterlage, einem älteren Gehäuse, losgetrennt worden ist. Die Seite, mit welcher es aufgewachsen war, ist nach vorn gekehrt. Man sieht auf ihr eine Reihe von Dellen (*D*), welche den Hervorragungen der Steine des als Unterlage benutzten Gehäuses entsprechen. Am Rande der ehemaligen Festheftungsfläche ist die Anlage des Pylomtubus *Pt* erkennbar. Die Festheftungsfläche selbst ist ganz aus mittelgroßen Steinchen zusammengesetzt, welche keine Mörtelmasse zwischen sich gelagert haben. Die größeren Bausteinchen der abgekehrten Seite zeigen Reste früherer Kittsubstanz *RK*, welche beweisen, dass die Steinchen schon eine Umlagerung erfahren haben, obgleich sie ihre definitive Lage noch nicht erreicht haben. Vergr. 40/1.

Fig. 9. Ein kleines Gehäuse, welches seinem definitiven Ausbildungszustand nicht mehr fern ist, und die Vorgeschichte des Gehäuses Fig. 8 zu haben scheint. *F* scheint die Seite seiner früheren Festheftung. Vergr. 40/1.

Fig. 10. Querschnitt durch einen Pylomtubus, welcher mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure behandelt worden ist. Man sieht im Inneren des Pylomtubus die blau gefärbte Mörtelmasse, die Steine des übrigen Gehäuses theilweise überziehen (*UeSt*). Die blau gefärbten Theile des Pylomtubus sind die älteren (*ae*), die hell gebliebenen Theile (*jt*) sind jüngeren Datums, sie hatten noch kein Eisenoxydsalz in sich abgelagert und haben sich deshalb nach der Blutlaugensalzbehandlung nicht blau gefärbt. Vergr. 100/1.

Fig. 11. Ein größerer Baustein, welcher aus dem Zusammenhange mit anderen Bausteinen losgelöst und hiernach mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure

behandelt wurde. Auf der rechten Seite sieht man die mannigfach gesprungene und blau gefärbte Kittmasse. Vergr. 200/4.

Fig. 12. Erste Anlage des Pylomtubus vom Inneren des Gehäuses aus gesehen. Eine zusammenhängende Schicht von Mörtelmasse *MS* hat sich über die der Öffnung *M* zunächst liegenden Steinchen ausgebreitet. Bei *K* sind die Bausteine des Gehäuses durch bloße Kittmasse verbunden, bei *MS* durch Mörtelmasse. Vergr. 70/4.

Fig. 13. Ein Stück einer Gehäusewand, auf seiner äußeren Seite mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure behandelt. Das äußere Netzwerk von Mörtelmasse hat sich blau gefärbt, das innere dagegen ist braun verblieben und schimmert durch die Bausteine durch. Vergr. 200/4.

Fig. 14 *a, b, c*. Ein Gehäuse, welches ausgestorben ist, während es gerade im Wachstum begriffen war. Erklärung siehe im Text p. 458. Vergr. 35/4.

Fig. 15. Erste Anlage eines Pylomtubus von oben gesehen. Der Saum der Mörtelmasse (*S*) hat sich noch nicht über die umgebenden Bausteine *B* erhoben. Vergr. 40/4.

Tafel XXII.

Alle Figuren, bei denen nichts Anderes angegeben ist, beziehen sich auf *Saccamina sphaerica* M. Sars.

Fig. 16. Ein durch den Wachsthumsvorgang deformirtes Gehäuse; der Theil *a* des Gehäuses hat sein endgültiges Gefüge schon angenommen, während der Theil *b* noch den rauheren Aufbau des Psammosphaerastadiums erkennen lässt. Vergr. 20/4.

Fig. 17. Ein Gehäuse mit stark färbbarem Röhrenansatz (*R*); jedenfalls der übriggebliebene Rest einer früheren Pseudopodialröhre in der Form etwa wie bei Fig. 23. Vergr. 20/4.

Fig. 18. Ein Gehäuse, durch dessen Wandung eine flechtenähnlich ausgebreitete Pseudopodialröhre (*Psr*) ausgetreten ist. *Pt*, Pylomtubus. Vergr. 20/4.

Fig. 19. Ein Gehäuse mit hornförmigem Ansatz (*H*); letzterer ist jedenfalls aus einer zurückgezogenen Pseudopodialröhre entstanden. Zwischen den einzelnen Steinen, welche dem Horn aufgelagert sind, lässt sich überall noch deutlich eine feine Haut erkennen, die sich stark färben ließ und von der Hüllschicht der Pseudopodialröhre hergeleitet werden muss. Vergr. 20/4.

Fig. 20. Ein Gehäuse mit auffallend großem hornförmigen Ansatz. Vergr. 15/4.

Fig. 21 wie Fig. 19, jedoch sind die Steinchen auf dem hornförmigen Ansatz (*H*) so dicht an einander gerückt, dass von einer Haut zwischen ihnen nichts mehr zu erkennen ist. Das Horn sticht aber durch seine hellere Farbe von dem übrigen Gehäuse ab. Vergr. 20/4.

Fig. 22. Ein Gehäuse, durch dessen Wandung nur ein sehr geringer Theil der Sarkode in Knopfform (*Kn*) ausgetreten ist, um neue Bausteine aufzunehmen. Der Weichkörper (*Wk*) hat sich im Inneren des Gehäuses kugelig kontrahirt und schimmert durch die Gehäusewand hindurch. Vergr. 15/4.

Fig. 23. Ein Gehäuse mit hornförmigem Ansatz (*H*) und mit Pseudopodialröhre (*Psr*). Vergr. 20/4.

Fig. 24*. Eine Pseudopodialröhre stärker vergrößert. Vergr. 60/4.

Fig. 24 *a*. Dieselbe Pseudopodialröhre im Zusammenhang mit ihrem Gehäuse; sie tritt aus dem Pylomtubus (*Pt*) hervor. Vergr. 20/4.

Fig. 25*. Eine *Miliolina* (*Mil*) von einer Steinhülle (*Sth*) umgeben, welche in Pseudopodialröhren (*Psr*) ausläuft. Vergr. 10/4.

Fig. 26. Stück aus der Hüllschicht einer *Saccamina* mit Delle (*D*), welche den sonst vorhandenen Pseudopodientrichter vertritt. *Km*, in der Hüllschicht abgelagerte Kittmassenthelchen. Vergr. 400/4. Oberlicht.

Fig. 27*. Hüllschicht mit einer einfachen von Wülsten umgebenen Öffnung (*Oe*). *Km* wie bei Fig. 26. Vergr. 400/4. Oberlicht.

Fig. 28*. Ein von Kittringen (*Kr*) umgebener Hüllschichttrichter. Vergr. 400/4. Oberlicht.

Fig. 29*. Stück einer Hüllschicht mit einer dachartigen Verdickung (*Verd*) und verschieden gestalteten, fraglichen Fäden (*F*) von innen gesehen. Vergr. 400/4. Oberlicht.

Fig. 30. Ein aus dem Gehäuse freipräparierter Weichkörper. Die Hüllschicht (*Hsch*) hat sich in Folge der Konservierung von der Innensarkode (*Is*) losgehoben, dazwischen liegen kleine Reiztröpfchen (*Rz*). An einer Stelle sind der Hüllschicht kleine Steinchen (*St*) aufgelagert. *Ps*, die verschmolzenen Pseudopodienmassen. Vergr. 40/4.

Fig. 34. Stück einer Hüllschicht mit aufgelagerten kleinen Steinchen (*St*), wie sie zur Herstellung des inneren Mörtelnetzwerkes Verwendung finden. Vergr. 400/4.

Fig. 32. Ein aus dem Gehäuse frei präparierter augenscheinlich besser konservierter Weichkörper; die Hüllschicht liegt allenthalben der Körpersarkode so dicht an, dass sie sich nicht von ihm unterscheiden lässt. Der ganze Weichkörper zeigt zahlreiche Unebenheiten, die jedenfalls der Ausdruck einer ehemaligen Formveränderung des Weichkörpers sind. Die Pseudopodienmasse (*Ps*) ragt noch nach dem Pylontubus hin vor. Vergr. 40/4.

Fig. 33. Eine *Nebela carinata* während der Deckelbildung, welche ihrer Encystirung vorausgeht. *D*, der in Bildung begriffene Deckel; *Vk*, Vacuole, welche dazu bestimmt ist, den Deckel von dem übrigen Körper abzuscheiden; *Fk*, die in dieser Vacuole mit eingeschlossenen Fremdkörper; sie werden dem Deckel als weitere Verstärkung eingelagert; *Km*, Kittmasse, sie kommt aus der nächsten Umgebung des Kernes (*Nucl*) her und wandert der Richtung der Pfeile folgend nach dem Deckel hin, dessen Grundmasse sie liefert. Vergr. 245/4.

Fig. 34*. Die feinere Struktur der *Saccaminasarkode*; ein Protoplasmabalken zwischen zwei Kanälräumen (*Kr*). *hP*, homogenes Protoplasma; *hF*, homogene Protoplasmafäden; *W*, Waben; *Wk*, Wabekörperchen, jedenfalls aus der Substanz geplatzter Waben hervorgegangen; *Cgl*, Konglomerate solcher Wabekörperchen, zu verschieden gestalteten größeren Körperchen verschmolzen; *F*, lange fadenförmige Gebilde derselben Herkunft; *Vd*, verdickte Wand einer größeren Vacuole; jedenfalls dadurch entstanden, dass die Waben an der Vacuolenwand geplatzt sind und ihre Substanz zu einer gemeinsamen dickeren Wandlage zusammengeflossen ist. Vergr. 4000/4.

Fig. 35*. Kleineres Stück des Sarkodenetzwerkes; zwischen einzelnen Wabenlagen sieht man stark verdickte Stränge (*Vd*) verlaufen. Es sind hier jedenfalls ganze Wabenreihen geplatzt, während sich ihre Substanz zwischen den Wänden der angrenzenden Waben zu den Strängen *Vd* vereinigt hat. Vergr. 4000/4.

Fig. 36. Schnitt durch das Hinterende einer *Pelomyxa palustris* Greeff mit Methylgrün-Eosin gefärbt. Eine blau gefärbte Hüllschicht ist nicht vorhanden; die äußerste Protoplasmalage hat kleinste Pseudopodien (*Ps*) ausgesendet, welche bei schwächerer Vergrößerung ganz den Eindruck eines starren Borstenbesatzes hervorrufen. Die äußerste Leibesschicht der *Pelomyxa* besteht also aus Sarkode,

und darf nicht mit der Hüllschicht der *Saccamina* identificirt werden. Vergr. 4000/1.

Fig. 37*. Stück eines Schnittes durch *Saccamina sphaerica* mit verdünntem Hämatoxylin behandelt. *rk*, die über den ganzen Schnitt verbreiteten, stark gefärbten, rundlichen Körperchen fraglicher Herkunft. Vergr. 400/1.

Fig. 38. Ein wohl ausgebildeter Hüllschichttrichter. Um die äußere Trichteröffnung laufen zwei Wülste (*W* u. *W*₁), welche durch eine Furche (*F*) getrennt sind. Vergr. 400/1.

Fig. 39. Stück des Sarkodebalkenwerkes als SEMPER'sches Trockenpräparat mit Oberlicht betrachtet. Vergr. 400/1.

Fig. 40. Ein Stück der Hüllschicht mit dicht beisammen liegenden Gruben (*Gr*), wie sie nur sehr selten beobachtet werden konnten. Vergr. 400/1.

Fig. 44*. Ein entkalktes Gehäuse von *Rotalia Becarii* L. mit Eisenkies-einlagerungen. In der Embryonalkammer deutliche Krystalle (*Kr*) erkennbar. Vergr. 245/1.

Fig. 42. Eine *Lagen a globosa* (Montagu) mit Eisenkieskugeln. Vergr. 75/1.

Fig. 43. Ein Kern und Theile des Weichkörpers von *Saccamina sphaerica*, die durch Pilze (?) pathologisch verändert worden sind. *Spf*, die eventuellen Pilzfäden; *M*, die frühere Kernmembran; *Wk*, der körnig gewordene Weichkörper. Vergr. 245/1.

Fig. 44*. Zur feineren Struktur der *Saccaminasarkode*. Die einzelnen Wabenkörperchen haben sich am oberen Rande des abgebildeten Schnitttheiles nicht vereinigt, sondern liegen lose neben einander (*Wk*). Vergr. 750/1.

Fig. 45. Kern aus einem älteren Primitivgehäuse. Die Binnenkörper (*Bk*) sind hauptsächlich in der Randzone des Kernes angehäuft, jedoch befindet sich auch im Centrum des Kernes ein dichter Haufen von Binnenkörpern (*Bk*₁). Vergr. 500/1.

Fig. 46. Verschiedene Gestaltungsformen der Xanthosomen. *Rg*, besonders auffallende Ringgestalt eines Xanthosoms. Vergr. 4000/1.

Fig. 47. Zwei dicht neben einander liegende, jedenfalls pathologisch veränderte Kerne (*I* u. *II*). Vergr. 400/1.

Fig. 48. Eine isolirte Schlickkugel. Vergr. 360/1.

Fig. 49. Ein besonders regelmäÙig aufgebauter Fäkalballen. *Gm*, Glasmembran; *Fk*, in den Fäkalballen eingeschlossene Fremdkörper; *X*, Xanthosomen. Vergr. 400/1.

Fig. 50*. Klopfpräparat von einem Fäkalballen. *Gm*, die Glasmembran; *X*, die Xanthosomen, welche hier zu einem deutlich ausgeprägten Netzwerk angeordnet sind; *Sk*, nach dem Klopfen im vorgenannten Netzwerk zurückgebliebene Schlickkugeln; *LM*, leere Maschen, aus denen die Schlickkugeln herausgefallen sind. Vergr. 240/1.

Fig. 51*. Stück eines ausgefalteten Seeigelstachels, in welchem sich Eisenkies in verschiedener Form abgelagert hat. *Ek*, Eisenkies. Vergr. 400/1.

Fig. 52*. Ein leeres Gehäuse von *Nonionina depressula* mit Eisenkieskugeln. Vergr. 400/1.

Fig. 53 u. 54. Isolirte Eisenkieskonglomerate aus ausgestorbenen *Saccaminagehäusen*. Vergr. 420/1.

Fig. 55. Ein durchscheinender Tropfen verwesenden Protoplasmas, in welchem sich Eisenkies nebelartig niederschlägt. Vergr. 420/1.

Fig. 56. Eine Eisenkieskugel, durch Druck auf das Deckglas in ihre ursprünglichen Komponenten zerlegt. Vergr. 420/1.

Tafel XXIII.

Die Tafel stellt aus dem Weichkörper isolirte Kerne von *Saccamina sphaerica* M. Sars dar.

Allgemeine Bezeichnungen.

Bk, Binnenkörper; *Mk*, Membrankegel (Chromatin); *Lf*, Liniinfäden mit feinsten Chromatinkörnchen; *Ps*, perlschnurartige Zusammenreihungen von Binnenkörpern; *r.B*, resistente Binnenkörper; *W*, Waben.

Fig. 57—65*. Die neun verschiedenen Kernstadien. Um die Volumzunahme des Kernes recht deutlich zu veranschaulichen sind sämtliche Kerne (Fig. 57—65) unter derselben, 360fachen, Vergrößerung dargestellt. Der Raumerparnis wegen sind die Kerne zum Theil mit ihren Rändern über einander gezeichnet, die über einander liegenden Randstücke sind nicht ausgezeichnet worden. Die Kerne sind ihrer Größe nach angeordnet, da aber diese Größenfolge nicht genau mit ihrem Alter übereinstimmt, so sind die Altersstadien der verschiedenen Kerne durch römische Ziffern kenntlich gemacht, welche einem jeden Kerne unten links beige setzt sind; also III = drittes Kernstadium im Text. Sämtliche Figuren mit Ausnahme der Fig. 64 *a* sind Centran- bzw. Axianschnitte; Fig. 64 *a* ist ein Paratransversanschnitt, so dass durch ihn nicht der wirkliche Umfang des betreffenden Kernes zum Ausdruck kommt.

Fig. 57. Erstes Kernstadium mit zusammengesetzten Binnenkörpern.

Fig. 58. Drittes Kernstadium. *Zs*, Zusammenhäufung von Binnenkörpern, welche jedenfalls auf den Verfall eines in Auflösung befindlichen zusammengesetzten Binnenkörpers zurückgeführt werden darf.

Fig. 59. Viertes Kernstadium. *ChrK*, die am Kernrande zuerst auftretenden sehr feinen Chromatinkörnchen.

Fig. 60. Zweites Kernstadium. *Vk*, Vacuolen, welche wohl bei der Konservirung in Folge des Flüssigkeitsreichthums dieses Stadiums entstanden sind.

Fig. 61. Fünftes Kernstadium.

Fig. 62. Siebentes Kernstadium. *H*, Flüssigkeitshöfe, welche sich um die Binnenkörper herum gelegt haben.

Fig. 63. Sechstes Kernstadium. *G*, Grundmasse, welche aus den Chromatinkörnchen und der für die Bildung der Liniinfäden bestimmten Substanz besteht.

Fig. 64. Achtes Kernstadium.

Fig. 64 *a*. Achtes Kernstadium; Paratransversanschnitt. *z.L*, zerrissene Liniinfäden, welche in das Lumen der Waben hineinlaufen.

Fig. 65. Neuntes Kernstadium.

Fig. 66. Ein augenscheinlich von Pilzfäden befallener Kern des achten Stadiums. Vergr. 300/1.

Fig. 66 *a*. Ein anderer Schnitt desselben Kernes innerhalb seiner Kernhöhle. *KH*, Kernhöhle. Vergr. 440/1.

Fig. 66 *b*. Die Pilzfäden (?). *a* und *b*, zwei besonders auffällig gestaltete Fäden. Vergr. 1000/1.

Fig. 67. Randtheile eines Kernes des neunten Stadiums mit angrenzender Körpersarkode. *RM*, runzeliger Überrest der Kernmembran; an anderen Stellen ist die Kernmembran gänzlich geschwunden; *Lf*, in die Körpersarkode hineinlaufende Liniinfäden. Der aus der Mitte herausgeschnitten gedachte Theil des Kernes war normal gebaut. Vergr. 360/1.

Fig. 68. Ein Kern des zweiten Stadiums, bei welchem sich während der Kon-

servierung die Flüssigkeit in den Randpartien des Kernes angesammelt hat. Vergr. 200/1.

Fig. 69. Ein Kern, welcher sich zwischen dem fünften und sechsten Stadium befindet. *gBk*, einzelne zu einem Gerinnsel zusammengetretene Binnenkörperhaufen. 240/1.

Fig. 70. Ein Kern des achten Stadiums mit sehr weiter, jedenfalls durch die Konservierung künstlich vergrößerter Wabenbildung. *Rsch*, Randschicht, welche von den an der Kernmembran zusammengedrängten Binnenkörpern gebildet worden ist. Vergr. 175/1.

Fig. 71. Die aus Chromatin bestehenden Membrankegel, wie sie als charakteristische Gebilde auf dem II. bis V. Kernstadium vorkommen. *a*, weniger regelmäßig ausgebildete Kegel von der Seite gesehen; *b*, sehr regelmäßig ausgebildete Kegel von der Seite gesehen; *c*, die letzteren von oben gesehen. Vergr. 1500/1.

Tafel XXIV.

Alle Figuren beziehen sich auf *Saccamina sphaerica* M. Sars. Die Tafel stellt Schnitte durch Weichkörper dar, die mit Methylgrün-Eosin behandelt worden sind. Die Sarkode ist roth gefärbt, die als Nahrung aufgenommenen Schlickmassen erscheinen grün; die Hüllmasse dagegen ist durch eine blaue Färbung charakterisirt.

Allgemeine Bezeichnungen.

Exk, Exkretkörnchen; *H*, Hüllschicht; *KH*, Kernhöhle (= Raum, den der Kern augenscheinlich vor seiner Konservierung ausfüllte); *Nucl*, Kern; *Ps*, Pseudopodienmasse; *Sk*, Schlickkugeln; *Str*, Sarkodetropfen (Reiztropfen); *Tr*, Trichter.

Fig. 72*. Paratangentialschnitt durch die Trichterenge. *Tr*, der durchschnitene Trichter, der sich durch die Anhäufung von Hüllmasse vor der schwächig ausgebildeten Hüllschicht (*H*) sehr auszeichnet. Vergr. 400/1.

Fig. 73*. Schnitt durch ein Randstück der Sarkode. Die Hüllschicht (*H*) zeigt hier wabigen Bau, der von Vacuolenbildung herrührt; *Vd*, Verdickung der Hüllschicht, durch Zusammenfließen von Hüllmasse innerhalb einer Einbuchtung der Sarkode entstanden. Die Sarkode selbst lässt auf diesem Schnitte die Wabenkörperchen (*Wk*) deutlich erkennen. Vergr. 360/1.

Fig. 74a*. Ein Paratangentialschnitt durch den Trichter der Fig. 72. In die Hüllschicht sind Kittmassentheilchen in ringförmiger Anordnung eingelagert. Kittmassentheilchen gelb. Vergr. 200/1. *b*, ein Glied eines Kittringes bei stärkerer Vergrößerung: an den Stellen † schiebt die rothgefärbte Sarkode gelbe Kittmassentheilchen in das Gefüge des Ringgliedes hinein, während an den Stellen * die einzelnen Kittmassentheilchen zu größeren Kittmengen zusammengetreten sind. Vergr. 680/1.

Fig. 75*. Ein Paratangentialschnitt. *Vd*, Verdickungen der Hüllschicht innerhalb der Einbuchtungen der Sarkode. Vergr. 400/1.

Fig. 76*. Schnitt durch die Pseudopodienmasse eines noch ausgestülpten Trichters. *Sp*, Spalt innerhalb des Pseudopodienfächers, welcher auf den Abgang eines Seitenbüschels der Pseudopodien zurückzuführen ist. *a*, Stelle, an welcher der radiale Verlauf der Pseudopodienwaben eine andere Richtung annimmt; *U*, erste Andeutung einer Umstülpung des Trichters nach innen; *Km*, Kittmassentheilchen im Trichter. Vergr. 400/1.

Fig. 77*. Centralschnitt; auf diesem Schnitte lässt sich ein Unterschied in der

Anordnung der peripheren und der centralen Sarkodetheile nicht erkennen. *Fk*, ein blau gefärbter (in Zersetzung begriffener) organischer Fremdkörper. Vergr. 64/1.

Fig. 78*. Schnitt durch ein Randstück der Sarkode. Von der Hüllschicht *H*, die hier wieder vacuolären Bau zeigt und blau gefärbt ist, hat sich eine grün gefärbte Haut (*LM*) losgelöst. Vergr. 360/1.

Fig. 79*. Centralschnitt; hier unterscheiden sich die centralen Sarkodetheile durch ein engeres Gefüge, von den peripheren, die außerdem mehr Schlickmassen enthalten als die centralen. *LM*, von der Hüllschicht losgesplitterte Membran. Vergr. 100/1.

Fig. 80*. Paratangentialschnitt durch einen Weichkörper, der seine Pseudopodien eingezogen hatte. *Psk*, die grau gebliebenen Pseudopodienkörperchen, in deren Mitte die Sarkode (Reiztröpfchen) zu einem Astwerk *A* aus einander gepresst worden ist. Vergr. 100/1.

Fig. 81*. Der mittlere Theil eines ebensolchen Schnittes wie Fig. 80 bei stärkerer, 450facher Vergrößerung. Die feinkalkige Innensarkode schickt Ausläufer in die Zusammenhäufung der Pseudopodienkörperchen (*Psk*) hinein. Unter dem Drucke der letzteren bilden sich aus den ersteren einzelne Äste (*A*) des Astwerkes der Fig. 80.

Fig. 82*. Ein Centralschnitt mit verhältnismäßig vielen Schlickkugeln; die Sarkode ist auf diesem Schnitte nicht eingezeichnet. Vergr. 50/1.

Fig. 83*. Ein Paratangentialschnitt durch einen Weichkörper, der sich in dem rapiden Defäkationsvorgang befindet. *Zs*, Zusammenhäufung der Schlickkugeln. Der Kern (*Nucl*) ist pathologisch verändert, das Loch in demselben ist durch eine Delle hervorgerufen. Vergr. 64/1.

Fig. 84. Ein Schlickmassenhaufen, dessen Schlickpartien sich nicht zu einzelnen Schlickkugeln zusammengeballt haben. *Exk*, die unverändert gebliebenen Exkretkörnchen. 64/1.

Fig. 85*. Schnitt durch einen Theil eines Weichkörpers nach dessen Defäkation. Auftreten der Exkretkörnchen (*Exk*) innerhalb von Vacuolen, welche hier in sehr regelmäßigen Abständen der Kernmembran sehr nahe angelagert sind. *Bk*, Binnenkörper des Kerns. Vergr. 220/1.

Fig. 86*. Schnitt durch ein Stück eines sehr jugendlichen Weichkörpers, der in ausgiebiger Bildung von Hüll- und Kittmasse begriffen ist; der Weichkörper enthält merkwürdigerweise keine Schlickbestandtheile (cf. Text p. 507). Vergr. 450/1.

Fig. 87*. Schnitt durch einen Kern des zweiten Stadiums und seine angrenzende Sarkode, mit Pikrinsäure nachbehandelt. Die Binnenkörper (*Bk*) haben sich stark gelb gefärbt, während die Membrankegel (*Mk*) roth geblieben sind. Vergr. 200/1.

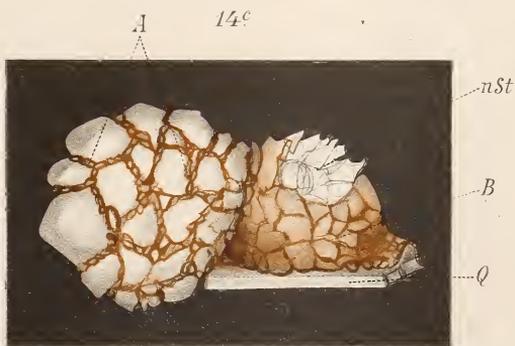
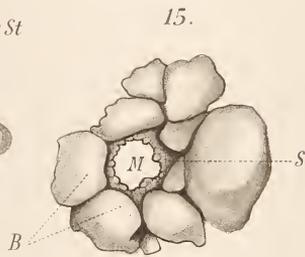
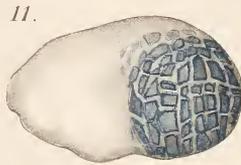
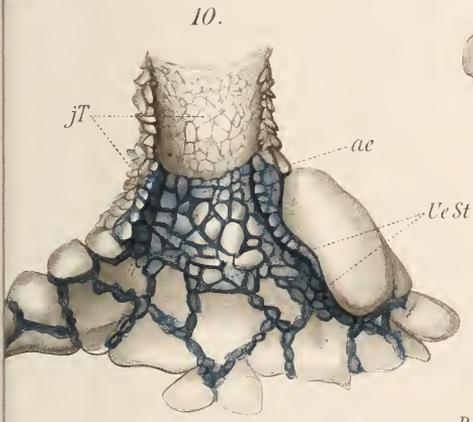
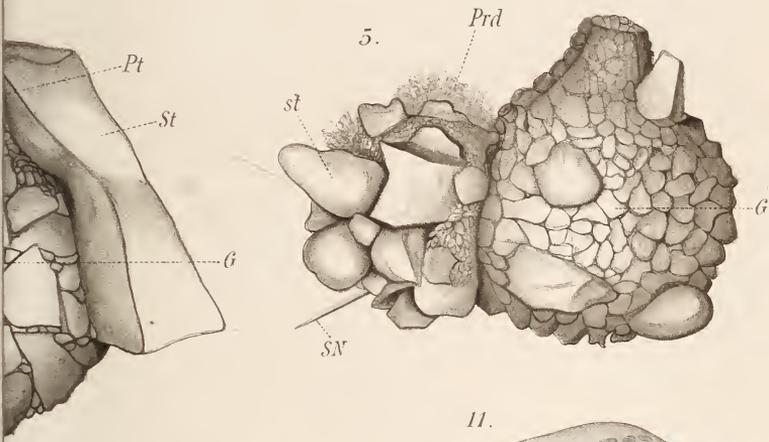
Fig. 88. Schlickkugel aus einem Fäkalballen mit dicht angelagerten Xanthosomen. Vergr. 360/1.

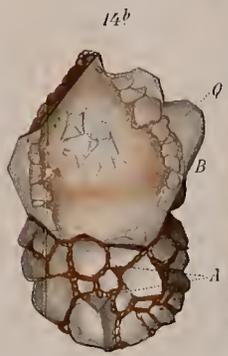
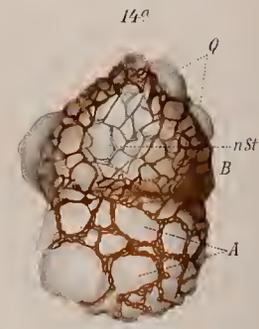
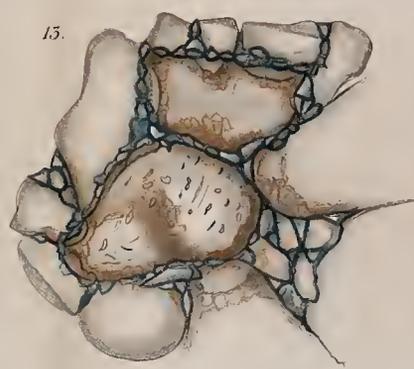
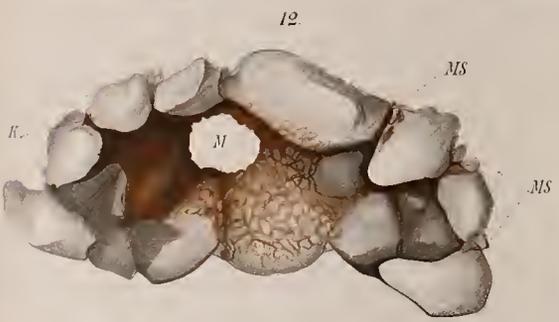
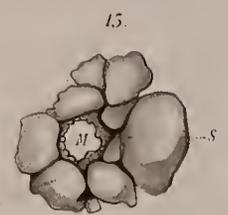
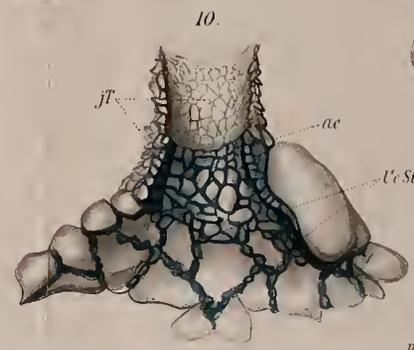
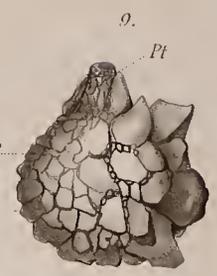
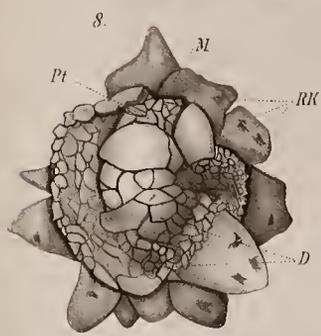
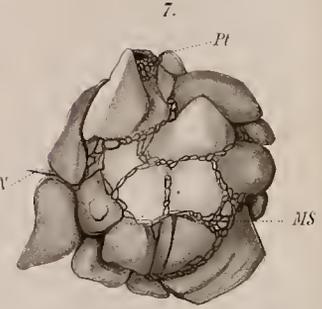
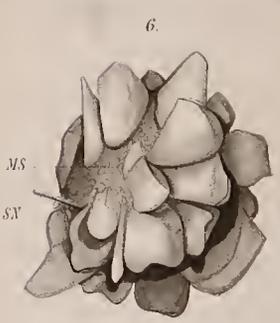
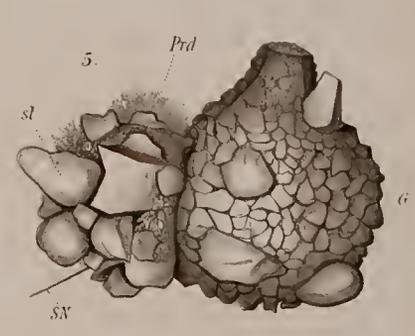
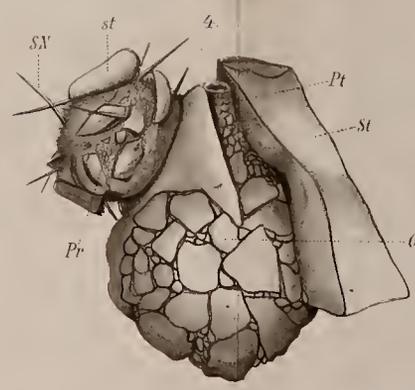
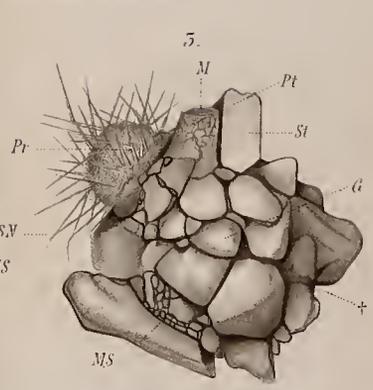
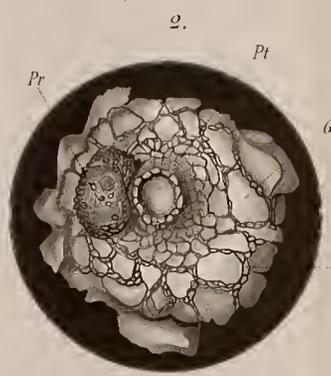
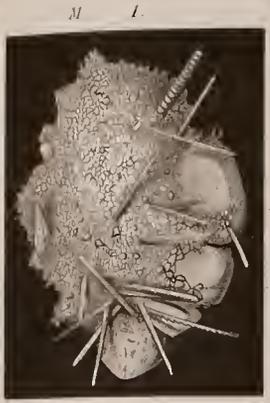
Fig. 89*. Schnitt durch ein Stück eines Weichkörpers, der nach dem Defäkationsproceß mit der Abscheidung von Exkretkörnchen beschäftigt ist. Die Vacuolen, in denen die Exkretkörnchen auftreten, sind ohne Wahl im Weichkörper vertheilt. Vergr. 140/1.

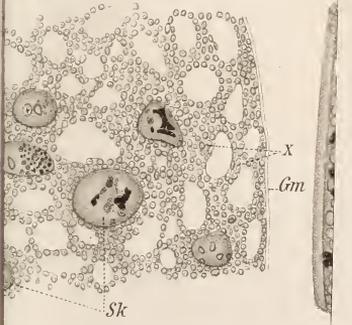
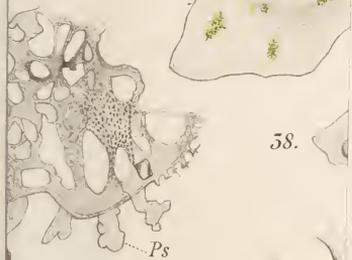
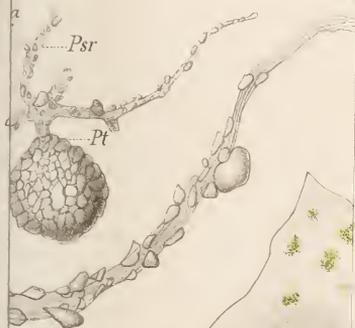
Fig. 90*. Theil eines Schnittes durch einen mit der Defäkation beschäftigten Weichkörper. *Zs*, Zusammenhäufung der Schlickmassen. Vergr. 100/1.

Fig. 91*. Paratangentialschnitt durch einen rapid defäcirenden Weichkörper. Vergr. 100/1.

Fig. 92*. Theil eines Schnittes durch einen Weichkörper, der am Ende seiner allmählichen Defäkation steht; die Sarkode ist fester geworden und dadurch während des Schneidens in einzelne Ballen zerbröckelt. *Sk*, vereinzelter Schlickmassen. Vergr. 100/1.







L. N. 10

65.

62.

VII

66.

VIII

70.

VIII

71.

II-V

