© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

# Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden.

(Beitrag III, IV und V.)

Von

Dr. **L. Rhumbler,**

Privatdocent und Assistent in Göttingen.

Mit Tafel IV, V und 10 Figuren im Text.

## III.

### Testaceen ohne sekundäres Schalenwachsthum und solche mit sekundär wachsender Schale.

Um das von mir behauptete Schalenwachsthum der Süßwasserthalamophoren, der Testaceen, in seinen Einzelheiten festzustellen, habe ich seit nunmehr drei Jahren zwei Testaceenspecies in besonderen Kulturen gezüchtet, nämlich Difflugia pyriformis Perty und Difflugia constricta Ehrenb. In kleineren und größeren Zeiträumen wurden dann immer Grundproben aus der Kultur herausgenommen, mit Pikrinschwefelsäure, Sublimat oder Sublimateisessig konservirt, und mit dem von mir empfohlenen Methylgrün-Eosin-Gemisch gefärbt[1], weil dadurch das Auffinden der in der Grundprobe getödteten Thiere außerordentlich erleichtert wurde. Ich hoffte so, durch Messen der in verschiedenen Zeiten eingesammelten Thiere, das Wachsthum ihrer Schalen durch mittlere Maße feststellen zu können. Dabei bin ich denn für die beiden Formen zu gerade dem entgegengesetzten Resultat gekommen, als ich nach meinen früheren Untersuchungen erwartet hatte. Die Gehäusemaße dieser Formen schwanken zwar, diese Schwankungen sind aber nur geringe, und überdies können diese Schwankungen nicht einem nachträglichen Schalenwachsthum zugeschrieben werden, sondern sie finden sich in demselben Maße wie bei beliebig aufgegriffenen Thieren, auch bei ganz jungen eben

[1] Ich lasse jetzt neuerdings die Farbe 24 Stunden einwirken, ehe sie ausgewaschen wird. Auf 300 ccm 70%igen Alkohol 1 g Eosin und 1 g Methylgrün. Beim Gebrauch um etwa $^1/_5$ mit Wasser verdünnen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



aus der Theilung hervorgegangenen Thieren, die sich oft auch nach ihrer Trennung vom Mutterthier mit großer Bestimmtheit erkennen lassen. Es kann also durch das Züchtungsexperiment für erwiesen gelten, dass wirklich einige, vielleicht sogar zahlreiche Testaceen, die Fähigkeit, nach dem, während des Sprossungsvorganges stattfindenden, Schalenaufbau ihre Gehäuse zu vergrößern, verloren haben. Ich muss also jetzt in Bezug auf die betreffenden Formen Gruber und Verworn Recht geben, muss aber den von beiden Forschern aufgestellten Satz dahin einschränken, dass bei manchen, auf keinen Fall aber bei allen Testaceen, ein nachträgliches Schalenwachsthum nicht statt hat. Die Gründe Gruber's waren rein theoretische — da das während des Sprossungsvorganges aufgebaute Tochtergehäuse dem Muttergehäuse glich, so glaubte er sich zu der Annahme berechtigt, dass an dem Tochtergehäuse auch späterhin keine Veränderungen, also auch keine Wachsthumserscheinungen mehr auftreten würden, sondern dass das Gehäuse einfach in demselben Zustand verharrte, in dem es zur Zeit des Sprossungsprocesses gebildet worden war. Verworn (Litt. 17a) suchte seine Behauptung durch Regenerationsversuche zu stützen, deren negatives Resultat, wie ich auch schon früher anerkannt habe (10b), sehr für die Unfähigkeit der Testaceen sprach, an ihrem Schalenbau nachträglich etwas ändern also auch dasselbe vergrößern zu können. Auch meine Regenerationsversuche waren ja negativ verlaufen; ich glaubte damals aber, dass das Ausbleiben der Regeneration in den veränderten Lebensbedingungen der meist sehr empfindlichen Thiere zu suchen sei, unter welche sie zur genaueren Beobachtung gebracht werden mussten. Heute glaube ich, dass diejenigen Formen, die nicht wachsen, auch ihre Regenerationsfähigkeit verloren haben, denn ich fand Schalendefekte, die ich aus der Kultur entnommenen Exemplaren von Difflugia pyriformis Perty zugefügt hatte, nach zwei Monaten ungeändert wieder vor, obgleich ich die Thiere nach der Operation in die Kultur zurückgebracht hatte und dieselben wieder unter genau denselben Bedingungen gelebt hatten wie vorher. Dieses Ausbleiben der Gehäuseregeneration trotz der ungeschädigten Anwesenheit des Kerns im Schalenträger ist befremdend, da wir von den Foraminiferen wissen, dass hier eine Schalenregeneration stattfindet, sobald der Kern in dem operirten Thier vorhanden ist (cf. Verworn, 17a) und da auch bei anderen Protozoen, bei den Infusorien, ein recht weitgehendes Regenerationsvermögen sich überall da kund giebt, wo der Kern erhalten geblieben ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Zur Regeneration einer geschädigten Zelle scheint nach dem heutigen Stande unseres Wissens die Anwesenheit des Kerns ein unbedingtes Erfordernis, das Ausbleiben der Regeneration bei lädirten Difflugiengehäusen lehrt aber, dass nicht überall da Regenerationsvermögen vorhanden sein muss, wo der Kern zugegen ist. Es scheinen bei den betreffenden Difflugien zum Schalenbau gewisse Zustände der Körpersarkode erforderlich, die nicht zu allen Zeiten erreicht werden können, und deren Mitwirkung der Kern beim Schalenbau bedarf, ohne die er aber seine Baufähigkeiten nicht äußern kann. Der aufgeblähte Zustand der Sarkode während des Sprossungsvorganges, — die Sarkodemenge, welche bislang in einem Gehäuse geborgen war, quillt (jedenfalls durch Wasseraufnahme) so auf, dass sie zwei Gehäuse, das des Mutterthieres und dasjenige des Tochtersprösslings bei der Mehrzahl der Formen (nicht bei Cyphoderia, cf. weiter unten) vollkommen ausfüllt (cf. 12a) — legt die Annahme eines zum Baugeschäft nothwendigen specifischen Zustandes der Sarkode recht nahe.

Wenn ich früher für ein allgemein verbreitetes Wachsthum der Süßwasserdifflugien eingetreten bin, so entsprach das ganz dem damaligen Standpunkte unserer Kenntnisse von den Difflugien. Man unterschied nämlich damals so wenig Arten von Difflugien, und vereinigte so verschieden aussehende und verschieden große Difflugien zu ein und derselben Species, dass es nur möglich war, durch die Annahme von Wachsthumsvorgängen die Glieder einer damaligen Species zusammenzubringen, zumal man geneigt war, den Sprössling eines Mutterthieres in Größen- und Bauverhältnissen dem Mutterthier genau gleichzuhalten (Gruber, Weismann), so dass Größenverschiedenheiten der Gehäuse erst nach dem Sprossungsvorgange durch nachträgliches Wachsthum zu Stande zu kommen schienen[1].

Dies Zusammenwerfen verschiedener Species zu einer konnte desshalb stattfinden, weil sehr häufig oder vielmehr fast immer im Äußeren ähnlich gestaltete Species an denselben Orten dicht neben einander vorkommen, und weil auch bei wirklichen Species schon während des Sprossungsvorganges Unterschiede im Ausbau, namentlich in der Größe des Gehäuses auftreten, welche dann als scheinbare Zwischenglieder zwischen die wirklich verschiedenen Species

[1] Etwa wie die Angehörigen einer Infusorienspecies trotz gleichhälftiger Theilung sehr verschieden groß sein können, weil das Wachsthum der Theilthiere sehr verschieden sein kann, und der Eintritt der Theilung an kein bestimmtes Größenmaß der Descendenten gebunden erscheint.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



eintreten, und sie zu einer Species zusammenzuhalten scheinen. So wird man dreist behaupten dürfen, dass viele der von Leidy (7) aufgeführten und so meisterhaft abgebildeten Difflugien in ganz falschen Gruppen zu den wenigen Species erhoben worden sind, die Leidy unterscheiden zu dürfen glaubte.

Der Erste, der den Artenreichthum unserer Difflugienfauna richtig erkannt hat, war Penard. Seine umfassende und vortreffliche Arbeit (8), deren Abbildungen aber leider manchmal zu wünschen übrig lassen, behandelt allein etwa fünfzig neue Species und Varietäten von schalentragenden Rhizopoden des süßen Wassers, obgleich das von Penard bearbeitete Material fast ausschließlich aus einem engbegrenzten Gebiete, aus der Umgebung von Wiesbaden, stammte. Es liegt hier keine unnöthige Speciesmacherei vor; ich bin im Gegentheil überzeugt, dass sich die Zahl der Species bei weiterer Arbeit noch erheblich vermehren wird.

Penard wurde durch seine vergleichenden Studien zu folgendem zweifellos richtigen Schlusse geführt: p. 111, »sans doute ces animaux varient dans certaines limites et quelques espèces (Difflugia pyriformis, Centropyxis aculeata, Euglypha alveolata-ciliata, Nebela collaris-flabellulum-lageniformis) rappellent tout à fait ce qui se passe dans certaines formes végétales (Rosa, Hieracium, Rubus) où l'espèce semble ne pas être encore fixée dans son évolution et présente des variétés nombreuses, mais à part un petit nombre d'exceptions, on peut dire que les rhizopodes sont aussi bien fixés que les animaux supérieurs«.

Die Reihe, die ich früher für die phylogenetische Entstehung des Sprossungsvorganges aufgestellt habe, halte ich auch heute noch durchaus aufrecht — und ich werde gerade in dieser Arbeit wieder zu zeigen Gelegenheit haben, dass der Sprossungsvorgang nichts weiter als einen beschleunigten Wachsthumsvorgang darstellt, der so schnell verlaufen kann, dass ein für ein Tochterthier ausreichendes Schalenstück mit einem Male in toto (Euglypha, Schewiakoff, 12a) an das Mündungsende des Muttergehäuses angesetzt wird — ich muss heute die frühere Reihe aber weiter fortführen, und komme zu Endgliedern, die nur zur Zeit der Sprossung Wachsthumsvermögen besitzen. Bei diesen Formen ist das Gehäusewachsthum periodisch geworden, die Wachsthumsperiode fällt mit der Sprossungsperiode zusammen; hierher gehören wohl die meisten unserer Süßwassertestaceen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Wie ich unlängst für die Foraminiferen gezeigt habe (10f) führt auch bei dieser Rhizopodenordnung eine zusammenhängende Reihe von konstant wachsenden Formen zu periodisch wachsenden über, zu Formen bekanntlich, deren periodisches Wachsthum in der Kammerbildung der Polythalamien einen so deutlichen Ausdruck gefunden hat. Der Sprossungsvorgang der Testaceen ist ein dem Kammerbildungsvorgang der Polythalamien analoger Vorgang, bei dem aber die neugebildeten Kammern vom Muttergehäuse sofort abgelöst werden, und bei dem die Orientirung der neugebildeten Kammern eine andere (Mündung gegen Mündung) ist als bei den meisten Foraminiferen (Mündung gegen Fundus der folgenden Kammer)[1].

Wie aber trotz des periodischen Wachsthums der Thalamophoren, trotzdem, dass die neugebildeten Kammern während der Kammerbildungsperiode mit einem Male ihrer Größe, ihrer Grundgestalt und ihrem inneren Rauminhalt nach in toto angelegt werden, augenscheinlich noch spätere Änderungen des Schalenreliefs wie Rippen, Stacheln und dergleichen der Schalenoberfläche nachträglich aufgelagert werden können; so könnte manche Testaceenspecies, die vielleicht an sich nicht wächst, doch noch die Fähigkeit besitzen, der in bleibender Größe während des Sprossungsvorganges aufgebauten Gehäusewand neue Verstärkungsmittel innen oder außen aufzulagern. Dass sekundäre Ablagerungen in oder auf den Testaceenschalen stattfinden, ist in der That gar nicht in Zweifel zu ziehen.

1) Ich selbst habe in neuerer Zeit mehrfach bewohnte Gehäuse von Lecquereusia spiralis (Ehrenb.) aufgefunden, welche das gleich große, leere Gehäuse einer Artgenossin oder einer anderen Species fest an ihre Gehäusewand angekittet hatten. Das als »übergroßer«[2] Baustein verwerthete Fremdgehäuse, hatte das Gehäuse der lebenden Lecquereusia in keiner Weise verzogen oder abgeplattet, wie es sonst bei der Anwesenheit großer Bausteine im Wandgefüge der Difflugien zu geschehen pflegt. Da sich diese sonst auftretende Abplattung aus dem Mechanismus des Schalenaufbaues ohne Weiteres erklären lässt (10b, p. 522) und nothwendig bei großen Bau-

[1] Ähnliche Verhältnisse wie bei den Testaceen haben sich, wenn auch auf anderer Grundlage, sehr wahrscheinlich nur bei der kleinen Unterfamilie der Lageninen innerhalb des Foraminiferenreiches entwickelt (Rhumbler, 10g).

[2] Als »übergroß« bezeichne ich solche Bausteine im Wandgefüge der Difflugien, welche in Folge ihres Umfanges niemals im Wohnraum des Muttergehäuses gelegen haben können, weil sie größer als die Mundöffnung der Gehäuse sind (cf. Rhumbler, 10b).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



steinen eintreten muss, so kann meiner Ansicht nach das leere Gehäuse bloß nachträglich angekittet worden sein, als die Grundmasse der Wand schon erstarrt war; d. h. also nach dem Sprossungsvorgang. Solche äußerlich an einander gekittete Schalen sind nicht mit den später erwähnten Doppelschalen von Pontigulasia spiralis nov. gen. nov. spec. zu verwechseln.

2) Meine früheren Angaben (10e), dass ich mit Hilfe der Methylgrün-Eosin-Mischung an Gehäusen von Difflugia acuminata Ehrenb. zu gewissen Zeiten stellenweise eine Blaufärbung der Kittsubstanz erhalten habe, erklären sich am einfachsten dadurch, dass an den betreffenden Stellen nachträglich Verstärkungsmittel angekittet worden sind. Merkwürdig ist, dass in den erwähnten Fällen eine Blaufärbung der verwendeten Kittsubstanz eintrat, während die Grundmasse der Gehäusewand auch selbst zur Zeit ihres ersten Erscheinens (während des Sprossungsvorganges), wie mich meine neueren Erfahrungen gelehrt haben, in Methylgrün-Eosin durchaus unfärbbar ist und bleibt. Die Testaceen scheinen im Stande zu verschiedenen Zeiten verschiedene Arten oder Modifikationen von Kittsubstanzen abzuscheiden. So beobachtete ich im December 1892, dass Difflugia acuminata eine tief dunkelbraun bis schwarzbraun gefärbte Masse zwischen den Fugen ihrer Bausteine auf der Außenseite ihres Gehäuses ablagerte, die Ablagerung ging von dem Fundus des Gehäuses aus, und schritt von hier aus mehr und mehr nach der Mündung hin fort. Die ursprüngliche Kittmasse ist, eben so wie die Kittmasse der meisten oder aller übrigen Testaceen in warmer verdünnter Kalilauge löslich; die sekundär aufgelagerte braune Masse von Difflugia acuminata (Taf. IV, Fig. 10 *brK*) widersteht dagegen diesem Reagens vollkommen; sie bleibt als braunes Netzwerk bestehen, während die Steine, die sie umfasst, aus ihren Maschen herausfallen: sie kann daher mit der eigentlichen Kittmasse (der Grundmasse, durch welche die Steinchen zusammengehalten werden), in ihrer Zusammensetzung nicht übereinstimmen, sondern scheint eine besonders geartete Substanz darzustellen, welche vielleicht zum Schutze gegen die winterliche Kälte, bez. als Vorbereitung zur Encystirung, ausgeschieden wurde. Als ein weiteres Beispiel für die Verschiedenartigkeit zu verschiedenen Zwecken ausgeschiedener Kittsubstanzen, kann hier auch die in Methylgrün-Eosin sich roth färbende Kittmasse erwähnt werden, welche bei konjugirten Cyphoderia margaritacea Schlumb. die Schalen der konjugirten Thiere zusammenhält (Taf. V, Fig. 5 *rK*).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



3) Penard (8, p. 90) traf ein Exemplar von Difflugia lobostoma an; »qui portait à la bouche une vésicule pourvue d'une véritable membrane hyaline et pleine de plasma clair, laquelle, de même taille et de même forme que la Difflugia, semblait être un deuxième individu provenant de dédoublement; mais aucun fragment de quartz n'entrait encore dans la composition de la membrane«. Man wird annehmen dürfen, dass hier der Fremdkörperbelag, den die Schale von Difflugia lobostoma sonst niemals, so weit bekannt ist, vermissen lässt, erst nachträglich auf der Tochterschale zur Ablagerung gekommen wäre.

4) Penard fand unter den Reserveplättchen von stacheltragenden Euglypha und Placocysta niemals Stacheln im Muttergehäuse aufgespeichert; er glaubt, dass sie erst auf der Außenfläche des Gehäuses mit Hilfe eines plasmatischen Überzuges zur Ausbildung kommen (8, p. 37).

Als Beispiel einer späteren inneren Auflagerung auf die Gehäusewand mag 5) die Austapezirung des Gehäuses von Difflugia elegans Penard mit einer braun aussehenden, homogenen, jedenfalls chitinigen Membran genannt werden, welche bei der Encystirung dieser Form eine wichtige Rolle spielt; von mir aber auch schon geraume Zeit vor der Encystirung beobachtet worden ist. Diese Tapete (Taf. IV, Fig. 9 *C*) ist mit Hilfe von Zapfen, welche sich in die Fugen der Gehäusewand einsenken (Taf. IV, Fig. 16 *Z*) an der Innenfläche des Gehäuses befestigt. Sie senkt sich nicht in das Lumen des Gehäusestachels hinein, und hört, nach dem Mündungsende der Schale hin immer dünner werdend, vor der Mündung des Gehäuses mit sehr dünnem Rande auf. Die Encystirung der Difflugia elegans erfolgt dadurch, dass der Weichkörper eine Membran (*M*) diaphragmaartig an die Chitintapete anlegt. Außerdem wird das vordere Gehäuseende noch durch extrathalam aufgespeichertes Baumaterial verschlossen. Die Chitintapete ist viel fester als der das Gehäuse zusammenhaltende Kitt, so dass es leicht gelingt, die Gehäusewand von der Chitintapete zu entfernen (Taf. IV, Fig. 16), namentlich wenn das Cystendiaphragma (Fig. 9 *M*) der Tapete weitere Widerstandskraft verliehen hat.

Diese sekundären Auflagerungserscheinungen habe ich zum Theil früher als Zeugnisse für die, dem damaligen wissenschaftlichen Standpunkte entsprechende, Annahme eines sekundären Gehäusewachsthums angesehen — sie haben aber diese Bedeutung vielleicht nicht immer. Auffällig ist dabei, dass meist (vielleicht immer) in den erwähnten Fällen die sekundären Auflagerungen durch eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Masse vermittelt werden, welche sich von der ursprünglichen Kittmasse der Gehäusewand durch Färbungsvermögen oder Resistenzkraft unterscheiden. Vielleicht ist die Erzeugung der primären Kittmasse bei den nicht wachsenden Formen ganz an den Sprossungsvorgang und die dabei eintretenden Zustände der Sarkode gebunden, wie ich oben schon wegen des Ausfalls der Regeneration bei nichtwachsenden Formen vermuthet habe.

Es lassen sich aber nicht alle der, von mir für sekundäres Gehäusewachsthum geltend gemachten, Beweisgründe auf sekundäre Auflagerungen zurückführen. Die Wachsthumsnarben, die ich an Centropyxisschalen wahrgenommen habe, können, so weit ich sehe, auch heute noch nur als während des Wachsthums entstandene und wieder ausgeheilte Risse angesehen werden.

Die eigenthümliche Einfaltung der Arcellaschale, die ich früher schon als ein Stadium des Wachsthumsprocesses angesehen habe, bietet gewisse Vergleichspunkte mit dem später geschilderten Schalenaufbau der Cyphoderia während des Sprossungsaktes; sie hat mit ihm das Gemeinsame, dass der Schalentheil, an welchem neues Schalenmaterial angesetzt werden soll, gegen den Weichkörper hin eingestülpt erscheint. Ihre Auslegung als Wachsthumsprocess erhält hierdurch eine neue Berechtigung. Für das Wachsthum der Arcellaschale kann vielleicht auch die Mehrkernigkeit der Arcella namhaft gemacht werden, welche nach den Beobachtungen Bütschli's u. A. zur Entstehung von mehreren anfänglich nackten Sprösslingen zu führen scheint (3, p. 138). Die kleinen Sprösslinge werden sich voraussichtlich erst kleine Schalen bauen, die dann vermittels der bekannten Vorgänge zu großen Schalen heranwachsen.

Da nun die sekundär wachsende Arcella eine ziemlich hoch stehende, jedenfalls von sandschaligen Species abzuleitende Form darstellt, wie aus Beitrag V hervorgehen wird, und da auch die Ausgangsformen der Sandschaler, die ich später als Nuditestidae zusammenfassen will, zweifellos ein ausgiebiges Schalenwachsthum besitzen, so wird man erwarten dürfen, dass sich auch bei einigen Sandschalern[1] das, bei den Vorfahren vorhandene und bei den späteren Genera wieder erscheinende, sekundäre Schalenwachsthum erhalten hat. Am wahrscheinlichsten ist es bei Formen, deren Schalengefüge eine besondere Festigkeit noch nicht erlangt hat.

Cyphoderia, zu deren näherer Beschreibung ich mich nun

[1] Denjenigen z. B., welche sich bei weiteren Untersuchungen als Vorfahrenformen der Arcella ergeben werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



wenden will, verdient dadurch besonderes Interesse, als sie beweist, dass der von Schewiakoff für Euglypha als Theilungsvorgang beschriebene Vermehrungsakt aus einem einfachen Wachsthumsvorgang entstanden ist, welcher bei Euglypha u. A. eine große Beschleunigung und Beschränkung auf eine kurze Zeitperiode erfahren hat. Man wird diesen Vermehrungsakt unbestreitbar als Knospung oder Sprossung bezeichnen müssen. Cyphoderia stellt ein Mittelglied zwischen wachsenden und nicht wachsenden Formen dar, steht aber den nichtwachsenden näher als den wachsenden.

## IV.

## Cyphoderia margaritacea Schlumb.

Meine Untersuchungen über vorstehend genannte Form sind auch nicht zu dem Grade des Abschlusses gekommen, der wünschenswerth erscheinen könnte. Mir ist im Zeitraum von vielleicht im Ganzen fünf Tagen unerwartet meine ganze reiche Kultur ausgestorben, ohne dass ich den Grund dieses Aussterbens ausfindig machen konnte. An der Kultur, die fast ein halbes Jahr unverändert, vor Verdunstung geschützt, gestanden hatte, war keine Veränderung wahrzunehmen, auch leben mit der Cyphoderia in derselben Kultur vorhandene Difflugia constricta Ehrenb., nachdem mehr als ein Jahr seit dem Eingehen der Cyphoderien vergangen ist, heute noch. Zur Zeit des Zerfalls der Cyphoderien wimmelte der Boden des Zuchtgefäßes von zahlreichen Ostracoden; vielleicht, dass die fortwährenden Störungen, welche die mit feinen langen Pseudopodien ausgestatteten Cyphoderien von Seiten der kleinen Krebschen zu leiden hatten, die Cyphoderien zum Untergange geführt haben; den robusteren Difflugien haben diese Störungen augenscheinlich nicht geschadet. Meine Kultur stammte aus dem hiesigen botanischen Garten.

Trotzdem Cyphoderia schon der Gegenstand mehrerer schöner Untersuchungen gewesen ist, deren Titel man in dem beigegebenen Litteraturverzeichnis mit Sternchen bezeichnet finden wird, und trotz der Lückenhaftigkeit meiner eigenen Untersuchungen glaube ich einiges Neues und Nichtuninteressantes mittheilen zu können, das die Existenz dieser Arbeit rechtfertigen mag.

### a. Die Schale.

Die Gestalt der Schale von Cyphoderia ist die eines länglichen Beutels mit erweitertem Fundus und allmählich sich verjüngendem Mündungsende. Im letzten Viertel der Gehäuseachse biegt sich das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Mündungsende der Schale in einem allmählichen Bogen nach unten, so dass die Schale eine bilaterale Gestalt erhält, und der Rand der 13,4—17,8 $\mu$ weiten Mündung nur noch einen Winkel von ca. 35° mit der Ebene der ventralen Schalenfläche bildet, anstatt eines Winkels von 90°, der gebildet werden müsste, wenn die Schale ihre den hinteren Haupttheil der Schale charakterisirende Geradestreckung beibehielte. Der Längsmesser der von mir beobachteten Schalen wechselte zwischen 0,08 und 0,1 mm; die größte Breite derselben zwischen 0,040 und 0,049 mm, doch konnten diese Größenschwankungen nicht auf die Folge eines nachträglichen Schalenwachsthums zurückgeführt werden, so dass ich Cyphoderia für eine Testacee halte, deren Schale nach der kurzen Knospungsperiode (Theilungsakt, SCHEWIAKOFF) nicht mehr zu wachsen vermag. Die Schalenwand ist aus kleinen sechseckigen Chitinplättchen von 1,4 bis 2,5 $\mu$ Durchmesser zusammengesetzt.

Bei Prüfung einer größeren Zahl von Cyphoderien (meine Präparate enthalten etwa 300 Stück) gewahrt man mancherlei Variationen im Schalenbau, welche sich einmal auf die Gestalt der Schale und dann auch auf das Verhalten der Plättchen beziehen.

Unter den Variationen der Schalengestalt trifft man am häufigsten auf eine Zuspitzung des hinteren Schalenendes, welche in den verschiedenen Fällen einen sehr verschiedenen Umfang erreichen kann. Die Wölbung der Schalenwände hört dann auf einer gewissen Strecke hinter der Schalenmündung mit einem Male auf und der restirende Schalentheil setzt sich wie ein hoher oder spitzer Kegel dem normalen vorderen Schalenende auf (cf. Fig. 3, Taf. V). Manchmal — es ist dies ebenfalls nicht selten zu beobachten —, ist auch der Schalenfundus zum größten Theil normal gewölbt, und nur sein, von der Längsachse des Gehäuses geschnittener Theil ist zapfenartig nach außen vorgetrieben (Taf. V, Fig. 1 und 7 *A*); öfters sind die Schalenplättchen nicht in die Wandebene dieser Zapfen eingelagert, sondern ragen auf der Zapfenoberfläche wirr nach außen, so dass der Zapfen ein rauhes, höckeriges Aussehen (Taf. V, Fig. 7 $Pl_A$) erhält; manchmal ist er glatt, zuweilen ist sein hinteres Ende offen.

Die Zuspitzung der Schale geschieht gelegentlich in zwei, oder selten in noch mehr Abschnitten, so dass sich zwischen dem normal gewölbten Anfangstheil und dem schließenden spitzen Kegel ein oder zwei stumpfe Kegel einschieben, welche ihre größeren Grundflächen der Gehäusemündung zukehren. All diese Zuspitzungen haben in der Regel das Gemeinsame, dass sie sich von einem ein-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



zigen Kreisumfange des Gehäuses aus bemerkbar machen (cf. die punktirten Linien in Textfigur 1).

Textfig. 1. Schale von Cyphoderia margaritacea Schlumb., welche ihre Schalenwölbung zweimal ändert. Die Änderung tritt im ganzen Umfang der Schale auf gleicher Höhe ein (cf. die punktirten Linien). Mit der Oberhäuser'schen Kammer gezeichnet.

Den Zuspitzungen der Schale steht eine ausnahmsweis starke Aufbauschung des Schalenfundus bei anderen auffallend ausgebildeten Exemplaren gegenüber. Die Auftreibung des Hinterendes geht in der Regel mit einer starken Abplattung desselben Hand in Hand; meist ist das abgeplattete Hinterende im Centrum dann nicht geschlossen, so dass auch hier eine zweite Schalenöffnung entstehen kann, die sogar meist nicht unerheblich größer ist als die bereits bekannte ebenfalls nur gelegentlich vorkommende Zapfenöffnung. In anderen Fällen ist die Stelle dieser Öffnung durch eine homogene, glasartige Chitinmasse erfüllt, die nicht aus Plättchenmosaik besteht (Taf. V, Fig. 13 *Nst*); in wieder anderen Fällen ist auch bei diesen Schalen mit stark aufgetriebenem Fundus die Hinterwand des Fundus normal, d. h. aus Plättchenmosaik, gebildet.

Außer diesen angeführten Variationen kommen hier und da auch ganz unregelmäßige Schalenverzerrungen vor, die wohl auf äußere Störungen des Schalenaufbaues während des Sprossungsaktes zurückzuführen sind.

Die Plättchen sind meist auf beiden Seitenflächen vollständig eben (Taf. V, Fig. 7), zuweilen aber lassen sie in ihrer Mitte jene knopfförmige Verdickung erkennen, welche zur Speciesbezeichnung margaritacea geführt hat. Solche perltragenden Plättchen waren bei meinen Exemplaren äußerst selten, dagegen fand ich häufiger gerade ein umgekehrtes Verhalten, namentlich konnte ich bei Plättchen, die durch Salzsäure aus dem Wandgefüge losgelöst waren, häufig eine beiderseitige Einsinkung der centralen Plättchentheile konstatiren, welche sich durch einen biskuitförmigen Kontour der Plättchen im optischen Querschnitt dokumentirte. Die Plättchen sind sechseckig, mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken, nur selten vollständig gleichseitig, in ihrer Zusammenlagerung können sie am besten mit dem optischen Durchschnitt eines Cylinderepithels verglichen werden. Kleinere Seiten eines Plättchens stoßen in der Regel mit entsprechenden kleineren Seiten der Nachbarplättchen zusammen, größere mit größeren Seiten etc. Durch Salzsäure isolirte Plättchen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



fielen mir, von der Kante gesehen, durch ihre Dicke und durch eine rillenförmige Ausfräsung ihrer Ränder auf (Taf. V, Fig. 14 *b*). Zuweilen verkleben einzelne Plättchen zu größeren zusammenhängenden Platten. Meist zeigen die Plättchen ein und derselben Schale keine besonders hervorstechende Größendifferenzen. Die Plättchen verschiedener Gehäuse schwanken dagegen in ihren Durchmessern zwischen 1,4 und 2,5 $\mu$.

Zwei Gehäuse habe ich jedoch gefunden, deren Hinterende aus größeren Plättchen zusammengesetzt war als ihr Vorderende (Taf. V, Fig. 1). Dieser Unterschied in der Plättchengröße machte sich schon bei 100maliger Vergrößerung so sehr geltend, dass die Schalen den Eindruck machten, als seien sie aus dem Mündungstheil einer kleinplattigen und dem Fundustheil einer großplattigen Schale zusammengefügt worden. Das merkwürdigste Exemplar, das ich in meinem Material aufgefunden habe, zeigte das ganze vordere Drittel der Schale fast ganz aus glasheller, homogener Masse aufgebaut, während der hintere Schalentheil in normaler Weise aus einzelnen Plättchen zusammengefügt war. Auch hier muss wieder betont werden, dass die Änderung der Plättchengröße, eben so wie die Umänderung in ein homogenes plättchenloses Wandgefüge im ganzen Umfang der Schale in gleicher Höhe stattfand (Taf. V, Fig. 2).

Beachtenswerth, aber von den früheren Beobachtern nicht besonders hervorgehoben, scheint mir der Umstand, dass außerhalb der die Außenseite der Plättchen markirenden Schalenlinie ein zweiter stark glitzernder Kontour um die Schale herumläuft; es muss hier eine homogene, stark lichtbrechende Deckschicht irgend welcher Art der Schale aufgelagert sein. Dieser zweite Kontour findet sich in den Figuren der Fresenius'schen Arbeit (5) sehr deutlich, vielleicht sogar etwas zu breit wiedergegeben, er wird aber im Text nicht erwähnt; eben so ist er von Penard in seiner Fig. 54, Taf. VIII deutlich gezeichnet und in der Figurenerklärung als »couche fine hyaline (mucilagineuse?)« bezeichnet. Weitere Angaben finden sich aber auch bei Penard nicht. Am überzeugendsten tritt die Anwesenheit der Deckschicht bei Exemplaren zu Tage, welche mit der Bildung einer Tochterschale beschäftigt sind. Es tritt nämlich dann die Deckschicht der Mutterschale ohne Unterbrechung auf die Tochterschale über, während die Plättchenschichten beider Schalen nicht in unmittelbare Berührung mit einander treten (Taf. V, Fig. 10 $D_1$, cf. auch Taf. V, Fig. 7 und 12). In dem Exemplar der Fig. 6 (Taf. V) hat sich bei *D* die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Deckschicht des im Bau begriffenen Tochtergehäuses vollkommen von der Plättchenschicht abgehoben; die Deckschicht lässt hier an manchen Stellen eine an die Sechseckfelderung der Plättchen erinnernde Zeichnung verschwommen durchscheinen; diese Zeichnung ist augenscheinlich der Abdruck des Plättchenmosaiks, welchem die Deckschicht vor ihrem Losreißen aufgelagert war, nicht aber ein Anzeichen eines eigenen Besitzes von Plättchen.

Ähnliche Deckschichten sind seither von anderen Formen nicht beschrieben worden. Ich glaube, dass die Deckschicht der unteren Schalenschicht der Arcella und Centropyxisschalen entspricht (cf. Bütschli, 3, p. 20 und Rhumbler, 10b, p. 531 u. 536), obgleich sie eine gerade umgekehrte Lagerung einnimmt. Die Umlagerung, der sonst die Innenwand der Schalen auskleidenden Deckschicht auf die Außenseite der Schale, ist ohne Weiteres durch den merkwürdigen Umstülpungsvorgang erklärlich, welcher nach meinen späteren Mittheilungen bei dem Schalenbau des Tochtersprösslings während des Knospungsaktes eintritt.

Der plättchenlose Schalentheil des vorhin erwähnten Exemplars (Taf. V, Fig. 2) scheint fast ausschließlich von der Deckschicht gebildet zu werden.

Vielleicht besitzt die Deckschicht eine mehr oder weniger zähflüssige Konsistenz; ich werde p. 63 auf diesen Punkt zurückkommen; das losgerissene Ende (Taf. V, Fig. 6 *D*) zeigt aber, dass die Deckschicht auch den Zustand einer starren Haut annehmen kann, falls ihr häutiger Zustand nicht erst durch die Konservirung verursacht worden ist.

Die Dicke der Deckschicht ist sehr gering, ich schätze sie für meine Präparate auf durchschnittlich ca. 0,7 $\mu$; die Dicke der Plättchenschicht entspricht natürlich der Dicke der Plättchen selbst; da nun, wie sich leicht feststellen lässt, die Dicke der Plättchen mit der Größe derselben zunimmt, ist die Dicke der Plättchenschicht bei Schalen mit größeren Plättchen bedeutender als bei Schalen mit kleineren Plättchen. Dies Verhalten tritt namentlich bei dem Exemplar (Taf. V, Fig. 1) deutlich hervor, hier ist die Verschmächtigung der Plättchenschicht an dem von kleineren Plättchen zusammengesetzten Vorderende so bedeutend, dass andere Lichtbrechungsverhältnisse im Vorderende entstehen, und dass desshalb die zwiefache Schalenkomposition schon bei schwächerer Vergrößerung lange hervortritt, bevor noch stärkere Objektive die Schalenplättchen deutlich machen. Am größerplattigen Hinterende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



der Schale ist die Plättchenschicht 1,9 $\mu$ dick, am kleinerplattigen Vorderende bloß 1,3 $\mu$; diese Werthe können gleichzeitig als die auch für andere Schalen geltenden Grenzwerthe angesehen werden.

Außer der äußeren Deckschicht habe ich bei einigen Exemplaren auch eine der Innenwand der Schale aufgelagerte »innere Deckschicht« wahrgenommen; dieselbe findet sich auch bei Penard (8, Taf. VIII, Fig. 45) abgebildet und wird in der Figurenerklärung als »pellicule pigmentée brune« bezeichnet. Ich halte sie für eine spätere, sekundäre Austapezirung der Schale, welche hier aber nicht wie bei Difflugia elegans Penard (cf. p. 44) eine Vorbereitung zur Encystirung darstellt. Encystirungsvorgänge habe ich eben so wenig wie einer der früheren Autoren bei Cyphoderia jemals beobachtet.

Über das chemische Verhalten der Cyphoderia-Schale vermag ich folgende Mittheilungen zu machen.

Im Allgemeinen besitzt die Schale eine erhebliche Resistenzkraft gegen Säuren, eine geringere gegen Kalilauge.

In kalter koncentrirter $H_2SO_4$ hielten sich die Schalen zwei Stunden lang ohne sich merklich zu verändern; erst als sie mehrere Stunden hindurch im Paraffinofen der Einwirkung dieser Säure ausgesetzt wurden, ließen sich die einzelnen Schalenplättchen nicht mehr von einander unterscheiden, sie schienen zu einer homogenen Masse zusammengequollen. Eine ähnliche Resistenz besitzt die Schale gegen Salzsäure; beim ersten Zusatz derselben schrumpft das Gehäuse nicht unbeträchtlich; sein Gefüge lockert sich aber erst nach mehrstündiger Einwirkung der Salzsäure in der Wärme; es kann dann durch leisen Druck leicht gesprengt werden, nur selten zerfällt es von selbst in einzelne Stücke.

Bei Anwendung von stark koncentrirter Kalilauge unter Paraffinofenwärme lassen sich unter günstigen Umständen drei Stadien der Einwirkung unterscheiden. Zuerst treten zwischen den Kanten der einzelnen Plättchen kleine Poren auf, und zwar so, dass zwischen den Ecken der Plättchen jeweils eine Pore liegt[1] (Textfig. 5*b*); dann fallen zweitens die einzelnen Plättchen aus einander; schließlich lösen sich drittens die isolirten Plättchen unter Quellungserscheinungen vollständig auf; diese Auflösung erfolgt aber erst nach mehreren Stunden.

Eine auf einem Objektträger erhitzte Schale blieb vollständig intakt; sie hatte nur eine geringe Bräunung angenommen, obgleich

[1] Penard (8, p. 28 u. 29) hat nach Anwendung von kochender Schwefelsäure und nach Glühen der Schale dieselbe Erscheinung wahrgenommen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



die angewendete Hitze den als Unterlage benutzten Objektträger vollständig verbogen hatte. F. E. Schulze (14, p. 110) fand, dass die Cyphoderia-Schale von Flusssäure nicht angegriffen wird.

Die Cyphoderia-Schale besteht also weder aus Kieselsäure, noch aus eigentlichem Chitin (Löslichkeit in KHO), jedenfalls aber aus einem chitin- oder hornähnlichen[1] Stoff, der vielleicht mit Kieselsäure imprägnirt ist (Widerstand gegen Rothgluth (cf. Beitrag V, p. 99).

Die früheren Autoren erwähnen meist eine öfters vorkommende, mehr oder weniger stark ausgesprochene Gelbfärbung der Schale; meine Exemplare ließen diese Färbung nur ganz vereinzelt und immer nur äußerst schwach hervortreten. Zusatz von gelbem Blutlaugensalz und darauf folgende Einwirkung verdünnter Salzsäure ergab aber auch bei den hellsten Schalen eine Bläuung derselben, welche oft blitzartig die Schale überzog und im selben Augenblick wieder verschwand, verdrängt (gelöst) durch die Einwirkung des überschüssigen Wassers. Es ist also auch in ganz hellen Schalen ein Eisenoxydsalz vorhanden, dessen Anhäufung gelegentlich zu einer intensiveren Gelbfärbung der Schale führen wird.

### b. Der Weichkörper.

Der Weichkörper füllt bei jungen, eben aus dem Sprossungsakte hervorgegangenen Thieren die Schale kaum zur Hälfte aus (Taf. V, Fig. 12 und 13); bei älteren wächst er heran, und erfüllt schließlich die Schale mehr oder weniger vollständig (Taf. V, Fig. 3, Fig. 4, *I*). An Exemplaren, die nicht in Theilung begriffen sind, lassen sich im Ganzen vier Abschnitte oder Zonen mehr oder weniger deutlich von einander unterscheiden. Die erste, welche der Schalenmündung zunächst liegt, ist wenig lichtbrechend, hat sich nur schwach roth gefärbt und ist in der Regel von zahlreichen Vacuolen erfüllt, welche vielleicht erst während der Konservirung entstanden sind. Ein so regelmäßiges Maschenwerk, bezüglich einen so regelmäßig wabig-maschigen Bau, wie ihn Schewiakoff bei Euglypha fand und ihn in seiner Arbeit (12a, Taf. VI, Fig. 1) abgebildet hat, habe ich an meinen Präparaten nie gesehen; solche Strukturen scheinen sich in der Pikrinschwefelsäure nicht erhalten zu haben. Im Leben erscheint diese Zone homogen.

[1] Wenn die Schalenplättchen wirklich aus Phäosomensubstanz (cf. p. 57) gebildet werden, wird man wegen der Unlöslichkeit derselben in KHO eine hornartige Beschaffenheit ausschließen müssen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Der zweite Abschnitt ist wie bei Euglypha dicht von Nahrungs- oder Fremdkörpern erfüllt, lässt aber sonst keine weiteren festen Struktureigenthümlichkeiten erkennen. Unter den Nahrungskörpern sind Diatomeen und andere kleine Algen nicht sehr häufig, meist bestehen die Fremdkörper aus unregelmäßig zusammengeballten Massen, die sich im Methylgrün-Eosin-Gemisch grell grün gefärbt haben, und zweifellos von außen aufgenommene Schlammtheilchen darstellen.

Die beiden vorgenannten Zonen nehmen zusammengenommen etwa die Hälfte der Längenachse des Thieres ein, die dritte und vierte Zone zusammengenommen erfüllen die andere Hälfte, den Fundustheil der Schale. Wenn man diesen Theil der Sarkode am lebenden Thier betrachtet, so erscheint er meist vollkommen dunkelbraun bis beinah schwarz und lässt in seinem Centrum nur einen helleren kugeligen Körper, den Kern, undeutlich hindurchschimmern. Man erkennt bei stärkerer Vergrößerung leicht, dass die dunkle Färbung dieser Zone von der Einlagerung zahlreicher kleiner Körperchen herrührt, welche oft außerordentlich dicht um den Kern herumgelagert sind; meist erscheint die um die hintere Kernhälfte herumgelagerte Kugelkalotte dunkler Anhäufungen etwas heller als die Zusammenhäufung der dunklen Körperchen, welche die vordere Hälfte des Kernes umgiebt.

In meinen Kanadabalsampräparaten dagegen sieht die, um die hintere Kernhälfte gelagerte, Körperchenschicht vollständig hell aus, und unterscheidet sich von dem Plasma der ersten Zone nur dadurch, dass man ein mehr oder weniger regelmäßiges Wabenwerk zu erkennen glaubt, dessen Wabeninhaltsmassen hier und da einen eigenthümlichen Glanz verrathen; die dunklen Körperchen sind also in Kanadabalsampräparaten um die hintere Kernhälfte herum gar nicht mehr zu sehen. Desto deutlicher treten in diesen Präparaten die Körperchen, welche um die vordere Kernhälfte herumgelagert sind, hervor; es sind grüngelbliche, olivengrüne, bräunliche oder dunkelbraun gefärbte, meist kugelige, oft auch aus kugeligen Konkrementen bestehende Körperchen von starkem Lichtbrechungsvermögen.

Wo sind aber die Körperchen der hinteren Kernhälfte hingekommen? Zerdrückt man ein lebendes Exemplar der Cyphoderia vorsichtig, so sieht man mit zweifelloser Klarheit, dass die um die hintere und vordere Kernhälfte herumgelagerte Körperchenschicht aus ganz ungleichen Elementen zusammengesetzt sind. Während die Körperchen aus der Umgebung der vorderen Kernhälfte sich in dem zerdrückten Exemplar eben so darstellen, wie in Kanadabalsam-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



präparaten, erscheinen die Körperchen der hinteren Schicht als mehr oder weniger polygonale, abgeplattete, oder rundliche oder ellipsoide Körperchen, die an sich keinerlei Farbe erkennen lassen, und nur durch ihre Übereinanderschichtung und durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen bei unverletzten lebenden Cyphoderien wohl in Folge vielfacher Reflexion dunkel erscheinen. Setzt man nun dem zerdrückten Thier irgend eine Mineralsäure hinzu, einerlei in welcher Koncentration, so verschwinden die farblosen Körperchen aus der hinteren Kernumgebung ohne Gasentwicklung fast momentan, während die Körperchen aus der vorderen Zone sich in ihrem Aussehen lange Zeit nicht ändern, wenn man sie mit Schwefel- oder Salpetersäure behandelt hat, dagegen ihre Färbung, nicht aber ihre Gestalt verlieren, wenn ihnen verdünnte Salzsäure zugesetzt worden ist.

Nach dem angegebenen Verhalten lässt sich nicht bezweifeln, dass die Körperchen der hinteren Hälfte der Kernumgebung, die ich jetzt als vierte Sarkodezone bezeichnen will, Exkretkörnchen im Sinne Bütschli's sind. Es stimmt ihre Gestalt denn auch ganz mit den Abbildungen, die Schewiakoff in seiner Arbeit (12b) von den Exkretkörnchen des Paramaecium gegeben hat, hauptsächlich mit Fig. 3 *g—l*, Taf. III l. c. Schewiakoff hat bekanntlich die Exkretkörnchen der Infusorien als phosphorsauren Kalk oder sauren phosphorsauren Kalk erkannt, und wegen der Ähnlichkeit der Gestalt wird sich kaum zweifeln lassen, dass die Exkretkörnchen der Cyphoderia aus derselben Substanz bestehen, wennschon ich sehr im Zweifel bin, ob alle diejenigen Körperchen, die man seither als Exkretkörnchen bezeichnet hat, dieselbe chemische Zusammensetzung haben. Jedenfalls habe ich in sehr vielen anderen Testaceen, z. B. Difflugia pyriformis, nie die Spur ähnlicher, in Säuren leicht löslicher Substanzen gefunden, dagegen oft andere Einlagerungen, welche dem äußeren Ansehen nach mit ihnen verwechselt werden könnten (Taf. IV, Fig. 15 und 17 *E*). In Pontigulasia incisa nov. gen. nov. spec. finden sich zahlreiche (gegen 500 gezählt) ellipsoide oder ovoide Körperchen, von der in Fig. 23, Taf. IV, wiedergegebenen Gestalt mit kreisrundem Querschnitt, welche ebenfalls gegen Salzsäure sehr resistent sind, und nach Auswaschung der Salzsäure durch Jodzusatz keine Veränderung erleiden.

In meiner Dissertation (10a) glaubte ich durch die Murexidprobe die Exkretkörnchen als Harnsäure nachgewiesen zu haben. Ich kann hier nur wiederholen, dass ich damals nach Eindampfung von zahlreichen Stylonichia mytilus mit Salpetersäure und nach Zusatz von Kalilauge zu dem eingedampften Rückstande, kleine, stark blau gefärbte, Körperchen in dem Präparate vorfand, die ich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



mit den vorher konstatirten Exkretkörnchen identificiren zu müssen glaubte. Möglich, dass ich mich in dieser Identificirung geirrt habe, — die Eindampfung wurde über der Flamme und nicht unter dem Mikroskop vorgenommen, so dass die Diskontinuität der Beobachtung eine Verwechslung von gleich großen und ähnlich gestalteten Gebilden zur Folge gehabt haben mag. Die Rothfärbung nach Zusatz von Ammoniak zu dem mit Salpetersäure eingedampften Stylonichiapräparat war weit weniger deutlich als die Blaufärbung, und da auch sonst sehr kleine Körperchen unter dem Mikroskop unter den Lichtbrechungsverhältnissen starker Vergrößerungen leicht eine röthliche Farbe annehmen, möchte ich auf diese Färbung kein weiteres Gewicht legen. Die damals von mir erzielte Blaufärbung harrt aber noch einer Erklärung; um so mehr, als auch Griffith[1] in Infusorien gelegentlich durch die Murexidprobe, ohne meine Arbeit zu kennen, Harnsäure nachgewiesen zu haben glaubt. Griffith betont allerdings, dass sich diese Harnsäure nur manchmal finde. Wenn ich auch keinen Augenblick im Zweifel darüber bin, dass die Untersuchungen Schewiakoff's in jeder Beziehung unanfechtbar sind, und dass er die Natur der Exkretkörnchen vielleicht für viele Infusorien ermittelt hat, so möchte es doch nicht unangebracht sein, auch in Zukunft die Salpetersäure-Kalilauge-Einwirkung auf die Einlagerungen der Infusorien zur Anwendung zu bringen; vielleicht wird hierdurch noch einmal, wenn auch nur die gelegentliche Existenz bestimmt charakterisirter, von den Exkretkörnchen verschiedener, Einlagerungen im Körper mancher Infusorien dargethan. Ich selbst habe schon einige Male meine früheren Reaktionen auch an Stylonichia mytilus wieder vorgenommen; leider aber bis jetzt ohne Erfolg.

Weitere Reaktionen als die schon mitgetheilte Einwirkung von Mineralsäuren habe ich nicht zur Anwendung gebracht. Das Unsichtbarwerden der Exkretkörnchen in Kanadabalsampräparaten ist vielleicht der Einwirkung der Pikrinschwefelsäure, vielleicht der Lichtbrechung des Kanadabalsams, vielleicht beiden Faktoren zuzuschreiben. Der von den einzelnen Körnchen eingenommene Raum kann wie eine größere Protoplasmawabe aussehen, ist aber keine. Bei Cyphoderia habe ich die Elementarwaben, an deren Existenz ich nicht im geringsten zweifle, überhaupt nicht zu Gesicht bekommen.

Die Körperchen, welche die vordere Kernhälfte der Cyphoderia umgeben, sind wie gesagt grüngelblich, olivengrün, bräunlich oder dunkelbraun gefärbt; auch ihre Gestalt ist ziemlich wechselnd, meist sind es einfache Kügelchen von wechselndem Durchmesser. Diese Kügelchen treten dann zu Aggregaten zusammen, die manchmal Traubenform annehmen, meist aber nur aus wenigen Perlen zusammengesetzt erscheinen; hier und da treten sie jedoch zu größeren unregelmäßig geformten Aggregaten zusammen (Taf. V, Fig. 11).

[1] A. B. Griffith, »A method of demonstrating the presence of uric acid in the contractil vacuoles of some lower organisms.« Proc. R. Soc. Edinburgh. Vol. XVI. p. 131—135.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Die Körperchen haben eine außerordentlich große Ähnlichkeit mit den von mir in den Fäkalballen der Saccammina sphaerica beschriebenen Xanthosomen (10c); ob diese Ähnlichkeit auf einer gleichen chemischen Zusammensetzung beruht, muss vorläufig dahingestellt bleiben, ist mir aber nicht unwahrscheinlich. Auf alle Fälle weist aber ihre Formgestaltung darauf hin, dass wir es auch hier wie bei den Xanthosomen mit allmählich erstarrenden Substanzen zu thun haben, die in verschiedenem Erstarrungsgrad an einander gerathen und zu traubigen Aggregaten verschmelzen können (10d). Falls diese Körperchen, die ich Phäosomen nennen will, bei den Testaceen oder anderen Protozoen weiter verbreitet sein sollten, wird man sich auch hier vorsehen müssen, sie nicht mit Exkretkörnchen zu verwechseln, da nach Bütschli auch die Färbung der Exkretkörnchen in der Regel etwas dunkel mit einem Stich ins Gelblichbraune oder Olivenfarbige ist.

In Hyalopus (Schaudinn) kommen genau so aussehende Körperchen, zuweilen in großer Menge, vor; auch sie sind gegen Säure und vor Allem gegen Kalilauge sehr resistent, können also keine Exkretkörnchen sein.

Chemischen Reagentien gegenüber verhalten sich die Phäosomen fast in jeder Beziehung anders als die Exkretkörnchen. In Kalilauge sehr verschiedener Koncentration konnte ich selbst nach sechs Tagen, während welcher sie im Wärmeschrank bei ca. 46° C. gehalten wurden, keinerlei Veränderung an ihnen wahrnehmen; die Gehäuse und die Weichkörper, in denen sie gelegen hatten, waren während dieser Zeit gänzlich spurlos verschwunden, so dass das längere Erwärmen mit Kalilauge für ihre Reindarstellung empfohlen werden kann. In kalter koncentrirter Schwefelsäure blieben sie sehr lange unverändert, nach sechs Stunden hatten sie sich aber vollständig gelöst; in stark verdünnter Salzsäure wurden sie erst hellgelb dann grüngelblich, dann wurden sie in der Weichkörpermasse dem Auge unkenntlich. Stärkere Salzsäure nimmt ihnen fast momentan ihre Färbung; einmal habe ich bei Zusatz von koncentrirter Salzsäure (die betreffende Cyphoderia lag aber in Wasser, weil die Beobachtung dadurch bedeutend erleichtert wird, so dass die Salzsäure doch nur verdünnt zur Wirkung kam) äußerst deutlich wahrgenommen, dass die Färbung der Phäosomen nach und nach, wenn auch bei genügender Koncentration der Salzsäure schnell aus den Phäosomen entweicht, indem sie sich in immer kleiner werdenden, koncentrischen Kreisen nach dem Mittelpunkt des Phäosoms zurückzieht, um schließlich auch hier zu verblassen. Der Um-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



fang der Phäosome hatte sich dabei nicht geändert, die Kontouren der nunmehr blass und wasserhell erscheinenden, kugeligen Körper ließen sich bei geeignetem Gebrauch von Spiegel und Irisblende noch klar und deutlich erkennen. Durch dieses Verhalten schien mir nahegelegt, dass die Phäosomen keine einfache, chemische Verbindung darstellen, sondern zum mindesten aus dem Gemisch zweier Substanzen beständen, von denen die eine gefärbt, in Kalilauge unlöslich, in Salzsäure leicht löslich sei, die andere aber ungefärbt und gegen Salzsäure resistent sei. Die Farbe der gefärbten Substanz sowie ihr chemisches Verhalten gegen Kalilauge und Salzsäure ließen mich auf ein Eisenoxydsalz in Betreff der gefärbten Substanz vermuthen, und diese Muthmaßung hat sich denn auch durch die Berliner Blaureaktion als zutreffend erwiesen. Man setze einer Cyphoderia mit Phäosomen zuerst gelbes Blutlaugensalz zu, dann lasse man eine stark verdünnte Salzsäure dem Präparat zufließen. Es wird dann zuerst die oben beschriebene Bläuung des Gehäuses eintreten, diese wird dann bald verschwinden und den Weichkörper mit den Phäosomen ungehindert hindurchscheinen lassen. Die Phäosomen erscheinen jetzt tiefblau und heben sich gegen die Derivate des Weichkörpers, die zum Theil auch eine leichte, aber bald wieder verschwindende Bläuung angenommen haben, scharf und deutlich ab. An der Anwesenheit von Eisenoxyd oder eines Eisenoxydsalzes in den Phäosomen kann somit nicht gezweifelt werden.

Die Resistenzkraft der Phäosomen gegen Säuren und Alkalien, sowie ihr Gehalt an Eisenoxydsalz lassen einen genetischen Zusammenhang von Phäosomen und Schalenmaterial vermuthen. Hierfür spricht auch der Umstand, dass sich in sprossenden Cyphoderien nur wenig Phäosomen befinden, während in nicht sprossenden Exemplaren 70—100 Phäosomen gar nicht selten sind; während des Sprossungsaktes scheinen Phäosomen verbraucht zu werden; man sieht sie nach der Baustelle hin verschoben, allerdings meist nicht in nächster Nähe derselben (Taf. V, Fig. 6, 7 und 8, Phäosomen in allen Figuren gelb gezeichnet). In dem Exemplar Fig. 2, Taf. V liegen sogar dem plättchenlosen Gehäusetheil einzelne Phäosomen auf, sie nehmen also direkt die Stellung der Plättchen ein. Auf keinen Fall ist die Verwendung der Phäosomen beim Schalenaufbau in normalen Fällen eine direkte; man sieht nämlich in vielen Exemplaren den Weichkörper namentlich die dritte und vierte Zone, oft auch die zweite mit einer großen Zahl von Reserveplättchen erfüllt (Taf. V, Fig. 6); oft sind sie in diesen Zonen in dichter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Lage um Vacuolen herum gelagert (Taf. V, Fig. 3). Am deutlichsten treten die Reserveplättchen in ausgestorbenen Schalen hervor, wo sie nach Aussterben des Weichkörpers meist allein in der Schale zurückbleiben; sie zeigen schon Größe und Gestalt der künftigen Schalenplättchen. Je größer ihre Zahl ist, desto geringer scheint gesetzmäßig die Zahl der Phäosomen. Ich glaube hiernach, dass die Phäosomen sich in Reserveplättchen umwandeln, also gleichsam das Rohmaterial für die künftigen Schalenplättchen darstellen. Auffallend ist dabei die erstaunliche Resistenz der Phäosomen gegen Kalilauge, in der sich die Schalenplättchen bald lösen, sie bringt die Phäosomensubstanz in größere Nähe des gewöhnlichen Chitins, als die Schalenplättchen, die ein in Kalilauge lösliches Umwandlungsprodukt des eigentlichen Chitins darzustellen scheinen.

Wenn die Xanthosomen der Saccammina und des Hyalopus, wie ich vermuthen möchte, Gebilde derselben Art vorstellen, so darf darauf aufmerksam gemacht werden, dass die genannten Formen eben so wie Cyphoderia typische Schlickfresser sind; vielleicht ist die Produktion der Phäosomen an die Gegenwart von Schlick gebunden.

Im Weichkörper der Cyphoderia margaritacea lassen sich also unterscheiden:

1) vacuolige Zone, 2) Zone der Nahrungskörper, 3) Phäosomenzone, 4) Exkretkörnerzone. Der Kern wird von der dritten und vierten Zone umhüllt; zwei bis drei pulsirende Vacuolen liegen in der dritten Zone; Reserveplättchen werden in der dritten und vierten, manchmal auch in der zweiten Zone zu gewissen Zeiten angetroffen.

Schewiakoff konnte bei Euglypha nur drei Zonen unterscheiden; die Exkretkörnchen lagen nämlich nicht in einer besonderen Zone, sondern lagen mit den Nahrungskörpern zusammen in der zweiten Zone. Schewiakoff schloss daher, dass in der zweiten Zone die Assimilationsvorgänge vor sich gehen. Wenn die Assimilationsvorgänge die Bildung der Exkretkörnchen, etwa als Nebenprodukt, zur Folge haben, wie Schewiakoff zu meinen scheint und wie auch ich anzunehmen geneigt bin, so muss sich bei Cyphoderia im Unterschied zu Euglypha ein Theil des Assimilationsvorganges hinter dem Kern in der vierten Zone, nicht vor demselben wie bei Euglypha in der zweiten Zone abspielen, während die Verdauung auch bei Cyphoderia in dem zweiten, die Nahrungskörper enthaltenden Abschnitt vor sich gehen wird. Der Assimilationsakt ist also jedenfalls nicht immer auf die zweite Zone in seinem ganzen Umfange beschränkt. Die Unterscheidung der drei

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Zonen nach Funktionen, wie sie Schewiakoff für Euglypha aufgestellt hat und wie sie für diese Testacee auch gelten mag, nämlich die erste mit lokomotiver, die zweite mit nutritiver und die dritte mit reproduktiver Funktion, darf demnach nicht für alle Testaceen verallgemeinert werden.

Die Scheidung der einzelnen Zonen von einander ist bei Cyphoderia eben so wie bei Euglypha (Schewiakoff, 12a) keine scharfe, manchmal sogar eine recht verschwommene; gelegentlich sind einige lose Nahrungskörper bis dicht an die Kernmembran nach hinten verschoben; die Phäosomen können zuweilen bis in die Umgebung der hinteren Kernhälfte eindringen, und dass schließlich auch in der vorderen vacuolären Zone häufig Nahrungskörper gefunden werden, ist schon desshalb begreiflich, weil die Nahrungskörper die vordere Zone erst durchwandern müssen, bevor sie in die zweite Zone gelangen. Gleichwohl ist die Unterscheidung der genannten Zonen bei dem weitaus größten Theil der von mir studirten Cyphoderien leicht durchführbar.

An dieser Stelle mag noch bemerkt werden, dass bei vielen anderen Testaceen die Abgrenzung der einzelnen Zonen oft eine viel schärfere ist als bei Euglypha und Cyphoderia, vor Allem setzt sich bei gewissen Difflugien, welche nach seitherigem Gebrauche zu Difflugia pyriformis Perty gestellt werden müssten, die generative Schicht Schewiakoff's, die bei Cyphoderia in eine Phäosomen- und Exkretkörnerschicht geschieden werden muss, auf das allerschärfste von den vorangehenden Schichten ab. Während die beiden ersten Schichten sich bei diesen Formen sehr ablehnend gegen künstliche Färbung verhalten, nimmt die rings um den Kern gelagerte Zone außerordentlich viel Farbe an, und sie tritt dadurch so intensiv den anderen Schichten gegenüber hervor, dass sie bei geringerer Vergrößerung wie von einer besonderen Membran umgeben erscheinen kann. Nahrungskörper findet man nie in sie hinein verschlagen. Man wird diese so scharf abgegrenzte Plasmaschicht mancher Testaceen vielleicht als perinucleäre Zone zweckmäßig bezeichnen.

Die Pseudopodien erscheinen hyalin, gabeln sich gelegentlich in einiger Entfernung von dem Gehäuse, sind dünn, fast fadenförmig und manchmal außerordentlich lang; ich habe Pseudopodien beobachtet, die fünfmal so lang waren als das Gehäuse des betreffenden Thieres. Anastomosen zwischen den einzelnen Pseudopodien habe ich nicht wahrgenommen. Öfters sah ich, dass eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



beliebige Stelle eines langausgestreckten Pseudopodiums sich an irgend einen fremden Gegenstand festheftete, und dass dann die von dem Anheftungspunkt distalwärts gelegene Pseudopodienstrecke nach dem Anheftungspunkt zurückfloss, während gleichzeitig die zwischen Gehäusemündung und Anheftungsstelle gelagerte Pseudopodienstrecke sich schneller oder langsamer verkürzte. Es wurde so das Gehäuse, manchmal ziemlich rasch, nach der Anheftungsstelle hin fortgezogen, und an der Anheftungsstelle entstand dabei eine Zusammenhäufung von Protoplasma, die entweder in das Gehäuse aufgenommen wurde, wenn es herangekommen war, oder auch aus sich heraus wieder neue Pseudopodien ausschickte, bevor noch das Gehäuse die Protoplasmaanhäufung erreicht hatte. Die Stelle der Anheftung fungirte also als Sammelstelle für das Pseudopodienprotoplasma, und es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass in denjenigen Fällen, wo das zusammengeflossene Plasma von dem Gehäuse aufgenommen wird, auch Nahrungskörper mit dem Plasmaklümpchen in das Gehäuse eintreten; doch bin ich hierüber zu keinem bestimmten Resultat gekommen.

Eine merkwürdige Wahrnehmung habe ich an Exemplaren gemacht, die mit ihren Schalen in Berührung gekommen waren. Zur Zeit, als ich in meiner Kultur Konjugationsexemplare vorgefunden hatte, versuchte ich, ob ich nicht durch künstliche Annäherung zweier Thiere die Konjugation derselben veranlassen könnte. Sobald ich nun die Cyphoderien bei diesen Annäherungsversuchen bis zur Berührung ihrer Schalen an einander brachte, verklebten die beiden Schalen mit einander, einerlei an welchen Schalenstellen die Berührung stattgefunden hatte. Hielt sich z. B. das eine der beiden Thiere an der Glasnadel, welche ich zum Experimentiren gebrauchte, fest, und war die Berührung mit einer anderen Schale durch das an der Nadel festhaltende Thier erfolgt, so konnte ich nun auch das andere Thier mit der Nadel fortziehen, ohne dass die Nadel mit dem anderen Thier in direkter Berührung stand. Zur Berührung gebrachte Thiere zogen sich fast immer kurz nach der Berührung in ihr Gehäuse zurück, schickten aber bald nachher wieder Pseudopodien aus und bewegten sich dann schließlich mit Hilfe der Pseudopodien nach entgegengesetzten Richtungen von einander fort, dabei glitt die eine Schale an der anderen meist so lange hin, als ihre entgegengesetzte Bahn gemeinsame Berührungspunkte gestattete. Bei der schließlichen Trennung ließ sich zwischen beiden Schalen ein Flüssigkeitstropfen deutlich erkennen, der zu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



nächst zu einem kurzen dicken Cylinder ausgezogen wurde (Taf. V, Fig. 15*b*, *Tr*), sich dann in die Figur zweier mit ihren Spitzen auf einander gestellter Kegel umwandelte, und schließlich an der Verbindung der Kegelspitzen durchriss. Obgleich dieser Vorgang sehr rasch verlief, ließ er sich genau verfolgen; die getrennten Kegel verschwanden dann augenblicks, und an den Schalen war nichts mehr von der aus einander gezogenen Flüssigkeit zu sehen. Beim Durchreißen des Flüssigkeitstropfens geriethen die beiden Schalen in eine kurze pendelnde Bewegung, welche augenscheinlich eine Reaktion auf die plötzliche Trennung der vorher verklebten, nach entgegengesetzten Richtungen fortgezogenen Schalen war. Ich habe sechs bis acht Schalen neben einander zur Verklebung gebracht (Taf. V, Fig. 15a), und dabei jedes Mal beim Abgehen eines Thieres aus dem Verband den Tropfen zwischen seiner Schale und der Schale des benachbarten Thieres auftreten sehen; bei dem Loslösen eines Thieres gerieth fast jedes Mal der ganze übrige noch zusammenhängende Thierverband in ein leichtes Zittern.

Ich glaubte nun zunächst, diese Vorgänge auf eine klebrige Beschaffenheit der Schale selbst zurückführen zu müssen; aber ausgestorbene Schalen hafteten, wie sich bei weiteren Versuchen ergab, nicht an einander; Fremdkörperchen, wie kleine Karminpartikelchen, die ich im Wasser suspendirt an den Thierchen vorbeiströmen ließ, blieben an den Schalen nicht haften, wenn sie auch gegen dieselbe anschlugen — die Schalen der Cyphoderien zeichnen sich den Schalen vieler anderer Testaceen gegenüber gerade durch besondere Reinheit aus, was bei einer allgemeinen Klebrigkeit derselben gar nicht zu verstehen wäre, denn sie kommen mit Stoffen genug in Berührung, die ihnen anhaften müssten. So bin ich denn zu der Vermuthung gekommen, dass die Schale der Cyphoderia von einer dünnen Protoplasmadecke umkleidet wird, welche an den Berührungspunkten zweier Thiere zusammenfließt und die in Berührung gerathenen Thiere so lange zusammenhält, bis ihre gegenseitige Entfernung sie wieder aus einander reißt.

Auf die Existenz eines solchen perithalamen Sarkodemantels glaube ich auch nachfolgende Beobachtung zurückführen zu dürfen. Ich fand nämlich einmal eine Cyphoderia, auf deren Schalenoberfläche sich mit außerordentlicher Geschwindigkeit eine kleinere Diatomee bewegte — sie lief so schnell auf der Schalenoberfläche hin und her, dass ich sie nur dann als Diatomee erkennen konnte, wenn sie an dem Mündungsrand der Cyphoderia angelangt war,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



dann hatte sie sich nämlich für kurze Zeit festgerannt; ich glaubte mehrere Male, sie würde am Mündungsrand in das Schaleninnere umbiegen, aber als ob der Schwung zu dieser Überführung in das Schaleninnere nicht ausgereicht hätte, lief sie jedes Mal nach einer kurzen Pause am Mündungsrande nach dem hinteren Schalenende zurück, um mit gesteigerter Schnelligkeit wieder dem Mündungsrand der Cyphoderia-Schale zuzuschießen. Dieser Bewegungsverlauf wurde in etwa zehn Sekunden fünfmal wiederholt, schließlich riss sich die Diatomee am hinteren Schalenende von der Schale los; nach dem Loskommen von der Schale bewegte sie sich nur noch eine kurze Strecke und blieb dann regungslos liegen. Ich habe niemals Diatomeen sich so schnell bewegen sehen, wie jene auf der Schalenoberfläche der Cyphoderia, und glaube desshalb, dass ihre Schnelligkeit nicht allein das Resultat ihrer Eigenbewegung war, sondern dass der aus dem Verkleben der Schalen gefolgerte perithalame Sarkodeüberzug sich in fließender Bewegung befindet und dadurch die Schnelligkeit der Bewegung gesteigert hat, falls er sie nicht etwa allein zu Wege brachte. Leider fand ich vor dem Absterben meiner Cultur keine Zeit mehr, durch künstliches Zusammenführen von Diatomeen und Cyphoderien die Beobachtung durch das Experiment zu wiederholen.

Die Kommunikation zwischen Körpersarkode und den jedenfalls vorhandenen perithalamen Sarkodemantel mag am Mündungsrande der Schale und da, wo sich am hinteren Schalenende eine zufällige Öffnung (cf. p. 47 u. 48) findet, wohl auch durch diese hindurch stattfinden. Der Weichkörper lässt nach meinen Beobachtungen, welche mit den früheren F. E. Schulze's (14) übereinstimmen, vom vorderen Gehäuserand während des Lebens nicht los; wenn der Weichkörper die Schale nicht ganz ausfüllt, so bleibt der Schalenfundus leer, und es treten nur wenige pseudopodienartige Fortsätze durch den leeren Raum hindurch, um sich an der Schale anzusetzen. Nur beim Absterben, das ich oft beobachtet habe, zieht sich der Weichkörper vom Schalenrand in den Schalenfundus zurück, um sich kugelig zusammenzuballen und die Form anzunehmen, welche Max Schultze fälschlich für die Vorbereitung zur Fortpflanzung hielt (15). Das stete Festhalten der Sarkode am Mündungsrande hängt vielleicht damit zusammen, dass die gesuchte Kommunikation zwischen äußerem Sarkodemantel und Innensarkode hier aufrecht erhalten werden muss. Bei konservirten Thieren scheint die Kommunikation zu zerreißen (Taf. V, Fig. 2). Durch künstliche Färbung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ist der Plasmaüberzug in Methylgrün-Eosin nicht nachzuweisen, — was übrigens bei dem spärlichen Färbungsvermögen der ersten Plasmazone nicht verwundern kann — auch auf andere Weise vermochte ich ihn nicht sichtbar zu machen. Ich glaube, dass die perithalame Sarkodeschicht außerordentlich dünn ist, so dass sie durch die Beugungserscheinungen der stark lichtbrechenden Schale (mit ihrer Deckschicht) für das Auge unkenntlich wird.

Wenn die äußere Deckschicht etwa die Erscheinungen, die ich durch die Annahme eines perithalamen Sarkodeüberzuges zu erklären versucht habe, zuwege bringen sollte, so müsste sie als lebendes Protoplasma und nicht als Abscheidungsprodukt desselben angesehen werden.

Ein sicherer Nachweis des perithalamen Sarkodeüberzuges würde der Cyphoderia höchst wahrscheinlich eine Sonderstellung unter den Testaceen anweisen, welche sie in nähere Beziehung zu den Gromien brächte; auch die spitzen hyalinen Pseudopodien weisen vielleicht nach dieser Richtung.

### c. Der Kern.

Der Kern war in allen von mir untersuchten Exemplaren in der Einzahl vorhanden. Sein Durchmesser wechselt zwischen 14,9 und 25,3 $\mu$; wobei durchgängig als Regel gilt, dass die zu den größeren Kernen gehörenden, den Schalenraum mehr oder weniger ausfüllenden Weichkörper sehr viel mehr Einlagerungen, Exkretkörnchen, Xanthosomen und Reserveplättchen enthalten als die Weichkörper mit kleinen Kernen, die außerdem die Schale nur bis zur Hälfte ausfüllen. Es geht daraus hervor, dass die Weichkörper mit kleineren Kernen erst kürzlich einen Sprossungsvorgang durchgemacht hatten, ehe sie konservirt wurden (cf. p. 52 u. 71).

Nachdem der Kern während des Sprossungsaktes halbirt worden ist, braucht er längere Zeit des Wachsthums, ehe er sich während eines neuen Sprossungsaktes von Neuem theilen kann. Schewiakoff fand, dass bei Euglypha nach der Kerntheilung sofort die Tochterkerne dem ursprünglichen Mutterkern an Größe wieder ähnlich werden; bei Cyphoderia ist dies nicht der Fall; der Kern wächst hier erst allmählich mit dem Weichkörper wieder auf theilbare Größe heran.

Der Kern stellt eine kuglige, weit seltener eine elliptische, von einer deutlichen Membran umhüllte, mit einer homogen erscheinenden Grundmasse erfüllte Blase dar, in welcher drei bis neun Binnenkörper (Nucleolen anderer Autoren) an beliebigen Stellen suspendirt sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



F. E. Schulze fand nur einen oder wenige Nucleolen innerhalb des Kerns; eben so erwähnt Penard nur einen Nucleolus; woher diese Beobachtungsdifferenzen kommen, weiß ich nicht; ich habe auch nach Konservirung mit Sublimat oder Sublimat-Eisessig nie bloß einen Binnenkörper gefunden. Die Binnenkörper treten so überaus deutlich in der homogenen Kerngrundmasse hervor, dass an ein Verzählen oder einen Beobachtungsfehler auf der einen oder der anderen Seite gar nicht gedacht werden kann. In der Methylgrün-Eosin-Mischung haben sie sich roth mit einem Schein nach Rosa hin gefärbt. Von 72 Kernen, in welchen die Binnenkörper gezählt wurden, enthielt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Kern | = 8 | Binnenkörper, |
| 9 | Kerne | = 7 | - |
| 14 | - | = 6 | - |
| 21 | - | = 5 | - |
| 23 | - | = 4 | - |
| 4 | - | = 3 | - |

am häufigsten wurden also vier und fünf Binnenkörper angetroffen. Der Durchmesser der Kerne betrug im Mittel nach Messungen an denselben 72 Kernen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Für | 8 | Binnenkörper | 17,8 $\mu$ |
| - | 7 | - | 18,6 - |
| - | 6 | - | 18,3 - |
| - | 5 | - | 17,89 - |
| - | 4 | - | 18,3 - |
| - | 3 | - | 20,86 - |

Es geht daraus hervor, dass die Zahl der Binnenkörper nicht etwa mit der Größe des Kernes wächst, sonst könnten die Durchschnittsmaße der Kerne für vier bis acht Binnenkörper nicht annähernd gleich sein; drei Binnenkörper sind den Messungen zufolge nur in großen Kernen vorhanden; es stimmt dies mit meiner auch sonst, an nicht gemessenen Kernen gemachten, Erfahrung überein, dass drei Binnenkörper nur in sehr großen Kernen vorkommen.

Die Größe der Binnenkörper selbst schwankt zwischen 1,04 und 5,7 $\mu$. Ihre Gestalt ist meist kuglig, manchmal langgestreckt-ellipsoidisch, manchmal biskuitförmig; zuweilen sitzt einem großen Binnenkörper ein kleiner unmittelbar an, so dass beide ein Ganzes bilden. Sind nun diese Gestaltverschiedenheiten auf Theilungszustände der Binnenkörper zurückzuführen, wie man früher vielfach für ähnliche Fälle annahm? Sicherlich nicht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Der Kern wächst mit seinem Alter; in großen Kernen müssten also, wenn die Binnenkörper sich durch Theilung vermehrten, mehr Binnenkörper erwartet werden als in kleinen; gerade das Gegentheil ist der Fall, bei sehr großen Kernen finden sich meist nur ganz wenige Binnenkörper. Für die in den Cyphoderia-Kernen enthaltenen Binnenkörper kann es als unbestreitbare Thatsache gelten, dass nicht Theilungen, sondern im Gegentheil Verschmelzungen derselben eintreten. Die Verschmelzungen scheinen jedoch keine gesetzmäßigen Stellungen in der Kernentwicklung einzunehmen; da dem Sinken der Binnenkörperanzahl nicht ein entsprechendes Steigen des Kerndurchmessers im Mittel gegenübersteht.

Die Verhältnisse liegen allem Anscheine nach derart, dass Verschmelzungen der Binnenkörper eintreten, wenn sie zufällig an einander gerathen, dass sie nicht aber nothwendig an einander zu gerathen brauchen, und dass desshalb auch ihre Verschmelzung ausbleiben kann. Mir ist es aufgefallen, dass Kerne mit nur wenigen, drei bis fünf, Binnenkörpern öfters die seltene elliptische Gestalt zeigen als andere Kerne mit mehr Binnenkörpern; ich glaube, dass die elliptische Gestalt durch Druck vom Weichkörper aus dem Kern aufgezwungen wird. Bei solchen Vorgängen muss die Kerngrundmasse in Bewegung gerathen und kann hierbei die Binnenkörper zufällig zusammenbringen.

Ich habe zwei Reihen von Kernen in Fig. 9, Taf. V dargestellt, die obere Reihe soll als Beispiel für diejenigen Fälle gelten, wo eine Verschmelzung der Binnenkörper mehr oder weniger unterblieben ist, so dass sich in dem recht großen Kern (*d*) noch die selten beobachtete Zahl von neun Binnenkörpern findet; die untere Reihe soll den Fall einer frühen Verschmelzung der Binnenkörper veranschaulichen. Die Reihen sind aus einzelnen, mit der Oberhäuser'schen Kammer gezeichneten Kernen verschiedener, konservirter Thiere zusammengesetzt worden.

Um zu ermitteln, ob die Binnenkörpersubstanz als Ganzes mit dem Wachsthume des Kernes an Masse zunehme, habe ich bei den 72 Kernen die Radien der einzelnen Binnenkörper für jeden Kern gemessen, aus diesen Radien dann für jeden Kern das Mittel der Radien bestimmt und diese Mittel wieder zu einem Mittel für Kerne mit gleicher Anzahl von Binnenkörpern zusammengezogen; aus den letzteren wurde dann das mittlere Gesammtvolumen aller in einem Kern vorhandenen Binnenkörper berechnet. Es ergab sich hierbei im Mittel:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Das Gesammtvolumen von | 7 | Binnenkörpern | = | 50,23 $c\mu$ |
| - | - 6 | - | = | 51,05 - |
| - | - 5 | - | = | 49,67 - |
| - | - 4 | - | = | 44,28 - |
| - | - 3 | - | = | 70,93 - |

Wenn man bedenkt, dass diese Berechnung, welche nicht immer leicht zu messende Größen in der dritten Potenz [1] enthält, nicht unerheblichen Fehlerquellen ausgesetzt gewesen sein muss, so wird man den Unterschied von nicht ganz acht $c\mu$, welcher sich im Gesammtvolumen von vier und sechs Binnenkörpern kund giebt, nicht allzu hoch anrechnen dürfen. Man wird das Gesammtvolumen von vier bis sieben Binnenkörpern eines Kernes für annähernd gleich betrachten dürfen. Die 70 $c\mu$, welche das Gesammtvolumen von drei Binnenkörpern ausmachen, werden jedoch eine Extrastelle beanspruchen. Es ergiebt sich also aus diesen Berechnungen, dass das Mittel des Gesammtvolumens der Binnenkörper sich während des Kernwachsthums lange Zeit hindurch gleich bleibt, also weder zunimmt noch abnimmt; dass eine Zunahme der Binnenkörpersubstanz erst auf Größenstufen des Kerns erfolgt, welche, wie ich jetzt zeigen werde, augenscheinlich dicht vor der Kerntheilung liegen und bei welchen außerdem die Zahl der Binnenkörper durch gegenseitige Verschmelzung stark reducirt zu sein pflegt. Ich glaube, dass die betreffenden Kerne, die in meinen Präparaten recht selten vertreten sind, bereits Enchylema aus dem Weichkörper aufgenommen haben, um sich zur Theilung anzuschicken (cf. Enchylema-Aufnahme der Kerne bei Euglypha, Schewiakoff). Vielleicht hat das Enchylema die Binnenkörpersubstanz durch Quellung stark aufgetrieben, so dass sich daraus die Massenzunahme der Binnenkörpersubstanz in den großen Kernen erklärt; vielleicht ist durch die Wirkung des Enchylemas außerdem auch eine Verflüssigung der Binnenkörpersubstanz erfolgt, so dass die Verschmelzung der einzelnen Binnenkörper leichter stattfinden und ihre Zahl hierdurch fast ausnahmslos reducirt werden konnte. Sicher ist es, dass die Binnenkörper bei Beginn der Kerntheilung sich nirgends mehr nachweisen lassen, ihre Quellung ist wohl in eine vollständige Lösung übergegangen, sie scheinen sich also wie Nucleolen anderer Zellarten während der Kerntheilung zu

[1] Das Gesammtvolumen ist nach der Formel berechnet: Gesammtvolumen $= n\,(\frac{4}{3}\,r^3\pi)$, wo $n$ die jeweilige Zahl der Binnenkörper, $r$ die Hälfte des mittleren Binnenkörperdurchmessers für Kerne mit gleicher Binnenkörperzahl bedeutet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



verhalten. Leider habe ich keine Reaktionen auf die Natur der Binnenkörper hin unternommen; bei Difflugia pyriformis werden die Binnenkörper, die hier noch in größerer Zahl vorhanden sind als bei Cyphoderia nach Zusatz von 2%iger Essigsäure durch Aufquellung gänzlich unsichtbar, sie erscheinen aber wieder und nehmen ihre frühere Größe an, wenn man die Essigsäure mit Alkohol auswäscht. Bei Difflugia pyriformis bestehen die im Unterschied zu Cyphoderia stets an der Kernmembran befindlichen Binnenkörper also wohl thatsächlich aus Paranuclein (cf. O. Hertwig, »Zelle«, p. 36), sie können hier unbedenklich als Nucleolen bezeichnet werden. Wenn die Binnenkörper der Cyphoderia ein ähnliches Verhalten aufweisen sollten, was sehr wahrscheinlich ist, so wären sie gleichfalls als Nucleolen anzusehen. Da eine solche Reaktion aber bis jetzt noch nicht gemacht ist und auch Chromatin nicht ausgeschlossen werden kann, behalte ich einstweilen für sie die Bezeichnung Binnenkörper bei. Ich habe diesen Ausdruck ja immer in sehr indifferentem Sinne gebraucht, für mehr oder weniger zähflüssige bis feste Substanzeinlagerungen im Kern, die weder mit Sicherheit den Nucleolen noch den Chromatin- oder Lininbestandtheilen des Kerns zugezählt werden können.

Chromatin- oder Lininbestandtheile habe ich nur in Kernen wahrgenommen, welche sich in Theilung befanden (Taf. V, Fig. 7 und 8), oder welche eben eine Theilung hinter sich hatten (Taf. V, Fig. 12).

In dem Kern des in Fig. 7 abgebildeten Exemplars lassen sich mit voller Sicherheit, wenn auch nicht gerade deutlich, Chromosomen erkennnen, welche im Begriffe stehen, sich zu einem Mutterstern zusammenzuordnen. Die Chromosomen sind nur sehr schwach gefärbt. Der Kern scheint große Polplatten zu besitzen, denen wohl ebenfalls große Protoplasmakegel anliegen, wenn diese Gebilde nicht etwa durch Schrumpfungserscheinungen vorgetäuscht, bez. vergrößert worden sind; deutlich sind auch sie in dem Präparate nicht. Auf alle Fälle steht fest, dass sich der Kern von Cyphoderia karyokinetisch theilt. Es war dies von vorn herein wegen der gleichen Theilung bei Euglypha zu erwarten, mag aber immerhin noch besonders betont werden, da über den Theilungsmodus der bei den meisten Testaceen (nicht bei Euglypha) vorkommenden Kerne mit mehreren oder vielen Binnenkörpern bislang nichts bekannt geworden war.

Der Kern des durch Fig. 8 wiedergegebenen Exemplars lässt, leider auch nur sehr undeutlich, ein ziemlich enges Liningerüst erkennen, das eine im Eosin äußerst schwach gefärbte Chromatinrinde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



zu tragen scheint. Abplattung und Größe des Kerns, das vorgerückte Stadium des im Bau begriffenen Tochtergehäuses *B*, sowie das gänzliche Fehlen von Binnenkörpern beweist, dass auch dieser Kern bereits in die Stadien der karyokinetischen Theilung eingelaufen ist. Er befindet sich offenbar auf dem Stadium des dichten Knäuels, oder auf einem Vorstadium zu ihm.

In den eben getheilten Kernen der Fig. 12 sieht man eine größere Zahl Binnenkörper (Nucleolen) sich aus dem Kerngerüst (Tochterspirem) konsolidiren, sie nehmen offenbar ihren Ursprung aus dem chromatischen Gerüst. Die ebenfalls erst kurz vorher getheilten Kerne der Fig. 13 endlich zeigen bereits das Verhalten von gewöhnlichen Kernen, homogene Kerngrundmasse mit Binnenkörpern; vom Chromatin oder Liningerüst ist auch hier nichts mehr zu erkennen.

Da ich auf Grund anderer Untersuchungen, die später publicirt werden sollen, zu der Anschauung gekommen bin, dass karyokinetische Theilung bez. Chromosomenbildung nur da auftreten kann, wo ein Liningerüst mit Chromatinauflagerungen im ruhenden Kern vorhanden war, so glaube ich, dass auch Cyphoderia ein solches Ruhegerüst besitzt, obgleich ich es in meinen Präparaten mit ruhenden Kernen nirgends auffinden konnte. Offenbar war hier Konservirung und Färbung zur Klarstellung des Gerüstes nicht ausreichend; das Gerüst ist wohl sehr fein, so dass es erst bei seiner Verdichtung in den Kerntheilungsstadien leichter zum Vorschein gebracht werden kann.

### d. Der Knospungsakt der Cyphoderia.

Im Gegensatz zu Schewiakoff kann ich den Fortpflanzungsvorgang der Testaceen, wie ihn dieser Forscher in klaren Details für Euglypha festzustellen vermochte, nicht für einen einfachen Theilungsvorgang halten, sondern sehe ihn mit Gruber für einen Knospungsvorgang mit darauffolgender Theilung an.

Bei Cyphoderia führt nämlich ein allmähliches, wenn auch auf keinen Fall ein langsames Wachsthum eines vor der Mutterschale angesetzten Schalenstückes zur Ausbildung der Tochterschale. Der Mündungstheil der Tochterschale erhält schon seine definitive Anordnung und Ausbildung, während ihr Fundustheil noch nicht einmal seiner Gestalt nach vorgebildet ist (Taf. V, Fig. 6, 7 und 8). Beim ersten Anblick früher Sprossungsstadien könnte man glauben, dass die Tochterschalen in der Nähe des Mündungstheiles gewaltsam

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



abgebrochen wären[1]. An konservirten, in Kanadabalsam aufgehellten Thieren (das Exemplar Fig. 6 wurde lebend aufgefunden und dann konservirt, diejenigen der Fig. 7 und 8 wurden erst nach ihrer Konservirung innerhalb der Grundprobe gefunden) lässt sich durch geeignetes Wenden der Präparate leicht feststellen, dass die scheinbaren Bruchränder der Tochterschalen sich in das Schaleninnere trichterartig umbiegen, um durch die engere Trichteröffnung einen Theil der Sarkode hindurchtreten zu lassen (Taf. V, Fig. 6, 7 und 8). Der trichterförmig nach innen gezogene Schalentheil zeigt noch nicht das hexagonale Gefüge des bereits fertigen Mündungstheiles in seiner ganzen Ausdehnung, nur in der Nähe des Mündungsrandes selbst ist die Sechsfelderung noch einigermaßen deutlich, nach der einwärts gewendeten Spitze des Trichters hin wird sie immer verschwommener, zuletzt in eine fast homogen aussehende Masse übergehend, welche die Trichterspitze einnimmt. Da, wo die Sarkode aus der Trichterspitze heraustritt, nimmt man zunächst kleeblattartige Bildungen wahr (Taf. V, Fig. 8 *kl*), die nichts weiter sind als einzelne mit einander verschmolzene Reserveplättchen. Es geht dies daraus hervor, dass auf die kleeblattähnlichen Gebilde weiterhin einzelne isolirte Reserveplättchen folgen, welche den einzelnen Blättern der Bildungen vollauf entsprechen (Fig. 8 *Pl* und Textfig. 2 *kl*, p. 85). Wie ich später zu zeigen versuchen werde, werden die Reserveplättchen nach der Baustelle am Trichterrande hin zusammengeschoben, eine Kittmasse lagert sich zwischen sie, vereinigt sie zunächst zu kleeblattartigen Gebilden, und zieht sie dann an den Trichterrand des Neubaues heran. Erst mit der allmählichen Erstarrung der Kittsubstanz tritt dann die sechseckige Form der Plättchen wieder deutlich hervor. Über die physikalischen Momente, welche hierbei und bei der schließlichen Umstülpung der neuen Wand in die Ebene der Tochterschale eine Rolle spielen, wird Näheres weiter unten, Beitrag V, mitgetheilt werden. Man wird aber hier schon erkennen, warum alle Umänderungen in der Schalenwölbung oder in der Plättchengröße, welche öfters an den Schalen wahrgenommen werden, immer nur von einem Schnittkreise der Schale (cf. p. 48 u. 49) ihren Ursprung nehmen. Die Schnittkreise entsprechen den ehemaligen Umstülpungsrändern der Wachsthumstrichter; der Wechsel in Form oder Gefüge der Schale hinter einem gewissen Schnittkreise ist dadurch vollständig erklärt, dass die Tochterschalen nicht mit einem

[1] Zu diesem Glauben ist Gruber gekommen, der ein solches Knospungsstadium schon beobachtet hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Male in toto angelegt, sondern allmählich aufgebaut werden. Zu Anfang des Sprossungsaktes müssen die Plättchen öfters noch kümmerlicher, kleiner ausgebildet sein, als später, wenn der Fundustheil der Schale angelegt wird (cf. Schalen mit kleinplattigem Mündungs- und großplattigem Fundustheil); ja manchmal scheinen Reserveplättchen zu Anfang des Sprossungsaktes überhaupt noch nicht vorhanden zu sein, und erst später gebildet zu werden (Taf. V, Fig. 2); statt der Reserveplättchen wird hier sogar gelegentlich ihr Rohmaterial der Schale einverleibt. Auf alle Fälle werden also während des Sprossungsaktes noch Reserveplättchen neu gebildet, oder schon vorhandene, kleinere Reserveplättchen erfahren noch während des Sprossungsaktes eine Vergrößerung; es darf daher auch nicht verwundern, wenn man während des Sprossungsaktes noch Phäosomen in den Weichkörpern antrifft; sie sind immer nach der Baustelle hin verschoben, wenn sie ihr auch meist nicht direkt anlagern. Bei den fertig gebildeten Tochterschalen liegen die Phäosomen sogar hinter dem Kern des Tochterindividuums (cf. Taf. V, Fig. 12 und 13), also an der Stelle, wo zuletzt gebaut wurde, denn hier muss die Öffnung des Wachsthumstrichters zum Verschluss gebracht worden sein. Eine ähnliche Stellung zeigen sie sonst niemals. Die Zahl der gebildeten Reserveplättchen richtet sich nur im Großen und Ganzen nach dem Umfang, welchen die Tochterschale annehmen soll. Gelegentlich bleiben unverwendete Plättchen nach Fertigstellung des Tochtergehäuses zurück (Taf. V, Fig. 13 *Pl*), zuweilen reicht die vorhandene Zahl der Plättchen zur vollständigen Deckung der Schale nicht aus; der hintere Theil der Schale bleibt dann offen, oder die offene Stelle wird durch Kittmasse ohne Plättchen ausgefüllt; es entstehen Nacktstellen (cf. p. 81, Taf. V, Fig. 13 *Nst*). Eben so wenig scheint die Menge der erzeugten Kittmasse zur Herstellung einer neuen Tochterschale oder das Mengenverhältnis von Kittsubstanz und Plättchen bestimmt zu sein; ist zu wenig Kittmasse da, dabei aber die Anzahl der Plättchen ausreichend, so werden die hornartigen Schalenenden entstehen, auf denen oft die Schalenplättchen dornartig abstehen, weil nicht Kittmasse genug da war, sie mit ihrer Breitseite aufzunehmen (Taf. V, Fig. 7 $Pl_A$); stand mehr Kittmasse zur Verfügung als Plättchen, um sie zu decken, so treten Nacktstellen auf etc.

Wie durch diese Verhältnisse das Schalengefüge des Sprösslings beeinflusst und dem der Mutter in ziemlich weiten Grenzen ungleich ausgestaltet werden kann, so weicht auch die Schalenform des Sprösslings gelegentlich nicht unerheblich von derjenigen der Mutterschale

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ab. So ist in Fig. 7 das in Anlage begriffene Tochtergehäuse schmäler, in Fig. 8 aber breiter als das Muttergehäuse, in Fig. 13 enthält das Muttergehäuse am hinteren Ende eine Nacktstelle, während die Tochterschale einer solchen entbehrt; auch in Fig. 12 sind die Schalendimensionen keine gleichen. Keins der abgebildeten Sprossungsexemplare zeigt in Tochter- und Mutterschale genau dieselben Größen- und Gefügeverhältnisse, man wird daher den Satz aufstellen dürfen: Die während des Sprossungsaktes der Testaceen aufgebauten Tochterschalen sind den Mutterschalen nicht kongruent, sondern nur in gewissen, gar nicht einmal besonders engen Grenzen, ähnlich. Dieser Satz ist für Cyphoderia bewiesen; die Schalenvariationen anderer Species deuten aber auf dasselbe Gesetz hin.

Von dem Kern und seinem Verhalten während der Sprossung war schon früher die Rede. Die Plasmazonen erleiden während des Sprossungsvorganges augenscheinlich starke Verschiebungen, was schon aus der Anwesenheit von Phäosomen hinter dem Kern des Tochterindividuums hervorgeht, aber auch durch die in sehr verschiedener Lagerung befindlichen Nahrungskörper bewiesen wird.

Der allmähliche Schalenaufbau der Cyphoderia hängt wohl damit zusammen, dass die Sarkode sich nicht wie bei Euglypha mit einem Male auf ihr doppeltes Volumen aufzublähen und die Tochterschale hierdurch in toto anzulegen vermag.

Eben aus dem Sprossungsakte hervorgegangene Thiere zeichnen sich vor älteren dadurch aus, dass sie nur ganz wenige oder gar keine Phäosomen und Reserveplättchen enthalten; auch die Exkretkörnchen scheinen zu fehlen oder sind nur zu wenigen vorhanden; wo sie hingekommen sind, weiß ich nicht. Der Weichkörper füllt die Schale nur halb aus; der Kern ist klein und enthält meist eine größere Zahl von Binnenkörpern.

**e. Die Konjugation von Cyphoderia und der Testaceen im Allgemeinen.**

Dass bei den Testaceen wirkliche Konjugationszustände vorkommen, ist schon vielfach früher vermuthet worden. Blochmann hat wohl den ersten, thatsächlichen Beweis einer Konjugation dadurch beigebracht, dass er sechs bis zehn einzelne Euglyphen in den hängenden Tropfen brachte und beobachtete. »Die etwa auftretenden Konjugationspaare wurden herausgenommen und zur weiteren Beobachtung in einem anderen Tropfen isolirt.« Die Konjugationspaare trennten sich dann wieder, ohne dass Veränderungen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



in ihnen wahrgenommen wurden. Auch verhielten sich die losgelösten Thiere verschieden, theils theilten sie sich normal, theils encystirten sie sich wie gewöhnliche Individuen. Verworn trennte mit ihren Schalenmündungen an einander liegende Thiere künstlich von einander und beobachtete hierauf, wie sich die gewaltsam aus einander gerissenen Thiere wieder vereinigten.

Verworn hat nun in den Konjugationsexemplaren eigenthümliche kleine Gebilde vorgefunden, denen er bei dem Konjugationsakte die Bedeutung und Funktion der Mikronuclei von Infusorien zuschreiben zu dürfen glaubt. Ich besitze eine größere Zahl von Konjugationsexemplaren sehr verschiedener Testaceenspecies, und anfänglich glaubte ich auch hier und da in einzelnen Exemplaren kleine Körperchen, allerdings von anderer Form als die von Verworn beobachteten, für die Verworn'schen Mikronuclei halten zu dürfen. Es stellte sich dann aber — entweder durch die Methylgrün-Eosinfärbung oder durch Vergleich mit den Inhaltsmassen des äußeren, umgebenden Mediums, aus welchem die Thiere genommen waren, oder schließlich durch Vergleich mit anderen nicht in Konjugation befindlichen Thieren — heraus, dass die in meinen Präparaten vorgefundenen Körperchen nichts Anderes als von außen aufgenommene Fremdkörper waren; zweifelhaft bin ich nur über die Bedeutung der am Schlusse dieses Kapitels beschriebenen kleinsten Gebilde ohne bestimmte Struktur geblieben. In den meisten meiner Konjugationsexemplare fehlen derartige Körperchen, welche zu einer Verwechslung mit Mikronuclei Anlass geben könnten, gänzlich; die Fremdkörper sind in solchen Exemplaren oft so groß, dass ihre Natur nicht verkannt werden kann. Ein Konjugationsexemplar einer großen Centropyxis-Art habe ich in sehr dünne Schnitte zerlegt, ich konnte aber auch auf diesen Schnitten nichts Mikronucleusartiges auffinden. Ich glaube daher, dass sich Verworn in seiner Auslegung geirrt hat, und dass die verkannten Gebilde Nahrungskörperchen, den Zeichnungen nach vielleicht kleine Algen gewesen sind. Die Thatsache, dass sich die Kerne der Testaceen karyokinetisch theilen (Schewiakoff [12a], Blanc [1]), macht es ohnedies, wie ich glaube, nicht wahrscheinlich, dass sich neben dem Nucleus der Testaceen noch ein Mikronucleus finden wird.

Die inneren sich während der Konjugation der Testaceen abspielenden Vorgänge sind also bislang immer noch in ungelichtetes Dunkel gehüllt, vielleicht werden die nachfolgenden Mittheilungen zur Klärung der Verhältnisse etwas beitragen können.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Zwei Konjugationspaare, die ich von Cyphoderia besitze (Taf. V, Fig. 4—5), sind beide aus einem alten Thier und einem jungen eben aus der Knospung hervorgegangenen Thier zusammengesetzt. Hierüber kann nicht der geringste Zweifel obwalten. Die mit *I* bezeichneten Thiere sind die alten, sie sind kenntlich durch die Größe des Kerns, den dichten Gürtel von Phäosomen, welcher sich vor dem Kerne befindet, und die große Zahl von Exkretkörnchen, welche den Haupttheil des Kernes umlagern und in dem einen Exemplar nicht recht erkennen lassen, ob Binnenkörper in dem Kern vorhanden sind oder nicht. In Fig. 4 sieht man einzelne Binnenkörper im Kerne des alten Thieres. Die Schalen dieser alten Thiere erscheinen um eine Nüance dunkler, als diejenigen der ihnen angelagerten jungen Thiere. Die letzteren, in den Figuren mit *II* bezeichnet, offenbaren ihr jugendliches Alter durch ihre geringe Kerngröße und den Mangel, bez. die Spärlichkeit an Phäosomen und Exkretkörnchen (cf. p. 71). Beachtenswerth erscheint mir außerdem, dass die alten Thiere ihre Schale in viel höherem Grade ausfüllen als die angelagerten jungen Thiere. Die geringe Menge der in den letzteren enthaltenen Sarkode ist wohl ein beredtes Zeugnis dafür, dass die angelagerten Thiere erst ganz kurze Zeit aus einem Knospungsakte entsprungen sind; in den abgebildeten Stadien hat ein Sarkodeaustausch, falls ein solcher in späteren Stadien eintreten sollte, jedenfalls noch nicht stattgefunden. Der auffallende Kontrast in der Größe der Kerne beider Thiere schließt es vollkommen aus, dass hier eine Verwechslung durch einen Sprossungsakt mit einander verbundener Thiere zu befürchten sei.

Die abgebildeten Konjugationsexemplare sagen also aus, dass bei der von mir geprüften Konjugation von Cyphoderia ein eben aus der Knospung hervorgegangenes Thier mit einem älteren Thier zusammentritt, das längere Zeit kein Tochterthier hat hervorknospen lassen, oder, da mit dem Knospungsakte eine Kerntheilung verbunden ist, dass ein Thier mit längerer Zeit nicht getheiltem Kern sich mit einem Thier vereinigt, das einen eben erst getheilten Kern enthält. Ob die Theilung des jüngeren Thieres eine gewöhnliche Theilung des Knospungsaktes war, oder ob sie nach dem von Blochmann beobachteten Vorgange statt hatte[1], ob sie schließlich eine Äquations- oder Reduktionstheilung war, dafür ergeben sich aus meinen Präparaten keine Anhaltspunkte. Immerhin erscheint mir der Hinweis von Interesse, dass auch bei der Konjugation der

[1] Blochmann (2) beobachtete bei Euglypha Aufbau einer Tochterschale mit Kerntheilung, dann Abstoßung der Tochterschale und des einen Theilkernes.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Testaceen eine dem Konjugationsakte direkt vorhergehende Kerntheilung eine Rolle spielt; mir scheint dadurch der Konjugationsprocess den Erscheinungen erheblich näher gerückt, die wir bei den Konjugationen der Infusorien und der Geschlechtszellen von Metazoen auftreten sehen. Es wäre auch leicht, Vermuthungen über die weiteren Vorgänge aufzustellen, etwa zu muthmaßen, dass der Kern des älteren Thieres sich nachträglich auch theilt und dann seine eine Kernhälfte sich mit dem bereits vor der Konjugation getheilten Kern des angelagerten Thieres vereinigt; aber Belege für solche Vorgänge fehlen noch gänzlich.

Auch bei einer zur Gruppe der Difflugia pyriformis Perty gehörigen Testacee, die ich im Anhang als Difflugia asterisca nov. sp. (Taf. IV, Fig. 14) beschreiben werde, und bei Difflugia pyriformis Perty selbst (Taf. IV, Fig. 15), sind die Kerne der beiden Konjuganten sehr verschieden groß. Es scheint auch hier ein Thier mit einem eben getheilten Kern sich mit einem solchen zusammengelagert zu haben, das längere Zeit hindurch eine Kerntheilung nicht durchgemacht hat.

Trotz dieser neuen Belege aus einer anderen Testaceengruppe wäre es aber verfehlt, wenn man bei allen Testaceen die Konjugation immer nach demselben Schema vor sich gehend denken wollte. Man wird wohl ohne Weiteres annehmen dürfen, dass zwar das Grundprincip bei den Konjugationsvorgängen der Testaceen überall dasselbe ist, dass z. B. vielleicht immer die Vereinigung eben getheilter Kerne dabei stattfindet. Als Variationen könnten dann aber folgende Vorgänge auftreten: 1) Zwei Thiere mit alten Kernen vereinigen sich und eine beiderseitige Kerntheilung findet erst während der Vereinigung statt, der Kerntheilung folgt eine wechselseitige Vereinigung der Kernhälften, welche vielleicht mit dem Aufbau von Tochterindividuen verbunden ist. 2) Die Kerne der beiden zur Konjugation zusammengetretenen Thiere haben sich kurz vor der Konjugation bereits getheilt, und vereinigen sich während der Konjugation zu einem Kerne; vielleicht kann der von Blochmann geschilderte Fall, dass zwei Thiere zusammen nur ein Gehäuse aufbauen, in dieser Richtung eine Deutung erfahren. Die dritte Variationsmöglichkeit wäre dann im Verhalten der Cyphoderia gegeben. Der Kern des einen Thieres hat sich soeben getheilt, der Kern des anderen muss sich erst noch theilen.

Ich habe mich auf vorstehende Spekulation nur desshalb eingelassen, weil ich von Difflugia globulosa Dujard. Konjuga-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



tionsexemplare besitze, deren Kerne in beiden Thieren gleich groß sind; und weil hierdurch einerseits belegt ist, dass der Konjugationsakt nicht bei allen Arten nach demselben Schema verläuft, andererseits aber hieraus nicht geschlossen werden darf, dass der Konjugationsakt nicht auch bei diesen Thieren mit Kerntheilungsvorgängen in irgend welcher Weise verknüpft sein könnte.

Besondere Aufmerksamkeit verdient das in Fig. 21, Taf. IV abgebildete Konjugationsexemplar dieser Difflugie, weil hier der Kern des einen Thieres im Begriffe steht in das andere überzutreten. Auch bei dem von mir geschnittenen Konjugationsexemplar der großen Centropyxis ist der Kern des einen Thieres aus dessen Schale herausgetreten und hat sich dem Kern des anderen Thieres genähert[1]. In einem Exemplar der Difflugia pyriformis Perty (Taf. IV, Fig. 17), welcher auch das Konjugationsexemplar Fig. 15 angehört, habe ich zwei kleine Kerne vorgefunden, obgleich die Form seit meinen dreijährigen Beobachtungen sonst stets einkernig war. Vielleicht ist der zweite Kern während des Konjugationsaktes in das Thier hineingeschoben worden, und vielleicht wären beide Kerne später mit einander verschmolzen.

Die Komplikationen, welche sich bei der Konjugation der Testaceen einstellen können, sind aber in dem bereits Mitgetheilten noch keineswegs erschöpft; einestheils habe ich gelegentlich drei Thiere an einander gelagert gefunden (bei einer zur Gruppe Difflugia pyriformis gehörigen Species), über deren Kernverhältnisse ich allerdings keine Auskunft geben kann, da die Thiere lebend beobachtet wurden und sich bald trennten; anderntheils tritt bei einigen Testaceen gelegentlich Encystirung konjugirter Exemplare ein. Den ein-

[1] Als Konjugationsexemplare ließen sich die letzterwähnten Thiere (Fig. 21) durch ihre dunkle Schalenfärbung erkennen, welche bei dem Knospungsakt nur eins der Thiere, nie aber beide, auszeichnen kann. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass auch in alten Schalen Thiere mit eben getheilten Kernen vorkommen; eins der Thiere behält ja bei der Knospung die alte Schale; die Schale kann also zur Bestimmung der seit der letzten Kerntheilung verflossenen Zeit nicht unbedingt maßgebend sein; sie ist nur dann maßgebend, wenn sie aus stichhaltigen Gründen als sehr jung konstatirt werden kann, denn dann kann die Kerntheilung nicht lange vor der Zeit der Beobachtung der jungen Schale gelegen haben. Alte Schalen lassen keinen Schluss auf das Alter der in ihren Trägern enthaltenen Kerne zu. Dass bei meinen Cyphoderiakonjuganten die Schale der Thiere mit eben getheilten Kernen sich zugleich durch ihr helles Kolorit als junge Schalen kund gaben, mag bloßer Zufall gewesen sein, und ich habe ja auch keineswegs das Kriterium der kurz vorausgegangenen Kerntheilung auf das Aussehen der Schalen basirt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



fachsten Fall dieser Art habe ich in Fig. 20 wiedergegeben, die beiden Thiere (Difflugia bacillifera Penard) haben sich mit ihren Mündungen an einander gelagert und eine stark färbbare Membran zwischen sich abgeschieden, so dass diese Membran Wohnraum und Weichkörper beider Gehäuse vollständig von einander trennt. Die Kerne in beiden Thieren zeigen den gleichen Durchmesser. Ob es sich hier um eine wirkliche Konjugation handelt, mag zweifelhaft erscheinen, da eine Vereinigung der Weichkörper in diesem Präparat nicht nur nicht im Gange ist, sondern sogar durch die scheidende Membran unmöglich gemacht zu sein scheint. Ich vermuthe aber, dass der Konjugationsakt der Thiere später, nach Sprengung der scheidenden Membran, welche die Aufgabe einer Cystenmembran versieht — doch noch stattgefunden hätte; diese Vermuthung ist auf ein Präparat von Difflugia elegans Penard aus dem Titimoor gegründet. Über die Eigenheiten der Cysten dieser Difflugie ist p. 44 das Nöthige mitgetheilt worden. Das encystirte Konjugatenpaar (Fig. 19)[F] lässt nun in beiden Thieren alle wesentlichen, zu einer Cyste gehörenden Bestandtheile erkennen. Die den hinteren Theil abschließende Membran *M* ist aber von den Thieren durchbrochen worden und ihre Weichkörper haben sich vereinigt; es ist also nach einer beiderseitigen Encystirung eine Konjugation eingetreten.

Um mit meinen eigenen, die Konjugation betreffenden Beobachtungen zu schließen, mag hier noch auf das von mir bereits an einem anderen Orte (10b) beschriebene Vierlingsexemplar von Difflugia elegans Pen. (Taf. V, Fig. 16) hingewiesen werden. Es handelt sich zwar hier um eine leere ausgestorbene Schale, in der einen *A* lässt sich aber der Überrest einer Cyste *C* deutlich wahrnehmen, so dass die Vorgeschichte des Exemplars wohl folgende war, ein aus dem encystirten Zustand erwachtes Individuum ist mit einem nicht encystirt gewesenen[1] in Konjugation getreten, und beide standen im Begriffe gemeinsam zwei Tochtergehäuse aufzubauen, als sie aus irgend welchem Grunde abstarben. Ganz eigenthümliche Doppelexemplare, welche gleichfalls wohl durch Konjugation gemeinsam bauender Thiere entstanden sind, habe ich verhältnismäßig häufig bei Pontigulasia spiralis nov. gen. nov. spec. (Taf. IV, Fig. 6—8) aufgefunden. Die Gehäuse haften nicht bloß äußerlich zusammen, sondern sie umschließen einen gemeinsamen Hohlraum.

Wenn man zu den angeführten Fällen noch die Beobachtung

[1] Es fehlt bei diesem Individuum jede Chitintapete.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Blochmann's hinzunimmt, wo zwei konjugirte Euglyphen gemeinsam ein drittes aber größeres Individuum durch Vereinigung ihrer Zellleiber erzeugten, und jedenfalls auch durch Vereinigung ihrer Kerne, denn es war in dem erzeugten Individuum bloß ein Kern nachweisbar, und last not least die Beobachtungen Bütschli's in Rücksicht zieht, — bei zweien von drei konjugirten Arcellen traten nach Lösung der Konjugation amöbenartige Wesen, nach Bütschli vielleicht Arcellasprösslinge, in größerer Zahl aus; so wird man schon jetzt sagen dürfen, dass der Konjugationsvorgang der Testaceen in seinem Verlaufe bei den verschiedenen Species sogar recht großen Variationen unterworfen ist; in wie weit sich solche Variationen bei ein und derselben Species finden, muss dahingestellt bleiben, nach meinen Erfahrungen vermuthe ich, dass sie sich hier in ziemlich engen Grenzen bewegen.

Zusammenfassung. Nach meinen Beobachtungen an Cyphoderia ist erwiesen, dass bei der Konjugation dieser Testacee öfters ein Thier mit eben getheiltem Kern sich mit einem Thier vereinigt, dessen Kern sich längere Zeit hindurch nicht getheilt hat; ob sich Cyphoderia bei der Konjugation immer in derselben Weise verhält, kann aus der geringen Zahl der von mir beobachteten Konjugationsexemplare allerdings nicht geschlossen werden. Eine gegenseitige Annäherung der Kerne während des Konjugationsaktes ist durch mich für Centropyxis aculeata (Ehrenb.) und Difflugia globulosa Duj. ebenfalls (Taf. IV, Fig. 21) konstatirt. Die Anwesenheit zweier Kerne bei der sonst stets einkernigen Difflugia pyriformis ist vielleicht auf die Einfuhr eines Kernes während des Konjugationsaktes zurückzuführen. Eine Verschmelzung von Kernen ist durch die Beobachtung Blochmann's wahrscheinlich geworden, leider kann aber der betreffende Fall für die vorgenannten nicht maßgebend sein, weil weder in jedem Falle bei Euglypha, nach den Mittheilungen Blochmann's noch bei den vorgenannten, auf andere Testaceenspecies bezüglichen Fällen das Resultat der Konjugation ein gleiches ist, nämlich die Entstehung eines einzelnen größeren Thieres aus der Vereinigung der beiden Konjugaten. Ein abschließendes Urtheil kann demnach über die Konjugation der Testaceen bis zur Stunde noch nicht gefällt werden, wenn auch die Vermuthung, dass dabei eine Verschmelzung von kurz vorher getheilten Kernhälften vor sich geht — eine Vermuthung, welche diese Vorgänge mit der Konjugation sonstiger Organismen in Parallele brächte — bis jetzt nirgends, so weit ich sehen kann, auf ein Hindernis in dem Thatsachenmaterial

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



stoßen würde; denn auch vor oder nach der Encystirung kann bei denjenigen Exemplaren, wo Encystirung den Konjugationsakt komplicirt, eine Kerntheilung stattfinden oder stattgefunden haben. Auf die Konjugation folgt bei Euglypha nach Blochmann's Untersuchungen bald Encystirung bald Fortpflanzung durch Knospung, nach Bütschli bei Arcella eventuell eine Vermehrung durch innere Sprösslingsbildung. Meine Konjugationsexemplare von Cyphoderia stammten alle drei aus einer Grundprobe, welche am 19. December 1893 aus der Kultur aufgenommen worden war, spätere Grundproben brachten keine Konjugationsexemplare; am 30. Januar 1894 traten dann die im vorigen Beitrage geschilderten Knospungspaare auf; doch liegen die beiden Zeiträume wohl zu weit aus einander, um die Knospung als erstmalige Folge des früheren Konjugationsaktes ansehen zu dürfen, wie sich denn auch in Präparaten vom 21. December 1893 und 12. Januar 1894 schon Einzelindividuen finden, welche durch die bekannten Eigenthümlichkeiten auf ihre jugendliche Existenz schließen ließen.

Wenn ich im Vorstehenden für die Wahrscheinlichkeit eingetreten bin, dass die Konjugation der Testaceen mit einer zu sehr verschiedenen Zeiten auftretenden Vereinigung frisch getheilter Kerne verbunden ist, und dass hierbei keine besonders konstituirten Mikronuclei auftreten, wie Verworn meinte, so kann ich doch nicht unterlassen auf einige Besonderheiten meiner Konjugationsexemplare von Cyphoderia aufmerksam zu machen. Es finden sich nämlich an verschiedenen Stellen des Protoplasmakörpers kleine roth gefärbte Gebilde von unbestimmter Gestalt und Größe, welche ihrer Färbungsintensität nach etwa den Binnenkörpern innerhalb des Kernes entsprechen. Diese Gebilde sind in den Präparaten erst jetzt, nachdem dieselben über ein Jahr gelegen haben und mehrere Tage im Sonnenlicht gebleicht worden sind, erkennbar hervorgetreten. Sie machen den Eindruck von weichen, zähflüssigen Substanzquantitäten, die sich vielleicht in den Kanten der Protoplasmawaben mehr oder weniger zu kleinen Kugeln kontrahirt oder aber auch in mehreren an einander stoßenden Wabenlagen verbreitet haben, so dass parallele oder gerade Reihen (Taf. V, Fig. 5) durch sie formirt worden sind, welche voraussichtlich den zusammenhängenden Wabenreihen des Protoplasmas entsprechen. Man könnte diese fraglichen Gebilde für ausgestoßene Chromatin- oder Binnenkörpermassen halten, und in einem Austausch dieser Massen die Bedeutung des Konjugationsaktes suchen zu müssen glauben. Eine solche Anschauung hat

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



einige Berechtigung, bei den Gregarinen findet z. B. während der Konjugation eine Vereinigung frisch getheilter Kerne sicher nicht statt, so dass die Beeinflussung der Kerne, die man während des Konjugationsaktes doch wohl nach Analogieschlüssen auch für die Gregarinen erwarten darf, auf eine andere als die von mir vermuthete Weise geschehen muss. Die Kleinheit der soeben erwähnten Gebilde würde es verständlich erscheinen lassen, warum die Austauschvorgänge der Kernsubstanzen bisher im Dunkeln geblieben sind. Falls sich auch in der Folgezeit gegen alles Erwarten eine Kernkopulation als Begleiterscheinung der Testaceenkonjugationen nicht nachweisen lassen sollte, so würde ich für angemessen halten, nach jenen kleinen Gebilden auch bei anderen Species zu suchen. Vielleicht stellen die in Fig. 19 mit ? bezeichneten Körperchen in den konjugirten Cysten von Difflugia elegans Ähnliches dar. Sie werden bei ihrer Kleinheit und wegen des Mangels einer bestimmten Struktur — letzterer verbietet ihre Koordination mit der von Verworn für Mikronuclei gehaltenen Gebilden — sich nur schwer nachweisen lassen. Vorläufig halte ich sie für eine Masse, welche dazu bestimmt ist, sich zwischen den Mündungen der beiden Konjugaten als zusammenhaltender Kitt zu lagern. Die an den Mündungsrändern des Konjugationsexemplars zum Zusammenhalt derselben (Taf. V, Fig. 5 *rK*) ausgeschiedene Kittsubstanz hat nämlich dieselbe Intensität der Eosinfärbung wie diejenige der fraglichen Körperchen angenommen, und wenn die Färbungsintensität als Zugehörigkeitsattest verwendet werden soll, so hat die Kittmasse *rK* bei meinen Präparaten dasselbe Recht wie die Binnenkörper mit den fraglichen Substanzen in Zusammenhang gesetzt zu werden. Bei dem Exemplar Fig. 4 hat eine Abscheidung von Kittmasse an den Mündungsrändern überhaupt noch nicht stattgefunden; die fraglichen Substanztheilchen scheinen hier auch etwas reichlicher.

## V.

## Zur Mechanik und Phylogenie des Schalenaufbaues der Testaceen.

### a. Das Zustandekommen des dichten Schalengefüges.

Ich habe schon in Nr. I dieser Beiträge (10b) zu zeigen versucht, dass das Gefüge des Tochtergehäuses von Difflugia elegans Penard[1]

[1] Von mir früher, dem damaligen wissenschaftlichen Standpunkt entsprechend, zu Difflugia acuminata Ehrenb. gerechnet. Neuerdings von Penard aber richtig von ihr abgetrennt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



durch rein mechanische Vorgänge zu Stande kommt. Das extrathalam aufgespeicherte Baumaterial dieser Difflugie wird während des Sprossungsvorganges auf der ihm als Unterlage dienenden Kittmasse (= innere Deckschicht), welche die Formgestaltung des Muttergehäuses annimmt, gegen das äußere Wasser hin vorgestoßen. Dabei werden die einzelnen Bausteinchen durch den Reibungswiderstand des Wassers und durch die inneren Strömungen der Sarkode (Genaueres cf. loc. cit. p. 521) aus ihrer Anfangs radiär gerichteten Lagerung mit ihrer ganzen Breitseite in die Kittmasse eingelagert, während sie vorher nur mit einer Kante oder mit einer Spitze in derselben eingesenkt waren. Da die Kittmasse eine große Adhäsion zu den Steinchen haben muss — denn sonst könnte sie die Steinchen nicht zusammenhalten —, so werden Steinchen mit breiterer Fläche stärker an sie herangezogen als solche mit kleinerer Fläche. Wo daher bei der Umlagerung größere und kleinere Steinchen mit einander in Konflikt gerathen, werden Steinchen mit größeren Flächen die kleineren Steinchen so lange verschieben, bis sie selbst für ihre breitere Fläche Platz gefunden haben, zumal die kleineren Steinchen durch geringeren Reibungswiderstand (im Wasser und auf der Kittmasse) leichter zu weichen vermögen als die größeren Steinchen. Selbstverständlich müssen dabei noch besondere Fälle berücksichtigt werden, so wird es z. B. vorkommen können, dass mehrere kleinere Steinchen, wenn sie von allen Seiten durch größere bedrängt werden, sich gemeinsam wie größere verhalten, und nun Steinchen zum Weichen bringen, deren Andrängen sie allein nicht gewachsen gewesen wären etc. etc. Die Größe des Tochtergehäuses braucht sich bei diesen Vorgängen keineswegs genau nach der Menge der aufgespeicherten Bausteinchen zu richten. Sind mehr Bausteinchen vorhanden als die Fläche des Tochtergehäuses zu fassen vermag, so werden nicht alle Steinchen zur vollkommenen Einlagerung ihrer Breitseite in die Grundmasse gelangen, sondern manche werden noch schräg in der Kittmasse eingesenkt bleiben; das Tochtergehäuse wird an einzelnen Stellen oder auch in seinem ganzen Umfange rauh und grobsandig erscheinen. Reicht dagegen die Zahl der aufgespeicherten Steinchen zur Herstellung der Wand eines Tochtergehäuses nicht aus, so legen sich die Steinchen nur stellenweise in dichtem Gefüge an einander, während an anderen Stellen die Gehäusegrundmasse frei zu Tage tritt und vorläufig wenigstens jeder sekundären Auflagerung entbehrt. Ich bezeichne derartige, von sekundären Auflagerungen entblößten Stellen in dem Schalengefüge

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



als »Nacktstellen«, sie kommen bei allen sandigschaligen Testaceen vor, wenn sie hier auch gelegentlich sekundär von Pseudoquarzen (cf. p. 98 u. 99) verdeckt werden, sie fehlen auch den aus Kieselstäbchen bestehenden Schalen eben so wenig, wie den aus einzelnen kleinen Chitinplättchen zusammengesetzten Cyphoderia-Schalen. Der vordere des Plättchenbelages entbehrende Schalentheil (Taf. V, Fig. 2) stellt eine solche sehr ausgedehnte Nacktstelle dar, kleinere Nacktstellen finden sich oft am hinteren Ende der Schale. Man vergleiche z. B. Taf. V, Fig. 13 *Nst*, welche zugleich beweist, dass Tochter- und Mutterschale sich in dieser Beziehung ganz ungleich verhalten können, die Tochterschale kann eine Nacktstelle haben, ohne dass die Mutterschale eine solche gehabt zu haben braucht, oder umgekehrt.

Das Zustandekommen dieser Nacktstellen ist auffällig; man hätte wohl eher eine gleichmäßige Vertheilung der Bausteinchen innerhalb der Gehäusegrundmasse erwartet, so dass also die Bausteinchen in einem breitmaschigen Netz von Grundmasse eingelagert gewesen wären, vielleicht nicht aber vermuthet, dass sie an einzelnen Schalenstellen in enger Aneinanderlagerung ein regelrechtes Mauerwerk bilden, an anderen Stellen dagegen gänzlich fehlen würden.

Für Difflugia elegans Penard mit ihrer extrathalamen Aufspeicherung des Baumaterials ist jedoch das Auftreten der Nacktstellen leicht zu erklären. Beim Aufblähen der zum Tochtergehäuse bestimmten Kittgrundsubstanz wird die Kittgrundsubstanz ein Größenstadium durchlaufen, welchem die vorhandenen Bausteinchen zur Herstellung eines lückenlosen Mauerwerks genügen. Wenn dann der aus der Mutterschale hervorgetretene Sarkodeballen weiter anschwillt, werden sich nicht alle Mauersteinchen wieder von einander lösen, — denn zwischen den Steinchen sind kapillare Räume vorhanden, in welchen die noch flüssige Kittgrundmasse, die Steinchen fest zusammenhaltend, emporsteigen muss[1] — sondern es wird nur da ein Bersten des Mauerwerks erfolgen, wo den jeweils gegebenen Verhältnissen nach gerade die am wenigsten wirksamen kapillaren Räume liegen[2]. Ist an der Stelle minimaler Kapillarattraktion erst ein Reißen des Mauerwerks eingetreten, so

[1] cf. A. Wüllner, Experimentalphysik. Leipzig 1874. Bd. I. p. 301.

[2] Die Wirksamkeit der kapillaren Zwischenräume ist natürlich ganz von Gestalt und Größe der an einander liegenden Steinchen abhängig, kann also an verschiedenen Stellen des Gehäuses sehr verschieden sein, da die Steinchen ganz beliebige Gestalt haben können.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



sind die anderweitigen Mauerstellen der Gefahr des Berstens enthoben. Denn mit der Entfernung der Rissränder nimmt die Kapillarattraktion derselben in gleichem Schritte ab und, wenn schon vor dem Reißen an der künftigen Bruchstelle die geringste Kapillarattraktion wirksam gewesen sein muss, so muss dies natürlich erst recht der Fall sein, wenn die Rissränder aus einander zu treten beginnen.

Diese gewiss einfache Erklärung des Zustandekommens des Mauergefüges und der eventuellen Nacktstellen im Gehäuse der extrathalam aufspeichernden Difflugia elegans hat aber zur Voraussetzung, dass die Kittgrundmasse nicht in so breiter Schicht vorhanden ist, dass sie die Steinchen vollständig und allseitig also auch auf ihrer nach außen gekehrten Breitseite umfließen kann; denn sobald die Steinchen in der Kittgrundmasse quasi »untergetaucht« lägen, könnten die kapillaren Spalträume nicht zur Wirkung kommen. Es stimmt mit dieser Voraussetzung die Erfahrungsthatsache, dass die Gehäusesteinchen der Difflugia elegans auf ihrer Außenfläche nackt zu Tage liegen. Bei dem neuen Genus Pontigulasia stellt die Kittgrundsubstanz nur eine äußerst dünne Lage dar, die nicht annähernd die Breite der aufgelagerten Bauelemente erreicht, wie der Schnitt Taf. IV, Fig. 12 zur Genüge zeigt. Ich glaube, dass bei allen Testaceenschalen mit engem Gefüge die Lage der Kittgrundmasse dünner sein muss, als die Breite der aufgelagerten Verstärkungsmittel — seien es Fremdkörper oder selbst abgeschiedene Substanzen. Wo die Verstärkungsmittel vollständig in die Kittgrundmasse eingetaucht lägen, da würde man mehrere Lagen derselben über einander und, wenn nicht, durch die Zahl zufällig zusammengedrängt, kein enges Gefüge zu erwarten haben. An einzelnen Stellen der Gehäusewand mögen unter besonderen Bedingungen aber solche Ausnahmezustände eintreten können — bei Lecquereusia spiralis sieht man öfters, namentlich an der Halskerbe mehrere Stäbchen über einander liegen, ich glaube, dass sich hier in Folge von Oberflächenspannungsgesetzen breitere Schichten von Kittmasse zusammengehäuft haben, so dass die Kittschichtlage dicker wurde als die Höhe der Stäbchen.

Wie kommt aber das ebenfalls eng gefügte Mauerwerk der Gehäuse von intrathalam aufspeichernden Testaceen zu Stande. Hier findet keine Umlagerung der Steinchen statt, welche die erste Erzeugung eines Gefüges erklären könnte und auch die Wirkung der kapillaren Spalträume könnte ausgeschlossen erscheinen, da man

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



auf den ersten Blick nicht einsieht, warum die Steinchen, Stäbchen oder Plättchen nicht allseits von der Kittmasse umgeben sein sollten, mit der sie doch gleichzeitig aus dem Inneren des mütterlichen Weichkörpers auf die Oberfläche der Knospe zu rücken scheinen.

Ich glaube, dass die Verstärkungsmittel auch bei intrathalamer Aufspeicherung nie in die Kittmasse selbst eingetaucht liegen, sondern immer der Oberfläche derselben von Anfang an aufgelagert sind. Die Oberflächenspannung der ausgeschiedenen Kittschicht kann ein solches Einsinken nämlich auch dann verhindern, wenn sonst die Masse der Kittschicht vollständig ausreichte die Verstärkungsmittel allseits zu umfließen — eben so etwa wie die Oberflächenschicht des Wassers den Wasserläufer (Hydrometra) zu tragen vermag, der im Inneren des Wassers zu Boden sinken würde.

Die Kittmasse muss hierbei ihre Entstehung nothwendig immer innerhalb der im Mutterkörper aufgespeicherten Festigungsmaterialien nehmen, ihre Außenfläche darf mit der Kittmasse nicht in Berührung kommen. Da diese nun in der Kernumgebung aufgespeichert werden, so wird das erste Auftreten der Kittmasse in der nächsten Nähe des Kerns zu suchen sein. Man vergleiche hierüber Litt. 10c, p. 508 und 509, wo ich schon für die Entstehung der Kittmasse in der unmittelbaren Umgebung des Kerns auf Grund anderer, hier nicht zu wiederholenden Beobachtungen eingetreten bin[1].

Setzt sich nun die Kittmasse von der Kernumgebung aus nach dem aus der Schalenmündung hervortretenden Protoplasmatropfen hin in Bewegung, so folgen die Plättchen, auf der Oberfläche des Kittschichtstromes schwimmend, dorthin, und treten als Decke auf die Oberfläche des Protoplasmatropfens, sobald der Kittschichtstrom sich hier ausgebreitet hat, bez. von den Strömungen des Plasmas dort ausgebreitet worden ist. Auch auf einer Flüssigkeit schwimmende Körper suchen sich nämlich unter geeigneten Vorbedingungen in Folge von Kapillarattraktion lückenlos an einander zu lagern, über oder unter einander können sie sich begreiflicher Weise nicht lagern, so lange sie die Oberflächenschicht der Flüssigkeit nicht durchbrochen haben, so lange sie also in die Flüssigkeit nicht vollständig eingetaucht sind. Streut

[1] Wenn bei ausgestorbenen Euglypha- und Trinema-Schalen oft der zurückgebliebene Kern unmittelbar von Plättchen eingehüllt erscheint (10c, p. 509), so sind hier die Plättchen jedenfalls von der um den Kern gelagerten, und durch die Berührung mit dem Wasser verdichteten Kittsubstanz an den Kern herangezogen worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



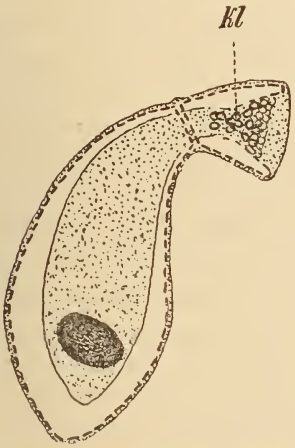
man z. B. feinste Sandkörnchen auf eine Wasseroberfläche, so schwimmen die Sandkörnchen auf der Oberfläche und gruppiren sich zu einem zusammenhängenden, aber nur bis zu einem gewissen Grade dichten, einschichtigen Sandhäutchen, wenn die einzelnen Sandkörnchen dicht genug aufgestreut wurden, um die kapillare Attraktion wachzurufen. Unter dem Mikroskop betrachtet, ist ein solches Sandhäutchen aber doch zu locker zusammengefügt, um direkt mit dem Gefüge einer Difflugienschale verglichen werden zu können. Die Kapillarkräfte zwischen Wasser und Sandkörnchen scheinen wohl stark genug von einander entfernt liegende Steinchen bis zur Berührung einzelner Kanten oder Ecken einander zu nähern, ihre Wirkung scheint aber nicht immer ausreichend, die Steinchen so lange zu verschieben, bis sie auf allen Seiten mit allen in der Oberflächenschicht der Flüssigkeit gelegenen Kanten mit einander in Kontakt getreten sind. Sehen wir uns daher nach Verhältnissen um, unter welchen diese höheren Einordnungsarbeiten geleistet werden können.

Auf keinen Fall ist das Zustandekommen der engen Gefüge an die Thätigkeit eines lebenden Organismus gebunden, wie folgendes Experiment zur Genüge beweisen dürfte. Schneidet man die Kalksäckchen, welche sich zu beiden Seiten der Wirbelsäule unserer Frösche befinden, an und saugt man dann ihren Inhalt, der mit zahlreichen, kleinen stäbchenförmigen Gipskryställchen angefüllt ist, mit Hilfe einer Kapillarröhre auf, so hat man nun in der Kapillarröhre ein Material, das bloß auf einen Objektträger gestrichen zu werden braucht, um ein Gefüge zu erzielen, das in Bezug auf Lückenlosigkeit und kunstvollem Aussehen auch nicht ein Jota hinter den Mauerwerken der Testaceen zurücksteht. Die in den Kalksäckchen vorhandene Flüssigkeit vertritt die Stelle der Kittgrundmasse, die Gipskryställchen spielen die Rolle der Bausteinchen, Stäbchen oder Plättchen. Die Zusammenordnung der einzelnen Stäbchen zu dem Gefüge beginnt am Rande des aufgestrichenen Tropfens; hier lagern sich, wie man unter dem Mikroskop sehr deutlich wahrnehmen kann, die einzelnen Stäbchen mit hastiger Eile lückenlos an einander, und sobald die Gipsstäbchen am Tropfenrande verbraucht sind, schießen aus dem Inneren des Tröpfchens neue Stäbchen, wie von irgend einem »Tropismus« geleitet, nach den Rändern hin, um sich in kürzester Zeit ebenfalls in das Gefüge einzuordnen. Die Stäbchen scheinen lebendig geworden zu sein. Wenn der Tropfen nicht zu dick aufgestrichen worden ist, erhält man ein einschichtiges Gefüge;

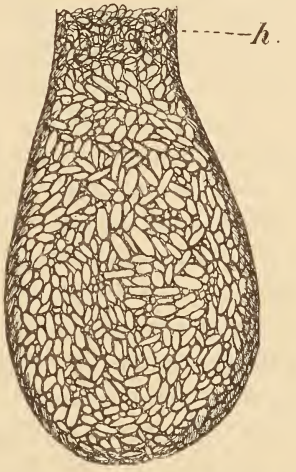
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



an der Stelle der ursprünglichen Tropfenmitte treten oft, wenn die Zahl der Stäbchen zur vollständigen Deckung der vom Tropfen eingenommenen Fläche nicht ausreicht, einige Nacktstellen auf, die ihrem Aussehen nach ganz dem Aussehen der Nacktstellen aus ähnlichen Stäbchen zusammengesetzter Testaceenschalen entsprechen. Wenn man anstatt des Aufstreichens auf einen Objektträger das Ende eines Glaswollfadens, das man durch Annäherung an ein brennendes Streichholz zu kolbiger Anschwellung gebracht hat, mit dem Kalksäckcheninhalt durch Eintauchen in denselben überzieht, so überdeckt sich sehr häufig der ganze Glasfadenkolben mit einem lückenlosen Stäbchengefüge ohne Nacktstellen. Man erhält eine geradezu klassische Nachbildung von gewissen Difflugienscha-




Textfig. 2. Aufbau eines Tochtergehäuses von Cyphoderia margaritacea. Kern schwarz, Körpersarkode punktirt, Schalenplättchen durch kleine Striche wiedergegeben. *kl*, kleeblattähnliche Plättchenaggregate an der Baustelle.




Textfig. 3. Einschichtiges, lückenloses Gefüge aus Gipskryställchen, durch Eintauchen eines kleinen Glaskölbchens in die Kalksäckchenflüssigkeit des Frosches künstlich dargestellt. Nur am Kolbenhalse (*h*) finden sich mehrere Schichten von Krystallen über einander gelagert. Mit der Oberhäuser'schen Kammer gezeichnet. Vergr. ca. 400.

len. Die Zusammenordnungsvorgänge konnte ich aber auf dem Glaskolben wegen technischer Schwierigkeiten nicht beobachten, auch ist hervorzuheben, dass sich um den Hals der Kolben (cf. die erwähnte, öfters beobachtete Mehrschichtigkeit der Stäbchenlage an der Halskerbe von Lecquereusia spiralis) meist mehrere Lagen von Stäbchen über einander legen (cf. Textfig. 3 *h*), so dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



nach dem Kolbenhals hin die Ähnlichkeit mit Difflugiengehäusen in der Regel mehr oder weniger aufhört[1].

Die physikalische Erklärung scheint mir folgende: am Rande des Tröpfchens verdunstet die Flüssigkeit, in welcher die Gipsstäbchen eingelagert sind, am raschesten. Die Flüssigkeitsschicht nimmt hier an Dicke schnell ab und wird bald dünner als die Stäbchen; die Stäbchen, die von der sinkenden Flüssigkeit nachgezogen werden, lagern sich in einer Schicht, weil die Flüssigkeit für mehrere Schichten hier nicht mehr die genügende Tiefe hat. Die zusammengedrängten Stäbchen werden in Folge der Kapillarattraktion in dichtester Berührung zusammengeschoben. Die dichte Berührung der Stäbchen giebt einem äußerst feinen kräftig wirkenden Kapillarsystem seine Entstehung, welches die randwärts verdunstete Flüssigkeit durch neuen Zuzug[2] von Flüssigkeit aus der Tropfenmitte zu ersetzen strebt. Mit diesem Flüssigkeitszuzug werden neue Stäbchen aus der Tröpfchenmitte randwärts verschwemmt und durch Kapillarattraktion in das Gefüge eingezwängt. Der Zuzug dauert bei fortwährender Verdunstung so lange an, bis die Flüssigkeit in der Tröpfchenmitte aufgebraucht ist; da nun aus der Mitte desshalb fortwährend Stäbchen fortgetrieben werden, so müssen gerade hier am leichtesten Nacktstellen entstehen können[3]. Bei den Glaskölbchen sammelt sich in Folge der für Flüssigkeiten geltenden Spannungsgesetze um den Hals der Kolben augenscheinlich eine besondere Menge von Kalksäckchensubstanz an, sie dient dann als Bezugsquelle, eben so wie beim ausgebreiteten Tropfen die Tropfenmitte, für die auf der Kolbenoberfläche verdunsteten und zusammengelagerten Substanzen.

Ersetzt man die Flüssigkeit der Kalksäckchen durch Gummi arabicum oder ein anderes Klebmittel, so gelingt der Versuch nicht, die Aneinanderlagerung der Gipsstäbchen ist dann nie eine vollkommene; eben so schlugen all meine Versuche zur Erhaltung eines dichten Mauergefüges mit Sandkörnchen und Gelatine und Leim-

[1] Die trocken gewordenen Präparate lassen sich in Kanadabalsam einschließen und so für spätere Demonstrationen aufbewahren.

[2] Der Zuzugstrom wird als Kapillarstrom nicht tiefer sein als die Stäbchen dick sind, zumal er sehr energisch fortgezogen wird.

[3] Wenn die zur Deckung der von dem Tropfen eingenommenen Fläche nothwendige Anzahl von Stäbchen nicht vorhanden war; bei einer Überzahl von Stäbchen werden dagegen hier gerade mehrere Schichten auftreten (von mir gelegentlich beobachtet), weil der kapillare randwärts gerichtete Strom nur stets eine Plättchenlage mitnehmen kann, und Überschüsse nur da zurückbleiben können, wo vor dem Eintrocknen die dickste Flüssigkeitsschicht vorhanden war.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



lösungen fehl. Es müssen also ganz bestimmte Vorbedingungen bei der Entstehung enger Gefüge erfüllt sein.

Als bestimmende Faktoren werden hierbei in Frage kommen: 1) Die zwischen den Stäbchen und der Kittmasse herrschende Adhäsion; von ihr hängt die Kraft der Kapillarwirkungen, also der Kapillarattraktion und zum Theil auch des kapillaren Zuzugsstromes aus der Tröpfchenmitte ab. 2) Die Erstarrungs- bez. Verdunstungsgeschwindigkeit der Kittmasse, und die dabei eintretende Kontraktion der Kittmasse, je schneller sie erstarrt, desto rascher werden die kapillaren Räume am Rande wieder wirksam, denn bei ihrer Eintrocknung wird die Kittmasse schrittweise kleinere Räume einnehmen und desshalb im gleichen Schritte wirksame Partien der kapillaren Zwischenräume wieder frei geben. 3) Das Verhältnis zwischen specifischem Gewicht der Stäbchen und demjenigen der Kittmasse. Je ähnlicher beide sind, desto leichter werden sich die Stäbchen bewegen lassen, und desto geringere Arbeit werden sie zu ihrer Aneinanderlagerung verlangen.

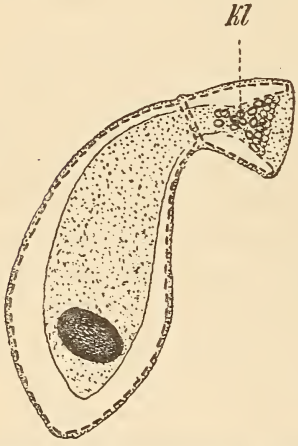
Das specifische Gewicht der Gipsstäbchen und der Flüssigkeit, in welche sie innerhalb der Kalksäckchen eingelagert sind, ist nahezu gleich. Es geht dies schon aus der Thatsache hervor, dass sich die Stäbchen innerhalb der Kalksäckchen meist in Molekularbewegungen befinden. Die Kittmasse der Testaceen verräth durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen, dass ihr wohl ganz allgemein eine größere Dichtigkeit, jedenfalls also auch ein größeres specifisches Gewicht zukommt als dem Protoplasma. Das specifische Gewicht des Protoplasmas darf als größer als 1 angenonmmen werden (cf. Verworn, 17 b, p. 101). Jedenfalls ist das specifische Gewicht der Kittmasse hiernach nicht unerheblich größer als 1; ob es jedoch dem specifischen Gewicht des oft als Bausteinchen verwendeten Quarzes (2,5—2,8) gleichkommt, ist sehr die Frage und kann zum mindesten nicht entschieden werden[1]. Was aber zur Erfüllung des dritten Faktors fehlt, kann durch die beiden ersten ersetzt werden. Eine starke Adhäsion zwischen Kittmasse und Verstärkungsmaterial auf der einen Seite und eine starke Volumverminderung der Kittmasse bei ihrer Erstarrung auf der anderen Seite wird auch mit Festigungsmaterialien

[1] Bei dem Gehäusebau der Testaceen kommt übrigens, da die Vorgänge im Wasser stattfinden, wo die Materialien nach dem archimedischen Princip das Gewicht der verdrängten Wassermassen verlieren, nicht das eigentliche specifische Gewicht, sondern »spec. Gew. —1«, in Betracht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



fertig werden, deren specifisches Gewicht nicht unerheblich größer ist als dasjenige der Kittmasse. Dass nun die Adhäsion zwischen Bausteinchen und Kittmasse bei den Testaceen sehr groß sein muss, erhellt daraus, dass selbst große Steinchen bei dem Gehäuseaufbau, wo sie durch das Wasser bewegt werden müssen, nicht von der Kittmasse abfallen. Dafür aber, dass sich die Kittmasse der Testaceenschalen bei ihrer Erstarrung stark kontrahirt, glaube ich in den eigenthümlichen Verbindungsbrücken, welche zwischen den einzelnen Plättchen des Cyphoderia-Gehäuses nach gewissen Behandlungen (cf. p. 51) wahrgenommen werden können, einen schlagenden Beleg sehen zu dürfen. Wie ich gezeigt habe, erscheinen an dem spitzen Ende des trichterartig eingestülpten, in Bau begriffenen Hinterendes der Schale, die vorher lose neben einander im Weichkörper liegenden Reserveplättchen auf der Oberfläche des in den Trichter eintretenden Protoplasmas zu einschichtigen kleeblattartigen Aggregaten verschmolzen (Textfig. 4 *kl*), diese Aggregate reihen sich nach dem Trichterrande hin zu einem sehr undeutlichen Pflasterwerk, das erst am Umbiegungsrande des Trichters die starre hexagonale Felderung der fertigen Schalenoberfläche hervortreten lässt. Die einfachste Auslegung scheint mir hier folgende: Die Plättchen werden nach der Oberfläche des Protoplasmas hin verschoben und durch den trichterwärts gerichteten Protoplasmastrom zur Berührung an einander gedrängt, die Plättchen liegen auf der Oberfläche des Protoplasmas nur in einer Schicht, entweder weil sie dem Protoplasma direkt aufliegen, gleichsam auf ihm schwimmen, oder weil die zu ihrem Halte ausgeschiedene Kittschicht zu dünn ist, um mehrere Lagen zuzulassen. Auf allé Fälle tritt Kittmasse an die Oberfläche des Protoplasmas und wird nun in die Zwischenräume der zusammengedrängten Plättchen durch Kapillarattraktion hineingezogen. Die frisch abgeschiedene Kittmasse hat annähernd das Lichtbrechungsvermögen der Plättchen, sobald sich desshalb die Kittmasse zwischen die zur Berührung gekommenen

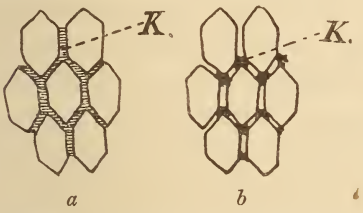



Textfig. 4. Aufbau eines Tochtergehäuses von Cyphoderia margaritacea. Kern schwarz, Körpersarkode punktirt, Schalenplättchen durch kleine Striche wiedergegeben. *kl*, kleeblattähnliche Plättchenaggregate an der Baustelle.

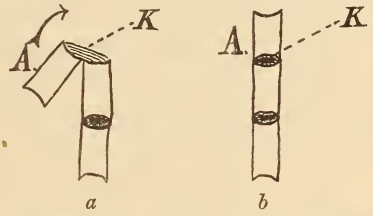
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Plättchen eingelagert hat, werden die zur Berührung gelangten Plättchenkanten undeutlich, und die Aggregate erscheinen kleeblattähnlich etc.; in diesem Zustande werden sie an die Baustelle angeschwemmt, wo die in den Kantenrillen (cf. p. 49, Taf. V, Fig. 14*b*) befindliche Kittmasse sofort mit der Kittmasse der, zu dem undeutlichen Pflaster bereits zusammengetretenen, Plättchen verschmilzt. Die Kittmasse geht nun allmählich ihrer Erstarrung entgegen, sie wird dabei dichter, stärker lichtbrechend als die Plättchen, lässt also die Plättchen nach dem Umbiegungsrande hin deutlicher hervortreten, und kontrahirt sich dabei so stark, dass sie nicht mehr die ganze Länge der zwischen den Plättchen liegenden Fugen einnehmen kann, sondern in Folge der für Flüssigkeiten geltenden




Textfig. 5. Schematische Darstellung der Entstehung der zwischen den Plättchen der Cyphoderiaschale vorhandenen Bälkchen. *a*, die Kittmasse *K* ist in die, zwischen den Plättchen vorhandenen, Kapillarräume eingetreten und füllt sie vollständig aus. *b*, die Kittmasse vermag in Folge der mit ihrer Erstarrung verbundenen Kontraktion der Kapillarräume nicht mehr vollständig auszufüllen, und zieht sich an den Ecken der Plättchen zu den Balken (*K*) zusammen.




Textfig. 6. Schematische Figur, soll zeigen, wie durch Erstarrung der Kittmasse *K* das Plättchen *A* in die Verlängerung der übrigen Plättchen hineingezogen wird. *a*, das Plättchen *A* in der Lagerung, welche es innerhalb der trichterartig eingezogenen Baustelle im Cyphoderia-Gehäuse einnimmt. *b*, das Plättchen *A* in seiner definitiven Lagerung im Schalengefüge.

Spannungsgesetze zu einzelnen zwischen den Plättchen gelegenen Balken aus einander fließen muss (cf. Textfig. 5*a* mit 5*b*). Der Kontraktion der Kittmasse ist dann jedenfalls auch direkt die Umstülpung des Trichterrandes in die definitive Ebene der Tochterschale zuzuschreiben; wenn die sich bei *K*, Textfig. 6 befindliche Kittmasse kontrahirt, muss das Plättchen *A* in die Verlängerung der beiden anderen Plättchen treten, welche in der Figur im Längsschnitt wiedergegeben sind.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die Kittmasse zuerst in einem flüssigen, wenn auch vielleicht schon zähflüssigen Zustand abgeschieden wird, und dass sie erst nachher erhärtet. Wenn Colloidsubstanzen erhärten, nehmen sie wohl ganz allgemein einen geringeren Raum ein, als vorher im flüssigen Zustand. Es steht also die Annahme der von mir geforderten Kontraktion der Kittmasse mit bekannten Eigenschaften ähnliche Körpergruppen in vollem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Einklang. Bei den Gipsstäbchenversuchen ist es augenscheinlich die Verdunstung des in der Kalksäckchenflüssigkeit enthaltenen Wassers, welche die Kalksäckchenflüssigkeit unter starker Kontraktion zur Erstarrung bringt; je stärker die Kontraktion dabei ist, desto stärker werden natürlich die Stäbchen an einander gepresst, desto enger wird schon allein durch die Erstarrung der Kittmasse das Gefüge, desto weniger braucht also die unter 3, p. 87 genannte Vorbedingung erfüllt zu sein. Die Erstarrung der Kittmasse beim Bau des Tochtergehäuses der Testaceen kann natürlich einem gewöhnlichen Verdunstungsvorgange nicht zugeschrieben werden. Mir scheint es wahrscheinlich, dass sie unter dem Einfluss des Wassers erstarrt, da die Erstarrung erst bei der Berührung mit dem Wasser eintritt; auch bei *W* in Fig. 7, Taf. V wird wohl gewöhnliches Wasser vorhanden sein[1].

Das durch Kittbalken verbundene Plättchengefüge der Cyphoderia erhält dann eine weitere Festigung durch eine neue Kittschichtlage, welche jedenfalls an der geeignetsten Stelle, nämlich am Umbiegungsrande des Trichters dem Gefüge aufgelagert wird; und welche die äußere Kittschichtdecke darstellt (Textfig. 4; die um die Schale herumgelagerte punktirte Schicht). Sie ist in Kalilauge leichter vergänglich als das Balkenwerk; man könnte sogar annehmen, dass sie nicht vollständig erstarrt, sondern klebrig bleibt; man hätte dann eine Erklärung für das Aneinanderkleben künstlich in Berührung gebrachter Schalen (cf. p. 60), das Ausbleiben des Aneinanderklebens von ausgestorbenen Schalen, welche gleichfalls die äußere Deckschicht erkennen lassen, und das oben geschilderte Verhalten der Diatomee lässt es aber zweifelhaft erscheinen, ob die Klebrigkeit der Schale, der klebrigen Beschaffenheit der äußeren Hülldecke zugeschrieben werden darf.

Der Aufbau der Cyphoderia-Schale lässt sich also kurz dahin zusammenfassen, dass Plättchen an den Trichterrand zusammengeschwemmt werden, dass in die kapillaren Zwischenräume der Plättchen eine während der Erstarrung sich langsam, aber stark kontrahirende Kittmasse eintritt, und nun die Plättchen zu festem Gefüge zusammenzieht, und dabei gleichzeitig eine Umstülpung des Anfangs

[1] Die geforderte Volumverringerung der Kittmasse deutet vielleicht darauf hin, dass aus der Kittmasse durch die unmittelbare Nähe des Wassers Substanzen ausgezogen werden, deren früherer Anwesenheit sie ihren flüssigen Zustand verdankte; vielleicht tritt auch eine chemische Umwandlung der Kittmasse ein, bei welcher der neu entstehende Körper weniger Raum als der frühere einnimmt. Die Erstarrung der Kittmasse kann sich übrigens bis nach dem Trennungsvorgang der Tochter- von der Mutterschale verzögern. Neu entstandene Euglyphen zeichnen sich bekanntlich durch ihr lockeres Plättchengefüge aus; erst später zieht hier augenscheinlich die erstarrende Kittmasse die Plättchen fester zusammen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



trichterartig nach innen geschlagenen Gefüges veranlasst[1]. Die Anlage der ersten Plättchenreihe dürfte wohl nach dem in Textfig. 7 gegebenen Schema vor sich gehen.

Der Schalenbau der intrathalam aufspeichernden Testaceen erhält dadurch ein enges Gefüge, dass eine große Menge von Bausteinen auf der Außenfläche einer in Gehäuseform ausgetragenen Kittmassenschicht, so zu sagen schwimmt; dass durch die nahe Lagerung der Bausteinchen zwischen ihnen kapillare Räume auftreten, welche Antheile der Kittmasse in sich aufsteigen lassen. Die in die kapillaren Räume eingedrungene Kittmasse bewirkt dann durch Adhäsion und ihre mit der Erstarrung verbundene Kontraktion die dichteste Aneinanderlagerung selbst solchen Baumaterials, das vermöge seiner specifischen Schwere nur bis zu einem gewissen Grade den ordnenden Kapillarkräften Folge leisten würde.

*a* *b*

Textfig. 7. Schematische Figur, die muthmaßliche erste Anlage einer Tochterschale von Cyphoderia darstellend. *a*, die erste Plättchenlage ist in die Mutterschale eingestülpt, die Plättchen sind durch einen senkrechten Frontstrich besonders bezeichnet. *b*, die erste Plättchenlage ist nach außen gestülpt; dadurch ist auch der Frontstrich von innen nach außen gekehrt worden; es findet also bei der Umstülpung gleichzeitig eine vollständige Umkehrung der einzelnen Plättchen statt.

### b. Phylogenie des Sprossungsvorganges der Testaceen und System der Testaceen.

Wenn man nach dem Grunde fragt, warum sich wohl der Schalenaufbau der Cyphoderia durch die Trichterbildung in so merkwürdiger Weise vom Schalenaufbau anderer Testaceen unterscheidet, so darf wohl unbedenklich geantwortet werden, weil die Cyphoderia nicht im Stande ist, sämmtliches Baumaterial für die Tochterschale mit einem Male zur Stelle zu schaffen[2]; denn nur wo eine der Ausdehnung der Knospe entsprechende, oder annähernd entsprechende Anzahl von Bauelementen mit einem Male auf der Kittmasse ausgebreitet wird, kann ein festes Gefüge entstehen, weil nur

[1] Wahrscheinlich wirkt auch die Erstarrung (Kontraktion) der äußeren Kittschichtlage bei dieser Umstülpung mit.

[2] Sei es, dass die Abscheidung der Plättchen an mehrere, wenn auch vielleicht dicht zusammenliegende Perioden geknüpft ist (cf. p. 70), oder, dass die Sarkode sich nicht bis zur Gestalt der Tochterschale aufzublähen vermag oder aus beiden Gründen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



bei dichter Lagerung der Bauelemente die Kapillarkräfte zur Wirkung kommen können[1].

Dadurch, dass die Plättchen erst allmählich zur Disposition stehen, wird eine ebenfalls allmählich wachsende, jeweils durch die zur Verfügung stehende Anzahl der Plättchen deckbare Fläche und ein Widerstand verlangt, gegen welchen die Plättchen bis auf Kapillarwirkung zusammengeschoben werden. Dieser Widerstand ist durch den Umbiegungsrand des Trichters gegeben, die allmählich wachsende Fläche ist der Trichter selbst.

Ich habe schon früher den Sprossungsvorgang auf einen ursprünglichen Wachsthumsvorgang des Gehäuses zurückgeführt. Der ursprüngliche Wachsthumsvorgang ist noch in der extrathalamen Aufspeicherung bei Difflugia elegans u. A. angedeutet; diese Aufspeicherung ist vermuthlich aus einem appositionellen Gehäusewachsthum, Längenwachsthum des Gehäuses durch Ansatz von neuem Baumaterial vor der Gehäusemündung dadurch entstanden, dass nicht gleichzeitig gesammelt und gebaut, sondern erst gesammelt und dann gebaut wurde.

Bei Cyphoderia tritt es, um es noch einmal hervorzuheben, recht klar vor Augen, dass der Sprossungsvorgang einem allmählichen Wachsthumsvorgang seine Entstehung verdankt; der Sprossungsvorgang zeigt uns ein allmählich, wenn auch nicht sehr langsam wachsendes Schalenstück, das jedoch die Eigenthümlichkeit zeigt, dass es die Form der Mutterschale in umgekehrter Form wiedergiebt, indem nicht wie z. B. bei den polythalamen Thalamophoren der Fundus des Ansatzstückes auf dem Halse der Mutterkammer angesetzt wird, sondern sich Mündung der Mutterschale und Mündung des Ansatzstückes gegen einander kehren. Diese Umkehrung des Ansatzstückes ist vielleicht ursprünglich aus der extrathalamen Aufspeicherung des Baumaterials entstanden, denn hier wird durch äußere Einflüsse das ganze Baumaterial umgekehrt; sie mag sich dann auf Formen wie Cyphoderia vererbt haben, bei der ja gleichfalls das gesammte Baumaterial eine Umkehrung erfährt — wie man sich durch Textfig. 7 leicht überzeugen kann, die ursprünglich nach innen gekehrte, mit Strich versehene Plättchen-

[1] Eine so leichte Beweglichkeit der Plättchen, wie sie bei den erwähnten Gipsstäbchen leicht zu beobachten ist, darf überdies für die Bauelemente der Testaceen-Gehäuse nicht angenommen werden; dazu ist ohne Zweifel die Kittmasse zu zähflüssig. Es würde also schon hierdurch von vorn herein eine recht dichte Lagerung der Stäbchen erforderlich sein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



seite ist nach der Umstülpung nach außen gekehrt — doch ist mir im Einzelnen noch nicht klar, wie die Umkehrung des Baumaterials eine solche der Schalenform zur Folge gehabt haben kann, obgleich ich kaum zweifle, dass beide Umkehrungen mit einander in Zusammenhang stehen. Bei höher stehenden Formen, wie Euglypha, bei denen der ganze Wachsthumsprocess in einen einzigen Vorgang, in den Sprossungsvorgang nämlich, zusammengedrängt erscheint, ist schließlich die Umkehruug des Baumaterials unterblieben, während die Umkehrung der Form bestehen blieb. Erstere konnte unterbleiben, weil das ganze Baumaterial mit einem Male in der nöthigen Menge zur Baustelle geschafft wurde (entgegen: Cyphoderia) und weil das Baumaterial auf seinem Wege nicht mit der umkehrenden Wirkung des Wasserwiderstandes (entgegen Difflugia elegans, Litt. 10b) in Berührung kam. Die Umkehrung der Form blieb aber bestehen, weil sie die einfachste Weise der Erzeugung von neuen Schalen für die Tochterindividuen darstellte; die Wundstelle des von der Mutterschale abgestoßenen Wachsthumstückes konnte zugleich als Schalenmündung für das Tochterthier benutzt werden; eine Regeneration der Wundstelle war nicht nöthig. Die Thatsache, dass eine auf Umwegen (hier: Umkehrung des Baumaterials, zuerst durch die extrathalame, an das appositionelle Wachsthum anknüpfende, Aufspeicherung veranlasst) erreichte neue Errungenschaft (hier: Umkehrung der Schalenform) später bei phylogenetisch höher stehenden Formen auf einfachere Weise (hier: keine Umkehrung des Schalenmaterials bei Euglypha) zuwege gebracht wird, ist ja eine häufig vorkommende, jede palingenetische Entwicklung kann als Beispiel dafür gelten.

Wenn die hier aufgestellte Reihe, wie ich überzeugt bin, richtig ist, so müssen die extrathalam aufspeichernden Testaceen, die ich als Familie der »Adjungentiidae« zusammenfassen will, wie ich früher schon behauptet habe, die phylogenetisch ältesten der mit sekundären Auflagerungen versehenen Testaceen sein, sie schließen sich an die uneingeschränkt wachsenden mit verdichteter protoplasmatischer oder gelatinöser Hülle ausgestatteten, aber durch keine Verstärkungsmittel gefestigte Formen an (Lieberkühnia, Lecythium, Diplophrys u. A. Näheres in Nr. I dieser Beiträge.) Letztere mögen in einer Familie der »Nuditestidae« vereinigt werden.

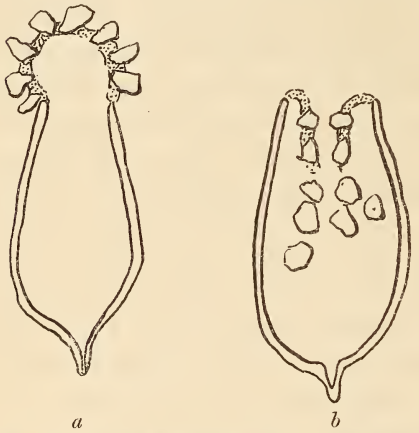
Die Adjungentiidae werden wohl ausschließlich Formen umfassen, deren Schale nur durch Fremdkörper gefestigt wird.

An sie schließen sich dann die Formen mit Umkehrung des Baumaterials beim Sprossungsvorgang an, wie Cyphoderia. Ich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



stelle für solche Formen die Familie der »Revolventiidae« auf. Zu den Revolventiidae werden voraussichtlich sowohl Formen mit Fremdkörperfestigung als solche mit selbstabgeschiedenen Stäbchen, Plättchen und dergleichen gehören. Man wird diese Formen von den Adjungentiidae einfach auf die Weise abzuleiten haben, dass die ursprünglich extrathalam aufgespeicherten Bausteinchen, mit der Kittmasse, in welcher sie festgeheftet waren, in das Innere des Muttergehäuses eingeschlagen wurden, wo dann die Kittmasse zur Auflösung kam (Textfig. 8). Bei Aufbau des Tochtergehäuses musste dann aber wieder die phylogenetische frühere Stufe wenigstens in so weit durchlaufen werden, dass die Festigungskörper, nachdem sie im Inneren des Mutterweichkörpers zu einer Schicht zusammengefügt, der extrathalamen Aufspeicherung entsprechend, wieder nach außen gewendet wurden. Die Zusammenfügung der Schicht geschah jedoch gleich in festem Gefüge, eine Abkürzung der Entwicklung, welche durch den Umbiegungsrand des Wachsthumstrichters möglich geworden war.




Textfig. 8. Schema zur Erläuterung der Entstehung der intrathalamen Aufspeicherung *b*, aus der extrathalamen Aufspeicherung *a*. Die störende Verlagerung von Figur *a* wurde in das Muttergehäuse hineingezogen, die Steinchen derselben vertheilten sich in der Sarkode (cf. Fig. *b*). Wenn man sich in Fig. *b* die Sarkode eingezeichnet denkt, erhält man ein der Fig. 7 *a* entsprechendes Stadium. Das erste Baustadium von Cyphoderia rekapitulirt somit wahrscheinlich ein Aufsammlungsstadium ursprünglicherer Formen.

Die höchste Entwicklungsstufe in Bezug auf Gehäusebildung nehmen sicherlich Formen ein, die ihr Gehäuse nach Art der Euglypha aufbauen; man könnte sie zur Familie der »Protrudentiidae« vereinigen. Dieser Familie gehören wohl die meisten Testaceen an, zu ihr werden sowohl sandschalige Formen, als solche mit chitinigen oder kieseligen, selbst abgeschiedenen, Verstärkungsmitteln der Schale gehören. Vielleicht lassen sich in dieser Richtung wieder, den Festigungsmaterialien, entsprechende Untergruppen bilden.

Ich lasse eine kurze Aufstellung folgen:

1. Familie: Nuditestiidae mit nackter, ungehindert wachsender Schale. Schalenentstehung durch Durchschnürung der gewach-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



senen Mutterschale in zwei Tochterschalen, z. B. Lieberkühnia, Diplophys, Lecythium.

2. Familie: Adjungentiidae mit extrathalamer Aufspeicherung des Gehäusematerials und mit Umkehrung desselben beim Gehäuseaufbau (Umkehrung durch äußere Faktoren bewirkt) z. B. Difflugia (?) elegans Pen. und Pontigulasia nov. gen., hierher auch jedenfalls: Difflugia (?) amphora, var. minor Penard, Pseudodifflugia amphitrematoïdes Archer.

3. Familie: Revolventiidae. Mit intrathalamer Aufspeicherung des Baumaterials und Umkehrung desselben beim Gehäuseaufbau. Bis jetzt nur Cyphoderia als hierher gehörig bekannt.

4. Familie: Protrudentiidae. Mit intrathalamer Aufspeicherung des Gehäusematerials, ohne Umkehrung desselben beim Gehäuseaufbau. Hierher: Euglypha, Difflugia urceolata Carter (nach Verworn, 17a) und jedenfalls die meisten der übrigen Testaceen.

Vorstehende systematische Betrachtungen sollen nur eine Skizze zu einem vorläufigen Entwurf darstellen, welcher vielleicht einmal bei Aufstellung eines natürlichen Systems eine Verwerthung finden kann. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die vier Gruppen noch sehr heterogene Elemente enthalten werden; so wird man Formen mit spitzen Pseudopodien (Cyphoderia, Euglypha etc.) nicht ohne Weiteres mit Formen zusammenbringen dürfen, welche breite Pseudopodien (Arcella, Difflugia etc. etc.) besitzen.

Wenn aber etwa die letztgenannten Formgruppen sich durch wahre Übergänge zusammenhängend erweisen sollten, was durch ihren ganzen Bau, nicht bloß durch Schalenform dargethan werden müsste, so könnten sie, wenn auch vielleicht zu besonderen Unterfamilien vereinigt, in derselben Familie neben einander stehen bleiben. Auf die Komposition der Schalen, ob sie aus Steinchen, anderen Fremdkörpern, ob aus Kiesel-plättchen oder -stäbchen, ob schließlich aus Chitin-plättchen oder -stäbchen zusammengesetzt sind, wird man nicht allzuviel Gewicht legen dürfen, da bekanntlich (cf. p. 103) Übergänge von dem einfachen Steinbelag zum Belag selbst abgeschiedener Kieselbildungen und wohl auch zum Belag mit Chitinabscheidungen vorhanden sind.

Ich halte, wie aus dem Vorstehenden hervorgehen wird, Gehäuse mit Steinbelag für die ursprünglicheren an die nackten Schalen sich direkt anschließenden, von ihnen aus werden sich wohl die meisten Formen mit Chitinbelag und auch diejenigen mit Kieselbelag ableiten lassen; es scheint mir sehr zweifelhaft, ob sich Formen mit Chitin-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



oder Kieselplättchen direkt von den Nuditestidae her entwickelt haben. Bei den Polythalamien, die eine, wenn auch scharf geschiedene, Parallelordnung zu den Testaceen darstellen, ist seither nur eine Form bekannt geworden, die ihre Gehäusewand aus selbst abgeschiedenen Plättchen zusammensetzt, Carterina, diese Form — und ich glaube dies von einem anderen sich eben so verhaltenden, neuen Genus, das im Planktonbericht beschrieben werden wird, ebenfalls behaupten zu können, — schließt sich an höher stehende Sandformen, nicht, wie man vielleicht erwartet hätte, an chitinhäutige Formen an, also ein Hinweis, dass selbst abgeschiedene Plättchen erst spät als Festigungsmaterialien in Verwendung kamen. Vielleicht können letztere Gesichtspunkte bei Aneinanderreihung der einzelnen Genera innerhalb der Familien Verwendung finden, sandschalige Formen haben den Vortritt, ihnen folgen erst, durch Übergänge verbunden, Schalen mit Chitin- oder mit Kieselbelag.

Der Sprossungsvorgang der Testaceen enthält ihre Embryonalgeschichte, und desshalb wohl vor Allem Hinweise auf ihre Verwandtschaftsverhältnisse; man wird es daher begreiflich finden, wenn ich auf eine eventuelle systematische Verwerthung des Sprossungsvorganges hier in bestimmterer Form aufmerksam gemacht habe.

### c. Über die selbst abgeschiedenen Verstärkungsmittel der Testaceen-Schalen.

Die meisten der von dem Weichkörper der Testaceen selbst abgeschiedenen plättchen- oder stäbchenförmigen Gebilde zeichnen sich durch eine mehr oder weniger bestimmte typische Gestalt aus, einerlei ob sie kieseliger oder chitiniger Natur sind; so z. B. die Stäbchen bez. Plättchen von Euglypha, Quadrula, Nebela, Cyphoderia, Arcella u. A. Wenn auch kleine Variationen hierbei nicht ausgeschlossen sind, so lässt sich trotz derselben doch allenthalben eine für die einzelnen Arten typische Normalgestalt an den Plättchen wohl ausnahmslos erkennen.

Anders ist es bei Lecquereusia spiralis. Die Gestalt der kieseligen Gebilde, welche dieser Form als Festigungsmaterial dienen, wechselt ganz ungemein, wie ein Blick auf die Fig. 3, Taf. IV zur Genüge zeigen wird. Wallich hat geglaubt, die äußerst variirenden Stäbchen seien direkte Umschmelzungsprodukte an Diatomeenpanzern, ja er führt die in ihrer Form so konstanten Quadrulaplättchen auf solche Umschmelzungsprodukte von Diatomeen zurück. Bütschli (3, p. 30) ist dieser Ansicht entgegengetreten; Penard hat dann die Ansicht ausge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



sprochen, dass das Material der Plättchen und Stäbchen jedenfalls von aufgelösten Diatomeenpanzern und anderen kieseligen Fremdkörpern herrühre, dass dieses Material dann aber eine vollständig neue Formgestaltung im Weichkörper erhalte, so dass man nicht, wie WALLICH glaubte, aus der Form der Plättchen auf die Diatomeenart schließen könne. Es ist zweifellos, dass man, wie PENARD angiebt, im Weichkörper der Lecquereusia sehr häufig zerbrochene Diatomeenpanzer und korrodirte Stücke derselben antrifft; diese scheinen mir aber an sich nicht beweisend, sie können in diesem Zustand von außen aufgenommen worden sein; im Bodenschlamm trifft man sie nicht selten frei. Ihre Existenz ist vielleicht auf die Thätigkeit von Schnecken und ihrer leistungsfähigen Radula zurückzuführen; durch Zerfall der Schneckenfäkalien können sie wieder frei und dann von den Testaceen aufgenommen worden sein. Trotzdem habe ich einige Lecquereusia-Stäbchen gefunden, welche an irgend einer Stelle eine ganz merkwürdige Ähnlichkeit mit Diatomeenpanzern erkennen ließen, während sie anderwärts die massive im Querschnitt runde Form inne hatten, welche den meisten Stäbchen der Lecquereusia zukommt; zum Theil trat hier das Gitterwerk noch hervor, zum Theil schien auch die äußere Form und Größe einer Diatomee noch gewahrt, während die Flächenseiten des Diatomeenpanzers zu einer soliden Masse zusammengesunken und verschmolzen schienen (cf. Textfigur 9). Ich bin also nicht im Stande die Ansicht PENARD's zu widerlegen; ich möchte aber zu bedenken geben, dass bei der großen Variabilität der Stäbchen wohl auch einmal eine Änlichkeit mit Diatomeen zufällig auftreten kann, und dass da, wo ein Stäbchen mit einer gefelderten Diatomeenfläche ausgestattet erscheint, sehr wohl eine sekundäre Verschmelzung eines noch nicht fest gewordenen Lecquereusia-Stäbchens mit einem Diatomeenpanzerstückchen stattgefunden haben kann.

Textfig. 9. Schalenstäbchen von Lecquereusia spiralis (Ehrenb.), entweder aus Umschmelzung von Diatomeen entstanden (?) oder dadurch gebildet, dass mehr oder weniger flüssige Kieselmassen mit Diatomeenpanzer oder mit Bruchstücken von solchen verschmolzen und hierauf erstarrt sind.

Wie ich schon früher klargestellt zu haben glaube (10d, p. 339), treten nämlich die Kieselstäbchen zuerst in Form kleiner Tröpfchen innerhalb des Weichkörpers auf, welche Anfangs bis zu einem gewissen Grade flüssig sind, in diesem Zustand bei Berührung mit einander verschmelzen (Taf. IV, Fig. 3*a*) und dann erst allmählich erstarren. Die verschiedene Gestalt der Stäbchen, vor Allem die hier vorkommenden Ringbildungen (Taf. IV, Fig. 3 *g*, *o* und *s*), erklären

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



sich auf die einfachste Weise durch die Annahme, dass zähflüssige, im Erstarren begriffene Massen vor ihrer völligen Erstarrung mit einander verschmolzen sind; es können bei diesen Vorgängen natürlich auch recht gut Diatomeenstücke, ohne selbst flüssig geworden zu sein, mit eingeschmolzen werden. Die Einschnürungen, welche sich an manchen Stäbchen (Taf. IV, Fig. 3 *c*, *d*) noch wahrnehmen lassen, zeigen oft noch, wie viel kleinere Partien an dem Aufbau eines Stäbchens Theil genommen haben. Die Erstarrung der Stäbchen scheint nur sehr allmählich vor sich zu gehen, denn die verschlungenen und verzweigten Formen, die nicht selten sind (Taf. IV, Fig. 3 *b*, *e*, *l*; *t*, *w*, *x* und *z*), sind wohl darauf zurückzuführen, dass noch nicht erstarrte und durch die Bewegungen der Sarkode hin- und hergewundene Stäbchen mit einander in Berührung gerathen und dann gemeinsam erstarrt sind. Ich glaube, dass die vollständige Erstarrung der Stäbchen zumeist erst dann eintritt, wenn sie während des Sprossungsvorganges auf der Oberfläche des Tochtergehäuses angelangt sind. Es ließe sich nämlich anders gar nicht begreifen, wie sie bei ihrer so sehr willkürlichen Gestalt und bei ihrer oft recht erheblichen Länge (Fig. 3 bei derselben Vergrößerung wie Fig. 1 gezeichnet) sich den Wölbungen des Gehäuses, die ja an verschiedenen Stellen desselben sehr verschieden sind, zu einem so engen und glatten Gefüge anschmiegen können, wie es Regel ist (cf. Fig. 1, Taf. IV). Wären sie bei ihrer Zusammenlagerung nicht noch biegsam gewesen, so müssten sie von der Gehäusewand in einzelnen Theilen wenigstens abstehen, was gelegentlich thatsächlich vorkommt, wie die Fig. 9 u. 10 bei Leidy, 7, Taf. XIX beweist. Bei dem dort abgebildeten Exemplar sind die abstehenden Stäbchen augenscheinlich zu früh erstarrt. Nacktstellen kommen an den Lecquereusia-Gehäusen sehr häufig vor, oft aber liegen nur scheinbare Nacktstellen vor, indem die stäbchenlosen Stellen von einer äußerst dünnen, der inneren Deckschicht auflagernden Kiesellamelle überzogen werden. Die Anwesenheit der letzteren lässt sich durch Kochen mit Kalilauge, in welcher sie resistent, die Deckschicht aber löslich ist, nachweisen; hier hat sich wohl zuletzt noch ein sehr dünnflüssiges Silikat zwischen den von den Stäbchen gelassenen Lücken ausgebreitet und ist dann erstarrt. Zuweilen werden solche Kiesellamellen von zarten Netzlinien in einzelne Felder getheilt (Taf. IV, Fig. 3 *n*); vielleicht ist hier die dünne Kieselschicht bei ihrer Erstarrung gesprungen. Oft findet man auch solchen Kiesellamellen noch einzelne Stäbchen aufgelagert, sie waren wohl auf der erst nachträglich gedeckten Nacktstelle von den übrigen Stäbchen zu weit ent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



fernt, um durch Kapillarkräfte den Anschluss zu erreichen (Taf. IV, Fig. 3 *m* und *n*).

Derartige selbstabgeschiedene Kiesellamellen kommen übrigens auch bei vielen Difflugien vor, die niemals Kieselgebilde in bestimmterer Form, Stäbchen oder Plättchen abscheiden. Sie erreichen öfters eine erhebliche Dicke und sehen dann Quarzkörnchen sehr ähnlich; sie lassen sich aber von wirklichen Quarzkörnchen schon unter dem Mikroskop mit einiger Sicherheit dadurch unterscheiden, dass sie im polarisirten Licht nicht das Farbenspiel zeigen, welches die Quarzkörnchen in Folge der dem Quarz eigenthümlichen Drehung der Polarisationsebene auszeichnet. Bei gekreuzten Nicols werden sie unsichtbar, während die Quarzkörnchen in allen Farben erstrahlen. Sie erscheinen bei gewöhnlichem Licht oft bläulich-grün, haben in der Regel abgerundete Ecken (cf. Penard 8, p. 17), ihr Hauptcharakteristikum ist aber wohl eine der Gehäusewand konforme Wölbung, welche namentlich bei größeren Plättchen sehr auffällig ist. Sie kommen bei fast allen sandschaligen Formen vor, verhältnismäßig häufig habe ich sie bei Difflugia pyriformis und Difflugia elegans angetroffen, bei anderen Sandschalern sind sie seltener. Nach Penard's Angaben (l. c. p. 16) scheinen die Gehäuse von Difflugia fallax, D. lucida, D. lanceolata ganz aus solchen »Pseudoquarzen«, wie sie Penard einmal nennt, zu bestehen. Penard hält sie für mimetische Nachbildungen der Quarzkörnchen; er meint, dass die Thiere den Boden ihrer Umgebung nachbilden, und dadurch dem Auge ihrer Verfolger, entgehen. Ich kann mich dieser Auffassung nicht anschließen, denn von Verfolgern, die den Difflugien einzeln nachstellten, ist nichts bekannt; und wenn die Difflugien von Detritusfressern mit Schlamm zusammen aufgenommen werden, etwa von Batrachierlarven, wird ihnen die mimetische Anpassung nichts nützen. Meine Ansicht ist folgende: Kieselsäure scheint fast allen Kittmassen der Testaceen beigemengt zu sein. Die meisten Difflugienschalen lassen sich zur Rothgluth erhitzen ohne aus einander zu fallen, sie werden dabei nur sehr gebrechlich (cf. p. 52). Ich glaube mit Penard im Einklang, dass in der Kittmasse befindliche Kieselpartien bei Rothgluth zusammenschmelzen, während die chitinigen Bestandtheile der Kittsubstanz verbrennen, so dass nach Verlust des Chitins die Kittmasse zerbrechlicher wird, aber wegen der verschmolzenen Kieselpartien nicht aus einander fällt. In der ungeglühten Schale ist auf keinen Fall die Kieselsäure der Kittschicht zu einem zusammenhängenden Gerüst verbunden, sonst könnten die Gehäuse nach Behandlung mit Kalilauge oder koncen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



trirten Mineralsäuren nicht aus einander fallen; die Kittmasse ist augenscheinlich mit Kieselsäure nur imprägnirt. Die Produktion der Kieselsäure von Seiten des Weichkörpers ist nun ganz offenbar — einerlei ob sie durch Aufnahme und Einschmelzen fremder Kieselkörper oder wie sonst erfolgt — außerordentlichen Schwankungen unterworfen. Dies geht schon daraus hervor, dass die Zahl der in einem Lecquereusia-Gehäuse vorhandenen Kieselstäbchen ganz willkürlich schwankt, sie setzen bald das ganze Gehäuse zusammen, bald betheiligen sich von außen aufgenommene Quarzkörnchen, bald intakte, bald zerbrochene Diatomeenpanzer an dem Festigungswerk, ja sie können gänzlich fehlen, so dass dann die Gehäuse nur aus letzteren Fremdmaterialien zusammengesetzt erscheinen. Lecquereusia steht auf einer Übergangsstufe zwischen sandigen Gehäusen und Schalen mit typischen Plättchen. Ist nur wenig Kieselsäure von dem Weichkörper producirt worden, so bleibt sie auf eine Imprägnation der Kittmasse beschränkt, während Fremdkörper die weitere Festigung übernehmen. Ist eine größere Quantität von Kieselsäure vorhanden, so sammelt sie sich auf der imprägnirten Kittmasse zu Pseudoquarzen an, erst auf der Gehäuseoberfläche erstarrend. Die Kittmasse scheint nur eine gewisse Menge von Kieselsäure festhalten zu können. Eine noch reichlichere Kieselabscheidung bewirkt schließlich eine Zusammenhäufung von flüssigem Silikat innerhalb des Weichkörpers, das aber schon hier allmählich zu erstarren beginnt[1] und desshalb zur Bildung der Stäbchen Veranlassung giebt. Gelegentlich sind sogar, wie die aus dem Gehäusegefüge manchmal, jedoch sehr selten, hervorragenden Stäbchen zeigen, die Stäbchen schon vollständig erstarrt, wenn sie auf der Oberfläche des Tochtergehäuses in das Mauerwerk desselben eingefügt werden. Hier ist ein Übergang zu dem schon in der Sarkode starren Zustand der Euglypha-Plättchen gegeben, ohne dass ich natürlich Euglypha von Lecquereusia abzuleiten Neigung hätte; aber die Vorfahren der Euglypha werden sich ähnlich verhalten haben wie Lecquereusia[2].

Interessant ist es, dass eine Lecquereusia, die ich für eine neue Species halte, auch in Bezug auf die Gestalt ihrer Kieselab-

---

[1] Vielleicht weil seine inneren Partien bei stärkerer Anhäufung den lösenden Einwirkungen gewisser Protoplasmatheile entzogen werden.

[2] Man könnte die Nebela-Arten unbedenklich für die Vorläufer von Euglypha ansehen, wenn sich beide nicht durch breite und spitze Pseudopodienbildung von einander unterschieden. Es kann aber noch nicht gesagt werden, ob dieser Unterschied trennende Beweiskraft besitzt oder nicht (cf. p. 95).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



scheidungen sich dem Plättchentypus, wie er bei Euglypha u. A. vorliegt, wenn auch nur in unvollkommener Weise annähert. Es scheint hier ein erster Schritt zur Weiterbildung gegeben.

Lecquereusia modesta nov. spec. Gehäuse ähnlich wie bei Lecqueur. spiralis, jedoch gedrungener; kurzer Schalenhals [der bei Lecqu. spiralis größer ist, sich scharf vom kugligen Theil des Gehäuses absetzt und eine schwanenhalsartige Krümmung zeigt], mit breiter Basis, ohne schwanenhalsähnliche Krümmung dem kugligen Gehäusetheil aufgesetzt. Verstärkungsmaterial selten Quarzkörnchen, wenig Kieselstäbchen, meist aus unregelmäßig abgerundeten Platten zusammengesetzt (Taf. IV, Fig. 2 *Pl*), die unter Umständen eine stärker lichtbrechende Innenpartie erkennen lassen ($Pl_1$).

Leidy hat ein unzweifelhaft zu dieser Species gehörendes Exemplar abgebildet, dessen ganzes Schalengefüge nur aus abgerundeten Plättchen zusammengesetzt ist. Die Plättchen zeigen alle die stärker lichtbrechende Innenpartie (Leidy, 7, Taf. XIX, Fig. 23).

Vielleicht wird man folgende Erklärung für das Zustandekommen der Plättchen gelten lassen. Die Anfangs flüssigen Silikate werden innerhalb des Weichkörpers nicht mehr willkürlich hin und her geschoben, es finden in Folge dessen keine Verschmelzungen mehr statt, die Stäbchenbildung bleibt aus, der innere Theil der Abscheidungen (= stärker lichtbrechende Innenpartie) erstarrt vollkommen, während die äußeren bis zu einem gewissen Grade noch flüssig bleiben. Erstarrter und zähflüssig gebliebener Theil haben Plättchenform angenommen, weil sich die Protoplasmawaben[1] bei der Ruhe, welche in dem abscheidenden Theil eingetreten ist, in einer der Oberfläche des Weichkörpers entsprechenden Weise abgeplattet haben, und weil die Abscheidung der Plättchen jedenfalls zwischen den Wabenlagen stattfand, so dass sie von dem Druck des Wabeninhalts der angrenzenden Waben zur Plättchenform gezwungen wurden.

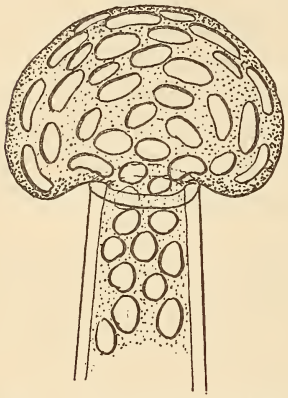
Über die Mechanik der Plasmawaben und ihre Lagerung zur Oberfläche des Weichkörpers gedenke ich später eine ausführlichere Arbeit zu veröffentlichen. Die koncentrische Abplattung von Partien einer leichter flüssigen Substanz (hier Wabeninhalt) innerhalb einer zähflüssigen (hier Wabenwandmasse), lässt sich aber schon durch einen einfachen Versuch anschaulich machen. Mengt man Öl mit Gummi arabicum zusammen und bläst das Gemisch aus einer Kapillarröhre heraus auf einen Objektträger, so nehmen die Öltropfen eine der Oberfläche des Gemisches koncentrische Abplattung an (Textfig. 10)

[1] Die Wabenstruktur des Protoplasmas wird von allen neueren Rhizopodenforschern anerkannt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



auch Schaumwaben (z. B. Seifenschaum) zeigen unter denselben Umständen dieselbe Abplattung; doch wird das optische Bild hierbei komplicirter. Die Abplattung wird durch den Druck bewirkt, den die aus der Kapillarröhre ausströmende Masse auf die bereits ausgeströmte ausübt. Auch im Zellinneren ist ja bekanntlich der Druck meist oder immer größer als an der Zellperipherie, so wird z. B. bei Infusorien, deren Pellicula verletzt ist, das Entoplasma aus der Wunde hervorgepresst. Bei den Testaceen kann aber schon desshalb eine Druckvergrößerung innerhalb des Weichkörpers zur Zeit der Plättchenabscheidung angenommen werden, weil das später bei dem Sprossungsvorgang stattfindende Hervorquellen des Protoplasmas ebenfalls auf eine innere Druckvermehrung zurückgeführt werden darf. [Wenn das Aufquellen des Protoplasmas, beim Sprossungsvorgang, durch Wasseraufnahme stattfindet, so wird also die Wasseraufnahme vermuthlich vom Centrum des Weichkörpers ausgehen; die Wasseraufnahme wird aber vor dem Sprossungsakt immer nur so weit vor sich gehen, als es der dem Druck der Innenschichten entgegenwirkende Druck der äußeren Plasmaschichten, vielleicht ein einfacher Oberflächendruck, der ein recht bedeutender zu sein scheint, zulässt. Erst wenn der Druck der Oberfläche beim Sprossungsvorgang aus unbekannten Gründen nachlässt, wird die Wasseraufnahme eine ergiebigere.]



Textfig. 10. Ein Gemisch aus zähflüssigem Gummi arabicum und Öl, welches aus einer Kapillarröhre hervorgepresst wird. Gummi arabicum = punktirt; Öltropfen = hell. Die Öltropfen platten sich in einem der Oberfläche des ausfließenden Gemisches konformen Sinne ab. Stark vergr.

Beim Austragen der Plättchen runden sich dann die noch nicht erstarrten, peripherischen Partien der Plättchen in Folge der für Flüssigkeiten geltenden Spannungsgesetze mehr oder weniger ab; ihr geringeres Lichtbrechungsvermögen ist vielleicht dem Umstande zuzuschreiben, dass sie unter geringerem Drucke auf der Außenseite des Gehäuses erstarrt sind, als die unter Wabendruck fest gewordenen centralen Plättchentheile.

Die wenigen Euglyphen, die ich selbst gesehen habe, zeigten ihre Reserveplättchen immer in sehr regelmäßiger, der Schalen, bez. Weichkörperoberfläche parallel gerichteter Lagerung, um den Kern herum angeordnet — dies spricht für meine Auffassung. Der Plättchendurchmesser braucht dem Durchmesser der Protoplasmawaben in keiner Weise zu entsprechen, weil die Zahl der Wabenreihen, die sich an der Abscheidung der Plättchen betheiligen, bei den verschiedenen Arten sehr verschieden sein kann; es können also große und kleine Plättchen auf dieselbe Weise erklärt werden, ohne dass man zu der Annahme einer entsprechend verschiedenen Wabengröße

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



des Protoplasmas großplattiger und kleinplattiger Formen gezwungen wäre. Die meist vorkommende, hexagonale Form der Plättchen ist vielleicht die Folge einer entsprechenden Anordnung der Plasmawaben[1]; ihr meist einheitliches Lichtbrechungsvermögen (ohne abgesetzte Innenpartie) weist darauf hin, dass sie an ihrem Entstehungsort auch ihre volle Erstarrung erreichen.

Für die kleinen Plättchen der Arcellenschale möchte ich jedoch noch eine andere Herkunft für wahrscheinlicher halten. Sie erscheinen als hohe sechseckige, innen mit einer Flüssigkeit gefüllte, kleine Prismen (cf. Bütschli, »Protozoa«, p. 20 u. 21). Ich glaube, dass sie ihre Entstehung aus kleinen kugeligen Tröpfchen, etwa Phäosomen, nehmen, die, auf der Außenseite der Schale angekommen, vielleicht durch die unmittelbare Berührung mit dem Wasser an ihrer Oberfläche erstarren, oder eine Niederschlagsmembran abscheiden, und dabei sich durch gegenseitigen Druck[2] zu sechseckigen Prismen abplatten, etwa wie die Zellen eines Cylinderepithels. So viel ich weiß, sind sechskantige Reserveplättchen im Arcellenweichkörper noch nicht gefunden worden, ihre Modellirung könnte also sehr wohl erst während des Sprossungsvorganges der Arcellen vor sich gehen.

Wenn diese Anschauungen richtig sind, ergiebt sich also folgende Reihe für die Kieselplättchen. Eine ähnliche Reihe mag für die Chitinplättchen existiren, wenn schon Sonderbildungen (Arcellenplättchen) hier sehr wahrscheinlich vorkommen. 1) Fremdkörper, zur Deckung der Schalenkörper ausreichend — Kittschicht mit Kiesel imprägnirt. 2) Fremdkörper, zur Deckung der Schalenoberfläche nicht ausreichend — Nacktstellen. Kiesel dringt aus der Kittschicht hervor und erzeugt Pseudoquarze. 3) Wenig Fremdkörper, die Kieselsäure sammelt sich in flüssigem Zustande innerhalb der Muttersarkode an und wird durch die Bewegungen derselben zu verschieden gestalteten Stäbchen vor ihrer Erstarrung verschmolzen (Lecquereusia spiralis). 4) Keine Fremdkörper, selten Kieselstäbchen; die flüssigen Kieselsubstanzen werden im Weichkörper wenig oder gar nicht verschoben, sie erstarren desshalb unter dem Druck der Protoplasmawaben zu Plättchen; ihre Erstarrung ist aber keine vollständige (Lecquereusia modesta nov. spec.). 5) Die flüssigen Kieselsubstanzen kommen ohne störende Bewegungen der Muttersarkode

---

[1] Für die vierseitigen Quadrulaplättchen kann jedoch wohl kaum an eine solche Auffassung gedacht werden, ihr Zustandekommen ist mir noch unverständlich.

[2] Der Druck natürlich dadurch hervorgerufen, dass eine große Zahl in Erstarrung begriffener Tröpfchen auf einer kleinen Fläche beim Sprossungsvorgang zusammengedrängt werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



unter dem Druck der Plasmawaben zur Erstarrung, es entstehen regelmäßige Plättchen (Euglypha u. A.).

Göttingen, Zool.-zoot. Institut, 18. August 1895.

## Anhang.

### Diagnosen der in den Beiträgen III—V genannten neuen Testaceen und Bemerkungen zu Difflugia pyriformis Perty.

Difflugia pyriformis Perty. Die von mir in diesen Beiträgen (III—V) behandelten Exemplare besitzen birnförmige Gestalt, ihr Gehäusegefüge ist dicht, besteht meistens aus Quarzkörnchen, denen nur sehr selten andere Fremdmaterialien beigemengt sind. Die Längsmesser der Gehäuse sind 0,096—0,135 mm lang, ihr größter Breitenmesser beträgt 0,054—0,072 mm.

Das aus zahlreichen Messungen genommene Mittel des Gehäuselängsmessers von Thieren ein und derselben Kultur betrug:

| | | |
|---|---|---|
| im Oktober | 1892 | = 0,1188 mm |
| im November | 1892 | = 0,1201 - |
| im März | 1893 | = 0,1210 - |
| im April | 1893 | = 0,1217 - |
| im Mai | 1893 | = 0,1218 - |
| im Juni | 1893 | = 0,1160 - |
| im Juli | 1893 | = 0,1160 - |

Die im Frühjahr erzeugten Thiere scheinen hiernach größere Gehäuse zu besitzen, als die im Sommer und Spätherbst erzeugten.

Difflugia asterisca sp. nov. Form des Gehäuses der vorigen Art sehr ähnlich, unterscheidet sich von Difflugia pyriformis hauptsächlich durch den eigenartigen Bau ihres Kernes, der sehr an einen Kernzustand erinnert, wie er jüngst von Schaudinn (11) bei Amoeba binucleata Gruber beobachtet worden ist. Im Centrum des Kerns findet sich ein Aggregat von kugligen Binnenkörpern (vielleicht Chromatinkörper), um dieses Aggregat liegt eine hell aussehende, von feinen Strahlen durchsetzte Schicht einer wenig lichtbrechenden Substanz, ihr folgt als breite Randschicht der deutlichen Kernmembran anliegend, eine stärker lichtbrechende Substanz, welche sich in Karminfarbstoffen außerdem stärker färbt, als die von Strahlen durchsetzte Mittelschicht (cf. Taf. IV, Fig. 18). Kerne von Difflugia pyriformis habe ich nie in ähnlichem Zu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



stande gefunden. Meine zahlreichen Exemplare stammen vom Titimoor bei Freiburg und wurden zu verschiedenen Zeiten stets mit demselben Zustand des Kernes angetroffen.

Pontigulasia gen. nov. Das neue Genus Pontigulasia unterscheidet sich von Difflugia vor Allem durch den Besitz einer Schlundbrücke, welche in einiger Entfernung von der Mündung balkenartig die beiden Breitseiten der etwas zusammengedrückten Gehäuse verbindet. Die Brücke lässt sich durch die Gehäusewand hindurch erst an aufgehellten (Nelkenöl, Kanadabalsam etc.) Gehäusen wahrnehmen, bleibt aber auch dann noch undeutlich, dagegen ist sie immer sofort erkennbar, wenn man das Gehäuse so orientirt, dass man in die Mündung desselben hineinsehen kann (Taf. IV, Fig. 13 *a*). Die Schlundbrücke besteht aus einer braunen Chitinmasse, der unter Umständen kleinste Steinchen eingelagert sind. Die Pseudopodien nehmen häufig eine hirschgeweihartige, flechtenförmige Form an (Taf. IV, Fig. 22 und 24). Die Aufspeicherung des Gehäusematerials geschieht extrathalam (Fig. 5, 7 und 24). Zwischen den Fugen der Bausteinchen werden bei alten Schalen häufig gelbe bis dunkelbraune Perlen von Kittmasse ausgeschwitzt (Taf. IV, Fig. 6). Selbstabgeschiedene Kieselbildungen fehlen. Der Kern stellt eine von einer deutlichen Kernmembran umhüllte Blase mit membranständigen Binnenkörpern dar (Taf. IV, Fig. 28). Die von mir beobachteten Individuen ließen sich in drei Kategorien sondern, welche ich für eben so viel Species halte. Sie stammten alle drei aus den Gewässern des kleinen Hagens bei Göttingen. Die Kultur starb aus, bevor ich Reinkulturen der drei Formen anlegen konnte.

Pontigulasia compressa nov. gen. nov. sp. Schale taschenförmig ziemlich stark zusammengedrückt (Taf. IV, Fig. 13 *a* und *b*). Bevorzugt Diatomeen als Baumaterial. Länge = 0,13—0,14 mm, Breite = 0,10 mm.

Pontigulasia incisa nov. gen. nov. sp. Gehäuse weniger zusammengedrückt als vorige; der vordere Gehäusetheil setzt sich auf Schlundrückenhöhe durch eine mehr oder weniger tiefe Rinne von dem hinteren Schalentheil ab (Taf. IV, Fig. 5). Länge = 0,12—0,15 mm, Breite = 0,08—0,09 mm.

Pontigulasia spiralis nov. gen. nov. sp. Das Mündungsende des Gehäuses legt sich mit schwacher Krümmung dem Fundustheil desselben an. Unterscheidet sich von Lecquereusia spiralis vor Allem durch den Besitz der Schlundbrücke, dann durch den gänzlichen Mangel selbstabgeschiedener Kieselstäbchen. Auffallend ist das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



häufige Vorkommen von Doppelgehäusen (Fig. 6, 7, 8), deren Wohnraum mit einander in Verbindung steht (bei etwa 3% meiner Exemplare beobachtet). Länge = 0,12—0,13 mm, Breite = 0,11—0,12 mm.

Die neue Species Lecquereusia modesta ist p. 101 beschrieben worden.

Nachschrift: Zu p. 77 ist zu bemerken, dass auch Jaworowsky[1], analog der Beobachtung Bütschli's an Arcella, nach der Konjugation von Difflugia globulosa Duj. Kernvermehrung in beiden Thieren und hierauf Auswanderung von amöbenartigen Schwärmern beobachtet hat.

---

## Die in den Beiträgen III—V citirte Litteratur.

Die mit * bezeichneten Abhandlungen enthalten nähere Angaben über Cyphoderia margaritacea Schlumb.


1. H. Blanc, »Les Difflugies de la faune profonde du Lac Léman«. Recueil inaugural de l'Université de Lausanne. 1892.
2. F. Blochmann, »Zur Kenntnis der Fortpflanzung von Euglypha alveolata Duj.«. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIII. 1888. p. 173—183. Taf. V.
3. O. Bütschli, »Protozoa« in: Dr. H. G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. I. Leipzig u. Heidelberg 1880—1882.
4. *H. J. Carter, »On freshwater Rhizopoda of England and India«. Annals and magazine of natural history. 3. ser. Bd. XIII. 1864. p. 18—39. Taf. I u. II.
5. *Fresenius, »Beiträge zur Kenntnis mikroskopischer Organismen«. Abhandlungen, herausgeg v. d. Senckenberg'schen Naturforschend. Gesellsch. Bd. II. 1856—1858. p. 211—242. Taf. X—XII.
6. *A. Gruber, »Die Theilung der monothalamen Rhizopoden«. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1882. p. 104—124. Taf. IV u. V.
7. *J. Leidy, »Fresh-water Rhizopods of North-America«. Report of the United States geological survey of the territories. Vol. XII. Washington 1879.
8. *E. Penard, »Études sur les Rhizopodes d'eau douce«. Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. Tome XXXI. No. 2. 1890. p. 1—230. Pl. I—XI.
9. *M. Perty, »Zur Kenntnis der kleinsten Lebensformen in der Schweiz«. Bern 1852.
10a. L. Rhumbler, »Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung Colpoda«. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 1888. p. 549—601. Taf. XXXVI.


---

[1] A. Jaworowsky, »Ein kleiner Beitrag zur Vermehrungsweise der Süßwasserrhizopoden«. Odbitka z »Kosmosu« Zeszyt IV. Lwow 1892. p. 15 u. 16.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



10b. L. Rhumbler, »Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. I. Über Entstehung und sekundäres Wachsthum der Gehäuse einiger Süßwasserrhizopoden«. Diese Zeitschr. Bd. LII. 1891. p. 515—550. Taf. XXXII.

10c. Derselbe, »II. Saccammina sphaerica M. Sars«. Diese Zeitschrift. LVII. 1894. p. 433—617. Taf. XXI—XXV.

10d. Derselbe, »Über Entstehung und Bedeutung der in den Kernen vieler Protozoen und in Keimbläschen von Metazoen vorkommenden Binnenkörper (Nucleolen)«. Diese Zeitschr. Bd. LVI. 1893. p. 328—364. Taf. XVIII.

10e. Derselbe, »Eine Doppelfärbung zur Unterscheidung von lebenden Substanzen und von abgestorbenen oder anorganischen Substanzen nach ihrer Konservirung«. (Im Anschluss hieran einige Mittheilungen über Rhizopoden.) Zool. Anz. 1893. Nr. 411 u. 412.

10f. Derselbe, »Entwurf eines natürlichen Systems der Thalamophoren«. Nachr. der K. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. Math.-phys. Klasse. 1895. p. 51—98.

10g. Derselbe, »Über die phylogenetische Bedeutung der entosolenen Lageninen«. Zool. Anz. 1895. Nr. 474.

11. F. Schaudinn, »Über die Theilung von Amoeba binucleata Gruber«. Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde Berlin. Jahrg. 1895. p. 130—141.

12a. W. Schewiakoff, »Über karyokinetische Kerntheilung bei Euglypha alveolata«. Morphol. Jahrb. Bd. XIII. 1888. p. 193—258. Taf. VI u. VII.

12b. Derselbe, »Über die Natur der sogenannten Exkretkörner der Infusorien«. Diese Zeitschr. Bd. LVII. 1893. p. 32—56. Taf. III.

13. *M. P. Schlumberger, »Sur quelques nouvelles espèces d'Infusoires de la Famille des Rhizopodes«. Annales des sciences naturelles. 3e série. Bd. III. 1845. p. 254—256.

14. *F. E. Schulze, »Rhizopodenstudien. III.« Archiv für mikr. Anat. Bd. XI. 1875. p. 94—139.

15. *M. Schultze, »Über den Organismus der Polythalamien«. Leipzig 1854.

16. *Fr. Stein, »Über Süßwasserrhizopoden«. Sitzungsberichte der Böhmischen Akademie. Januar 1857. Bd. X. Berichte der Sektionen p. 42.

17a. M. Verworn, »Biologische Protistenstudien«. Diese Zeitschr. Bd. XLVI. 1888. p. 455—470.

17b. Derselbe, »Allgemeine Physiologie. Ein Grundriss der Lehre von Leben.« Jena 1895.

18. G. C. Wallich, »On the Extent and some of the Principal Causes of Structural Variation among the Difflugian Rhizopods«. Ann. mag. nat. hist. 3. ser. Bd. XIII. 1864. p. 215—245. Taf. XV u. XVI.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel IV.

Alle Figuren unter Anwendung der Oberhäuser'schen Kammer gezeichnet.

Fig. 1. Lecquereusia spiralis (Ehrenb.). Gehäuse aus verschieden gestalteten Kieselstäbchen zusammengesetzt. Vergr. 360/1.

Fig. 2. Lecquereusia modesta nov. spec. (cf. p. 101). Gehäuse aus Kieselstäbchen (*St*) und Kieselplättchen (*Pl*), — zum Theil letztere mit centralen Verdickungen (*Pl*$_1$) — zusammengesetzt. Vergr. 360/1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Fig. 3. Verschiedene Formen der die Schale von Lecquereusia spiralis zusammensetzenden Kieselbildungen; isolirt und in Wandstücken dargestellt (*m*, *n*, *q*, *r* u. *v*). Vergr. 360/1.

Besonders auffallend sind:

*a*, Entstehungszustand der Stäbchen im Inneren des Weichkörpers;
*c* u. *d* erinnern durch perlschnurartiges Aussehen an ihre Entstehung;
*g*, *o* u. *s*, mehr oder weniger vollkommene Ringformen;
*m*, langgestreckte dünne Stäbchen in eine homogene Kiesellamelle eingebettet;
*n*, kleine Stäbchen in eine homogene Kiesellamelle eingebettet, welche durch zarte Netzlinien in einzelne Felder getheilt erscheint;
*q*, Stäbchen dicht an einander gelagert;
*r* u. *v*, Stäbchen loser zusammengelagert, so dass die homogene, in Kalilauge lösliche Kittmasse zwischen ihnen hindurch sichtbar wird. Bei *v** eine Diatomee;
*y*, Stäbchen mit einer kugeligen Anschwellung (cf. auch *u* u. *r*).

Verzweigte Formen in *b*, *e*, *l*, *t*, *w*, *x* u. *z*; geschlängelte Formen in *f*, *p*, *u* u. *y*.

Fig. 4. Wandstück aus einer sehr regelmäßig aufgebauten Schale von Lecquereusia spiralis. Die Stäbchen zeigen keine Unebenheiten, sind von ähnlicher Größe und meist halbmondförmig gekrümmt. Vergr. 400/1.

Fig. 5. Pontigulasia incisa nov. gen. nov. spec. (cf. p. 105). *exSt*, extrathalam aufgespeicherte Steinchen; *Ps*, Pseudopodien; *K*, Schalenkerbe; *SB*, Schlundbrücke. Vergr. 217/1 (cf. Fig. 22—25).

Fig. 6—8. Pontigulasia spiralis nov. gen. nov. spec. (cf. p. 105). Doppelbildungen; jedenfalls aus Konjugation zweier Mutterthiere entstanden (cf. p. 76). Vergr. 217/1.

Fig. 7 mit extrathalamer Aufspeicherung von Gehäusematerial.

Fig. 9. Encystirtes Exemplar von Difflugia elegans Penard, vom Titimoor. Vergr. 540/1. *D*, Deckel aus extrathalam aufgespeicherten Steinchen hergestellt; *C*, Chitinauspolsterung des Gehäuses; *M*, vordere Cystenmembran: *Wk*, Weichkörper; *Nucl*, Kern.

Fig. 10. Difflugia acuminata Ehrenb.; encystirtes Exemplar. *D*, Deckel aus zwei Lamellen bestehend; in Eosin stark roth gefärbt; *Wk*, Weichkörper; *Nucl*, Nucleus; *br.K*, dunkelbraun gefärbte Kittmasse am hinteren Schalenende. Vergr. 217/1.

Fig. 11. Encystirtes Doppelexemplar von Difflugia elegans Penard. *c*, Chitinauskleidung. Vergr. 217/1 (cf. Fig. 9 u. 19).

Fig. 12. Paramedianschnitt durch Pontigulasia compressa nov. gen. nov. spec. *Sb*, Schlundbrücke; *Sch*, Schalenwand; *St*, derselben aufgelagertes Steinchen; $St_1$, Steinchen, welches innen und außen aus der Schalenwand hervorragt; *Geh*, leeres Gehäuse einer kleineren Difflugie, welches als Baustein benutzt worden ist. Vergr. 360/1.

Fig. 13. Pontigulasia compressa nov. gen. nov. spec. *a*, Ansicht von oben; *b*, Ansicht von der Seite; *Sb*, Schlundbrücke. Vergr. 217/1.

Fig. 14. Difflugia asterisca nov. spec.; zwei Exemplare in Konjugation. $Nucl_1$, größerer Kern des Individuums I, das auch einen größeren Weichkörper ($Wk_1$) besitzt. *N*, Nahrungsballen; $Nucl_2$, kleinerer Kern des Individuums II mit kleinerem Weichkörper ($Wk_2$); *Ps*, Pseudopodien.

Fig. 15. Konjugationsexemplar von Difflugia pyriformis Perty. *E*,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



plättchenartige Einlagerungen, in Salzsäure unlöslich. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 14. Vergr. 275/1.

Fig. 16. Aus dem Gehäuse freipräparirte Cyste von Difflugia elegans Penard, vom Titimoor. *Z*, Zapfen, welche zwischen die Gehäusesteinchen eingreifen. Vergr. 360/1.

Fig. 17. Difflugia pyriformis Perty mit zwei Kernen. Buchstaben wie bei Fig. 14 u. 15. Vergr. 450/1.

Fig. 18. Kern von Difflugia asterisca nov. spec. Vergr. ca. 1100/1.

Fig. 19. Zwei encystirt gewesene Exemplare von Difflugia elegans Penard, in Konjugation. *Nucl*, die Kerne in beiden Thieren gleich groß; *N*, Nahrungskörper; ?, fragliche Körper. Vergr. 360/1.

Fig. 20. Doppelcyste von Difflugia bacillifera Penard. *N*, Nahrungskörper; *Nucl*, die Kerne in beiden Thieren gleich groß; *D*, in Karmin stark roth gefärbte Cystendeckel. Vergr. 180/1.

Fig. 21. Konjugationspaar von Difflugia globulosa Dujard. Der Kern des Individuums I bewegt sich nach demjenigen von II hin, die beiden Kerne sind annähernd gleich groß. *N*, Nahrungskörper, zum Theil ausgestoßen ($N_1$); *pS*, perinucleäre Sarkode; ?, fragliche Gebilde frei im Gehäuseraum von *II*; *Geh*, leere Gehäuse kleinerer Difflugien als Bausteine benutzt. Vergr. 260/1.

Fig. 22 *a*, *b*, *c*. Breite, lappige, flechtenartige Pseudopodien von Pontigulasia incisa nov. gen. nov. spec. (cf. p. 105). In Fig. 22 *a* ist auch das Gehäuse von oben gesehen (*Geh*) mitgezeichnet. Vergr. 217/1.

Fig. 23. Einlagerungen aus der perinucleären Sarkode von Pontigulasia incisa. Vergr. ca. 500/1.

Fig. 24. Pseudopodien mit extrathalam aufgespeicherten Steinchen von derselben. Vergr. 217/1.

Fig. 25. Isolirter Kern von derselben. Vergr. ca. 400/1.

## Tafel V.

Fig. 1—15 beziehen sich auf Cyphoderia margaritacea Schlumb. Fig. 1—13 sind unter Anwendung des Seibert'schen Objektiv V bei ausgezogenem Tubus mit dem Oberhäuser'schen Zeichenapparat gezeichnet. Vergrößerung 500/1. Die Farben entsprechen den Wirkungen der Methylgrün-Eosin-Mischung.

roth = Sarkode,
grün = aufgenommene Schlammtheilchen (Nahrungsmassen),
gelb = Phäosomen.

Fig. 1. Hinten zugespitzte Schale, deren Vordertheil (*a*) aus kleineren Plättchen zusammengesetzt ist als deren Hinterende (*b*).

Fig. 2. Gehäuse, dessen Hintertheil aus kleinen Plättchen zusammengesetzt ist, dessen Vordertheil aber aus einer homogenen Grundsubstanz besteht, in welcher nur hier und da kleine Plättchen (*Pl*), kaum kenntlich, hervortreten, der aber kleine Phäosomen allenthalben aufgelagert sind; *X*, drei im Weichkörper liegende größere Phäosomen.

Fig. 3. Ein in ihrem Hintertheil etwas verzogenes Gehäuse mit einem Weichkörper im normalen Zustande. *Va*, Vacuolen.

Fig. 4. Konjugationspaare: *I*, das ältere Thier, das längere Zeit hindurch keinen Sprössling erzeugt hat; *II*, ein kurz vorher aus dem Sprossungsvorgang entstammtes Thier; ?, fragliche, stark roth gefärbte Körperchen, vielleicht Chro-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



matin. Die Farbe der Phäosomen hat sich zum Theil, wohl durch Wirkung der Pikrinschwefelsäure, dem Protoplasma mitgetheilt.

Fig. 5 wie Fig. 4. *rk*, in Eosin roth gefärbte Kittmasse, zum Zusammenhalt der beiden Schalen abgeschieden nur am unteren Mündungsrand der Schale.

Fig. 6. Erzeugung einer Tochterschale. *B*, Anfangsstadium; *D*, von der Tochterschale abgehobene Deckschicht.

Fig. 7. Folgendes Stadium der Sprösslingsbildung, die Tochterschale *B* ist bereits zum größten Theil fertig gebaut, doch fehlt noch das Hinterende. Letzteres ist gegen den Weichkörper hin trichterförmig nach innen geschlagen und noch im Bau begriffen; man sieht die Plättchen *Pl* in der Wanderung nach der Baustelle begriffen, am weiteren Öffnungstheil des Trichters sind sie schon zu einem Mosaik (*Pl*$_1$) zusammengetreten. Der Kern (*Nucl*) befindet sich im Theilungsstadium, Chromosomen lassen sich erkennen. Das Muttergehäuse ist in eine Spitze ausgezogen, an welcher die Plättchen *Pl*$_A$ dornenartig nach außen abstehen.

Fig. 8 wie Fig. 7, jedoch der Kern noch auf einem früheren Stadium; die Binnenkörper sind verschwunden, ein Gerüstwerk tritt in der sonst homogen erscheinenden Grundmasse des Kerns, wenn auch undeutlich, hervor. *w*, leerer Raum; *kl*, kleeblattähnliche Gebilde.

Fig. 9. Kerne aus verschiedenen Individuen in zwei Größenreihen. In der Reihe *a*, *b*, *c*, *d* hat keine Verschmelzung der Binnenkörper stattgefunden; in der Reihe *A*, *B*, *C*, *D* hat die Zahl der Binnenkörper durch Verschmelzung derselben abgenommen. In Fig. *b* sieht man kleinste Binnenkörper frei in der Kerngrundmasse auftreten, in Fig. *B* und *C* dagegen Verschmelzung von Binnenkörpern.

Fig. 10. Die an einander gelagerten Mündungsränder zweier Schalen während des Knospungsprocesses. *D*, Deckschicht; *Pl*, Schicht der Plättchen. Die Deckschicht greift bei *D*$_1$ auf das Tochtergehäuse über, die Plättchenschicht dagegen nicht.

Fig. 11. Phäosomen, einzeln und in Verschmelzungsaggregaten.

Fig. 12. Endstadium des Knospungsprocesses. Die Binnenkörper zeigen in den Kernen längliche Gestalt. Die Xanthosomen liegen in dem Tochtergehäuse *B* hinter dem Kern.

Fig. 13 wie Fig. 12. *Nst*, Nacktstelle der Schale. *Pl*, nicht verbrauchte Plättchen.

Fig. 14. Schalenplättchen durch Eindampfen mit konc. HCl zum Theil isolirt, zum Theil noch im Verbande; *a* von der Breitfläche, *b* von der Kante gesehen. Vergr. 2000/1.

Fig. 15. Verschiedene Cyphoderien mit ihren Schalen künstlich in Berührung gebracht. An den Berührungspunkten werden die Schalen durch deutlich wahrnehmbare Tropfen, welche sich zwischen sie gelagert haben, zusammengehalten.

Fig. 15 *b*. Zwei künstlich zusammengebrachte Cyphoderien im Auseinanderweichen begriffen. Der Berührungstropfen (*Tr*) wird in die Länge gezogen.

Fig. 16. Ein Konjugationspaar *A* u. *A*$_1$ von Difflugia elegans Penard erzeugt zwei neue Tochtergehäuse *B* u. *B*$_1$; in dem Muttergehäuse *A*$_1$ ist eine Cystenmembran *C* sichtbar. Vergr. 540/1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Fig. 1

Fig. 4

Fig. 5

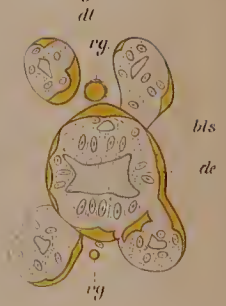



Fig. 10.

Fig. 11

Fig. 12

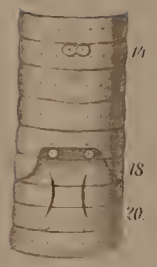



Fig. 2

Fig. 6

Fig. 9

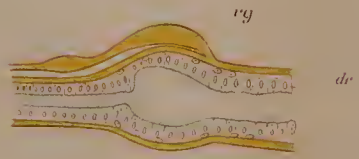



Fig. 13

Fig. 15

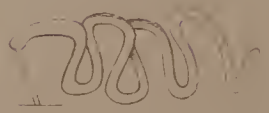


Fig. 3

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 14

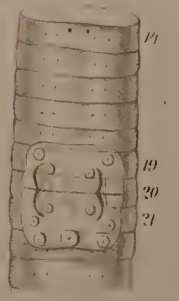



Fig. 16

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1895-1886

Band/Volume: 61

Autor(en)/Author(s): Rhumbler Ludwig

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis der Rhizopoden. 38-110