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

Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infusorien [1]),

von

Dr. Ferdinand Cohn in Breslau.

Mit Tafel XIII.

II. Ueber den Encystirungsprocess der Infusorien.

Es liegt im Entwickelungsgange einer jeden Wissenschaft, dass, wenn eine neue Entdeckung längere Zeit isolirt bleibt, sie auch keinen festen Platz in der Kette der bekannten Thatsachen, keine Würdigung und oft kaum Glauben findet, bis sie, bestätigt und ergänzt durch entsprechende Beobachtungen, als ein weit verbreitetes Gesetz erkannt, und die vereinzelte Ausnahme vielleicht als allgemeine Regel nachgewiesen wird. Einen neuen Beleg zu dieser Erfahrung liefert die Geschichte des interessanten Phänomens, welches ich mir zum Gegenstand dieses Aufsatzes erwählt habe.

Wenn *Ehrenberg* in seinem grossen Werke in Bezug auf die Systematik der Infusorien, namentlich auf Bildung natürlicher Arten, Gattungen und Familien, weniger in der höheren Anordnung derselben, sich ein unbestrittenes und unvergängliches Verdienst erworben hat, so erscheinen viele seiner Untersuchungen über Anatomie und Physiologie dieser Thiere durch zwei, und zwar entgegengesetzte Fehler beeinträchtigt. Während dieser Naturforscher den Bau der Infusorien complicirter darstellte, als er in der Natur gefunden werden konnte, so hat er dagegen die Entwickelungsgeschichte derselben einfacher aufgefasst, als sie von späteren Beobachtern erkannt worden ist. Bis in die neueste Zeit waren in jeder Thierclasse eigentlich nur zwei entwickelungsgeschichtliche Vorgänge durch unmittelbare Beobachtung begründet: ein vereinzelter, die Metamorphose, die nur bei den Vorticellinen beobachtet ward [2]), und ein allgemeiner, die Theilung,

[1]) Siehe Band III, Heft 3 dieser Zeitschrift.

[2]) Insofern nämlich die von den Stielen losgerissenen Vorticellen durch Entwickelung eines hinteren Wimpersaumes u. s. w. eine der normalen ganz unähnliche Gestalt annehmen.

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

welche durch *Ehrenberg* bei allen Infusorien nachgewiesen wurde. Seitdem sind Untersuchungen bekannt gemacht worden, welche das Vorkommen der Metamorphose in ausgedehnterem Maasse und bei einer grösseren Zahl von Arten aufstellten; ausserdem ist eine neue Fortpflanzungsweise durch Keime bei mehreren Gattungen nachgewiesen worden.

Was den Encystirungsprocess der Infusorien betrifft, so sind hierauf bezügliche Thatsachen vor *Ehrenberg* und diesem selbst kaum bekannt gewesen, mit Ausnahme der Vorgänge bei Euglena, welche jedoch meist missverstanden wurden, und einer zweifelhaften Beobachtung von *Guanzati*, auf die ich später zurückkommen werde. Das Encystiren war bisher nur in der Classe der Helminthen beobachtet, indem bekanntlich verschiedene Gattungen derselben in häutigen Kapseln oder Cysten abgeschlossen vorkommen. Doch sind unter der Bezeichnung der Cystenbildung bei den Helminthen zwei ganz verschiedene Vorgänge zusammengefasst worden, indem gewisse Parasiten, wie Cysticercus und Echinococcus, von einer, aus dem Gewebe des Mutterthieres gebildeten, mit diesem in organischer Verbindung stehenden, und von seinen Blutgefässen durchzogenen Kapsel eingeschlossen sind; diese werden durch diese Kapsel hindurch ernährt und besitzen die Fähigkeit, innerhalb derselben weiter zu wachsen. Ganz verschieden davon ist dagegen der Process, welcher bei den cercarienartigen Larven gewisser Distomen und Monostomen, so wie bei verschiedenen Nematoden [1]) beobachtet worden ist. Hier sondert der Parasit selbst, durch Ausschwitzung aus seiner ganzen Körperfläche einen flüssigen Schleim aus, welcher zu einer völlig geschlossenen, structurlosen, oder aus concentrischen Schichten bestehenden Blase erstarrt; in solchen Cysten eingeschlossen verharrt der Helminth in latentem Leben, gleichsam wie verpuppt, ohne zu wachsen, längere Zeit, bis er durch einen Zufall befreit, die Hülle behufs weiterer Entwickelung durchbricht und die leere, zerrissene Cyste zurücklässt. In ungünstigen Fällen sterben diese Schmarotzer in den Cysten, wobei sie zuweilen verkalken oder verglasen (vergl. u. a. *v. Siebold* über die Parasiten in *Wagner's* Handwörterbuch der Physiologie, Bd. II, p. 643). Nur dieser Vorgang kann als eigentliches Encystiren betrachtet werden.

Die Gregarinen, jene merkwürdigen Organismen, deren Stellung noch in diesem Augenblick zwischen Helminthen und Infusorien schwankt, sind es auch gewesen, welche zur Auffindung der früher nur unter den Entozoen bekannten eigentlichen Cystenbildung auch in der Classe der

[1]) Nach *Stein* werden jedoch auch die Kapseln der in Insectenlarven beobachteten Fadenwürmer von den Organen des Wirthes erzeugt.

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

Protozoen geleitet haben. Nachdem *Kölliker* 1845 in der Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik den Gregarinen ein erhöhtes Interesse zugewendet hatte, indem er sie für einzellige Thiere erklärte, wies *v. Frantzius* 1846 in seiner Dissertation (observ. quaedam de gregarinis) das schon von *Henle* und *v. Siebold* bemerkte Vorkommen der contractilen Gregarinen mit den kugeligen, starren Cysten, die er als Pseudonavicellenbehälter bezeichnete, als ein allgemeines nach; endlich gab im Jahre 1848 *Fr. Stein* die Erklärung dieses Zusammenvorkommens durch die Entwickelungsgeschichte. Nach seinen Beobachtungen sollen nämlich die eigentlichen Gregarinen sich zu einer einfachen ovalen Blase umbilden; alsdann legen sich je zwei solcher Blasen aneinander, schwitzen nach aussen eine gallertartige Flüssigkeit aus, die beide Individuen encystirt und allmählig erstarrt. Nun soll innerhalb der so gebildeten Cyste die ursprüngliche Körperhaut jedes Individuums resorbirt werden, und ihr Körperinhalt zu einer einzigen Körnerkugel zusammenfliessen, ein grosser Theil derselben sich alsdann in spindelförmige Sporen (die sogenannten Navicellen) umwandeln, während der übrige sich auflöst und zum Zersprengen der Cystenhülle, so wie zum Austreiben der Sporen verwendet wird. Demnach sei die Fortpflanzung der eigentliche Zweck des Encystirens von Gregarina. (*Müller's* Archiv, 1848, p. 212, u. Bd. III dieser Zeitschr. p. 484.)

Von einer anderen Gregarina, welche *Stein* in den Hoden des Regenwurmes beobachtete und als Zygocystis zu einer besonderen Gattung erhob, beschreibt er den Encystirungsprocess in ganz anderer Weise, und zwar so, als legten sich je zwei Individuen platt aneinander, nachdem zuvor jedes sich halbkugelförmig contrahirt habe; indem nun die aneinandergehefteten Basen der Thiere resorbirt, die aneinandergrenzenden Seitenwandungen der Körperhüllen dagegen verschmelzen würden, so entstehe die Membran der Cyste, welche von den beiden Inhaltsmassen ausgefüllt würde. Von dieser Schilderung *Stein's* über die Vorgänge bei seiner Zygocystis weichen die Beobachtungen von *Kölliker, Bruch, Leydig* und *Leukart* nur in soweit ab, als diese Forscher die Copulation zweier Gregarinen behufs des Encystirens für unwahrscheinlich halten und die kugelförmig contrahirte Membran eines einzelnen Individuums unmittelbar zur Haut der Cyste werden, den Körperinhalt des Thieres dagegen sich nachträglich in zwei Portionen theilen und daraus das Ansehen einer Copulation hervorgehen lassen; durch weitere Theilung solle sich dann der Inhalt in die Navicellen umbilden. Alsdann könnte freilich von einem Encystiren der Gregarinen, das dem bei Cercarien und Nematoden beobachteten entspräche, nicht die Rede sein.

Nehmen wir jedoch die von *Stein* an den eigentlichen Gregarinen beobachteten Vorgänge als gültig an, wozu wir nach seinen letzten Mittheilungen in dieser Zeitschrift wohl berechtigt sind, dass nämlich die

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

Cyste der Gregarinen durch einen ausgeschwitzten und erst später erstarrenden Stoff gebildet werde, so würde durch diese Entdeckung das Vorkommen des eigentlichen Encystirungsprocesses in der Classe der Infusorien erwiesen sein, da von fast allen neueren Beobachtern die Gregarinen als eine besondere schmarotzende Familie in dieser Abtheilung des Thierreiches eingeordnet worden sind. In neuester Zeit ist jedoch die Stellung der Gregarinen unter den Infusorien, ja selbst ihre Natur als selbstständige Organismen 1850 durch die Beobachtungen von *Bruch* (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, II, p. 110), und besonders 1851 durch *Leydig* (*Müller's* Archiv, 1851, Heft II) in Frage gestellt worden. Die Untersuchungen dieser beiden Forscher in Uebereinstimmung mit *Henle's* schon 1845 ausgesprochener Vermuthung, stellen die Gregarinen nur als einen Entwickelungszustand von Anguillula, Filaria und anderen Fadenwürmern hin, so dass das nachmalige Encystiren derselben in diesem Falle nur einen neuen Beitrag zu den schon mehrfach unter den Nematoden bekannten Vorgängen liefern würde.

Wie dem nun auch sein möge, so ist die Entdeckung der Cystenbildung bei den Gregarinen die Veranlassung gewesen, dass auch bei einer Familie, über deren Stellung unter den Infusorien nie ein Zweifel geherrscht hat, in neuester Zeit derselbe Vorgaug nachgewiesen worden ist. Zunächst durch seine Untersuchungen über Gregarina zu dem Studium der Infusorien hingeführt, machte *Stein* im Jahre 1848 die Beobachtung, dass auch die Vorticellen im Stande seien, durch Ausscheidung einer Blase sich zu encystiren. Schon früher hatte *Pineau* beobachtet, dass die Vorticellen sich kugelig zusammenziehen und mit einer Hülle umgeben könnten (Ann. d. sc. nat. 1845. 3. Ser. Zool. IX. 99). *Stein* gab eine vollständige Darstellung dieses Encystirungsprocesses und der weiteren Entwickelungszustände, die aus ihm hervorgingen (*Wiegmann's* Archiv 1849. Bd. I, p. 92); ein erweiternder und berichtigender Nachtrag wurde von ihm im October 1851 (Bd. III, p. 475 dieser Zeitschrift) veröffentlicht. *Stein* fand nämlich an der Oberfläche einer von Vorticella microstoma belebten Infusion, so wie am Grunde derselben zahllose, kugelrunde Cysten, von denen die grössten etwa der halben Länge erwachsener Individuen gleichkamen, obwohl auch bedeutend kleinere aufgefunden wurden. Diese Cysten hatten eine Hülle mit deutlichen doppelten Contouren, bestehend aus einer elastischen, homogenen, durchsichtigen, der von Gregarinencysten ganz gleich erscheinenden Substanz. Der Inhalt der Cysten liess sich an der Bewimperung und dem Kern deutlich als ein contrahirter Vorticellenkörper erkennen; auch sassen oft die Cysten auf Stielen, die sich als die gewöhnlichen Stiele dieser Thierchen erwiesen. *Stein* schloss hieraus, dass die Vorticellen sich einzeln (nicht in der Copulation, wie nach

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

seiner Angabe die Gregarinen) encystiren, indem sie ihre Wimpertheile einziehen, ihren Körper kugelförmig contrahiren und dann eine gallertartige Masse rings um sich ausscheiden, welche zu einer festeren elastischen Hülle erstarrt. So lange diese noch weich sei, trete bei einem geringen Druck der eingeschlossene Vorticellenkörper aus der Cyste heraus. Die Cyste sei gestielt, wenn sich das Thier auf dem Stiele festsitzend eingepuppt habe; indem dieser sich zersetze und abbreche, werde auch die Cyste frei; noch häufiger verpuppten sich die losgerissenen Vorticellen in stiellosen Cysten.

Für das Encystiren gibt *Stein* einen dreifachen Zweck an. Wassermangel, ein im Wasser vor sich gehender Zersetzungsprocess oder ein sonstiger äusserer, das Leben der Vorticellen bedrohender Einfluss nöthige dieselben, sich durch Einhüllung in einer Cyste zu schützen; wieder in günstigere Verhältnisse gelangt, durchbrechen sie die Cyste in unveränderter Gestalt und lassen dieselbe leer zurück. Auf diese Weise können die Vorticellen in ephemerer Verpuppung auch bei gänzlicher Verdunstung des Wassers im trocknen Schlamm ihr Leben erhalten, um bei neuer Befeuchtung wieder belebt und frei zu werden; so erklären die Vorticellencysten die Verbreitung dieser Thiere in alle Infusionen; sogar im Sande der Dächer lassen sich die Cysten leicht nachweisen, auf welche sie durch die Winde geführt worden sind.

Hauptsächlich aber hat das Encystiren der Vorticellen den Zweck, der Fortpflanzung zu dienen, welche nach *Stein* bei diesen Thieren mit einer merkwürdigen Metamorphose verknüpft ist. Bei den aus jüngeren Individuen hervorgehenden kleineren Cysten verwandelt sich der eingeschlossene Vorticellenkörper, indem er alle seine Organe verliert, zuletzt in eine homogene, kugelige Masse, in welcher nur der unveränderte, bandförmige Kern und ein wasserheller, aber nicht pulsirender Hohlraum sichtbar sind, welcher der contractilen Blase der Vorticelle entspricht. Nun dehne der Inhalt der Cyste sich aus, schicke am obern Ende durch die verdünnte Wandung der Hülle strahlenartige Fortsätze aus und gehe dadurch in das von *Ehrenberg* als Podophrya fixa beschriebene acinetenähnliche Gebilde über. Der bandförmige Kern der ehemaligen Vorticelle dagegen verwandle sich in einen lebhaft rotirenden Sprössling, der aus der Acinete heraustrete und seiner Gestalt nach ganz einer durch Knospenbildung entstandenen und vom Mutterkörper sich loslösenden jungen Vorticelle gleiche. Dieses Erzeugen von Sprösslingen im Innern der aus der encystirten Vorticelle hervorgegangenen Acinete wiederhole sich mehrmals; der Sprössling selbst könne sich entweder wieder encystiren oder sofort einen Stiel entwickeln und in eine gewöhnliche Vorticelle sich umwandeln.

Wenn sich dagegen erwachsene grosse Vorticellen encystiren, so ist der Verlauf ein anderer. Der Körper derselben bilde sich nämlich

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

zwar ebenfalls in eine homogene Masse um, der bandförmige Kern dagegen zerfalle in eine grosse Anzahl (über 30) scheibenförmiger Körper, welche von der sich verflüssigenden Körpersubstanz der Muttercyste ernährt werden und sich zu kleinen monadenähnlichen Embryonen ausbilden; ein anderer Theil der Körpersubstanz werde endlich zu einer gallertartigen Masse, in welcher die Embryonen schwimmen, und von der umschlossen sie die Cyste zerreissen, bis sie nach Auflösung der Gallert frei im Wasser ausschwärmen, um später ihren monadenartigen Körper in den gewöhnlichen Vorticellenleib zu entwickeln.

Nach alledem hat das Ausscheiden einer erstarrenden Hülle bei den Vorticellen entweder den Zweck, äusseren Schädlichkeiten durch vorübergehendes Einpuppen zu entgehen, oder eine Umwandelung des Körpers vorzubereiten, welche der Vermehrung und Fortpflanzung in verschiedener Weise zu dienen bestimmt ist.

Vor Kurzem hat *Ehrenberg* in seiner Abhandlung über Formbeständigkeit u. s. w. in der Natur (Monatsbericht der Berliner Akademie vom 18. December 1851) die Richtigkeit dieser von *Stein* gemachten Beobachtungen, namentlich insoweit sie das Encystiren betreffen, in Abrede gestellt. «Alle sich ablösenden Vorticellen würden, sobald sie matt werden oder sich häuten wollen, kugelartig rund und zeigten auch nach Verschiedenheit ihrer Entwickelung und Häutung dickere oder dünnere Wandungen. *Stein* habe solche matt gewordene, contrahirte oder der Häutung nahe Vorticellenleiber für Cysten erklärt; wahrscheinlich auch Räderthiereier damit verwechselt. Selbst wenn kein solcher Irrthum obwalten sollte, so sei wahrscheinlich doch nur eine Häutung gesehen worden, aber keine Cystenbildung und keine Verpuppung. Letztere Annahme, welche ein Rückkehren der Thiere in den Ei- oder Puppenzustand voraussetze, sei eine schon dagewesene Wunderlichkeit der Beobachter. Schon 1796 wollte *Guanzati* in Mailand gesehen haben, dass Infusorien, Proteus (Amphileptus moniliger), in den Eizustand zurückgingen und dann frisch wieder aus einer Schale kröchen, wobei er sich offenbar getäuscht habe. Uebrigens sei das Bilden einer schleimigen Hülle bei vielen Infusorien und Räderthieren gewöhnlich; Stentorarten thuen es im Herbst und Winter stets. Man verwechsele Verpuppung und blosse Einhüllung in Schleim oder Futteralbildung oder Häutung.»

Da ich selbst in letzter Zeit eine Reihe von Untersuchungen den Infusorien gewidmet habe — zunächst in der Absicht, um mir über das Verhältniss derselben zu den beweglichen Fortpflanzungszellen der Algen ein selbstständiges Urtheil zu bilden —, so habe ich auch Gelegenheit gefunden, die hier in Frage kommenden Thatsachen mehrfach zu prüfen. Das Ergebniss dieser Prüfung ist, dass das

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

Encystiren ein in der Classe der Infusorien verbreiteter, in sehr verschiedenen Familien derselben stattfindender Process sei.

Zur Begründung dieses Satzes glaube ich eine Erläuterung über das Wesen dieses Vorganges und über das Verhältniss vorausschicken zu müssen, in welchem derselbe zu anderen Erscheinungen in der Infusorienwelt steht. Die äussere Begrenzung des Infusorienkörpers ist, wie jetzt wohl allgemein angenommen wird, von einer gallertartigen, stickstoffreichen Schicht gebildet, welche von verschiedener Consistenz, bald weicher, bald derber, bald contractil, bald nur elastisch erscheint. Diese Körperhülle besitzt wahrscheinlich allgemein die Fähigkeit, an ihrer Oberfläche nach aussen Stoffe auszuschwitzen, welche später erstarren und einen festen, meist membranösen Aggregatszustand anzunehmen vermögen. Diese ausgeschwitzten starren Membranen treten bei den verschiedenen Gattungen in sehr verschiedener Weise auf, so dass sie morphologisch und physiologisch ganz verschiedene Bildungen zur Folge haben, die jedoch auf einem analogen genetischen Vorgange beruhen und als Panzerbildung, Gehäusebildung und eigentliche Cystenbildung bezeichnet werden können.

Wenn die festeren Stoffe dergestalt secernirt werden, dass sie eine äussere, starre Schicht des Thierleibes selbst bilden, so stellen sie einen Panzer dar. *Ehrenberg* hat diese Panzerbildung als eines der wichtigsten Momente für die Systematik erkannt und die Infusorien durchgehends in nackte und gepanzerte eingetheilt. Doch hat er unter Panzer sehr verschiedene Bildungen verstanden und namentlich auch die bald zu erwähnende Gehäusebildung damit zusammengefasst. Ich möchte als gepanzerte Infusorien nur diejenigen bezeichnen, deren Leib nicht von einer weichen, zerfliessenden, sondern von einer spröderen, starren, niemals contractilen Haut begrenzt ist, wie dies z. B. bei den Cryptomonaden (mit Ausschluss von Trachelomonas) bei Coleps und den Euplotinen der Fall ist. Dass hier die starre, äussere Haut erst nachträglich von der weichen Körpersubstanz ausgeschieden wird, beweisen die leicht zu beobachtenden Vorgänge bei Coleps. Der zierlich gebaute Panzer dieses Thierchens springt bei der Theilung in der Mitte auf und es schaltet sich zwischen die beiden Hälften des Mutterthieres ein neuer, dünnerer, weicher Theil ein, der sich später in der Mitte quer abschnürt; alsdann besteht jedes der beiden Tochterindividuen aus der alten grösseren, von dem dunkleren härteren Panzer umgrenzten, und aus der neuen kleineren Hälfte, die noch ganz weich und durchsichtig ist und leicht Sarcodetröpfchen ausscheidet. Erst später sondert auch dieser Theil an seiner Oberfläche die Molecüle aus, die zu dem etwas, wenn auch nur wenig spröden Panzer erstarren. Aus der Familie der Vorticellinen im weiteren Sinne findet

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

sich ein solcher starrer Panzer bei der von *Stein* am Rande der Kiemenblätter vom Gammarus pulex entdeckten neuen Gattung Spirochona, die abweichend von allen übrigen Vorticellinen eine starre glashelle Hautbedeckung besitzt und keiner Contraction fähig ist (Bd. III, p. 485 dieser Zeitschrift). Vermuthlich gehört auch der Panzer der Peridinien in diese Reihe, obwohl mir die Stellung dieser Organismen noch nicht klar geworden ist.

Wenn die von dem Infusorienkörper ausgeschiedenen Stoffe dergestalt erstarren, dass sie eine engere oder weitere Hülle um das Thier bilden, die jedoch nicht mit ihm organisch verwachsen ist und die Communication mit der Aussenwelt gestattet, so stellt sie jene Bildung dar, die ich als Gehäuse bezeichnen möchte. Je nachdem die Form der ausgeschiedenen Stoffe eine bestimmte oder unbestimmte, näher oder enger das Thier umgebende, und der Aggregatzustand derselben ein härterer oder weicherer ist, so ist auch das Aussehen des Gehäuses ein anderes und dasselbe hat demnach auch verschiedene Namen, als Büchschen, Futteral, Panzer, Hülse, Mantel, Schale u. s. w. erhalten. Es ist bald von schleimiger, bald von gallertartiger Beschaffenheit, bald an Chitin, bald an Hornsubstanz erinnernd, bald aus Kieselerde, bald aus Kalk bestehend, meist ein reines Secret des Thieres, seltener fremde Substanzen mit ausgeschwitztem Leime verkittend. Alle diese Bildungen haben das gemein, dass sie zunächst in flüssigem, später mehr oder weniger erstarrendem Zustande von der Oberfläche des weichen Thierkörpers ausgeschieden werden, dass sie dem letztern, welcher nur mit einem Ende festsitzt, freie Beweglichkeit in ihrem Innern gestatten, dass sie endlich an einem Ende offen sind, um den ungehinderten Zutritt der Nahrung aus dem Wasser zu gestatten. In der Jugend sind die hierher gehörigen Infusorien sämmtlich frei und ohne festere Hülle; oft bleibt von zwei nächst verwandten Gattungen die eine durch ihr ganzes Leben nackt, während die andere schon früh, oder nur unter gewissen Verhältnissen ein Gehäuse aussondert; in der Regel ist das Thier unter gewissen Bedingungen auch im Stande, sein Gehäuse wieder zu verlassen. Wir finden die Gehäusebildung zunächst bei den verwandten Formen der Trachelomonas, Lagenella und Chaetoglena. Die Entwickelungsgeschichte dieser Gattungen ist von *v. Siebold* in der Naturforscherversammlung zu Gotha 1851 vorgetragen worden und ich verweise auf seine Beobachtungen, deren baldige Veröffentlichung zu hoffen ist. Auch *Perty* hat in seinem grossen Werke «zur Kenntniss kleinster Lebensformen, Bern 1852» eine Reihe hierauf bezüglicher Thatsachen bekannt gemacht, mit denen meine eigenen Untersuchungen im Wesentlichen übereinstimmen. In der Jugend nur von einer weichen, contractilen durchsichtigen Haut begrenzt, sondern diese Thier-

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

chen später eine kugelrunde, glasartige, äusserst spröde Schale aus, die am einen Ende eine halsartige Oeffnung hat, durch welche der Flimmerfaden ins Wasser hinaustritt. Dass dieses allmählig immer dunkler sich färbende, scharlachroth gesäumte Büchschen nicht zu den eigentlichen Panzern, sondern zu den Bildungen gehört, die ich als Gehäuse bezeichne, beweist der Umstand, dass zu gewissen Zeiten das eingeschlossene Thier sich energisch contrahirt und unter beständigen euglenenartigen Gestaltveränderungen sich stundenlang im Innern der Schale herumdreht. Nach *Perty* ist dies der Vorläufer der Theilung, nach welcher die Tochterindividuen die Schale zersprengen und nackt ins Wasser treten. Uebrigens beweist dieser Vorgang, dass die Trachelomonaden weder zu den Pflanzen gehören, noch auch als gepanzerte, starre Monaden zu betrachten sind, da sie vielmehr durch ihren Bau und ihre Contractilität den Euglenen entsprechen.

In etwas anderer Weise kommt die Gehäusebildung in der Familie der Rhizopoden vor, namentlich unter den Süsswasserformen bei Arcella, Difflugia, Euglypha und Acineta, während die analogen Gattungen Amoeba und Actinophrys stets nackt bleiben; die kalkschaligen Polythalamien gehören wahrscheinlich auch hierher. Ueber den Vorgang, welcher bei der Ausscheidung des Gehäuses der Rhizopoden stattfindet, gibt es keine Beobachtungen, da die Fortpflanzung dieser Thierclasse noch völlig unbekannt ist [1]); da jedoch nach der Natur des

[1]) Ich möchte vermuthen, dass in der Classe der Rhizopoden die Copulation bei der Fortpflanzung allgemein eine wichtige Rolle spielt. Bei Actinophrys, Acineta, Podophrya ist das Verschmelzen zweier Individuen unmittelbar schon mehrfach beobachtet worden; aber auch bei den Gehäuse bauenden Gattungen kommen Zustände vór, welche auf das Vorhandensein eines ähnlichen Vorganges hinzuweisen scheinen. Ich selbst fand in dem unten erwähnten Schlamme mehrere Male Difflugien, deren Schalen zu zweien mit den Oeffnungen aufeinander gesetzt und so fest verbunden waren, dass sie durch eine starke Bewegung des Wassers nicht getrennt werden konnten; das eine Gehäuse war oft leer, der Inhalt des zweiten in eine Kugel zusammengezogen. Dass eine solche Verbindung nicht zufällig war, geht daraus hervor, dass der erste Entdecker der Difflugien, *Leclerc*, im Jahre 1845 bereits dergleichen paarweise aneinander haftende Thiere abbildet, die er in geschlechtlicher Vereinigung glaubt; seine Beobachtung ist nicht an der gewöhnlichen Art mit eiförmigem Gehäuse, sondern an einer seltneren gemacht, die ich kürzlich unter Closterien von Schnepfenthal gefunden und Difflugia Helix genannt habe; sie besitzt eine schneckenartige Schale von 4½ Windungen. Arcellen habe ich ebenfalls mit den Oeffnungen aufeinander liegend angetroffen, auch *Perty* zeichnet in seinem neuen Buche dergleichen Thiere ab, von denen das eine eine bräunliche, das andere eine lichtere Schale besass, ganz ebenso habe ich sie auch gefunden (vergl. dessen Mikroskopisches Leben tab. IX, fig 2). Von Miliola vermuthet *Gereais* getrennte Geschlechter, weil er vor dem Gebären der Brut meist zwei Indi-

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

Gehäuses Selbsttheilung hier nicht stattfinden kann, so muss vorausgesetzt werden, dass die Jungen zuerst nackt sind und erst später die Hülle bilden. Diese ist bei den Arcellen und Euglyphen hornartig und sehr zierlich gebaut, jedoch ein reines Secret; bei den Difflugien dagegen nehmen auch fremde Körper, namentlich Sandkörnchen und Bacillarienschalen an der Bildung des Büchschens Theil und sind durch einen erhärteten Schleim zusammengekittet, so dass hier offenbar das amoebenartige Thier allmählig seine eigene Schale bauen muss. Ich selbst fand zwischen lebendigen Difflugien im Schlamme eine grosse Menge eigenthümlicher Thierchen von contractiler, grauer oder brauner, feinkörniger Substanz, im Durchmesser etwa $^1/_{50}'''$ und darüber erreichend, von eirundem oder eckigem Umriss und von einer weiten, gallertartig schleimigen Hülle umgeben, deren Breite $^1/_{170}'''$ erreichte; nach aussen erschien die Begrenzung dieser Schleimhülle unbestimmt körnig; von dem Thierkörper gingen an verschiedenen Stellen dünnere oder dickere Strahlen aus, die durch die Schleimhülle hindurchtraten und sich beständig veränderten, ausstreckten und wieder einzogen; auch der Umriss des sich ziemlich rasch bewegenden Thieres verändert allmählig seine Gestalt (vergl. Tab. XIII, Fig. 17 u. 18). So glich das Ganze einer Actinophrys, die von einer schleimigen Hülle umgeben war. In dieser Schleimhülle beobachtete ich viele bräunliche und schwärzliche Sandkörnchen, auch Cyclotellenschalen, die an den ausgeschickten Strahlen des Thieres angeklebt und beim Einziehen derselben an seiner Aussenfläche wieder abgelagert worden waren. Ich vermuthe, dass ich in diesen actinophrysähnlichen Thierchen junge Difflugien vor mir hatte, welche im Begriff waren, ihre Gehäuse zu bauen, indem sie in eine ausgeschiedene Schleimschicht feste Sandkörnchen und Bacillarien einlagerten (siehe Fig. 17 u. 18)[1].

Die Rhizopoden sind mit ihrer Schale nirgends verwachsen und bei den durchsichtigeren Arcellen bemerkt man häufig, dass der amoebenartige Körper nur durch strahlenartige Fäden an der innern Fläche des Gehäuses festsitzt oder in eine freie Kugel zusammengezogen ist. Immer ist an einem Ende eine Oeffnung, durch die das Thier seine contractilen Fortsätze frei ins Wasser herausstrecken kann.

viduen aneinander hängen sah, Von wirklicher Begattung kann hier überall, wie schon *Ehrenberg* bemerkte, ebenso wenig die Rede sein, wie von Selbsttheilung; der Vorgang lässt sich also nur als Copulation deuten. So wenig Werth dergleichen vereinzelte Beobachtungen besitzen, so müssen sie doch zu genauerer Untersuchung der fraglichen Verhältnisse hindrängen.

[1]) Wahrscheinlich gehört hierher das von *Ehrenberg* als Trichodiscus Sol bezeichnete Thierchen, dessen Strahlen nach seiner Zeichnung von der Mitte des Körpers ausgingen, und das er zum Theil durch Körnchen bräunlich gefärbt fand.

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

Die letzte Familie unter den Infusorien, bei denen Gehäuse ausgeschieden werden, sind die Vorticellinen im weitesten Sinne, in dem sie zugleich die Ophrydinen *Ehr.* mit umfassen. Von letzteren stecken Tintinnus, Vaginicola und Cothurnia in offenen, durchsichtigen, häutigen Becheen, die ohne Zweifel einem erstarrenden Secret ihre Entstehung verdanken, da die durch Knospung und Theilung frei werdenden Individuen noch einen nackten Körper zeigen. Bei Ophrydium versatile sitzen nach *Ehrenberg* die einzelnen Thierchen ebenfalls in gallertartigen Mänteln, in denen sie sich contrahiren und ausstrecken können; nach den Beobachtungen von *Frantzius* sollen jedoch die vorticellenartigen Thierchen frei auf der Peripherie einer Gallertkugel befestigt sein. Die eigentlichen Vorticellinen sind von *Ehrenberg* dadurch charakterisirt, dass bei ihnen keine von ihm sogenannte Panzerbildung stattfinden könne — wenn man nicht etwa die Erzeugung der Stiele, die ohne Zweifel von dem Thierkörper selbst ausgeschieden werden, als eine partielle Secretion oder Gehäusebildung in ähnlicher Weise ansehen will, wie die Entstehung der Gomphonemasticle durch *Naegeli* auf einseitige Ausscheidung von Hüllsubstanz zurückgeführt worden ist. Dagegen baut die Gattung Stentor, welche von *Ehrenberg* zu den ungepanzerten Vorticellinen gestellt, von *Dujardin* und *Stein* dagegen aus ihrer Verwandtschaft ausgeschlossen worden ist, zu gewissen Zeiten echte Gehäuse; von einer Art, dem Stentor Mülleri, erwähnt bereits *Ehrenberg*, dass sie lange in cylindrischen Glasröhren cultivirt, sich an die Wände festsetze, eine schleimige Hülle ausscheide und sterbe (Infus. p. 236); in seiner oben citirten Abhandlung setzt er hinzu, dass dies im Herbst und Winter stets geschehe. Ich selbst habe diesen Stentor in grossen Massen in dem von mir schon bei meinem früheren Aufsatze erwähnten infusorienreichen Graben des hiesigen botanischen Gartens zwischen faulen Blättern insbesondere im Frühling zu Anfang April beobachtet. Brachte ich Wasser von daher in eine grosse Porzellanschale, so bemerkte ich an der Oberfläche desselben in Kurzem mit blossen Augen eine Menge kleiner weisser schwimmender Bläschen, die sich zum Theil an Holzstückchen u. s. w. haufenweise ansetzten. Unter dem Mikroskop erwiesen sich diese Bläschen als weite, hohle, eiförmige Säcke, die von einer schleimigen Substanz gebildet, an einem Ende offen waren, während am geschlossenen Grunde ein Stentor festsass; das spitze Ende desselben hatte sich zu diesem Zwecke nach Art eines Saugnapfes erweitert und schloss nicht selten eine Luftblase ein (Fig. 16). Von diesem weiten Schleimsacke umgeben schwammen die Stentoren durch das Wasser, indem sie den schneckenförmigen Wimperkranz aus der Oeffnung des Gehäuses hinaussteckten und mit Hülfe desselben einen Strudel erregten (Fig. 16); dann zogen sie sich wieder zurück-

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

schnellend in das Gehäuse hinein (Fig. 15), um bald darauf sich ausdehnend aufs Neue aus der Oeffnung herauszuschauen. Im Innern des Gehäuses bewegten sich meist eine grosse Anzahl parasitischer Chilomonaden (Fig. 15, 16 *a*). Dass die Stentoren sich in diesem Zustande unbehaglich fühlten und abzusterben im Begriff wären, konnte ich nicht finden, da ich die Hülsen im frischsten Wasser beobachtete; es schien die Bildung derselben vielmehr ein normaler Vorgang zu sein; auch bemerkte ich häufig, dass sich Stentoren innerhalb des Sackes durch Knospung vermehrt hatten. Im Gegentheil rissen sich die Stentoren, in ungünstigen Verhältnissen, namentlich wenn das Wasser im Objectgläschen zu verdunsten anfing, von dem Sacke los, traten heraus und schwammen frei im Wasser umher, während jener leer zurückblieb. Dies spitze Ende, an welchem das Thier festgesessen hatte, zeigte sich dann in einen Wimperbart aufgelöst.

Ganz ähnliche Gehäuse, wie wir sie hier in verschiedenen Modificationen bei den Infusorien bemerkt haben, kommen auch bei den Räderthieren vor, indem die Gattungen Oecistes, Tubicolaria, Stephanoceros [1]), Floscularia in gallertartigen, denen von Stentor entsprechenden Hülsen stecken, während Conochilus und Lacinularia nach Art von Ophrydium auf Gallertkugeln festsitzen, Limnias und Melicerta dagegen bestimmt organisirte, an die der Arcellinen erinnernde Gehäuse bauen. Hier können sich überall die Thiere frei in den Hüllen contrahiren und ausstrecken, und sie selbst in ungünstigen Verhältnissen wieder verlassen. Die von *Ehrenberg* hiermit in Parallele gestellten harten Schalen der Euchlanidoten und Brachionen sind dagegen mit den von mir als eigentliche Panzer bezeichneten festeren Membranen gewisser Infusorien zu vergleichen, da sie zur eigentlichen Hautbedeckung gehören.

Der Zweck der Gehäusebildung scheint nur individueller Schutz des weichen Körpers gegen äussere schädliche Einflüsse zu sein; für entwickelungsgeschichtliche oder physiologische Vorgänge scheint derselbe keine Bedeutung zu haben, indem alle Lebensthätigkeiten ungehindert innerhalb des Gehäuses vor sich gehen.

Die Cystenbildung unterscheidet sich von der Secretion der Gehäuse morphologisch zunächst dadurch, dass die ausgeschiedene Substanz beim Erhärten eine völlig geschlossene, structurlose Blase

[1]) Das Futteral, in welchem Stephanoceros Eichhornii steckt, ist nach meinen Beobachtungen nicht eine einfache Schleimhülle, sondern eine nach aussen bestimmt begrenzte, von welligen Contouren eingefasste, innen eng anliegende Gallertröhre, deren obere Oeffnung bei der Contraction des Thieres sich durch Vorquellen der elastischen Substanz schliesst, während dieselbe beim Ausstrecken auseinandergedrängt und ihr freier Rand durch den Körper umgebogen wird.

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

darstellt, welche das Thier allseitig von der Aussenwelt isolirt. Hiermit tritt in Verbindung, dass das in der Encystirung begriffene Infusorium vorher alle äusseren Körperfortsätze einzieht, sich kuglig contrahirt, dass es dann, nachdem es sich in die Cyste eingeschlossen, allmählig alle Lebensthätigkeiten suspendirt lässt, und in einen Zustand anscheinender Ruhe übergeht, den man als latentes Leben bezeichnet hat.

Dass eine derartige Encystirung wirklich im Reiche der Infusorien vorkommt, lässt sich, wie ich in Bestätigung der *Stein*'schen Untersuchungen beobachtet habe, zunächst bei den Vorticellen nachweisen. Auch ich habe nicht selten in Infusionen jene kugligen Cysten gefunden, die durch die contractile Vacuole und den bandförmigen Kern ihren Ursprung deutlich erkennen liessen, und aus denen nach Durchbrechung der zarten Cystenmembran unter meinen Augen die Vorticellen wieder ausschlüpften. Die weiteren Beobachtungen *Stein's* über Metamorphose dieser Cysten in Acineten und die Erzeugung monadenartiger Embryonen im Innern derselben zu bestätigen, hat es mir zwar bisher an Material gefehlt; dagegen kann an dem Encystiren der Vorticellen selbst durchaus kein Zweifel sein und die Vermuthung einer Verwechselung mit Räderthiereiern oder mattgewordenen Thieren möchte kaum gerechtfertigt sein.

Auch eine zweite von *Ehrenberg* als irrig erklärte, von *Guanzati* an seinem Proteus gemachte Beobachtung glaube ich wenigstens für nicht unwahrscheinlich erklären zu können. Es ist mir zwar nicht gelungen, das von *Ehrenberg* citirte Werk (opuscul. scelte Vol. XIX, p. 10—16) im Original zu vergleichen, und ich kann mich daher nur auf das von *Ehrenberg* selbst gemachte Excerpt beziehen, wonach der Proteus zu Kügelchen vertrocknet und befeuchtet nach 3—4 Stunden oder 3 Tagen wieder auflebe; *Guanzati* halte die Umwandelung in eine Kugel für nothwendig, spreche von einer Schale, die das Thier beim Wiederaufleben verlasse, und denke es sich als eine Rückkehr in den Eizustand und als eine Wiedergeburt.

Nach *Ehrenberg's* Bestimmung ist der von *Guanzati* erwähnte Proteus wahrscheinlich sein Amphileptus moniliger. Bei einer mit dieser Form sehr nahe verwandten Gattung ist dagegen von mir das Vorkommen von Cysten beobachtet, nämlich bei der durch ihre wunderlichen, im höchsten Grade contractilen Bewegungen ausgezeichneten Trachelocerca Olor *Ehr.* Ich fand die Cysten in einer von lebendigen Thieren reich belebten Infusion in wenigen Exemplaren; besonders vollständig wurden sie von meinem Freunde, Herrn Dr. *Auerbach*, beobachtet, dem ich auch die auf beiliegender Tafel XIII enthaltenen Zeichnungen Fig. 10 u. 11 verdanke. Nach den mir von ihm gemachten Mittheilungen zeigte sich zuerst die derbe Membran der Cyste ziemlich

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

dicht von dem anfänglich unbeweglichen Körper des Thieres erfüllt; dieser hatte die Gestalt einer dunklen, von einer lichteren Zone umgebenen Kugel, an welcher ausser einer grossen mittleren, nicht contractilen Vacuole keine höhere Organisation erkennbar war (Fig. 10 *v*). Unter den Augen des Beobachters fing sich nun die eingeschlossene Kugel an zu drehen und sich rastlos innerhalb der Cyste herumzuwälzen, wie gewisse Trematodenembryonen, die im Begriff stehen, die Eischale zu verlassen. Dabei contrahirte sich das Thier allmählig mehr und mehr und zog sich unter beständigem Rotiren von der Cystenwand zurück; dadurch wurden nun auch die spiraligen Furchen sichtbar, welche den contrahirten Körper der Trachelocerca bekanntlich charakterisiren; auch der Hals des Thieres begann sich auszustrecken (Fig. 11 *). Ohne Zweifel war die Trachelocerca im Begriff die Cyste zu verlassen; ein Zufall verhinderte zwar den Moment des Ausschlüpfens zu beobachten, aber bald darauf wurde die Cyste leer gefunden und im Wasser schwamm in ihrer gewöhnlichen Gestalt die Trachelocerca.

Vollständiger sind die Beobachtungen, welche ich selbst an einer dritten, ebenfalls im Graben des botanischen Gartens beobachteten Form, dem Trachelius Ovum *Ehr.* gemacht habe. Bekanntlich ist dieses grosse Infusorium von der Gestalt eines Eies, das sich am obern Ende in einen kurzen beweglichen, halsartigen Fortsatz oder Rüssel verlängert. Sein Körper ist im Innern von einem dunkleren, dichteren Netze durchzogen, welches *Ehrenberg* für einen verzweigten, baumartigen Kanal erklärt, dessen Aeste blind endigen und an den Enden sich kugelartig zu Magenblasen von beliebiger Grösse ausdehnen; daher sei bei keinem polygastrischen Thiere der Darm an sich so direct zu erkennen als bei diesem (Infusor. p. 323). *v. Siebold* erklärte diesen verzweigten Darmkanal für einen fasrigen, das äusserst lockere Parenchym durchziehenden, keineswegs hohlen Strang, der durch seine Verästelungen dem Innern des Thieres ein grobmaschiges Ansehen gebe (vergl. Anatom. I, p. 16). Nach meinen Beobachtungen besteht der Thierkörper aus einer schleimig gallertartigen, trüb feinkörnigen Rindensubstanz, die nach aussen auf glatter Begrenzung die über die ganze Oberfläche vertheilten Wimpern trägt, aber nicht das Innere des Thieres gleichmässig erfüllt; das letztere wird vielmehr von einer viel dünneren, wasserähnlichen Flüssigkeit eingenommen, durch welche sich Fäden und Stränge der dichten Schleimsubstanz, von der Rinde ausgehend, hindurchziehen, zu dünneren oder dickeren Massen zusammentreten, oder netzförmig sich verästeln, in besonders dichter Schicht aber den gelblichen Kern umgeben (Fig. 8). Auf diese Weise scheint mir der Körper des Trachelius Ovum einen analogen Bau zu besitzen, wie etwa die Zellen der Haare an den Filamenten von Tradescantia, indem auch hier durch den

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

wässerigen Zellsaft Ströme und Netzfäden dichteren Schleimes oder Protoplasmas sich hindurchziehen, welche den Zellkern umhüllen, und am Rande in den ebenfalls aus Protoplasma bestehenden Wandbeleg übergehen (vergl. u. a. *Mohl*, die Pflanzzelle, tab. I, fig. 7, in *Wagner's* physiologischem Handwörterbuch). Ausserdem sind über die Oberfläche des Thieres in ziemlich gleicher Entfernung zahlreiche lichte, kreisrunde Vacuolen verstreut; diese haben ihren Sitz in der Rindenschicht und sind von *Ehrenberg* als Magenbläschen gedeutet worden, welche eben an jenen Darmverästelungen festsässen (Fig. 8 *v v*). Ich habe jedoch gefunden, dass diese Vacuolen periodisch verschwinden und dann wieder erscheinen, dass sie demzufolge zu den contractilen Blasen gehören müssen. Trachelius Ovum hat demnach eine ähnliche Vertheilung zahlreicher contractiler Blasen, wie Trachelius Meleagris, bei dem dieselben in Reihen am Rücken perlschnurartig geordnet sind und nach *Ehrenberg* blassrothe Galle oder Verdauungssaft secerniren sollen, oder wie Amphileptus meleagris, margaritifer, longicollis u. s. w., bei denen sie von ihm als Saftbläschen bezeichnet sind. Dagegen hat *v. Siebold* bereits nachgewiesen, dass alle diese lichten Hohlräume zu den contractilen Blasen gehören, welche bei diesen Thieren zu 5—16 vorhanden sind. Noch grösser ist die Zahl derselben bei Trachelius Ovum, und sie finden sich bei ihm auf der ganzen Körperfläche (Fig. 8[1]; es erhellt übrigens von selbst, dass, wenn die Hohlräume nicht als Magenbläschen betrachtet werden dürfen, die dunklen, keineswegs faserigen Stränge auch nicht als Darmkanal angesehen werden können. Dass auch *Ehrenberg* das pulsirende Verschwinden und Erscheinen dieser Hohlräume gesehen habe, glaube ich aus seiner Bemerkung entnehmen zu können, «dass auch die feinsten Zweige des verästelten Stranges der unerwartetsten Erweiterung fähig seien». Den Kern fand ich bei Trachelius Ovum nicht bandförmig, wie ihn *Ehrenberg* zeichnet, sondern doppelbrodartig, wie er ihn von Trachelius Meleagris und Amphileptus Anser abbildet (Fig. 8 *n*).

An diesem Thiere habe ich nun zu zwei verschiedenen Malen gegen Ende des März beobachtet, dass seine gewöhnlich sehr gewaltsamen Bewegungen schwerfällig wurden, indem dasselbe sich beständig in einem kleinen Raume herumdrehte, ohne von der Stelle zu kommen; zuletzt wälzte sich das Thier nur um seine eigene Achse herum. Nun fing der Wimperüberzug, der beständig flimmerte, an, undeutlich zu werden, als sei er von einer dünnen Schleimschicht umflossen. Nach Kurzem bemerkte ich, dass der Umriss des Thieres von einer neuen feinen Contour umgeben war; es stellte sich bald heraus, dass diese Linie einer noch ganz zarten und weichen, glashellen Membran entsprach, die unter meinen Augen von dem Thiere längs seiner ganzen Oberfläche ausgeschwitzt war. Dieses drehte sich ununterbrochen um

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

sich selbst, wobei es anfänglich seine gewöhnliche Gestalt ziemlich beibehielt (Fig. 8); durch das beständige Rotiren ward jedoch die eben erzeugte Cyste zu einer vollständigen Kugel ausgeformt; und indem die Membran derselben allmählig immer fester wurde, legte sie der Gestalt des sich längs ihrer Wand herumwälzenden Thieres Zwang an und nöthigte dasselbe, sich ebenfalls kugelig zu contrahiren; der vorspringende Rüssel legte sich demnach dicht an den Thierleib an und liess sich nur durch eine zarte Falte als ein von der Kugel gesondertes Organ unterscheiden; die Cystenwand wurde unmittelbar von den in beständiger Thätigkeit begriffenen Wimpern berührt, so dass man sie zum grössten Theil nicht unterscheiden konnte (Fig. 9); von ihrer Fläche wurden ohne Zweifel beständig neue Verdickungsschichten auf die Cystenwand ausgeschwitzt. An gewissen Stellen jedoch zog sich der Thierkörper weiter von der Wand zurück, so dass man Wimpersaum und Cystenmembran deutlich unterscheiden konnte; diese contrahirten Stellen schritten über die Peripherie des Thieres in wellenförmiger oder peristaltischer Bewegung fort. Die Drehung des Thierkörpers in der Cyste geschah sehr schnell und unausgesetzt, eine Zeit lang von rechts nach links, dann wieder umkehrend von links nach rechts, um in Kurzem wieder in die vorige Rotation zurückzugehen.

Ich war begierig zu erfahren, was nun mit der Cyste, die sich während der Beobachtung innerhalb etwa 10 Minuten gebildet und vollendet hatte, weiter geschehen werde. Aber nachdem der encystirte, in die Kugel contrahirte Trachelius noch etwa fünf Minuten rastlos rotirt hatte, bemerkte ich zu meiner Verwunderung, dass an einer Stelle die Cyste platzte und der gepresste Thierkörper hier hervorquoll. Indem derselbe aber immer fortfuhr, sich innerhalb der Cyste umzudrehen, so erweiterte er den Riss mehr und mehr, und es währte nicht lange, so war das Infusorium vollständig wieder aus der Cyste herausgekommen, die als eine zarte Blase leer zurückblieb. Das Thier zeigte seine unveränderte Gestalt, streckte den beweglichen Rüssel aus und schwamm eine Strecke weiter. Aber bald blieb es wieder stehen, drehte sich um sich selbst und begann von Neuem wieder den Schleim auszuschwitzen, der wieder, wie früher, zur Cyste erstarrte. Nachdem es sich in dieser neuen Cyste wiederum rastlos herumgedreht, brach es nochmals etwa nach einer Viertelstunde heraus. Diesen Vorgang habe ich während einer Stunde sich viermal wiederholen sehen, so dass der Trachelius viermal hinter einander sich encystirte und viermal wieder die Cyste verliess; später verlor ich ihn aus den Augen. Offenbar hatte derselbe den inneren Drang sich zu encystiren; aber die äusseren Verhältnisse, das allzu grelle Licht oder die zu geringe Wasserschicht auf dem Objectglase mochte ihm nicht behagen, so dass er immer wieder von Neuem sein begonnenes Werk aufgab. Wir müssen

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

überhaupt annehmen, dass sich die Infusorien auf dem Objectglase in einem Zustande befinden, der dem für das Encystiren erforderlichen möglichst ungünstig ist; wahrscheinlich brauchen sie zum letzteren, ähnlich wie viele Raupen beim Verpuppen, eine dunkle Stelle, wo möglich am Grunde des Wassers, während sie auf dem Mikroskoptisch sich stets in einem gereizten Zustande befinden, der sich auch in den unruhigen Bewegungen der Thiere ausspricht; wenigstens können wir es nur dadurch erklären, dass alle encystirten Infusorien, so wie sie unter das Mikroskop kommen, alsbald das Bestehen zeigen, die Hülle wieder zu verlassen, was sie sicher im normalen Zustande nicht immer gethan haben würden.

Meinem Freunde Herrn Dr. *Auerbach* ist es auch gelungen, bei einer vierten Gattung, dem kleinen in stehenden Infusionen gemeinen Chilodon uncinatus, Cystenbildung zu entdecken. In einem Wasserglase nämlich, in welchem früher dergleichen Thiere in Menge gelebt hatten, fand derselbe etwas später eine grosse Menge durchsichtiger kugeliger oder elliptischer Blasen, welche ich ebenfalls bei ihm untersucht und nach einer mir von ihm mitgetheilten Zeichnung unter Fig. 12 und 13 aufgenommen habe. Innerhalb der von einer scharf begrenzten Membran umschlossenen Cysten lagen stets zwei Individuen mit den flachen Seiten an einander, in deren Gestalt namentlich wegen des rings um den flach linsenförmigen Körper vorspringenden, zarten, vorn hakenförmig gekrümmten Saumes sich der Charakter des Chilodon nicht verkennen liess. Sie lagen meist so, dass das Kopfende des einen dem Schwanzende des andern Individuum entsprach; in ihrem Innern pulsirten eine oder zwei contractile Vacuolen. Eine weitere Entwickelung dieser Cysten konnte nicht beobachtet werden; sie sind aber darum von besonderem Interesse, weil sich in ihnen nicht, wie bei Vorticella, Trachelocerca und Trachelius, ein, sondern immer zwei Individuen zusammen encystirt vorfanden. Dem aussern Ansehen nach erinnern demzufolge die Cysten von Chilodon auffallend an die der Gregarinen, welche nach den Angaben von *Stein* ebenfalls stets paarweise von der Cystenhülle umgeben sind.

In sehr grosser Anzahl habe ich die Cysten bei einer fünften Gattung kennen gelernt, einem ebenfalls im Graben des botanischen Gartens zwischen Oscillarien und Spirulinen lebenden Thierchen, das ich als Prorodon teres *Ehr.* bestimmt habe. Als ich im vergangenen Jahre in den ersten Tagen des Frühlings Lemnawurzeln untersuchte, welche in Wasser zwischen den Oscillarien untergetaucht waren, so fand ich dieselben dicht bedeckt mit zahllosen, grossen, dunkelgrauen kugeligen Cysten, die die Gestalt von Eiern besassen (Fig. 1); sie waren von einer zarten scharfbegrenzten Membran eingeschlossen und dicht von dem trüben Inhalt ausgefüllt, an welchem eine grosse Anzahl

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

bräunlicher, röthlicher, gelblicher, schwärzlicher Ballen und Körnchen eine auffallend bunte Färbung hervorriefen; sonst war keine Organisation im Innern erkennbar. Ein grosser Theil dieser grossen Cysten zeigte nicht die geringste Spur von Leben (Fig. 1 *); nur eine in den meisten zu beobachtende Vacuole, die periodisch verschwand, liess auf ihre thierische Natur schliessen (Fig. 1 *e*), aber während der Beobachtung fingen sich einzelne der in den Cysten eingeschlossenen Kugeln an, erst langsamer, dann immer rascher zu drehen; indem sie sich an einzelnen Stellen in wellenförmiger Contraction von der Membran der Cyste zurückzogen, so wurde diese selbst als eine zarte glashelle Haut sichtbar; ebenso liess sich erkennen, dass der eingeschlossene, rotirende Körper flimmerte (Fig. 1 *a*, 2). Nach einiger Zeit platzte die Cyste an irgend einer Stelle; ein Theil des Thieres trat durch den Riss heraus, und schraubte sich nun unter beständiger Rotation um seine Längsachse weiter vorwärts. Da aber die Oeffnung der Cyste viel zu klein war, um den ganzen Thierkörper hindurchzulassen, so schnürte sich derselbe in der Mitte scharf ein, so dass er eine semmelförmige Gestalt annahm (Fig. 1 *b*); beide innerhalb und ausserhalb der Cyste sich befindenden Theile des Infusoriums zeigten stets die Gestalt von Kugeln, die aber in jedem Augenblicke, und zwar im entgegengesetzten Verhältniss ihre Grösse veränderten; zuerst war der ausserhalb befindliche Theil der bei weitem kleinere; indem sich aber das Thier ununterbrochen vorwärts nach aussen schraubte, so strömten die gröberen Ballen des Körperinhalts mehr und mehr in die äussere Hälfte; bald glich das Thier zwei durch einen engen Kanal zusammenhängenden, gleich grossen Kugeln; nun wurde die in der Cyste noch eingeschlossene Hälfte immer kleiner; endlich war das Thier völlig herausgetreten und schwamm frei im Wasser (Fig. 4 u. 5). Es war über und über mit Wimpern bedeckt und hatte die Gestalt eines gestreckten Sphäroids; am vorderen Ende war eine sehr deutliche Mundhöhle bemerkbar (Fig. 2 *o*), welche in den, von dem reusenartigen Zahnapparat gestützten Schlund führte; am entgegengesetzten Ende befand sich eine contractile Blase (Fig. 2 *v*). Die verlassenen Cysten liessen sich als durchsichtige, glashelle, in der Mitte durchgerissene Blasen erkennen (Fig. 1 *c*). In der Regel lösten die Cysten sich bald auf, nachdem das Thier herausgeschlüpft war, und verschwanden unter den Augen. Nach einer halben Stunde war der grösste Theil der Cysten leer; und die neugeborenen Prorodonten schwärmten durch das Wasser; nur wenige Cysten zeigten noch immer keine Aeusserung des in ihnen schlummernden Lebens. Solcherweise habe ich sehr zahlreiche Individuen aus ihren Cysten hervorbrechen und dann weiter schwimmen sehen; sie zeigten sehr verschiedene Grösse; denn während die Thiere der grössten Cysten im Durchmesser wohl die Zeichnungen

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

erreichten, welche *Ehrenberg* von Proroden niveus gibt (Fig. 5), so fanden sich auch so kleine, dass sie kaum in der Grösse dem Proroden teres gleichkamen (Fig. 4); bei letzteren war oft der Zahnapparat kaum sichtbar, bei ersteren meist auffallend deutlich. Den Kern fand ich jedoch bei meinen Thieren nicht hufeisenförmig, sondern kugelig, wie ihn *Ehrenberg* von Chilodon oder Nassula abbildet; doch war die Mundöffnung immer nur am vorderen Ende wahrzunehmen.

Bei einem Individuum beobachtete ich, dass dasselbe an einem Punkte seine Cyste eben durchbrochen hatte; nun trat ein Theil des körpers als kleine Kugel heraus, die nur durch einen sehr schmalen Isthmus mit dem noch in der Blase steckenden Thiere zusammenhing (Fig. 3 bei *a*). Aber die Oeffnung der Cyste war nicht gross genug, um der Körpermasse des Thieres freien Durchtritt zu gestatten, so dass dasselbe nur langsam und mit Mühe sich herausschrauben konnte. Bald darauf platzte die Cyste an einer zweiten Stelle und auch hier fiel ein Theil des eingeschlossenen Proroden in Gestalt einer Kugel vor (Fig. 3 bei *b*); da aber dieser zweite Riss grösser war, so versuchte das Thier zur neuen Oeffnung sich herauszuschrauben, was ihm auch leicht gelang; der aus der ersten Spalte ausgetretene kugelige Theil vergrösserte sich nun nicht mehr, da die Körpermassen nach der andern Stelle strömten; der Isthmus, welcher jenen mit dem übrigen Thierkörper in Verbindung erhielt, wurde immer enger und länger, je weiter sich das Thier beim Austritt von der Wand der Cyste entfernte; allmählig wurde er in einen dünnen Schleimfaden ausgezogen, der endlich in der Mitte riss (Fig. 3). Die abgerissenen Enden zogen sich nun nach beiden Seiten in die jetzt völlig getrennten Partien des Prorodonkörpers hinein; die kleinere, zur kleineren Oeffnung ausgetretene Kugel war nicht lebensfähig und zerfloss bald; dagegen gelangte der übrige Theil glücklich ins Wasser und verhielt sich, als wäre ihm nichts geschehen, wie ein vollständiges Thier, nur dass es etwas kleiner war, als gewöhnlich; alsbald bewegte es sich weiter. Ich glaube, dass wenn zur ersten Oeffnung (*a*) eine grössere Partie des Thierkörpers ausgetreten wäre, zwei lebendige Individuen aus dieser sonderbaren Art des Ausschlüpfens würden hervorgegangen sein.

Den Act des Encystirens selbst habe ich bei Proroden nicht beobachtet; es ist mir daher zweifelhaft geblieben, ob die Cysten nicht etwa schon im vorhergehenden Herbste von den Thieren gebildet waren, um in diesem Ruhezustande leichter zu überwintern. Sollten jedoch die bunten Kugeln, die ich auch im Innern eben ausgeschlüpfter, ja noch in der Cyste steckender Thiere beobachtete, Nahrungsballen sein, wie man gewöhnlich annimmt, so könnten dieselben freilich erst kurz vorher ihre Cysten ausgeschieden haben. Dagegen habe ich an Pro-

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

rodon eine andere Beobachtung gemacht, welche über die Bedeutung des Encystirens einigen Aufschluss gibt. Ich fand nämlich zwar in der Regel in jeder Cyste nur eine Thierkugel; in vielen Fällen beobachtete ich jedoch, und zwar in Cysten der verschiedensten Grössen, zwei Halbkugeln platt aneinander liegend, deren jede ihrer Organisation nach einem encystirten Prorodonkörper entsprach (Fig. 1 *e* und Fig. 6). Es kann, wie ich glaube, kein Zweifel sein, dass diese letzteren Formen von einer Theilung von Prorodonten herrührten, welche innerhalb der Cyste vor sich gegangen war. In der That traf ich auch in einzelnen Cysten Kugeln an, die sich erst in der Mitte eingeschnürt hatten, aber noch nicht in zwei getrennte Hälften zerfallen waren (Fig. 1 *d*). Diesen eben getheilten Thieren entsprechen wahrscheinlich auch die kleinen und mit unvollkommenem Zahnapparat begabten Individuen, die ich häufig zwischen den übrigen herumschwärmen sah (Fig. 4). Ich glaube deshalb annehmen zu können, dass die bei Chilodon uncinatus stets paarweise in der Cyste beobachteten Individuen auch erst nachträglich sich innerhalb ihrer Hülle getheilt hatten und nicht bereits zu zweien eine gemeinschaftliche Cyste ausgeschieden haben. Nach einer Beobachtung des Herrn Dr. *Auerbach* fand sich sogar in einer Chilodoncyste ein einzelnes durch seine Breite auffallendes Individuum, das unter dem Mikroskop nach einigen Stunden in zwei platt aneinander liegende sich getheilt hatte. Wenn demnach die *Stein*'schen Beobachtungen von der Copulation der Gregarinen vor dem Encystirungsact richtig sind, so ist die Aehnlichkeit derselben mit den gleichfalls Doppelindividuen enthaltenden Cysten von Chilodon und Prorodon nur eine scheinbare.

Der Act, durch welchen die encystirten Prorodonten aus ihren Cysten ausschlüpfen, geht im Ganzen in derselben Weise vor sich, in welcher die beweglichen Sporen von Vaucheria mit Hülfe des ihre ganze Oberfläche bekleidenden Flimmerüberzuges unter fortdauernder Rotation aus der glashellen Mutterzelle heraustreten. Bekanntlich werden auch diese grossen Sporen durch die enge Oeffnung an der Spitze der Mutterzelle von einem zum andern Ende fortlaufend semmelförmig eingeschnürt. Ich habe auch bei Vaucheria einmal beobachtet, dass die Austrittsöffnung zu eng war, um den Durchtritt der Spore unversehrt zu gestatten. Nachdem ein Theil derselben sich herausgewunden hatte, riss derselbe an der Einschnürung ab und trennte sich von dem noch in der Mutterzelle steckenden Theile; die Risswunde schloss sich bei beiden Hälften; beide rundeten sich zu vollständigen Kugeln ab; das ausgetretene Stück schwamm, wie es die gewöhnlichen Sporen thun, in spiraliger Bahn weiter, als sei es unverletzt; die andere Hälfte konnte keinen Weg nach aussen finden und keimte später im Innern der Mutterzelle. Dieser Vorgang erinnert an das abnorme

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

Austreten aus zwei Cystenöffnungen, das ich so eben bei Prorodon beschrieben habe.

Eine noch grössere Analogie mit dem Austreten der Schwärmsporen von Vaucheria bietet wegen einer ganz ähnlichen Form und Färbung das Ausschlüpfen einer sechsten Infusorienart aus ihren Cysten, welche ich ebenfalls im Frühjahr 1851 im Wasser des botanischen Gartens beobachtet habe. Die kugeligen Cysten, von bedeutender Grösse, aber an Gestalt denen von Prorodon ganz gleich, erinnerten vollständig an eine ruhende pflanzliche Zelle, da sie durch Chlorophyllkügelchen grün gefärbt waren. Aber bald zeigte sich bei ihnen das schon geschilderte Rotiren im Innern der Cystenmembran, das mit dem Platzen derselben endete, worauf, beständig in der Mitte sich einschnürend, das Infusorium heraustrat; dabei machte das Strömen der Chlorophyllbläschen aus der einen in die andere Hälfte ganz den eigenthümlichen Eindruck, den wir bei dem Austreten der Vaucheriasporen schon lange kennen (Fig. 7). Das aus der Cyste befreite Thier selbst glich in seiner Gestalt, Bewimperung und der Vertheilung der grünen, von einer farblosen Randzone eingefassten Chlorophyllbläschen einer Vaucheriospore in auffallendem Grade; nur die Mundstelle am einen (Fig. 7 *o*), und die contractile Blase am andern Ende (*v*) charakterisirten es deutlich als ein Thier, das ich nach diesen Merkmalen als *Ehrenberg's* Holophrya Ovum bestimmen möchte. Im Uebrigen war es von Prorodon nur durch den Mangel des vielleicht übersehenen Zahnapparats und die Färbung verschieden; die letztere stimmte mit der von Bursaria vernalis und Loxodes Bursaria *Ehr.* überein; wäre der Zahnkranz wirklich vorhanden gewesen, so würde ich das Thier für *Ehrenberg's* noch nicht abgebildeten Prorodon viridis halten.

Aber nicht blos bei den höheren, durch einen gleichmässigen Flimmerüberzug bewegten Infusorienformen (Ciliata *Perty*, Astoma *Sieb.*, Enterodela *Ehr.*) ist der Encystirungsprocess verbreitet; noch häufiger und allgemeiner scheint derselbe bei den niederen, nur mit einzelnen Flimmerfäden (Geisseln, Rüsseln) versehenen Familien zu sein, welche von *Ehrenberg* als Anentera, von *v. Siebold* als Astoma, von *Perty* als Phytozoidia, besser vielleicht nach den Bewegungsorganen als Flagellata zusammengefasst werden. Am längsten ist die Cystenbildung in der Familie der Astasieen, namentlich bei den verschiedenen Arten der Gattung Euglena bekannt, wo sie zu vielfacher Verwirrung in der Wissenschaft Veranlassung gegeben hat. Ich will hier nicht auf die interessante, bisher noch keineswegs erschöpfte Entwickelungsgeschichte von Euglena eingehen, welche in neuester Zeit in *Perty's* Buche am vollständigsten dargestellt worden ist. Ich erwähne hier nur, dass der spindelförmige, energisch contractile Körper der Euglenen, insbesondere von E. sanguinea und viridis zu Zeiten seine Beweglichkeit verliert

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

und das Bestreben zeigt, sich zu einer Kugel zusammenzuziehen; wenn dies letztere geschehen ist, so erscheint die Euglena als ein bewegungsloses, platt begrenztes, einer Pflanzenzelle sehr ähnliches Sphäroid, an dem zwar noch der rothe Punkt und die stabförmigen Körperchen des Inhalts, nicht mehr aber die Flimmerfäden erkennbar sind. Diesen Zustand hatte auch bereits *Ehrenberg* gesehen und ihn auf das Absterben zurückgeführt; die Thiere contrahiren sich nach seiner Angabe sterbend zur Kugelform, ohne je sich wieder zu entfalten, und bilden eine grüne zähe Haut des Wassers, welche erst, wie im Leben, einen spermatischen, dann einen modrigen Geruch verbreitet; zuletzt zerfalle die Masse in grauen Staub, der die sehr kleinen Eierchen ohne Hülle zu enthalten scheine. Dass jedoch die grüne Haut auf der Oberfläche euglenenreicher Gewässer keineswegs aus lauter todten Individuen besteht, beweist eine nähere Untersuchung. Nachdem sich nämlich die Euglenen zur Kugel contrahirt haben, so beginen sie zunächst an ihrer ganzen Oberfläche eine schleimige Substanz auszuschwitzen, die alsbald zu einer völlig geschlossenen Cyste erstarrt. Die Membran derselben liegt meist dicht an der Euglenenkugel an, und besteht wohl aus demselben durchsichtigen, membranösen Stoffe, wie bei den Cysten der Ciliaten; später hebt sie sich wahrscheinlich durch Ausschwitzen von neuer Gallert weiter von dem Thierkörper ab; manchmal ist sie spröder, undurchsichtiger oder bräunlich gefärbt (Fig. 14); in der Regel wird noch nach der Erzeugung der Membran wieder formloser Schleim ausgeschwitzt, der die Cysten selbst umgibt und dieselben in grosser Zahl zu einer palmellenartigen Haut verbindet. In solchem Zustande sind die encystirten Euglenen oft gar nicht von einzelligen Algen, oder grünen Sporenhaufen zu unterscheiden, da sie alle Eigenschaften einer Pflanzenzelle, farblose Membran und grünen homogenen Inhalt mit Starrheit und Unbeweglichkeit verbinden; ihre meist etwas abgeplattete Gestalt bietet oft das einzige Trennungsmerkmal von Protococcuszellen. Namentlich sind die eben zur Ruhe gekommenen Schwärmzellen von Oedogonium um so leichter mit Euglenencysten zu verwechseln, als auch die beweglichen Zustände beider, ihrer Entwickelung nach so weit verschiedenen Gebilde eine gewisse Aehnlichkeit zeigen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass bis in die allerneueste Zeit angebliche Beobachtungen vorkommen, als seien Euglenen nach einiger Zeit zur Ruhe gekommen, und dann unter den Augen des Beobachters in einen Algenfaden ausgekeimt. Auch die erst vor Kurzem von *Gros* mitgetheilten und in verschiedenen Städten demonstrirten Beobachtungen über Entwickelung von Euglenen beruhen zum Theil auf dieser Verwechselung, wie sich aus seinen Zeichnungen ergibt (Bull. d. l. société des naturalistes d. Moskou. 1851. II. tab. F. 22). Dass wegen der äussern Aehnlichkeit auch andere Pflanzensporen für

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

ruhende Euglenen gehalten worden sind, lehrt die Geschichte der Wissenschaft. Endlich sind auch, wie ich anderswo gezeigt, die durch Euglenencysten gebildeten Häute als selbstständige Algengattungen ins Pflanzenreich aufgenommen worden, und zwar die von Euglena viridis als Microcystis olivacea, die von Euglena sanguinea dagegen als Microcystis Noltii. Dass übrigens die Euglenencysten keineswegs blos abgestorbene Thiere enthalten, davon überzeugt man sich, wenn man eine Anzahl derselben unter das Mikroskop bringt. Man sieht dann den grünen Inhalt einzelner Cysten sich contrahiren und langsam herumwälzen (Fig. 14 *a*), endlich nach Durchbrechung der Membran als freie Euglenen ins Wasser treten und ihre gewöhnliche, in Spiralen rotirende Bewegung wieder annehmen (Fig. 14 *b*). Die Cysten bleiben alsdann als leere Blasen zurück und man findet häufig auf der Oberfläche des Wassers Häute, welche anscheinend aus lauter kugeligen, in Schleim eingebetteten, inhaltsleeren Zellen bestehen und an ein pflanzliches Merenchym erinnern; diess sind Euglenencysten, aus denen die Thiere schon wieder ausgeschlüpft sind.

Wenn aber die encystirten Euglenen in ihrer Entwickelung nicht gestört werden, so erleiden sie weitergreifende Veränderungen. Ihr Inhalt wird gleichförmiger, die festen Gebilde, der rothe Punkt verschwinden ganz und die Theilung tritt ein; die Euglene schnürt sich zuerst in zwei, dann meist in vier, unter Umständen auch in acht und 16 Partien ein und ab; diese organisiren sich zu selbstständigen Organismen, entwickeln rothen Punkt und Flimmerfaden; die Cyste löst sich auf und die neue Generation tritt in frischer Bewegung ins Wasser: bei der Theilung in niederer Potenz von der Gestalt des Mutterthieres; bei zahlreicherer Brut an grüne Monaden erinnernd.

Ausser bei den Astasiaeen kommt auch bei den eigentlichen Monadinen und Cryptomonadinen (mit Ausschluss von Trachelomonas) ein ruhender pflanzenähnlicher Zustand vor, welcher auf der Ausscheidung einer starren Membran um den weichen Thierkörper beruht, wie sich leicht aus der Untersuchung der auf faulenden Infusionen sich ansammelnden Häute ergibt, in denen man diese pilzzellenähnlichen Kugeln, die keineswegs immer todten Thieren angehören, in Massen findet. Namentlich überzeugt man sich mit Bestimmtheit, dass die im Innern geschlossener Zellen, insbesondere bei absterbenden Süsswasseralgen sich bewegenden monadenartigen Gebilde nach einiger Zeit zur Ruhe kommen und in farblose, unbewegliche Kugeln übergehen; freilich ist es zweifelhaft, ob diese Körper wirklich als Monaden, oder ob sie nicht vielmehr als eine abnorme Schwärmzellenbildung zu betrachten sind; ja es kann selbst die Frage aufgestellt werden, ob nicht wenigstens ein grosser Theil der sogenannten Monaden vielmehr Schwärmsporen mikroskopischer Wasserpilze seien.

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

So viel über das Vorkommen der Cystenbildung bei den Infusorien, so weit ich bisher Gelegenheit gehabt habe, sie mit Sicherheit zu beobachten. Dieselbe stimmt ganz mit dem eigentlichen Encystiren überein, wie es nach *v. Siebold* bei den Cercarien und Trichina spiralis, nach *Stein* bei den Gregarinen stattfindet. Ihrer Verwandtschaft nach gruppiren sich diese Gattungen so, dass unter den Flagellaten die Monaden, Cryptomonaden und Euglenen, unter den Ciliaten zunächst die Vorticellen, dann die verwandten Formen des Trachelius Ovum, Trachelocerca Olor und nach *Guanzati* vermuthlich auch das Amphileptus Anser, endlich die durch analogen Mund- und Zahnbau charakterisirten Holophrya Ovum, Prorodon teres und Chilodon uncinatus sich bisher in ihren Cysten mit Sicherheit haben bestimmen lassen. Dass diese Bildungen aber auch noch bei andern Gattungen vorkommen mögen, darf wohl vorausgesetzt werden. Ueber die Thatsache selbst wird wohl jetzt, nachdem ich bei Euglena und Trachelius Ovum das Ausschwitzen der Hülle, bei den übrigen Formen das Ausschlüpfen beobachtet habe, kein Zweifel sein, ebenso wenig darüber, dass hier keine einfache Häutung stattfindet, wie *Ehrenberg* vermuthet. Das Häuten, welches *Müller* und *Ehrenberg* bei Colpoda Cucullulus fanden, habe ich selbst noch nicht untersuchen können, so dass ich über die Natur desselben kein Urtheil habe. Bei den von mir hier betrachteten Gattungen kann die Hypothese einer Häutung, abgesehen selbst von den directen entgegenstehenden Beobachtungen, um so weniger Platz greifen, als die meisten dieser Thiere keine eigentliche Haut als abgesondertes Gebilde zu besitzen scheinen.

Insofern das Encystiren zunächst auf der Fähigkeit der weichen Körpersubstanz beruht, schleimige, später zur Membran erstarrende Stoffe auszuscheiden, so ist sie in morphologischer Beziehung mit der Gehäusebildung, wie sie nicht nur bei Infusorien und Räderthieren, sondern auch in allen Classen der wirbellosen Thiere beobachtet wird, nahe verwandt. Die von mir als Panzerbildung bezeichnete, von *Ehrenberg* mit der Gehäusebildung zusammengefasste Ablagerung festerer Stoffe in der gewöhnlich weichen Haut einzelner Infusorien kann wohl als die einfachste Stufe dieser Vorgänge betrachtet werden; die starren Hautbedeckungen oder Panzer gehen jedoch durch eine Reihe von Mittelstufen in die völlig weichen und contractilen Körperbegrenzungen über, wie sie sich bei den meisten Infusorien vorfinden. Oft beobachten wir in einer und derselben Familie alle drei Bildungen; so hat die Familie der Vorticellinen in der Gattung Spirochona eine gepanzerte Form, Stentor und Vaginicola bilden Gehäuse, und bei Vorticella finden wir Encystirung. Während Euglena sich encystirt, so entspricht die Kieselschale der hierher gehörigen Trachelomonas einem Gehäuse, und Phacus *Duj.* ist mit seiner starren, nicht contractilen

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

Hautbedeckung als gepanzerte Form zu betrachten. In *Ehrenberg's* Familie der Cryptomonadinen haben Cryptomonas, Cryptoglena u. s. w. nur eine starre Oberhaut; dagegen besitzt Trachelomonas und die verwandten Arten, wie schon erwähnt, ein echtes Gehäuse; sie ist aus dieser Familie zu entfernen und entweder zu den Eugleuen zu stellen oder zu einer eigenen Familie (etwa entsprechend der Thecomonadina *Duj.*, aber mit Ausschluss der zu den Volvocinen gehörigen Gattung Chlamydomonas) zu erheben.

Ueber die Bedeutung des Encystirens in physiologischer und entwickelungsgeschichtlicher Beziehung verbreiten die bisherigen Beobachtungen noch kein befriedigendes Licht. So viel ist gewiss, dass die Infusorien in den Cysten einen Zustand zeitweiliger Ruhe annehmen, der nicht nur in dem Unterbrechen der meisten Lebensthätigkeit besteht, sondern selbst bis zum Verschwinden vieler Organisationsverhältnisse fortschreitet; am längsten bleibt die contractile Vacuole in ihrer Function. Insofern kann man wohl das Encystiren mit dem Verpuppen höherer Thierformen vergleichen; unpassender scheint die Parallele *Guanzati's* mit dem Rückkehren in den Eizustand, um so mehr, als ja bei Infusorien überhaupt noch kein Eizustand nachgewiesen worden ist. Das Encystiren scheint einmal einzutreten als Schutz gegen äussere schädliche Einflüsse, namentlich gegen das Austrocknen des Wassers, wie *Stein* bei Vorticellen fand. Dass bei fortgesetzten ungünstigen Verhältnissen die Infusorien auch in den Cysten sterben, ist nicht zu verwundern und oft von mir bei Euglenen beobachtet; keineswegs ist jedoch das Encystiren immer ein Zeichen des Mattwerdens oder Sterbens selbst. Wichtig ist die Beobachtung von *Stein*, dass die Vorticellencysten das Austrocknen des Wassers vertragen, und beim Wiederbefeuchten die Thiere unversehrt ausschlüpfen; wenn ich *Ehrenberg's* Citat recht verstehe, so hat *Guanzati* ebenfalls gefunden, dass der encystirte Proteus nach dem Verdunsten des Wassers noch die Fähigkeit behalten habe, nach einiger Zeit wieder ins Leben zurückzukehren; nach dem, was ich selbst von Trachelocerca Olor und Trachelius Ovum gesehen, möchte ich seine Beobachtung kaum in Zweifel ziehen. Nach dem bisherigen Stande der Wissenschaft war das Verbreiten der meisten Infusorien in verschiedene Localitäten, so wie das Wiedererscheinen bestimmter Arten in Gewässern, die zeitweise vollständig austrocknen, ein unbekanntes Räthsel; denn dass die gewöhnlichen beweglichen Zustände in der Regel das Verdunsten des Wassers und den Transport durch die Luft nicht vertragen, haben alle bisherigen Beobachtungen gelehrt, und es fehlt an einem Entwickelungsstadium, welches diese abnormen Verhältnisse zu überwinden im Stande wäre. Es ist zu vermuthen, dass der Ruhezustand der encystirten Infusorien ein solcher sei, welcher ähnlich den

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

Eiern und Puppen, auch im trocknen Schlamm die Fähigkeit behält, zu seiner Zeit wieder ins Leben zurückzukehren. In entsprechender Weise werden im Pflanzenreiche die beweglichen Formen des Chlamydococcus pluvialis durch rasches Entziehen des Wassers zersetzt, beim langsameren Verdunsten dagegen gehen dieselben durch Ausscheidung einer Cellulosemembran, gewissermaassen encystirt, in den Ruhezustand über und bleiben in diesem Stadium nicht nur nach jahrelangem Austrocknen noch lebensfähig, sondern sie werden dadurch sogar verjüngt und durch frisches Wasser sofort zur Erzeugung beweglicher Generationen angeregt.

Die Hauptbedeutung des Encystirens bei Infusorien scheint jedoch in ihren Beziehungen zur Fortpflanzung zu bestehen, wie dies durch *Stein's* Beobachtungen über Vorticella vorzugsweise angeregt worden ist. Obwohl es mir bei den von mir in Encystirung gefundenen Arten nicht gelungen ist, ihre weitere Entwickelung vollständig zu verfolgen, so habe ich doch wenigstens bei Chilodon und Prorodon beobachtet, dass der Theilungsprocess innerhalb der Cysten vor sich geht; bei Euglena ist sogar der encystirte Ruhezustand der einzige, in welchem die Theilung stattfinden kann, und die Vermehrung dieser überaus gemeinen Art musste so lange völlg unbekannt bleiben, als man die Cysten derselben nicht beachtete [1]).

Von grossem Interesse ist aber das Encystiren der Infusorien noch in anderer Beziehung. Seitdem man beobachtet hat, dass die meisten im Wasser lebenden Algen und Pilze sich durch Schwärmzellen fortpflanzen, so sind die früher aufgestellten Unterschiede zwischen Pflanzen und Thieren zum grössten Theile unhaltbar geworden. Man hat nachgewiesen, dass Zellen, die unzweifelhaft von Pflanzen stammen und nach kürzerem oder längerem Schwärmen wieder zu unzweifelhaften Pflanzen werden, dieselben Bewegungserscheinungen nach analogen Gesetzen, wie gewisse Infusorien darbieten, dass sie in der äussern Gestalt, in den Bewegungsorganen, dem rothen Punkte, den Vacuolen kaum Unterschiede zeigen; ich selbst habe nachzuweisen gesucht, dass die Schwärmzellen zum grössten Theile keine starre Zellmembran besitzen, sondern ausschliesslich aus einem gallertartig schleimigen, seine Gestalt selbstständig verändernden, stickstoffreichen Stoffe bestehen, welcher der sogenannten contractilen Substanz der Infusorienkörper sehr nahe verwandt scheint. Bei der Schwärmzellenbildung verlässt der

[1]) Ich selbst glaubte früher gefunden zu haben, dass auch die beweglichen Euglenen sich theilen; doch habe ich diese Beobachtungen seitdem nicht wieder bestätigen können. Nur bei Euglena Acus bildet *Ehrenberg* bewegliche Individuen in der Längstheilung ab.

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

Inhalt einer Pflanzenzelle seine Membran, die als leere Blase zurückbleibt, und tritt als selbstständiger, frei beweglicher Körper ins Wasser. Wenn demnach die Schwärmzellen in ihrer Form, ihrem Bau und ihrer Bewegung ohne Zweifel grosse Analogien mit den Infusorien darboten, und sich oft nur sehr schwer von ihnen unterscheiden liessen, so schien ein durchgreifendes Trennungsmerkmal in der weiteren Entwickelung gegeben, indem die pflanzlichen Gebilde keimten, die thierischen nicht. Das Keimen der Schwärmzellen besteht aber keineswegs darin, dass dieselben Wurzel, Stengel und Blätter, oder sonst mehrzellige, offenbar pflanzliche Formen entwickeln — denn es schwärmen ja auch einzellige Algen — das Wesen des Keimens beruht vielmehr darin, dass die meist birn- oder spindelförmige Schwärmzelle sich in eine Kugel zusammenzieht, ihre äusseren Bewegungsorgane verliert, und alsdann auf ihrer ganzen Oberfläche eine glashelle starre Membran ausscheidet, welche den grünen Inhalt als Zellmembran vollständig umschliesst. Ob diese neu ausgeschiedene Zellmembran sich später verschiedenartig aussackt und auswächst, oder ob sie die Form einer vollständigen Kugel behält, wie bei den ebenfalls durch Schwärmzellen sich fortpflanzenden Arten von Protococcus oder Chytridium, hängt von der specifischen Natur der Spore ab, ist aber für den Begriff des Keimens ganz unwesentlich.

Die neuen Beobachtungen über die allgemeine Verbreitung des Encystirens bei den Infusorien machen es unmöglich, das Keimen als ein entscheidendes Merkmal für die pflanzliche Natur eines zweifelhaften Gebildes in Anwendung zu bringen. Der Encystirungsprocess der Infusorien stellt sich dem Beobachter in ganz ähnlicher Weise dar, wie das Keimen einer Schwärmspore. Hier wie dort das Aufhören der Bewegung, hier wie dort die Contraction zur Kugel, hier wie dort das Ausscheiden einer starren glashellen Membran um den contractilen Inhalt. Ebenso bietet das Ausschlüpfen der Infusorien aus ihren Cysten, das Austreten der Schwärmzellen aus ihrer Zellmembran einen ganz gleichen Anblick dar. Hierzu kommt die grosse Aehnlichkeit des Inhalts, der bei den Cysten farbloser Infusorien an die Zellen der Pilze, bei denen der grünen an die Algenzellen erinnert. In der Wirklichkeit ist es zwar in den meisten Fällen nicht schwer auszumitteln, welchem der beiden Reiche ein fragliches Gebilde angehört, da in den gekeimten Schwärmsporen aus anderen Verhältnissen der pflanzliche Charakter in den ausschlüpfenden Infusorien die thierische Organisation meist bestimmt hervortritt. Wenn aber, wie *Stein* bei Vorticellen angibt, die letztere sich in der Cyste zuletzt verliert, so wird es oft dem erfahrensten Beobachter zweifelhaft werden müssen, was für Dinge er im concreten Falle vor sich habe. Der Anblick der aus der Vorticelleneyste nach *Stein's* Zeichnung aus-

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

schlüpfenden monadenartigen Embryonen stimmt so sehr mit den aus den kugeligen Blasen eines Wasserpilzes, Chytridium globosum austretenden Schwärmzellen überein, dass fast nur die bei letzteren fehlende Gallertumhüllung einen Unterschied darbietet. Noch schwieriger wird die Frage bei den auch ohnedies schon lebhaft an Schwärmsporen erinnernden Monaden und Euglenen. Ich kenne kein Merkmal, das mich in den Stand setzte, mit Sicherheit anzugeben, ob ein monadenartiges, bewegliches Gebilde ein Infusorium oder ein Pilzschwärmer, oder ob eine kugelige, ruhende farblose Zelle ein Gährungspilz oder eine thierische Monadencyste sei. Aus den Entwickelungsformen des Chlamydococcus pluvialis hat *Ehrenberg* die beweglichen Zustände für unzweifelhafte Thiere, die ruhenden für ebenso unzweifelhafte Pflanzen erklärt. Da aber die einen aus den anderen hervorgehen, so wird man, wenn man sich wie *Dujardin* an die erstere Annahme hält, die unbeweglichen Protococcuszellen für encystirte Infusorien erklären können; legt man auf die zweite Behauptung grösseres Gewicht, so wird man ebenso gut die ruhenden Formen für die normalen, die beweglichen für Schwärmzellen erklären; letztere Annahme wird freilich als die richtigere auch durch andere Gründe unterstützt. Umgekehrt verhält es sich mit den Euglenen. Das sicherste Merkmal, um eine Pflanzenzelle von einer Infusoriencyste zu unterscheiden, wäre die chemische Untersuchung der Membran, da die vegetabilische Natur einer Zelle erwiesen scheint, wenn ihre Membran aus Cellulose besteht; leider lässt sich aber auch an den Pilzzellen nicht immer die charakteristische Reaction der Holzfaser hervorrufen. Soviel ergibt sich aus dieser Darstellung, dass wenn einerseits die Pflanzen in der Schwärmzellenbildung Zustände besitzen, welche in hohem Grade an die Infusorien erinnern, auf der andern Seite auch im Thierreich Entwickelungsformen durch die Cystenbildung gegeben sind, welche mit Pflanzenzellen unverkennbare Analogien zeigen; und dass beide Phänomene es in hohem Grade erschweren, ein entscheidendes Kriterium zwischen beiden organischen Naturreichen aufzustellen.

Breslau im September 1852.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—6. Encystirung von Prorodon teres.

Fig. 1. Cysten haufenweise aneinanderliegend; * eine Cyste ohne Lebensäusserung; bei *a* das Thier im Innern der Cyste flimmernd und rotirend; bei *b* das Thier im Begriff, aus der Oeffnung der Cyste herauszutreten; die Cyste bleibt leer und mit einem Riss in der Mitte zurück bei *c*; bei *d* schnürt sich ein encystirtes Prorodon in der Mitte ein und hat sich bei *e* vollständig getheilt.

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

Fig. 2. Eine grössere Cyste; das eingeschlossene Thier ist im Begriff, dieselbe zu durchbrechen und hat sich stellenweise von der Wand derselben zurückgezogen, wodurch diese selbst und der Flimmerüberzug des Infusoriums deutlich wird; *v* contractile Vacuole.

Fig. 3. Abnormes Austreten eines Prorodon aus seiner Cyste; das Thier war erst durch die enge Oeffnung bei *a* hervorgebrochen; später hatte es sich durch den grössern Riss bei *b* herausgearbeitet; der bei *a* hervorgequollene Theil des Körpers riss von dem übrigen ab.

Fig. 4. Ein aus einer kleinern,

Fig. 5. ein aus einer grossern Cyste ausgeschlüpftes Prorodon (letzteres vielleicht Prorodon niveus *Ehr.*); o Mundstelle; *v* contractile Blase.

Fig. 6. Eine grosse Cyste, in der sich das eingeschlossene Thier in zwei getheilt hatte.

Fig. 7. Encystirung von Holophrya Ovum (?); das durch Chlorophyllkügelchen grün gefärbte Thier ist im Begriff, die Cyste zu verlassen; o und *v* wie oben.

Fig. 8—9. Encystirung von Trachelius Ovum.

Fig. 8. Das Thier ist eben im Begriff, die Cyste an seiner ganzen Oberfläche auszuscheiden.

Fig. 9. Die Cyste ist vollständig gebildet, und das Thier damit beschäftigt, dieselbe durch beständige Rotation zur vollständigen Kugel auszuarbeiten; *v* und *n* wie oben; bei * ist die contrahirte rüsselartige Verlängerung.

Fig. 10—11. Encystirung von Trachelocerca Olor.

Fig. 10. Das Thier erfüllt die Cyste gleichförmig; *v* contractile Blase; während der Beobachtung nimmt das Thier die Gestalt von

Fig. 11 an; im Begriff auszuschlüpfen, hat es sich vor der Cystenwand contrahirt und rotirt beständig im Innern derselben, wobei es die spiraligen Furchen und die Spitze des Halses * deutlich zeigt; *v* wie oben.

Fig. 12—13. Encystirung von Chilodon uncinatus; in den elliptischen Cysten liegen stets zwei Thiere neben einander, die die beiden Zeichnungen von verschiedenen Seiten zeigen; *v* wie oben; die Zeichnungen Fig. 10—13 verdanke ich meinem Freunde Herrn Dr. *Auerbach*.

Fig. 14. Cysten von Euglena viridis, mit starrer, bräunlicher Membran, durch Schleim verbunden; bei *a* ist ein Thier im Begriff, die Cyste zu verlassen und dreht sich im Innern; bei *b* hat es die Cyste bereits durchbrochen.

Fig. 15—16. Schleimgehäuse, in denen Stentor Mülleri steckt (schwächer vergrossert); *a* parasitische Chilomonaden; *b* Luftblase unter der saugnapfartig erweiterten Spitze des Thieres.

Fig. 15. Stentor in contrahirtem Zustande ins Innere des Gehäuses zurückgezogen.

Fig. 16. Derselbe über die Oeffnung des Gehäuses herausgestreckt und mit ihm schwimmend.

Fig. 17 u. 18. Actinophrysartige Gebilde, welche ihre Gestalt, wie Amoeben, langsam verändern und mit einer homogenen Schleimschicht umgeben sind, durch welche die retractilen Strahlen hindurchtreten; diese heften sich an Sandstücke an; es scheint, als wären es junge Difflugien, die im Begriff sind ihre Gehäuse zu bauen. *a* Eine Cyclotellenschale innerhalb der Schleimschicht. Fig. 18 hat ganz die Gestalt einer nackten Difflugia. (Hierher vielleicht Trichodiscus Sol *Ehr.?*)

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

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1852-1853

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Infasorien 253-281