

## Ueber einzellige Pflanzen und Thiere.

Von

C. Th. v. Siebold.

---

In dem im Jahre 1845 herausgegebenen ersten Hefte meines Lehrbuchs der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere habe ich die Protozoen (Infusorien und Rhizopoden) als einzellige Thiere hingestellt, wobei ich eine Reihe von kleinen Organismen, welche von *Ehrenberg* als polygastrische Infusorien beschrieben worden sind, nämlich die Closterinen, Bacillarien und Volvocinen als Pflanzengebilde ausgeschieden habe. Es hätte die Grenzen eines Lehrbuchs weit überschritten, wenn ich mich in demselben ausführlich über die Gründe ausgesprochen hätte, welche mich zu dieser Reinigung des niederen Thierreichs bewogen haben; ich habe mich dort nur darauf beschränken können, die wichtigsten Momente hervorzuheben, durch welche die erwähnten mikroskopischen Organismen, wenn man sie mit vorurtheilsfreien Augen betrachtet, sich als Pflanzen stempeln lassen. Ich konnte voraussehen, dass ich durch das öffentliche Hervortreten meiner Ansichten gegen die von so vielen Seiten anerkannte Autorität *Ehrenberg's* gewaltig anstossen würde. *Ehrenberg* hat mir bereits den Vorwurf gemacht <sup>1)</sup>, dass ich vorsichtiger die Wissenschaften vor neuen Meinungen über die Organisation der mikroskopischen Organismen hätte schirmen sollen, die leicht hinein- aber schwer herausgebracht werden. Ich kann versichern, dass ich mich Jahre lang mit den Zweifeln über *Ehrenberg's*, die Organisation der niedrigsten Thiere betreffenden Ansichten beschäftigt, dass ich mich, um einer so bedeutenden Autorität gegenüber zu treten, durch ein anhaltendes Studium der niederen Organismen vorbereitet habe, und dass gerade bei diesen Bemühungen meine Zweifel über *Ehrenberg's* Ansichten immer fester Wurzel schlugen, bis sie sich zuletzt nicht mehr beseitigen liessen. Wie sehr ich dem Beginnen abgeneigt bin, leichtsinnig und unvor-

<sup>1)</sup> Vergl. den Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der K. Pr. Academie der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1848, pag. 234.

sichtig Unrichtigkeiten in der Wissenschaft zu verbreiten, dafür zeugt wohl mein Benehmen jenem Fehler gegenüber, den ich im Jahre 1836 begangen habe, und dessen mich *Ehrenberg* im Jahre 1848 zeihet <sup>1)</sup>, indem er mich, <sup>2)</sup> ohne meinen Namen zu nennen, als „den Autor des neuen Genus eines zollgrossen Doppelthieres (*Syngamus trachealis*)“ bezeichnet, „welchen, nach Publikation seiner genauen Anatomie desselben, erst ein Anderer darauf aufmerksam machen musste, dass es, wie er selbst (*Wiegmann's Archiv*, 1837, p. 256) anerkennt, nichts Anderes ist, als ein in der Begattung begriffenes *Strongylus*-Pärchen.“ Ich habe diesen Fehler, nachdem ich ihn erkannt, sogleich widerrufen, so dass derselbe nicht voll ein ganzes Jahr der Wissenschaft überlassen blieb. Wie beharrlich hält dagegen *Ehrenberg* die Kette von Täuschungen und Irrthümern fest, in die er sich seit einer Reihe von Jahren immer enger und enger verwickelt hat. Vergebens suchten ihn bisher andere Naturforscher in Deutschland, an der Seine und jenseits des Kanals zu belehren, allein weder *Ehrenberg* noch seine Schüler haben sich bis jetzt von der verkehrten Richtung, die sie eingeschlagen, abbringen lassen, und so mache ich Letztere auf eine Stimme aufmerksam, die jetzt auch jenseits der Alpen gegen *Ehrenberg* laut geworden ist. Nachdem nämlich *Meueghini* in Pavia die Pflanzennatur der Closterien und Desmidiaceen zu beweisen gesucht, spricht sich derselbe über *Ehrenberg's* Irrthümer noch in folgender Weise aus: <sup>2)</sup> „*Cosa se ne deve dedurre? Che anche il più accurato osservatore e l'uomo di genio possono errare. Nè ciò potrà mai seemarne il merito, o rendere meno importanti i benefizii ch'egli rese alla scienza. Il danno non ridonderebbe che su coloro, i quali schivi alla fatica dell'osservare, si accontentano della autorità del maestro e ne abbracciano indifferentemente così le vere scoperte come gli errori. Grazie al cielo l'epoca dell' autorità è tramontata, e chi vi si aggioga erri pure con pace, che per questo la scienza non avanzerà meno, ed anzi da quegli errori stessi essa potrà trarre vantaggio.*“ In Bezug auf meine im Jahre 1845 ausgesprochenen Ansichten über die Organisation der Protozoen habe ich in der Hauptsache nichts zu widerrufen, dagegen habe ich seitdem die Gengthuung erhalten, dass anerkannte Naturforscher und ausgezeichnete Mikroskopiker bereits auf meine Seite getreten sind.

Höchst willkommen muss es übrigens sein, dass gegenwärtig das Studium der niederen Pflanzengebilde, welche als einzellige Pflanzen den Protozoen als einzelligen Thieren entsprechen, ein sehr hohes Interesse erregen, und dass diese sonst so vernachlässig-

<sup>1)</sup> A. a. O.

<sup>2)</sup> Vgl. *G. Meueghini*: Sulla animalità delle Diatomee. Venezia, 1846. p. 472.

ten organischen Körper jetzt in ausgezeichneten Botanikern ihre Bearbeiter finden, durch welche die Stellung jener mikroskopischen Organismen in der Pflanzenwelt bestimmt wird.

Als eine der wichtigsten Arbeiten, welche in jüngster Zeit über diesen Gegenstand erschienen sind, muss folgende bezeichnet werden: Gattungen einzelliger Algen physiologisch und systematisch bearbeitet von *C. Nägeli* (Zürich. 1849, mit acht lithogr. Tafeln).

Ich glaube, dass es von Interesse sein wird, wenn ich hier auf die wichtigsten Punkte, durch welche nach *Nägeli's* Untersuchungen sich die einzelligen Algen von den niederen Thierformen unterscheiden, aufmerksam mache. Als besonders beherzigenswerth schicke ich folgende Aeusserung *Nägeli's* (pag. 2) voraus: „Es ist zu bedauern, dass von mehreren Gattungen und von vielen Arten bisher bekannter einzelliger Algen nichts über die Fortpflanzung beobachtet ist, und dass dadurch nicht bloss ihre Stellung im System, sondern sogar ihre Selbstständigkeit als einzellige Pflanzen zweifelhaft bleibt.“ Ich bin überzeugt, viele Infusorien *Ehrenberg's* wären, wenn man ihre Entstehung und Entwicklung, sowie ihre Fortpflanzung verfolgt hätte, schon längst als Pflanzengebilde, namentlich als niedere Algenformen erkannt worden.

Um die Darstellung, welche *Nägeli* über die Organisation und Lebensthätigkeit der einzelligen Algen gegeben hat, mit Hinblick auf die von *Ehrenberg* als Infusorien betrachteten Pflanzenformen besser würdigen zu können, wird es nöthig sein, diejenigen Pflanzen-Organismen hier vorweg aufzuführen, welche von *Ehrenberg* als Infusorien und von *Nägeli* als einzellige Algen behandelt worden sind. Unter den von *Nägeli* aufgestellten acht Ordnungen der einzelligen Algen enthält die Ordnung der Chroococcaceae in der von *Meyen* gegründeten Gattung *Merismopodia* das *Gonium glaucum*, *tranquillum* und *punctatum Ehr.* Die Ordnung der Diatomaceae entspricht den kieselpanzerigen Bacillarien *Naviculacea*, *Echinellea* und *Lacernata Ehr.* In der von *Nägeli* aufgestellten Ordnung der Palmellaceae findet sich als *Scenodermus Mey.* die Gattung *Arthrodermus* und *Tassarhra Ehr.*, sowie als *Pediastrum Kütz.* die Gattung *Micrasterias Ehr.* aufgeführt. Die Ordnung der Desmidiaceae endlich enthält viele einzellige Algen, welche *Ehrenberg* unter die Gattungen *Desmidium*, *Pentasterias*, *Euastrum* und *Closterium* gestellt hat. Diesen ist zum Theil die Bezeichnung *Ehrenberg's* verblieben, zum Theil sind sie aber auch zu besonderen Gattungen erhoben worden. So hat *Nägeli* aus *Closterium Trabecula Ehr.* die Gattung *Pleurotaenium* und aus *Closterium Cylindrus Ehr.* die Gattung

Dysphinctium gebildet, während ein Theil der Desmidien mit *Pentasterias* zur Gattung *Phycastrum* Kütz. gestellt worden sind.

Nach *Nägeli* (pag. 3) kommen die einzelligen Algen entweder einzeln oder in Colonien vereinigt vor, welche leicht in einzelne Zellen zerfallen; oder sie sind zwar fest durch eine umhüllende Gallerte vereinigt, aber selbst durch Gallerte von einander getrennt und ohne organische Verbindung; oder sie stehen einzeln auf den Enden eines verzweigten gallertartigen Stieles. Zuweilen endlich sind die Zellen fest und parenchymatisch mit einander verbunden, wie es sonst bei den mehrzelligen Pflanzen der Fall ist, wobei die Verbindung entweder gar nicht, oder nur selten in kleinere Theile oder gar in einzelne Zellen zerfällt.

Ueber das Verhältniss der einzelligen Algen zu den einzelligen Thieren und den einzelligen Zuständen mehrzelliger Thiere spricht sich *Nägeli* (p. 4) in folgender Weise aus: „Der wichtigste Unterschied, dass die Pflanzenzellmembran stickstofflos, die Thierzellmembran stickstoffhaltig ist, lässt sich besonders in zweifelhaften Fällen nicht anwenden, da die Düntheit der Membran eine Untersuchung nicht gestattet. Dass die Thiere Ortsveränderung besitzen, die Pflanzen aber nicht, ist theils überhaupt unrichtig, theils hier um so weniger zu gebrauchen, weil viele einzellige Algen Bewegung und oft sehr rasche Bewegung (wenn sie schwärmen) zeigen, während die Eier der mehrzelligen Thiere ruhig daliegen. Von den Infusorien unterscheiden sich die einzelligen Algen dadurch, dass ihre Membran und die Anhänge derselben unbeweglich sind, dass sie somit eine starre Form besitzen, indess jene theils ihre Gestalt ändern, theils mit beweglichen Wimpern begabt sind. Die Anwesenheit von Stärke im Zelleninhalte entscheidet ferner immer für die vegetabilische Natur einer Zelle. Die Eier der mehrzelligen Thiere, deren Gestalt starr und unveränderlich ist, sind sogleich durch den Mangel des Farbestoffes, welcher in allen einzelligen Algen vorhanden ist, als nicht zu den letztern gehörig zu erkennen.“ Ich werde weiterhin Gelegenheit finden, auf mehrere dieser von *Nägeli* hervorgehobenen Punkte zurückzukommen und näher einzugehen.

In Bezug auf das chemische Verhalten des Zelleninhalts einzelliger Algen legt *Nägeli* (p. 5) auf das Vorhandensein von Farbestoff grosses Gewicht. Dieser Farbstoff wird von ihm als Chlorophyll, Phycochrom, Erythrophyll und Diatomin unterschieden. Das Chlorophyll erscheint grasgrün oder gelbgrün, wird durch verdünnte Säuren und Alcalien wenig oder nicht verändert und beim Absterben der Pflänzchen häufig bräunlichgrün. Das Phycochrom ist spangrün oder orange, durch verdünnte Säure in orange, durch

verdünnte Alcalien in braungelb sich umwandelnd. Das Erythrophyll stellt eine rothe oder purpurne Farbe dar, welche durch verdünnte Säuren nicht verändert, durch Alcalien grün, und beim Absterben ebenfalls häufig grün wird. Das Diatomin ist braungelb, verändert sich durch verdünnte Alcalien nicht, wird aber durch verdünnte Salzsäure spangrün und beim Absterben meist grün. Neben dem Farbstoff fährt *Nägeli* (p. 9) fort, bilden sich häufig Stärkekörner oder farblose Oeltröpfchen, mit deren Zunahme in den Dauerzellen jener zuletzt verschwindet.

Ich muss hier darauf aufmerksam machen, dass wir von der Chemie kaum die Entscheidung zu erwarten haben, was Thier was Pflanze sei, denn schon einige Male sind wir von dieser Seite her in unseren Hoffnungen getäuscht worden. Die stickstofflose Cellulose, welche anfangs ein ausschliessliches Eigenthum der Pflanzenwelt zu sein schien, kömmt auch ziemlich verbreitet in der Thierwelt vor, wie wir durch die von *C. Schmidt* an *Cynthia mammillaris* zuerst angestellten und durch die von *Kölliker* und *Löwig* an einer grossen Reihe der verschiedensten niederen Thiere fortgesetzten Untersuchungen erfahren haben. Das Chlorophyll scheint ebenfalls kein ausschliessliches Eigenthum der Pflanzenwelt zu sein, denn die grüngelbten Körner und Bläschen, welche im Körper-Parenchyme von *Hydra viridis*, von verschiedenen Turbellarien (*Hypostomum viride* und *Typhloplana viridata Schm.*) und von Infusorien (*Euglena viridis*, *Stentor polymorphus*, *Bursaria vernalis*, *Loxodes Bursaria* etc.) eingebettet liegen, sind wahrscheinlich mit Chlorophyll nahe verwandt, wenn nicht identisch. Aber auch Erythrophyll dürfte bei den niederen Thieren vorkommen, ich erinnere nur an *Leucophrys sanguinea* und *Astasia haematodes*, bei welcher letzteren die rothe Farbe öfters, wie auch das Erythrophyll einzelliger Algen, in grün übergeht.

Ein anderer wichtiger, die chemische Zusammensetzung des Zelleninhalts betreffender Umstand wird noch von *Nägeli* besprochen, der mit dem sogenannten rothen Auge gewisser Infusorien in Beziehung steht. *Nägeli* sah nämlich (p. 9) mitten in Chlorophyll gewisser einzelliger Algen ein oder auch mehrere schön rothe oder orangefarbene Oeltröpfchen, wobei er auf die Aehnlichkeit dieser rothen Körner mit dem rothen Punkte aufmerksam macht, welcher bei mehreren Schwärmsporen (z. B. bei *Ulothrix*) vorkömmt. Wirft man einen Blick auf *Nägeli's* Tafel IV. B. Fig. 1—4, so wird man sogleich die schön rothen Oeltröpfchen in den vier eckigen einzelligen Algen *Polyedrium trigonum*, *tetragonum*, *tetradricum* und *lobulatum Näg.*, sowie in der interessanten neuen einzelligen Algenform *Ophiocytium majus Näg.* (Taf. IV. A.

Fig. 2.) als die von *Ehrenberg* so oft für Augen ausgegebenen Punkte erkennen. Es sind dies ganz dieselben rothen Punkte, wie man sie auch bei *Eudorina*, *Chlamydomonas* und *Volvox* antrifft, welche Infusorien ich ebenfalls für einzellige Algen erklären muss. Sehr bemerkenswerth ist *Nägeli's* Angabe (p. 9), dass das Chlorophyll in manchen einzelligen Algen zuweilen ganz verschwindet, indem es sich in ein rothes oder orangefarbenes Oel verwandelt, was nicht immer mit dem Tode der Zellen verbunden ist, z. B. bei *Pleurococcus miniatus* *Näg.* *Protococcus nivalis* *Rütz.* *Palmella miniata* *Leibl.* u. a.

Fast in allen chlorophyllhaltigen Gattungen fand *Nägeli* (p. 11) ein oder mehrere Chlorophyllbläschen, welche meist in regelmässiger Zahl und Anordnung auftreten und das Ansehen von Körnern oder auch von Kernen zeigen. *Nägeli* überzeugte sich, dass diese Chlorophyllbläschen schon dem äusseren Ansehen nach die gleichen Gebilde sind, welche bei den mehrzelligen chlorophyllhaltigen Algen, z. B. bei *Zygnema*, *Spirogyra*, *Sphaeroplea*, *Conferva* u. s. w. vorkommen. Die Identität ward ihm durch eine genauere Untersuchung zur vollständigen Gewissheit. Es enthalten nämlich die Chlorophyllbläschen anfänglich bloss Chlorophyll (d. h. durch Chlorophyll gefärbten Schleim) innerhalb einer zarten Membran. Sie bleiben aber selten immer in diesem Zustande, indem sich später Stärke in ihnen entwickelt, welche das Chlorophyll ganz oder theilweise verdrängt. Entweder liegen dann in den Chlorophyllbläschen ein oder mehrere kleine Stärkekörner oder das Chlorophyllbläschen wird fast ganz von Stärke ausgefüllt, wie man dies bei den Palmellaceen und Desmidiaceen trifft. Hieraus geht hervor, dass, wenn auch wirklich nach *Nägeli's* Angabe die Anwesenheit von Amylum über die vegetabilische Natur einer Zelle entscheidet, dieses wichtige Prüfungsmittel nicht immer seine Anwendung finden kann, indem ja nicht in allen Entwicklungszuständen derjenigen Pflänzchen, welche mit einzelligen Thieren verwechselt werden könnten, sich Stärkemehl vorfindet. Um aber auf jene Chlorophyllbläschen zurückzukommen, wer erkennt nicht, frage ich, in denselben die von *Ehrenberg* als männliche Geschlechtsdrüsen gedeuteten Körper? Man vergleiche nur die verschiedenen Abbildungen *Nägeli's* mit der Tafel X und XI des grossen Infusorien-Werks *Ehrenberg's*, auf welchen *Scenodermus Mey.* als *Arthrodermus* und *Tassarhtra*, ferner *Pediastrum Rütz.* als *Micrasterias* abgebildet sind. Die farblosen hohlen, mit Wasser gefüllten Räume, welche *Nägeli* (p. 91, 95 etc.) in den genannten, sowie in sehr vielen anderen einzelligen Algen beobachtet hat, sind von *Ehrenberg*, wie man sich auf den ersten Blick überzeugen wird, mit Magen-zellen

verglichen worden, während der grüne körnige Chlorophyll-Inhalt dieser Pflanzen-Organismen nach *Ehrenberg's* Aeusserung wohl Eier sein könnten. In verschiedenen Desmidiaceen, nämlich in *Pleurotaenium*, *Calocyclus* und *Closterium* erkannte *Nägeli* mehrere oft reihenweise geordnete Chlorophyllbläschen, bei *Closterium digitus* und *moniliferum*, sowie in einigen anderen Closterien fand derselbe im Centrum der Zelle ein helles Kernbläschen mit einem dichten centralen Kernehen. Diese Chlorophyllbläschen und Kernbläschen sind es, welche *Ehrenberg* <sup>1)</sup> und *Eckhard* <sup>2)</sup> willkürlich theils als polygastrischen Apparat, theils als männliche Geschlechtsdrüsen der Closterien gedeutet wissen wollen.

Die Zellwandung zeigt nach *Nägeli* (p. 12) bei den einzelligen Algen in Bezug auf Färbung, Gestaltung und Mächtigkeit die grösste Mannigfaltigkeit. Sehr häufig besitzt sie eine beträchtliche Dicke, und in diesem Falle ist sie als geschichtet zu betrachten, indem die innerste sehr dünne Schicht die eigentliche Zellmembran darstellt, während die äussere dicke, bald deutlich bald undeutlich nach aussen abgegrenzte Schicht als Hülle für die Zelle erscheint. Diese Hüllmembran besteht aus einer in verschiedenem Grade der Verdickung befindlichen Pflanzengallerte. Es kann diese Hülle oder Hüllmembran eine einzelne Zelle, oder je zwei, je vier, acht u. s. f. überziehen, ja sogar ein ganzes Aggregat von Zellen als ganze Familie oder Colonie umschliessen. Als solche mit gallertartiger Hüllmembran ausgestattete Algenformen führe ich *Gonium*, *Schizoneima*, *Naunema* und *Syncycelia Ehr.* an, zu denen ich noch *Eudorina*, *Sphaerosyra*, *Chlamidomonas*, *Pandorina* und *Volvox Ehr.* hinzufügen muss. Zuweilen findet die Schichtung und Verdickung der Hüllmembran nur nach einer Dimension hin Statt, wodurch dieselbe die Form eines Stiels annimmt, an dessen Ende die Zelle sich befindet, wobei durch Längstheilung der Zellen zuweilen ein verästelter Stiel entsteht. Man vergleiche hierüber die Abbildungen von *Synedra*, *Achnanthes*, *Echinella*, *Cocconema* und *Gomphonema* bei *Ehrenberg*. Auch zeigt die Zellmembran häufig Verdickungen, welche bald nach innen (bei den Diatomaceen), bald nach aussen (bei *Euastrum* und *Closterium*) zu Stande gekommen sind.

Das Wachsen der einzelligen Algen findet nach *Nägeli* (p. 15) entweder mit allseitiger Ausdehnung der Zellmembran oder mit einseitigem sogenannten Spitzen-Wachstum Statt. Die Fortpflanzung der einzelligen Algen geschieht (p. 17) auf sehr verschiedene Weise,

<sup>1)</sup> S. die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. p. 89. Tab. V. u. VI.

<sup>2)</sup> Vgl. *Wiegmann's* Archiv. 1846. Bd. I. pag. 211. Taf. VII. Fig. 1.

durch Theilung, durch Copulation, durch freie Zellenbildung und durch Abschnürung mit verschiedenen Modifikationen. Von diesen durch *Nägeli* erörterten Fortpflanzungs-Weisen will ich nur diejenigen hervorheben, welche sich auch auf die von *Ehrenberg* als Infusorien beschriebenen einzelligen Algen beziehen lassen.

Bei der Fortpflanzung durch Theilung individualisirt sich nach *Nägeli* der ganze Inhalt der Mutterzelle in zwei (selten in vier) Particlen. Mit dem Entstehen dieser Tochterzellen hört die Mutterzelle auf zu existiren. *Nägeli* führt hier als Beispiel die Fortpflanzung der Palmellaceen (zu welchen mehrere Arten von *Gonium Ehr.* gehören), der Diatomaceen und Desmidiaceen auf. Bei *Euastrum* bildet sich nach der Theilung an jeder Tochterzelle die eine Hälfte ganz neu aus, wobei im jüngeren Zustande diese neue Hälfte klein, fast kugelig und farblos ist. *Nägeli* hat dieses Fortpflanzungsverhältniss bei *Euastrum margaritifera Ehr.* (p. 118. Tab. VII. A. Fig. 2. e) nachgewiesen, nachdem wir schon früher durch *Ralfs*<sup>1)</sup> und *Focke*<sup>2)</sup> eine Darstellung dieses interessanten Theilungs- und Wachstums-Processes bei *Staurastrum* und *Euastrum* erhalten hatten.

Eine Fortpflanzung durch Copulation findet bei den Desmidiaceen Statt, welche *Nägeli* (p. 17 u. 18. Tab. VII. A. Fig. 6. h) von *Euastrum rupestre Næg.* in folgender Weise beschreibt: Zwei Individuen legen sich dicht neben einander, treiben kurze Auswüchse, welche zusammentreffen und durch Resorption der Scheidewand einen Kanal bilden, in den der ganze Inhalt der beiden so verbundenen Zellen eintritt, sich zu einer Masse zusammenballt und allmählig zu einer einzigen Zelle ausbildet. *Nägeli* fügt noch hinzu, dass bei *Closterium* dieser Copulations-Akt auf andere Weise vor sich gehe, was ich bestätigen kann. Bei *Closterium lunula* scheinen zwar nach *Morren's* Darstellung<sup>3)</sup> die copulirten Individuen auf die eben beschriebene Weise zu verwachsen, auch bei *Closterium rostratum* scheinen zwei Individuen mit der Mitte ihres Körpers zu verwachsen<sup>4)</sup>, dagegen verhalten sich *Closterium Dianæ*, *lineatum*, *striolatum*, *setaceum* u. a. bei ihrer Copulation auf eine ganz verschiedene Weise, indem die Mitte ihrer Zellenmembran durch einen Querriss dehiscirt und der ganze Inhalt aus beiden geöffneten neben einander

1) Vgl. *Annals of natural history*. Vol. 14. 1844. Pl. VI. & VII. und Vol. 15. 1845. Pl. X. & XII.

2) S. dessen *physiologische Studien*. Bremen. 1847. p. 47. Taf. II.

3) Vgl. *Annales des sciences naturelles*. Tom. V. 1836. Botanique. p. 325. Pl. 9.

4) Vgl. *Focke a. a. O.* Taf. III. Fig. 34–36 und *Ralfs the british Desmidiæ*. London. 1848. Tab. XXX. Fig. 3. e.

liegenden Zellen zu einer einzigen rundlichen oder eckigen Masse in einander fliesst. Zuweilen (bei *Closterium lineatum*) fliessen die beiden oberen und unteren Hälften nur allein zusammen und stellen so zwei dicht aneinander gedrückte übereinander liegende Kugeln dar. Ueber diesen Copulations-Akt verweise ich auf die Darstellungen bei *Ehrenberg*, Taf. V. u. VI. sowie bei *Ralfs*, Tab. XXIV, bis XXX. Es fragt sich nun, ob die hier durch Copulation entstandenen grünen Körper, an welchen nach und nach die äussere anfangs sehr zarte Hülle eine dichtere Beschaffenheit annimmt, als Keimzellen (Sporen) oder als Keimkapseln (Sporangien) angesehen werden müssen. Ich selbst habe nicht beobachten können, was aus den grünen Körpern im Laufe der Zeit wird. Nach *Morren* <sup>1)</sup> soll aber bei *Closterium lunula* die durch Copulation entstandene grüne Spore zu einem neuen *Closterium* auswachsen, nachdem dieselbe vorher aus ihrer Hülle hervorgetreten ist und nach Art der Sporen von *Vaucheria* sich frei und drehend im Wasser herumbewegt hat. Es wäre dieser Vorgang, wie *Focke* <sup>2)</sup> und *Nägeli* <sup>3)</sup> ganz richtig bemerken, keine Vermehrungsart, sondern eigentlich eine Verminderungsart. Ich vermute daher, dass nicht in allen Fällen die aus einer Copulation hervorgegangenen grünen Körper sich als Keimzelle oder Spore zu einem einzigen *Closterium* ausbilden, sondern dass, wie es ja auch bei anderen Algen, z. B. bei *Vaucheria* und *Oedogonium*, zweierlei Sporenbildungen gibt, unter gewissen Verhältnissen diese grünen Körper eine Keimkapsel darstellen, in welcher durch einen Theilungsprocess mehrere junge *Closterien* zur Ausbildung kommen. Vielleicht steht mit dieser Vermehrungsweise jener blasige, sechszehn kleine *Closterien* enthaltende Körper in Verbindung, welchen *Ralfs* als von *Closterium acerosum* herrührend abgebildet hat. <sup>4)</sup> Nach einer Mittheilung *Jenner's* <sup>5)</sup> soll sich die Hülle jener grünen Körper der *Closterien*, welche *Ralfs* als Sporangien betrachtet, ausdehnen, indem im Innern ein Schleim abgesondert wird und kleine *Closterien* sich ausbilden, die zuletzt bei ihrem Heranwachsen die dünne blasige Hülle zersprengen. Ob nicht auch jene gallertartige acht junge *Closterien* einschliessende Blase, welche nach *Focke* <sup>6)</sup> bei *Closterium digitus* aus einem Häutungsprocesse hervorgegangen sein soll, in dieselbe Kategorie gehört, will ich dahin gestellt sein lassen.

<sup>1)</sup> A. a. O. pag. 329. Pl. 10.

<sup>2)</sup> A. a. O. pag. 53.

<sup>3)</sup> A. a. O. pag. 103.

<sup>4)</sup> Vgl. dessen brit. Desmid. Tab. XXVII.

<sup>5)</sup> Ebenda pag. 11.

<sup>6)</sup> A. a. O. pag. 57. Taf. III. Fig. 27.

*Ehrenberg* hat vorgeschlagen <sup>1)</sup>, diese grünen, durch Copulation entstandenen Körper der Closterien als Doppel-Knospen und den ganzen Akt der Copulation als Doppel-Knospenbildung zu bezeichnen; es ist diese Bezeichnung aber durchaus unpassend, denn bei einer Knospenbildung kann doch unmöglich der ganze Inhalt einer Zelle, wie es hier geschieht, in der neugebildeten Knospe aufgehen. *Ehrenberg* fühlte ausserdem bei der Darstellung der Organisation und des Lebensprocesses der Closterien die Aehnlichkeit derselben mit den ebenfalls durch Copulation sich fortpflanzenden *Zygnemaceen* (*Zygnema*, *Spirogyra*, *Zygogonium* etc.). „Man würde,“ sind *Ehrenberg's* eigene Worte <sup>2)</sup>, „wollte man leichtsinnig Aehnlichkeiten erfassen, von Uterus, männlicher Sexualblase, Eileitern, Samenrüsen (bei *Spirogyra*) sprechen können; allein alles ist starr.“ Und doch ist auch alles bei den Closterien eben so starr. Alle diejenigen Momente, welche nach *Ehrenberg* die Thierheit dieser Organismen beweisen sollen, sind entweder gar nicht vorhanden oder nicht stichhaltig. Derselbe führt nämlich vier Hauptcharaktere an <sup>3)</sup>, welche die Closterien von der Pflanzenwelt ausschliessen sollen. 1) Die Closterien haben nach *Ehrenberg's* Behauptung freiwillige Bewegung. Die langsamen drehenden, überdies nur selten eintretenden Bewegungen der Closterien lassen aber keineswegs das Gepräge der Willkür oder des freien Willens an sich wahrnehmen, es sind diese Bewegungen gewiss nur Folge einer lebhafter Endosmose und Exosmose, welche das Wasser in der äusseren Umgebung der Closterien in Strömung und dadurch die letzteren selbst als so kleine und leichte Körperchen in Bewegung versetzen. 2) Die Closterien sollen nach *Ehrenberg* an ihren beiden Spitzen Oeffnungen besitzen. Diese Oeffnungen sind aber noch von keinem anderen Beobachter gesehen worden, selbst dem scharfsichtigen *Foche* war es nicht gelungen <sup>4)</sup>, diese Oeffnungen ausfindig zu machen. Dass *Eckhard* diese Oeffnungen an der Abbildung eines *Closterium acerosum*, obwohl sie hier weder von ihm noch von *Ehrenberg* bemerkt worden sind, angebracht hat <sup>5)</sup>, kann nichts entscheiden. 3) Die Closterien sollen ferner nach *Ehrenberg's* wiederholter Versicherung fortdauernd bewege, sogar aus jenen beiden Oeffnungen hervorragende Organe

<sup>1)</sup> A. a. O. pag. 89.

<sup>2)</sup> Ebenda pag. 99.

<sup>3)</sup> Ebenda pag. 85.

<sup>4)</sup> A. a. O. pag. 55 u. 60.

<sup>5)</sup> A. a. O. pag. 211. Taf. VII. Fig. 1. rr. Welches Vertrauen überhaupt die Darstellungen *Eckhard's* verdienen, mag man daraus entnehmen, dass derselbe die helle, ringförmige, von Chlorophyll entblösste Stelle in der Mitte des *Closterium acerosum* als eine Querspalte und zwar als eine Mundöffnung erklärt und abgebildet hat.

in Form von konischen Wärcchen besitzen, welche ebenfalls bis jetzt von keinem anderen Beobachter entdeckt worden sind. Nach *Ehrenberg* <sup>1)</sup> soll sich die Zahl dieser rüsselförmigen Bewegungsorgane leicht ermitteln lassen, indem die mit ihnen zusammenhängenden Basaltheile als kleine, stets bewegliche Papillen fast in allen Closterien deutlich erkannt und gezählt werden können. Es sind diese Papillen aber nichts anders als ein in zwei blasenförmigen Räumen eingeschlossener und mit Molekularbewegung zitternder Körnerhaufe. 4) Endlich beruft sich *Ehrenberg* auf die bei den Closterien wahrgenommene Quertheilung, welche ein den Pflanzen widerstrebender Charakter sein soll. Dass hierin *Ehrenberg* gänzlich im Irrthum befangen ist, wird mir jeder zugeben, der sich irgend in der niederen Pflanzenwelt etwas umgesehen hat. Die Closterien sind mithin nicht bloss eben so starr wie die Zygomenen, sondern gehören auch ganz mit demselben Rechte wie diese dem Pflanzenreiche an. Kein Theil ihres Körpers besitzt jene Kontraktions- und Expansionsfähigkeit, welche den thierischen Körpern allein zukömmt. Die fortrückenden Bewegungen von Körnern und Säften, wie sie namentlich *Meyen* <sup>2)</sup>, *Dalrymple* <sup>3)</sup>, *Lobarzewski* <sup>4)</sup>, *Focke* <sup>5)</sup> und neuerdings auch *Ralfs* <sup>6)</sup> in Closterien beobachtet haben, gehen von keiner kontraktilen Stelle der Closterienzelle aus, sie entsprechen vielmehr jenen Saftströmungen, welche auch in anderen Pflanzenzellen, z. B. in den Zellen von *Chara*, *Vallisneria*, in den Haaren von *Urtica* vorkommen. Ob diese Saftbewegungen der Closterien aber von einem inneren Flimmerüberzuge herrühren, wie *Focke* behauptet <sup>7)</sup>, möchte ich bezweifeln, ich habe dergleichen Flimmer in den Closterien nie wahrnehmen können, auch mein werther Freund und College *A. Braun* dahier, dem über dergleichen Gegenstände ein vollgültiges Urtheil zugeschrieben werden darf, hat mich oft versichert, dass er sich bisher vergeblich bei den Closterien bemüht habe, zur Anschauung dieses inneren Flimmerapparates zu gelangen. Da die Closterien, sowie die übrigen Desmidiaceen gewiss Pflanzen sind, so fiel mithin die Copulation oder Zygose als eine besondere Art der Fortpflanzung aus dem Thierreiche weg, wenn nicht die Beobachtung *Kölliker's* <sup>8)</sup>, nach welcher zwei Individuen von *Actinophrys* sol durch voll-

1) A. a. O. pag. 89.

2) In *Wiegmann's Archiv*. 1837. Bd. I. pag. 432. Taf. X. Fig. 2.

3) In den *Annals of natural history*. Vol. V. 1840. pag. 416.

4) In der *Linnaea*. Bd. 14. 1840. pag. 278. Taf. VII.

5) A. a. O. pag. 53.

6) A. a. O. pag. XX.

7) Ebenda pag. 56.

8) S. diese Zeitschrift pag. 207.

ständiges Zusammenfliessen zu einem einzigen grösseren Individuum verschmelzen können, als ein Analogon der Copulation angesehen werden darf. Der Gedanke an die Existenz einer solchen Copulation bei *Actinophrys sol*, einem so einfachen Protozoon, dessen strukturloser Leib nach *Kölliker's* neuesten Untersuchungen aus einer homogenen, kontraktile Substanz ohne Mund, Darm und anderweitige Organe besteht, hat durchaus nichts Widerstrebendes. Ich frage dagegen diejenigen, welche mit *Ehrenberg* nicht bloss die Closterien als Thiere betrachten, sondern noch ausserdem von dem unrichtigen Gedanken befangen sind, als besässen diese Geschöpfe einen sehr zusammengesetzten Bewegungsapparat, polygastrische Verdauungswerkzeuge, männliche und weibliche Sexualorgane, ich frage dieselben, was aus diesem Bewegungsapparat, aus den verschiedenen Mägen, Eierstöcken und Samendrüsen wird, nachdem alle diese Theile mit dem übrigen Inhalte der heiden Panzer, welche diese sogenannten vollkommenen Thierorganismen einschliessen, nach dem Copulationsakte ineinander geflossen sind? Man wird sich doch nicht auf jene Zwitterphaläne berufen wollen, welche nach einer Mittheilung *Scopoli's* durch Verschmelzung zweier sich verpuppender Raupen entstanden sein soll <sup>1)</sup>!

<sup>1)</sup> Es wird der oben berührte Fall von Entstehung eines hermaphroditischen Schmetterlings immer noch hin und wieder von Naturforschern und Physiologen citirt, ohne dass denselben das Unwahrscheinliche, ja, ich darf wohl sagen, das Unmögliche in der ganzen Mittheilung aufgefallen zu sein scheint. *Scopoli* hat überdies jene Beobachtung, auf welche man sich beruft, nicht selbst gemacht, sondern erhielt dieselbe von einem gewissen *Piller* mitgetheilt, von dem man nicht weiss, wie weit derselbe als sorgfältiger Naturforscher und zuverlässiger Beobachter Vertrauen verdient. Die kurze Erzählung des Falls lautet, wie folgt (vgl. *Scopoli*: *Introductio ad historiam naturalem etc.* Pragae. 1777. pag. 416): *Phalaenæ Pini L. larvæ binæ, intra unicum, quem pararat, Folliculum, mutatae sunt in unicum pupam, unde animal dimidia corporis parte masculum, antenna plumosa, alisque binis majoribus; alia vero femineum; antenna setacea, alisque binis minoribus. Quod vero mirabilis, pars mascula emisso pece foreundavit ovula femineae, quae deposita perfectas larvas protulerunt.* *R. D. Piller* Prof. Tirnaviensis. *Meckel* (System der vergleichenden Anatomie. Th. I. 1821. pag. 451), *Burmeister* (Handbuch der Entomologie. Bd. I. 1832. pag. 335), und *Simpson* (in *Todd's Cyclopaedia of anatomy and physiology.* Vol. II. 1839. pag. 733) herufen sich auf obigen Fall ohne allen Argwohn, während *Rudolphi* (in den Abhandlungen der Berliner Akademie a. d. J. 1825. pag. 50.) von dieser Erzählung *Scopoli's* sagt, dass sie viel Falsches und Unwahrscheinliches enthalte, und *Burdach* (die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Bd. I. 1835. pag. 470) die Richtigkeit dieser ganzen Beobachtung in Zweifel zieht. Noch mehr müssen aber die kritischen Bemerkungen, welche *Scheven* (im Naturforscher, Stück XX. 1784. pag. 48) über dieselbe Beobachtung ausgesprochen, unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen. *Scheven* bemerkte nämlich ganz richtig, dass zur Entstehung jener Zwitterbildung nicht bloss das Einschliessen zweier Raupen in ein gemeinschaftliches Gespinnste hinreicht, sondern dass beide Raupen zu gleicher Zeit auch ihre Raupenhaut abstreifen und beide bei ihrer Verwandlung mit ihren Leibern und Gliedmassen genau und in gegenseitig

Eine dritte Art der Fortpflanzung, nämlich die freie Zellenbildung, durch welche der Inhalt der Mutterzelle zu der Ausbildung der Tochterzellen als Nahrungsstoff verbraucht und daher der Tod der Mutterzelle herbeigeführt wird, soll nach *Nägeli* (p. 17) nur der Ordnung der Protococcaceen und Valoniaceen angehören. Ob nicht auch eine solche Entstehung von Tochterzellen in den Mutterzellen gewisser, mit Infusorien verwechselter Palmellaceen und Desmidiaceen vorkommt, muss ich zweifelhaft lassen.

Von den Bewegungen, welche häufig an einzelligen Algen beobachtet werden, sagt *Nägeli* ganz richtig (p. 19), dass sie keine willkürlichen oder animalischen sind, indem die Ursache derselben nicht von einer durch äussere oder innere Reize veranlasste Contraction und Expansion der Membran ausgeht, sondern rein in den vegetativen Processen der Aufnahme und Abgabe von flüssigen Stoffen, und der Bildung und Auflösung von festen Stoffen ihren Grund haben. Von den vier Kategorien dieser Vegetations-Bewegungen, welche *Nägeli* unterscheidet, interessirt uns hier nur die dritte und vierte Art, da sie es gerade sind, welche so oft mit animalischen Bewegungen verwechselt worden sind.

Das langsame Vor- und Zurückgehen, welches an mehreren Diatomaceen und Desmidiaceen beobachtet wird, erklärt *Nägeli* (p. 20) auf folgende sehr befriedigende Weise: Die Zellen besitzen zu diesen Bewegungen keine besonderen Organe. „Da sie aber in Folge ihres Ernährungsprocesses flüssige Stoffe aufnehmen und ausscheiden, so muss die Zelle in Bewegung gerathen, wenn die Anziehung und die Ausstossung der Flüssigkeiten ungleich auf die Partien der Oberfläche vertheilt und so lebhaft ist, dass der Widerstand des Wassers überwunden wird. Man findet daher die Bewegung vorzüglich bei solchen Zellen, welche wegen ihrer spindelförmigen Gestalt leicht das Wasser durchschneiden; auch bewegen sich diese Zellen nicht anders als in der Richtung ihres langen Durchmessers. Wenn die eine Hälfte einer spindelförmigen oder ellipsoïdischen Zelle vorzüglich oder ausschliesslich Stoffe aufnimmt, die andere Hälfte dagegen abgibt, so bewegt sich die Zelle nach der Seite hin, wo die Aufnahme Statt hat. Da aber an diesen Zellen beide Zellenhälften in physiologischer und morphologischer Beziehung vollkommen gleich sind, so ist es bald die eine, bald die

entsprechender Weise aneinander passen müssen, um so zu einer einzigen Puppe sich vereinigen zu können. Ich gebe noch weiter und behaupte, dass eine solche Verschmelzung zweier Raupen zu einer einzigen Puppe auf die oben angegebene Weise nie zu Stande kommen könne. Denn wenn man auch annehmen wollte, dass die von *Scheven* angegebenen Bedingungen zum Hervorbringen eines hermaphroditischen Schmetterlings eingetreten sein sollten, wie wäre es denkbar, dass das gegliederte Bauchmark, der Verdauungskanal mit seinen Anhängen, das Muskelsystem, die Geschlechtsorgane, welche bekanntlich schon in der Raupe sich zu entwickeln angefangen haben, sowie das Tracheensystem beider Individuen zu einem einzigen organischen Ganzen sollten verschmelzen können? Ein solcher Conjugations-Process, womit diese Verschmelzung verglichen werden müsste, ist gewiss bei den höher organisirten Thieren unmöglich, und kann nur bei den niedrigsten einzelligen Thieren vorkommen.

andere, welche aufnimmt oder abgibt, und somit bewegt sich auch die Zelle bald nach der einen, bald nach der entgegengesetzten Richtung hin.“

Mittelst dieser Erklärung lassen sich doch wohl alle jene Bewegungen begreifen, welche an den Bacillarien so leicht in die Augen fallen. Nur ein gänzlich Verkennen dieser Vegetationsbewegungen konnte *Ehrenberg* veranlasst haben, nach besonderen Bewegungsorganen bei diesen Geschöpfen zu suchen. Dass derselbe sie auch wirklich gefunden haben will, beweist vollends, wie befangen *Ehrenberg* bei seinen Untersuchungen zu Werke gegangen ist. Nach *Ehrenberg* <sup>1)</sup> sollen nämlich die Navicularien ein unzerteiltes schneckenfussartiges Bewegungsorgan aus einer der mittleren Oeffnungen des Panzers hervorschieben können. Es soll dieses sohlenartige Bewegungsorgan stets eng an dem Panzer anliegen, sich aber bis zu den beiden Spitzen des Panzers hin erstrecken können. Ich habe es niemals dahin bringen können, dieses Bewegungsorgan bei einer Navicula zu unterscheiden, auch *Kützing* <sup>2)</sup> hat dasselbe mit aller Anstrengung und der schärfsten Beobachtung nicht bemerken können. Wenn es dagegen *Schmidt* und *Eckhard* <sup>3)</sup> gelungen ist, diese merkwürdigen Schneckenfüsse zu sehen, so habe ich nur folgendes zu entgegnen. *Ehrenberg* gibt an, dass Navicula auf ihrer Rücken- und Bauchfläche sechs runde Oeffnungen besitzt, und zwar vier an beiden Enden und zwei auf der Mitte der beiden Flächen. Von jenen vier Endöffnungen sollen die beiden der Bauchfläche zweien Mundöffnungen und die beiden auf dem Rücken liegenden zweien Respirationsöffnungen entsprechen, während die mittlere Oeffnung der Bauchfläche dazu dienen soll, das sohlenartige Bewegungsorgan hervortreten zu lassen. Bei *Navicula fulva*, meint *Ehrenberg*, trete vielleicht auch aus der mittleren Rückenöffnung ein solcher Fuss hervor. Durch welche Täuschungen *Ehrenberg* hier irre geleitet wurde, weiss ich nicht, nur soviel kann ich gegen diese verschiedenen unrichtigen Ansichten einwenden, dass jene sechs Oeffnungen bei Navicula gar nicht existiren, sondern dass gerade an diesen Stellen, an welchen *Ehrenberg* und Andere sechs Oeffnungen gesehen haben wollen, die kieselhaltige Zellenmembran (Kieselpanzer) verdickt ist und ebenso viele rundliche nach innen hervorragende Wülste bildet. Es wird daher jedem, der sich von dem Vorhandensein dieser verdickten Stellen überzeugt hat, einleuchten, dass hier weder von Mund- und Respirationsöffnungen, noch von Mündungen zum Durchtritt eines Bewegungsorganes die Rede sein kann. Auf denselben beiden Flächen, auf welchen sich die sechs rundlichen Verdickungen des Kieselpanzers von Navicula befinden, nimmt man hingegen vier Linien wahr, welche auf der Mitte der Flächen entlang von einer Verdickung zur andern verlaufen. Diese Linien, welche man lange kennt, aber bis jetzt wenig beach-

<sup>1)</sup> Vgl. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin a. d. Jahre 1836. pag. 134. Taf. I. Fig. 19. und *Ehrenberg*: Die Infusionsthierchen. pag. 139. 175. 178. Taf. XXI. Fig. XII. 2.

<sup>2)</sup> Vgl. *Kützing*: Die kieselhaltigen Bacillarien oder Diatomeen. pag. 26.

<sup>3)</sup> S. *Wiegmann's* Archiv. 1846. Bd. I. pag. 212.

tet zu haben scheint, rühren von einer Nath, Spalte oder vielmehr Lücke her, an der keine Kieselmasse abgeschieden ist, so dass an diesen Stellen die den Kieselpanzer auskleidende zarte Primordialhaut mit der Aussenwelt in eine sehr nahe Wechselwirkung treten kann. Ich schliesse dies aus dem Umstande, das gerade an diesen vier Näthen oder Spalten das Wasser, welches die Navicularien äusserlich umgibt, in Strömung versetzt wird. Man kann sich sehr leicht von der Anwesenheit dieser Strömung überzeugen, wenn man das Wasser, in welchem sich frische Navicularien befinden, durch feine feste Körperchen trübt. Am besten eignen sich hierzu Indigo-Partikelchen. Hat sich das durch Indigo gefärbte Wasser auf dem Objektglase beruhigt, so wird man durch das Mikroskop bald gewahr werden, dass diejenigen Indigopartikelchen, welche mit lebenden Navicularien in Berührung kommen, in eine schwankende Bewegung versetzt werden, nachdem sie sich vorher ganz ruhig verhalten hatten. Man wird sich ausserdem überzeugen, dass nur derjenige Indigo in Bewegung geräth, der mit jenen vier vorhin erwähnten Näthen des Kieselpanzers in Berührung gekommen ist, während die an anderen Stellen dieser Hülle anhängenden Indigotheile ganz unbeweglich bleiben. Ausser der schwankenden Bewegung nimmt man noch eine andere höchst auffallende Bewegung an jenen Indigostückchen wahr. Sie werden nämlich, nachdem sie mit jenen Näthen des Kieselpanzers in Berührung gekommen, an denselben ziemlich schnell auf und nieder geschoben. Niemals bemerkt man, dass die von den Endwülsten gegen die beiden Mittelwülste geschobenen Indigomassen über diese hinübergleiten, immer findet an den Mittelwülsten ein Ruhepunkt Statt, von welchem aus die Indigomassen in umgekehrter Richtung wieder gegen die Endwülste zurückgeschoben werden. Es ist dies ein Beweis, dass die linienförmigen Näthe, wie man auch mit Augen sehen kann, sich nicht über die Mittelwülste des Kieselpanzers hinwegerstrecken. Die Strömung ist an diesen Spalten mitunter so stark, dass dadurch unverhältnissmässig grosse Körper, welche mit denselben in Berührung kommen, in Bewegung gesetzt werden<sup>1)</sup>. *Ehrenberg* waren übrigens, da er die

1) Bei dieser Gelegenheit will ich darauf aufmerksam machen, dass sich ein mit Indigo getrübbtes Wasser auch sehr gut benutzen lässt, um die merkwürdigen Vegetations-Bewegungen der *Oscillarien*, welche schon von verschiedenen Naturforschern für thierische Bewegungen gehalten worden sind, genau verfolgen zu können. Bekanntlich lassen die *Oscillarien* ausser den am häufigsten beobachteten schwingenden und kriechenden Bewegungen auch spiralförmige Drehungen an sich wahrnehmen. Wie diese mannigfaltigen Bewegungen bisher von den Naturforschern aufgefasst worden sind, kann man aus einer Arbeit von *G. Fresenius* über den Bau und das Leben der *Oscillarien* (in dem dritten Bande des *Museum Senckenbergianum*. 1845) ersehen. Es können diese spiralförmigen Drehungen an den *Oscillarien* nur zu gewissen Zeiten beobachtet, aber auch sehr leicht übersehen werden, besonders wenn diese Fäden an ihren Enden gleichmässig abgerundet sind. Es mag daher auch gekommen sein, dass über diese Drehungen der *Oscillarien* um ihre Längsaxe von den Beobachtern weniger häufig berichtet wurde. Hat man sich aber erst von den drehenden Bewegungen der *Oscillarien* überzeugt, so wird man auch bald gewahr, dass sie die alleinige Ursache sind, durch welche diese Wasserfäden von der

Naviculaceen mit Indigo zu füttern suchte, diese Bewegungen nicht entgangen, nur legte er sie falsch aus, indem er das Anziehen und Fortschieben benachbarter Substanzen bei *Navicula* einem sohlenartigen Bewegungsorgane zuschrieb <sup>1)</sup>. Dass ausserdem *Ehrenberg* diese Bewegungen nicht mit voller Aufmerksamkeit aufgefasst hat, geht aus den vorhin erwähnten Abbildungen hervor, auf welchen derselbe den Indigo an beiden Flächen einer *Navicula viridis* über die Mittelwülste hinweg ziehen lässt. Leider hat *Nägeli* in der hier besprochenen Schrift die Diatomaceen keiner speciellen Untersuchung unterworfen, durch welche wir gewiss über die Pflanzennatur dieser einzelligen Organismen noch manches Belehrende erfahren haben würden.

Ein ganz besonderes Interesse erregt die vierte von *Nägeli* (p. 20) aufgeführte Art von Bewegung einzelliger Algen, nämlich das Schwärmen, welches bei vielen Palmellaceen, Protococcaceen und Vaucheriaceen vorkömmt. *Nägeli* bemerkt ganz richtig, dass dieses Schwärmen die gleiche Erscheinung ist, welche auch an den Keimzellen mehrzelliger Algen (*Ulothrix*, *Conferva*, *Chaetophora* etc.) wahrgenommen wird. Ich muss hier vorweg bemerken, dass, wenn *Nägeli*, *Thuret* u. a. von Schwärmosporen sprechen, dieselben nicht etwa solche bewegliche Körperchen darunter verstehen, welche sie zufällig im Wasser angetroffen und willkürlich als Pflanzengebilde genommen haben, wie dergleichen im Wasser aufgefundene Körperchen von *Ehrenberg* willkürlich für Thiere genommen worden sind. Jene Naturforscher haben vielmehr die Entwicklung dieser Schwärmzellen oder Schwärmosporen innerhalb ihrer Mutterzellen ein- oder mehrzelliger Algen beobachtet, und durch das Hervorschlüpfen derselben aus den Mutterzellen sich bestimmt von dem pflanzlichen Ursprunge dieser frei umherschwimmenden Körperchen überzeugt. Es blieb auf diese Weise nicht dem subjektiven Urtheile des Beobachters anheim gegeben, zu entscheiden, ob diese Körperchen, je nachdem sie diesen oder jenen Eindruck auf ihn machten, Pflanzen oder Thiere seien. Es ist daher *Ehrenberg's* Fehler, wenn er schwärmende Algensporen, deren Entwicklung von ihm nicht beobachtet wurde, zu Infusorien gestempelt hat, und gereicht keineswegs *Thuret* zum Vorwurf, wie *Eckhard* meint <sup>2)</sup>, dass derselbe

Stelle kriechen. Einen sehr interessanten Anblick gewähren nun die Oscillarien, wenn man ihre drehenden Bewegungen in mit Indigo gefärbtem Wasser beobachtet. Es werden nämlich alle Indigostückchen, welche mit den einzelnen Oscillarien-Fäden in Berührung kommen, in einer ziemlich engen Spirale an den Fäden entlang his zu ihrem Ende geschoben, mögen die Fäden sich selbst fortbewegen oder ganz still liegen. Eben so auffallend war es mir, dass zuweilen diese spiralförmige schleichende Fortbewegung des Indigos von beiden Enden eines Fadens nach der Mitte hin Statt fand, wo sich dann der Farbestoff in Ballen anhäuften, oder dass diese Bewegung zuweilen in umgekehrte Richtung von der Mitte eines Fadens nach beiden Enden hin vor sich iug. Es muss ausserdem an den Oscillarien eine reichliche Ausscheidung eines schleimigen Stoffes Statt finden, da die auf einen Haufen zusammengeschobenen Indigopartikelchen längere Zeit aneinander kleben bleiben.

1) S. dessen Infusionstherapie pag. 175.

2) A. n. O. pag. 214.

bewegliche Körper (vermeintliche Infusorien), welche er doch in Algenzellen zur Entwicklung kommen und daraus hervorschlüpfen sah, als Algensporen abgebildet hat.

*Nägeli* (p. 20) äussert sich über das Schwärmen einzelliger Algen in folgender Weise: „gewöhnlich sind es die einzelnen Individuen, welche schwärmen, selten sind es Familien, die aus mehreren Individuen bestehen. Die Schwärmzellen haben meist eine eiförmige oder kurz birnförmige, seltener eine kugelige Gestalt; sie tragen an dem schmälern farblosen Ende zwei oder vier oder einen Kranz von sehr feinen Wimpern, oder sie sind an der ganzen Oberfläche mit solchen Wimpern bedeckt. Die Bewegung erscheint unter dem Mikroskope sehr rasch, etwas infusorien-ähnlich, und besteht in einem stetigen Fortrücken, wobei das hyaline, schmalere Ende in der Regel vorangeht und die Zelle sich fortwährend um ihre Längsachse dreht. Obgleich das Schwärmen Aehnlichkeit mit infusorieller Bewegung zeigt, so mangelt demselben doch offenbar die Spontaneität der letztern. Die Infusorien gehen vorwärts, prallen zurück, biegen um, kehren zurück, alles nach Willkür, die Schwärmzellen verfolgen (p. 21) gleichmässig ihre meist ziemlich geraden Bahnen, und biegen nur ab oder kehren um, wenn sie durch ein Hinderniss, auf das sie stossen, in eine andere Richtung versetzt werden. Ausserdem ist die Wandung der Schwärmzellen, wenn auch äusserst zart, doch starr und unbeweglich, während bei den Infusorien entweder die Membran deutlich contractil oder die Anhänge derselben (Wimpern) beweglich sind.“

Ich fühle mich mit dieser Schilderung und Beurtheilung des Schwärmens der einzelligen Algen, welche auch ganz auf die Schwärmsporen der mehrzelligen Algen passt, ganz einverstanden, auch habe ich mich über die Schwärmsporen in der Hauptsache bereits auf dieselbe Weise ausgesprochen<sup>1)</sup>. Nur mit dem Umstande kann ich mich nicht befreunden, dass *Nägeli* einen Unterschied zwischen vegetabilischen und thierischen Wimpern macht, nach welchem erstere, die zarten Pflanzen-Wimpern, starr sein sollen und nur passiv bewegt werden können, während die Thierwimpern allein die Gabe der selbstständigen Bewegungen besitzen sollen. *Nägeli* gibt dabei zu (p. 22), dass sich die Wimpern der im übrigen ganz starren Schwärmsporen zwar bewegen, läugnet aber, dass sie die Ursache der Bewegung der Schwärmzellen seien, indem ihr Flimmern nur die natürliche Folge der Strömung im Wasser sei, welche durch die lebhafteste Endosmose und Exosmose der Schwärmzellen hervorgerufen werde. Nach *Nägeli* findet an dem hyalinen Ende der Schwärmsporen, welches dem Wurzelende einer Pflanze entspricht, die Stoffaufnahme Statt, wodurch die Thatsache erklärt wird, dass die Schwärmspore mit diesem hyalinen (Wurzel-) Ende voranschwimmt, weil daselbst die Anziehung, auf der gegenüberliegenden Seite dagegen die Ausscheidung und Ausstossung der Flüssigkeiten vor sich geht. Es mag dies wohl in Bezug auf Richtung der Fort-

<sup>1)</sup> Vgl. mein Programm: de finibus inter regnum animale et vegetabile constituendis. Erlangæ. 1843.

bewegung der Schwärmsporen mit in Anschlag kommen, allein ich zweifle doch, dass der, wenn auch noch so lebhaft endosmotische und exosmotische Process die schnellen und oft äusserst rapiden Bewegungen der Schwärmsporen ganz allein hervorbringen kann. Das Flimmern der Wimpern, welches meiner Ansicht nach die Hauptrolle bei den Bewegungen der Schwärmsporen spielt, erklärt *Nägeli* (p. 22.) als eine natürliche Folge der Strömung im Wasser, da die Wimpern so zart sind, dass sie durch die geringste Fluktuation des Wassers allcirt werden müssen. Hiergegen muss ich aber einwenden, dass die oft ziemlich langen Wimpern der Schwärmsporen fast immer gegen die Richtung hin, nach welcher die Sporen sich fort bewegen, in schwingender Bewegung vorangestreckt werden; wären sie bei diesem Bewegungsakte nicht aktiv thätig, so müssten diese zarten Fäden oder Geiseln von der Gegenströmung des Wassers, zumal bei der so schnellen Fortbewegung der Sporen, sich nach hinten zurückbiegen. Ich kann es ausserdem nicht in Abrede stellen, dass die Unbeweglichkeit und Starrheit der Pflanzenzellmembran, wie *Nägeli* richtig bemerkt, ein allgemeines und ausnahmsloses Gesetz ist, allein ich kann mich keineswegs überzeugen, dass aus dieser starren Pflanzenzellmembran, wie *Nägeli* behauptet, auch die beweglichen Wimpern und Geiseln der Schwärmsporen gebildet sein sollen. *Nägeli* (p. 23) beruft sich noch darauf, dass auch die vegetabilischen Samenfäden eine starre Form besitzen und sich bloss vorwärts bewegen, indem sie sich um ihre Achse drehen. Hiergegen muss ich einwenden, dass die merkwürdigen und sehr lebhaften Bewegungen der vegetabilischen Samenfäden nach den neuesten Entdeckungen von *Thuret*, *Decaisne* und *Leszczye-Suminski* von zwei oder mehreren langen und beweglichen Wimpern ausgehen, welche an dem einen Ende dieser ganz starren Samenfäden angebracht sind <sup>1)</sup>. Wir hätten hiernach einen wichtigen Unterschied zwischen der Bildung und Bewegung der vegetabilischen und thierischen Spermatozoiden. Letztere sind für sich beweglich, während die ersteren starr sind und nur mit Hülfe von Flimmercilien bewegt werden.

Es scheint, dass *Nägeli* besonders deshalb einen Unterschied

<sup>1)</sup> Nach *Thuret* bewegen sich die langen gewundenen Spermatozoiden der Charen mittelst zweier sehr langer, zarter Geiseln, welche hinter dem einen Ende des Körpers angebracht sind. Vgl. *Annales des sciences naturelles. Botanique.* Tom. 14. 1840. pag. 67. Pl. 7. Aehnliche schwingende Geiseln beobachteten *Decaisne* und *Thuret* (ebenda. Tom. 3. 1845. pag. 8. Pl. 1. u. 2.) an den eiförmigen Spermatozoiden verschiedener *Fucoiden*. Sehr sonderbar nehmen sich die spiralig gewundenen Spermatozoiden der *Pteris serrulata* aus, welche nach den Entdeckungen des *Leszczye-Suminski* (Zur Entwicklungs-Geschichte der Farrnkräuter. Berlin 1848. pag. 11. Taf. II.) an ihrem kolbigen Vorderende sechs ziemlich lange Flimmercilien tragen. Ich habe mich von der Richtigkeit dieser interessanten Entdeckung überzeugen können, indem mir mein Freund *A. Braun* die spiraligen Spermatozoiden eines andern Farrnkräutes zeigte, an welchen nach der Tödtung mittelst Jod mehr als zwanzig Flimmercilien gezählt werden konnten. Nach einer mündlichen Mittheilung von *H. P. Schimper* in Strassburg hat derselbe durch eine briefliche Nachricht *Thuret's* erfahren, dass dieser nun auch an den Spermatozoiden der Moose Flimmercilien erkannt habe.

zwischen Pflanzen- und Thierwimpern gemacht wissen will, weil man sonst an den ersteren, wenn man sie mit thierischen Flimmercilien zusammenwerfen würde, eine Contractilität annehmen müsste. Ich halte aber dafür, dass sowohl die vegetabilischen wie thierischen Flimmercilien, an denen ich bis jetzt keinen Unterschied auffinden konnte, nicht als zarte contractile Fäden betrachtet werden können. Bei den aktiv beweglichen Flimmercilien nämlich sowie bei den thierischen Spermatozoiden gehen die Bewegungen auf eine bis jetzt noch ganz unbekannt Weise durch einfache Biegungen und Schwingungen ohne Verkürzung und Verlängerung, ohne Verdickung und Verdünnung der Fäden vor sich, während die zarten nicht flimmernden, wohl aber contractilen (thierischen) Fäden sich bei ihren Bewegungen zugleich verkürzen und verdicken, oder verlängern und verdünnen. Zwar erwähnt *Unger* <sup>1)</sup> in einer Mittheilung über das Flimmerorgan der *Vaucheria* eines Einziehens und einer Verkürzung, welche an den Wimpern der *Vaucheria*-Sporen durch Einwirkung von Zuckerlösung eingetreten sei. Es kann dies aber, die Kontraktionsfähigkeit dieser höchst zarten Flimmerhaare durchaus nicht beweisen, da diese Erscheinung von *Unger* nicht im Leben sondern nach dem Absterben der Flimmerhaare beobachtet worden ist und gewiss als ein Zersetzungsprocess betrachtet werden muss; es spricht hierfür noch besonders der Umstand, dass *Unger* ausdrücklich bemerkt, die gröberen Flimmerhaare von den Kiemen der Unionen seien bei ähnlicher Behandlung zwar auch bewegungslos geworden aber unverkürzt geblieben.

Die Bewegungen der Schwärmsporen währen im Allgemeinen nur kurze Zeit. Nachdem die Sporen zur Ruhe gelangt sind, wobei sie sich, wie *Nägeli* ganz richtig hervorhebt, gewöhnlich mit dem hyalinen Wimperende festsetzen, hört die Fähigkeit zu schwärmen für immer auf. Dass sich diese Schwärmsporen nach dem Lichte hinbewegen, kann nicht auffallen, wenn wir an den Lichtthunger denken, der in der Pflanzenwelt so häufig beobachtet wird. In Bezug auf die Bewegungen der Schwärmsporen muss ich noch einmal auf eine Erscheinung aufmerksam machen, welche schon oben von *Nägeli* angedeutet worden ist, da sie recht eigentlich erkennen lässt, dass diese Körper ohne Willkür gezwungen sind, immer in einer Richtung und ohne Ruhe sich fortzubewegen. Tritt nämlich den Schwärmsporen irgend ein grösserer Gegenstand in den Weg, gegen welchen sie anstossen müssen, so fahren sie nicht etwa erschreckt vor demselben zurück, wie man das bei Infusorien so häufig beobachtet, sondern stürzen vielmehr gerade auf den Gegenstand des Hindernisses los, bleiben dicht an demselben stehen und setzen ihre Bewegungen, je nach der Zahl und Anordnung ihrer Flimmerorgane, in drehender oder rüttelnder Weise noch eine Zeit lang fort, als wollten sie mit Gewalt in den hindernden Gegenstand eindringen, bis endlich, wahrscheinlich durch Absterben der Flimmerorgane, Ruhe eintritt, und die Keimung vor sich geht, wobei diejenigen Schwärmsporen, welche von gewissen mehrzelligen Algen herrühren,

<sup>1)</sup> Vgl. den amtlichen Bericht über die dreiundzwanzigste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Nürnberg im September 1845. pag. 146.

zugleich den Gegenstand, gegen welchen sich diese Schwärmsporen festgerannt haben, als Boden benutzen, um sich mit den von dem hyalinen Ende aussprossenden wurzelartigen Fortsätzen festzuheften.

Bei mehreren einzelligen Algen, nämlich bei denjenigen, welche in Familien vereinigt schwärmen, dauert das Schwärmen ungleich länger, ja bei einigen Arten verbleiben die schwärmenden Familien fast ihr ganzes Leben hindurch in diesem Zustande; es findet dies bei den Volvocinen Statt, welche sogar während des Schwärmens neue schwärmende Familien erzeugen oder sich nur dann zur Ruhe begeben, wenn der Zeitpunkt der Fortpflanzung eingetreten ist. Ich hoffe demnächst meine Untersuchungen über diese einzelligen Algen, welche bis auf die jüngste Zeit noch immer für Infusorien erklärt werden, mittheilen zu können.

Wie auffallend die Schwärmsporen sowohl von einzelligen als mehrzelligen Algen an gewisse Monadinen und Cryptomonadinen erinnern, davon wird man sich überzeugen, wenn man einen Blick auf die von *Unger*, *Thuret*, *Solier* und *Nägeli* gelieferten Darstellungen verschiedener Schwärmsporen wirft. Bekanntlich entdeckte *Unger*<sup>1)</sup>, dass die Sporen von *Vaucheria clavata* mit einem die ganze Sporen-Zelle einschliessenden Flimmerüberzug umherschwimmt, welche Entdeckung von *Thuret*<sup>2)</sup> bestätigt wurde. Einen Wimperkranz beobachtete *Thuret*<sup>3)</sup> an den Schwärmsporen von *Prolifera* (*Conferva*) *vesicata*, *alternata*, *tumidula* und *Candolii*, sowie *Solier*<sup>4)</sup> an *Derbesia* (*Bryopsis*) *marina* und *Lamourouxii*. Nach *Thuret*<sup>5)</sup> schwimmen die Schwärmsporen von *Conferva glomerata* und *rivularis* mit zwei Geiseln, die Schwärmsporen von *Chaetophora elegans* dagegen mit vier Geiseln herum. Von *Nägeli*<sup>6)</sup> werden die Schwärmsporen der *Apicocystis Brauniana* *Näg.* der *Tetraspora explanata* *Kütz.* und des *Characium Nægeli* *Br.* mit zwei Geiseln abgebildet. *Fresenius*<sup>7)</sup> erkannte an den mit vier Geiseln ausgestatteten Schwärmsporen von *Chaetophora elegans* zugleich auch das rothe sogenannte „Auge.“ Nach den höchst interessanten Untersuchungen von *A. Braun*<sup>8)</sup> kommt auch bei *Hydrodictyon utriculatum* eine Sporenbildung, wobei Schwärmsporen mit vier langen Flimmerfäden und mit einem rothen Körnchen im Innern lebhaft umherschwimmen.

Wie verbreitet übrigens diese Schwärmsporen bei den Algen vorkommen, davon geben die zahlreichen Untersuchungen meines

1) Die Pflanze im Momente der Thierwerdung. 1843. Fig. 8–10.

2) Recherches sur les organes locomoteurs des spores des Algues. In den Annales des sciences naturelles. Botanique. Tom. 19. 1843. Pl. 11. Fig. 29. 30.

3) Ebenda. Pl. 10. Fig. 13. 14. 18.

4) Mémoire sur deux algues zoosporées. Ebenda. Tom. 7. 1847. Pl. 9. Fig. 8–11. und 23.

5) A. a. O. Pl. 10. Fig. 1–3. und 7–10.

6) Gattungen einzelliger Algen. Tab. II. A. Fig. 1. k. ferner Tab. II. C. Fig. f. und Tab. III. D. Fig. b.

7) Zur Controverse über die Verwandlung von Infusorien in Algen. 1847. Fig. 1–3.

8) Vgl. die Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft bei ihrer Versammlung zu Schaffhausen 1847. pag. 20.

Freundes *A. Braun* hier in Freiburg Zeugniß. Ich kann in dieser Beziehung für jetzt nur auf einen Vortrag hinweisen, welchen *Braun* bei der schweizerischen Naturforscher-Versammlung zu Schatthausen im Jahre 1847 gehalten hat <sup>1)</sup>. Aus diesem Vortrage wird man indessen entnehmen können, welchen Schatz von Erfahrungen *Braun* über diesen wichtigen Gegenstand bereits gesammelt hat, und wie sehr es im Interesse der Wissenschaft liegen muss, dass *Braun* sich endlich entschliessen möge, diese Entdeckungen in ihrem ganzen Umfange der Oeffentlichkeit zu übergeben. Aus dem erwähnten Vortrage *Braun's* ist nämlich zu ersehen, dass bei *Conferva glomerata* und *fracta* zahlreiche mit zwei Flimmerfäden und einem rothen sogenannten „Auge“ versehene Sporen durch eine an einer bestimmten Stelle entstehenden Oeffnung der Mutterzellen herauschwärmen. Bei *Ulothrix zonata* *Kütz.* sah derselbe in jeder Zelle 8 bis 16 mit vier Flimmerfäden und einem grossen rothen „Auge“ versehene Sporen entstehen, welche durch eine seitlich entstehende Oeffnung der Mutterzelle, von einer zarten blasenförmigen Membran eingeschlossen, hervortreten, und erst nach dem Zerreißen dieser Blase ausschwärmen. Bei *Draparnaldia mutabilis*, *Stygoecloium tenue* und mehreren verwandten Arten sowie bei *Chaetophora tuberculata* entsteht nach *Braun's* Untersuchung in jeder Mutterzelle nur eine einzige rothhängige Spore mit vier Flimmergeißeln. *Braun* bestätigte ausserdem die von *Thuret* schon früher über andere Conferven mitgetheilten Beobachtungen und beschreibt ausserdem noch die Fortpflanzung des einzelligen Algenpflänzchens *Characium Sieboldi* *Br.*, dessen spindelförmige Mutterzelle 16 und mehrere Sporen mit zwei Flimmerhaaren zur Entwicklung kommen, wobei er auch eines *Protococcus versatilis* *Br.* erwähnt, dessen Zellen, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht haben, sich in zwei ruhende Zellen theilen, worauf sich diese durch abermalige Theilung in vier und diese auf gleiche Weise in acht Zellen theilen, welche letzte vierte Generation mittelst vier Flimmerfäden eine kurze Zeit schwärmt, um hierauf von Neuem den ruhigen Vegetationscyclus durchzumachen.

Eine andere ausgezeichnete, von mir schon mehrmals erwähnte Schrift von *Ralfs* (the british Desmidiaceae) behandelt ebenfalls einzellige, mit niederen Thieren verwechselte Pflanzengebilde, jedoch in einem beschränkteren Sinne, nämlich ausser der Familie der *Desmidiaceae Ehrenberg's* noch die Familie der *Closterinen*.

Ueber den merkwürdigen Theilungsprocess, durch welchen sich die meisten *Desmidiaceen* vermehren, bemerkt *Ralfs* (pag. 5), dass nach jeder Theilung die neuentstandenen Individuen immer grösser würden, dass aber dieses Wachsen seine Grenze habe, indem nach einer gewissen Zahl von Generationen die durch wiederholte Theilung zu einer gewissen Grösse gelangten Individuen zuletzt absterben <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> A. a. O. pag. 37.

<sup>2)</sup> Die von *Ralfs* gelieferte, ausführliche Beschreibung dieses Theilungsprocesses der *Desmidiaceen* findet sich auch in den *Annals of nat. hist.* Vol. II. 1848. pag. 137. aus der angeführten Schrift wörtlich abgedruckt.

Ein ganz besonderes Verdienst hat sich dieser fleissige Beobachter der Desmidiaceen besonders dadurch erworben, dass es ihm gelungen ist, den Copulations-Process bei sehr vielen dieser einzelligen Pflänzchen zu verfolgen. Schon früher hat *Ralfs* <sup>1)</sup> an *Tetramorus granulatus R.* und *Staurastrum mucronatum R.* die Copulation beschrieben; in seiner neuesten Arbeit lernen wir jetzt auch ausser den Closterinen noch viele andere Desmidiaceen kennen, nämlich *Hyalotheca*, *Didymoprium*, *Sphaerozoma*, *Euastrum*, *Micrasterias*, *Cosmarium* und *Xanthidium*, welche eine Copulation eingehen. Bei den zu einer Schnur vereinigten Desmidienformen z. B. bei *Hyalotheca dissiliens R.* und *Didymoprium Borreri R.* geschieht die Copulation in der Weise, dass immer zwei benachbarte Zellen an der Berührungsstelle von einander weichen, und durch die klaffende Stelle ihren Inhalt zur Bildung eines gemeinschaftlichen Sporangium hervortreten lassen. Bei den isolirt bleibenden einzelligen Desmidiaceen, mit Ausnahme gewisser schon früher erwähnten Closterien, delisciren zwei einander nahe gerückter Individuen in der queren Mittellinie und geben so ihren ganzen Inhalt zur Verschmelzung in ein einziges Sporangium her. *Ralfs* hat eine Menge solcher Copulations-Zustände in seiner erwähnten neuesten Schrift äusserst sauber dargestellt.

Die durch Copulation entstandenen Sporangien der Desmidiaceen haben meistens eine kugelige Form und bleiben nach *Ralfs*' Beobachtung (pag. 10.) bei einigen Arten an der äussern Oberfläche glatt, während sie bei vielen andern Arten körnige, höckerige oder stachelige Auswüchse erhalten. Die anfangs einfachen Stacheln dieser Sporangien theilen sich häufig in zwei, drei bis vier Spitzen, wodurch diese Körper sehr grosse Aehnlichkeit mit jenen einfachen Xanthidien-Formen bekommen, welche *Ehrenberg* aus Feuersteinen beschrieben und abgebildet hat <sup>2)</sup>, *Ralfs* (pag. 12.) lässt es daher zweifelhaft, ob diese letzteren einfachen Körper wirklich fossile Xanthidien sind und nicht etwa als stachelige Sporangien anderer fossiler Desmidiaceen betrachtet werden müssen.

Es ist zu bedauern, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, die weitere Entwicklung der Desmidiaceen innerhalb dieser Sporangien, welche *Ralfs* und *Jenner* so häufig zu Gesicht gekommen sind, zu beobachten. Aus den kolorirten Abbildungen bei *Ralfs* geht hervor, dass der grüne Inhalt der Sporangien gewisser Desmidiaceen sich mit der Zeit rothbraun färbt. Ob diese Erscheinung mit einer weiteren Entwicklung des Inhalts zusammenhängt oder vielleicht jener von *Nägeli* <sup>3)</sup> erwähnten Umwandlung des Chlorophylls in ein orange-farbenes Oel entspricht, muss ich unentschieden lassen.

<sup>1)</sup> In den *Annals of natural history*. Vol. XIV. 1844. pag. 258. Pl. VIII. und Vol. XV. 1845. pag. 153. Pl. X.

<sup>2)</sup> Vgl. die Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin a. d. J. 1836. pag. 109. Taf. I. Auch die von *Turpin* in den *Annales des sciences naturelles*. Tom. VII. 1837. pag. 129. Pl. VI & VII. beschriebenen, einfachen und stacheligen Körper des Feuersteins, welche derselbe als fossile Bryozoen-Eier gedeutet hat, mögen vielleicht Sporangien urweltlicher Desmidiaceen gewesen sein.

<sup>3)</sup> *A. u. D.* pag. 9.

Ueber die wichtige Frage, ob die Desmidiaceen Thiere oder Pflanzen seien, äussert sich *Ralfs*, da auch er sich gezwungen sieht, der Autorität *Ehrenberg's* entgegenzutreten, mit einer gewissen Schüchternheit <sup>1)</sup>. Er gesteht ein, dass er früher die Desmidiaceen als Thiere und die Diatomaceen als Pflanzen betrachtet habe, jetzt nach vielen sorgfältigen Beobachtungen habe er die Ueberzeugung gewonnen, dass den Desmidiaceen ihrer vegetabilischen Natur wegen eine Stelle in der Nähe der Conjugaten und Palmellen angewiesen werden müsste, während ihm die Natur der Diatomaceen als Pflanzen oder Thiere noch zweifelhaft geblieben sei. *Ralfs* (pag. 20) unterwirft hierauf die vier schon oben erwähnten Hauptpunkte, durch welche *Ehrenberg* die thierische Natur der Closterien zu beweisen gesucht hat, einer strengen Kritik, und wendet dieselben für die ganze Abtheilung der Desmidiaceen als Prüfstein an, wobei er zu demselben Resultate, wie andere Naturforscher, gelangt. *Ralfs* protestirt zuerst gegen die willkürlichen Bewegungen, welche *Ehrenberg* den Desmidiaceen zuschreibt, da Bewegungen an und für sich nicht als unzweifelhafte Merkmale eines thierischen Wesens angesehen werden können, und die Desmidiaceen sich ebenso bewegen wie andere allgemein anerkannte Algen. Auch die Vermehrung durch Theilung wird von *Ralfs* als ein von *Ehrenberg* für die Thiere entscheidender Charakter zurückgewiesen. Endlich werden auch die Oeffnungen, welche an den Enden der Closterien vorhanden sein sollen, und die Bewegungsorgane, welche aus diesen Oeffnungen hervorgeschoben werden sollen, als existirend verneint. Dagegen hat sich *Ralfs* (pag. 31) mit *Dahympfe* in vielen Desmidiaceen von der Gegenwart des Amylum überzeugt.

Eine sehr wichtige, von *Thwaites* in der neuesten Zeit gemachte Entdeckung, durch welche auch bei den Diatomaceen eine Fortpflanzung mittelst Conjugation erwiesen wird <sup>2)</sup>, kann ich hier nicht unberührt lassen. *Thwaites* beobachtete nämlich bei *Eunotia turgida* und *zebra Ehr.*, sowie bei *Epithemia gibba Kütz.* folgende merkwürdige Erscheinung. Zwei der Länge nach neben einander gerückte Individuen dehisciren in der Mitte ihres Längendurchmessers, wobei vier Fortsätze aus der klaffenden Stelle paarweise gegen einander wachsen. Diese vereinigen sich zu zwei über einander liegenden, den Inhalt der beiden Diatomeen in sich aufnehmenden runden Blasen. Beide Blasen verlängern sich nach und nach zu zwei querliegenden cylindrischen Körpern, deren zarte Wandungen sich allmählig verdicken, eckig werden und zuletzt die Form zweier neuen quergestreiften Diatomeen annehmen, welche um Vieles grösser und länger erscheinen, als die Mutterindividuen, aus deren Copulation sie hervorgegangen sind. *Thwaites* nennt diese neuen Individuen

<sup>1)</sup> *Ralfs* schiebt, (pag. 16), ehe er zur Beantwortung dieser Frage schreitet, folgende Worte voraus: I now approach a question on which I feel the greatest anxiety, lest I should not do justice to the arguments of those from whose opinion I may differ, or should fail satisfactorily to impress upon my reader the reasons which have appeared to my own mind incontrovertible.

<sup>2)</sup> Vgl. Annals of natural history. Vol. XX. 1847. pag. 9 u. 343. Pl. IV u. XXII.

Sporangien, indem er sie wahrscheinlich mit den ebenfalls durch Copulation entstandenen Sporangien der Desmidiaceen vergleicht. Auch bei *Cocconema lanceolatum* und *cistula Ehr.*, ferner bei *Gomphonema minutissimum Ag.* und *dichotomum Rütz.* ist es *Thwaites* gelungen, die Entstehung zweier neuer grösserer Individuen durch einen ähnlichen Copulationsakt zu beobachten, jedoch mit dem Unterschiede, dass hier die beiden neuen Individuen sich nicht quer über einander, sondern der Länge nach neben einander entwickelten. Immer findet bei allen diesen Copulations-Processen zugleich die Ausscheidung einer reichlichen hellen und gallertartigen Substanz Statt, welche die in Copulation begriffenen Diatomaceen vollständig einhüllt und auf diese Weise zusammenhält. Ich erkenne übrigens zwischen diesem Fortpflanzungsprocesse und der Copulation der meisten Desmidiaceen in sofern einen Unterschied, als bei der Copulation der Diatomaceen weder eine Verminderung, noch eine Vermehrung der Individuen eintritt; nur *Fragilaria pectinalis Lyngb.* macht davon eine Ausnahme. da *Thwaites* bei der Copulation derselben nur ein einziges neues und grösseres Individuum entstehen sah. Es muss hier zugleich bemerkt werden, dass die durch die vorhin beschriebene merkwürdige Copulation entstandenen neuen Individuen die Mutterindividuen nicht allein an Grösse übertreffen, sondern häufig auch eine ganz verschiedene äussere Form darbieten, so dass manche als besondere Art bisher bekannte Diatomaceen sich gewiss mit der Zeit als die sogenannten Sporangien anderer Diatomaceen werden nachweisen lassen. So soll nach *Thwaites*' Vermuthung *Epithemia vertagus Rütz.* das Sporangium von *Eunotia turgida Ehr.* sein.

Von allen bisher erwähnten einzelligen Algen unterscheidet sich *Pediastrum* durch seine interessante Fortpflanzungsweise ganz wesentlich. Bekanntlich bilden die von *Ehrenberg* als *Micrasterias* beschriebenen Pflänzchen 4-, 8-, 16-, 32- oder 64zellige Familien, deren Zellen in einer Ebene scheibenförmig oder sternförmig unter einander vereinigt sind. *Ehrenberg* <sup>1)</sup> spricht, wie gewöhnlich, von dem polygastrischen Apparate, von dem Eierstocke, der Samendrüse dieser Organismen, welche Organisationsverhältnisse mit denen der Infusorien ungezwungen in Einklang zu bringen seien. Ueber die Fortpflanzung scheint *Ehrenberg* gar keine directen Beobachtungen gemacht zu haben, denn was derselbe von Selbsttheilung der einzelnen Zellen erwähnt, ist jedenfalls unrichtig. Zwei kurze Bemerkungen, welche *Turpin* und *Meyen* über die Fortpflanzung des *Pediastrum boryanum* geäussert haben, fertigt *Ehrenberg* mit gleicher Kürze ab, und doch verdiente *Meyen's* Notiz eine genauere Berücksichtigung. Was *Turpin* von dem Ausstreuen einer feinen Sporenmasse aus den angeschwollenen Spitzen der Randzellen des genannten *Pediastrum* gesehen haben will und sogar abbildet <sup>2)</sup>, ist gewiss eine Täuschung gewesen, da, wie mir *A. Braun* versichert, diese

<sup>1)</sup> A. a. O. pag. 155.

<sup>2)</sup> Vgl. Mémoires du Muséum d'histoire naturelle. Vol. XVI. 1828. pag. 320. Pl. 13. Fig. 22.

Anschwellungen an den Spitzen des genannten *Pediastrum* von verdickter Cellulose herrühren und wohl nicht dehisciren können. Dagegen geht aus den Worten *Meyen's* hervor, dass er die merkwürdige Fortpflanzung der *Pediastron* gesehen hat. Seine Worte lauten nämlich <sup>1)</sup>: „Im Alter platzen die Zellen allmählig auf und die gesammte Sporenmasse tritt aus ihnen, mit freier Bewegung begabt, hervor. Die Sporen treffen sehr bald zusammen, verwachsen nur leise mit einander und verlieren hiemit ihre freie Bewegung. Die vollständigen Individuen haben keine Bewegung.“ Dass etwas Wahres in dieser Angabe liegt, davon überzeugten mich die genauen Untersuchungen, welche *A. Braun* über die Fortpflanzung der *Pediastron* angestellt hat. Derselbe konnte mir an *Pediastrum granulatum* *Kütz.* unter dem Mikroskope zeigen, dass sich im Innern der einzelnen Zellen dieser Alge durch Theilung des Zelleninhalts 4, 8, 16 oder 32 Sporen entwickeln, welche nach dem Dehisciren der Zellen aus derselben, von einer zarten farblosen Hülle umgeben, hervortreten, und sich, nachdem sie einige Zeit sich lebhaft durch einander bewegt, in einer Ebene sternförmig ordnen, worauf sie sich nach und nach beruhigen und aneinander befestigen. Die zarte äussere Hülle, welche diese Sporen anfangs umgibt, verschwindet allmählig, wahrscheinlich durch Auflösung. Es stimmt diese Bewegung und dieses Ordnen innerhalb der zarten Hülle von *Pediastrum granulatum* ganz mit jener höchst interessanten Erscheinung überein, welche *Braun* an der zweiten Sporenform des ebenfalls den einzelligen Algen angehörigen *Hydrodictyon utriculatum* (Wassernetz) beobachtet und mir mehrmals unter dem Mikroskope vor das Auge geführt hat. Auch hier gerathen die in den einzelnen Zellen sehr zahlreich entstandenen Sporen in eine, wenn auch nicht so lebhafte, doch etwa eine halbe Stunde andauernde zitternde Bewegung, bis sie endlich, sich aneinander legend, zur Ruhe gelangen und durch ihre Verbindung in der erweiterten Mutterzelle zu einem neuen Netze ordnen, das, durch Auflösung der Mutterzelle frei werdend, zur früheren Grösse heranwächst und nach ungefähr drei Wochen von Neuem Sporen bildet <sup>2)</sup>.

Aus diesem Berichte über die jüngsten Leistungen der Botaniker im Felde der niederen Pflanzenwelt mag man ersehen, wie wichtig und unentbehrlich das Studium dieses Zweiges der botanischen Wissenschaft für diejenigen sein muss, welche mit Erfolg ihre Kräfte den Untersuchungen der niederen Thierwelt zuwenden wollen.

<sup>1)</sup> Vgl. *Nova Acta Academ. Natur. Curios.* Tom. XIV. Pars II. 1829. pag. 774.

<sup>2)</sup> S. die Verhandlungen der schweizer. Naturforsch. Gesellsch. a. a. O. p. 21.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1848-1849

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Siebold Carl Theodor Ernst von

Artikel/Article: [Ueber einzellige Pflanzen and Thiere. 270-294](#)