

Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen.

Von
Dr. Ferdinand Cohn.

1. In dem Aufsätze über „Zelle und Zellkern“, mit welchem Auerbach dieses Heft unserer Beiträge eröffnet, spricht derselbe folgende Bemerkungen aus:

„Man wird zugeben, dass die Bezeichnung Zelle, Kern, Nucleolus heut nicht mehr in einem ganz allgemeinen, blos ganz formalen Sinne gebraucht werden darf, dass man nicht mehr, wie in der Kindheit der mikroskopischen Anatomie jedes beliebige Bläschen als eine Zelle, jeden festen Innenkörper derselben als Kern ansehen und gelegentlich etwa, wie das wohl vorgekommen ist, sagen darf, ein Amylumkorn oder ein Chlorophyllkorn vertrete die Stelle des Zellkerns, dass vielmehr jene Worte Ausdruck sein müssen für typische Substrate und Organe des Lebens, deren jedes hinsichtlich seiner Substanz, Anlage und Bestimmung ursprünglich identisch ist, so sehr sich auch im Laufe der Entwicklung Metamorphosen einstellen mögen¹⁾.“

Diese beherzigenswerthe Stelle veranlasste mich, das erste günstige Object, welches mir zur Prüfung der hier angeregten Frage geeignet erschien, einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen.

2. *Grünes Wasser in Hyacinthengläsern.* Im verflossenen Winter cultivirte ich für einen physiologischen Versuch zehn aus Erfurt bezogene Hyacinthenzwiebeln nach bekannter Methode in conischen farblosen Gläsern; die Zwiebeln waren Ende October 1875 auf die Oeffnung der Gläser gelegt worden, welche mit filtrirtem Oderwasser aus der städtischen Wasserleitung bis nahe an den

¹⁾ l. c. p. 5.

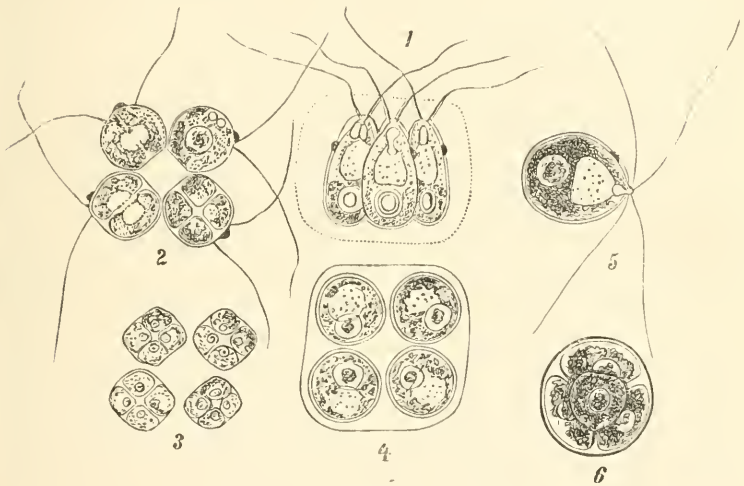
Zwiebelboden angefüllt und sodann in die Nähe eines Fensters gestellt wurden. Ende Januar 1876 färbte sich das Wasser in sämtlichen Gläsern grün, in Folge unendlicher Vermehrung eines *Gonium*; zwei andere ähnliche Gläser, mit dem nämlichen Wasser angefüllt, in deren einem eine Zwiebel von *Allium Cepa* cultivirt, im anderen bloß die Oeffnung lose bedeckt wurde, blieben vollständig klar, und es entwickelten sich in ihnen den ganzen Winter hindurch keine grünen Algen. Offenbar waren Dauersporen des *Gonium* in dem früheren Mutterboden der Hyacinthen, von dem kleine Bröckchen an den Zwiebeln hafteten und allmählich in das Wasser hineinfließen, aber nicht im Wasser selbst enthalten gewesen; denn sonst wäre nicht abzusehen, weshalb ausschliesslich in sämtlichen Hyacinthengläsern, nicht aber in den beiden anderen die *Gonien* sich eingefunden hatten.

Die grüne Färbung nahm, insbesondere an sonnigen Tagen, an Intensität zu; es bildete sich an der ganzen Oberfläche des Wassers, namentlich am Rande, ein grüner Schleim; bei einseitiger Beleuchtung färbte sich die ganze, dem Fenster zugekehrte Seite der Gläser tief grün; auch die Hyacinthenwurzeln wurden mit grünem Schleim überzogen und am Boden der Gläser häufte sich ein grüner Niederschlag an; um reineres Material zu erhalten, wurde das grüne Wasser auch in Gefässen ohne Hyacinthen weiter cultivirt. Mitte Februar hörte allmählich die Vermehrung der beweglichen *Gonien* auf, und es fanden sich seitdem nur ruhende Formen am Boden und an den Wänden der Gläser, während das Wasser sich fast völlig klärte.

Eigentlich waren es verschiedene Arten von *Volvocineen*, welche in dem grünen Wasser schwärmten, deren Dauersporen offenbar im Mutterboden der Hyacinthen enthalten gewesen waren. Ausser zahllosen, linear oblongen grünen, Schwärmzellen, deren Entwicklungsgeschichte nicht vollständig ermittelt wurde, fand ich vereinzelte *Pandorina Morum*, so wie eine *Chlamydomonas*, deren Schwärmer den einzelligen Zuständen der *Gonien* zum Verwechseln ähnlich, gleichwohl der genaueren Untersuchung charakteristische Unterscheidungsmerkmale boten. (Siehe umstehenden Holzschnitt Fig. 5, 6.) Das auch sonst beobachtete gesellige Zusammenvorkommen verschiedener *Volvocineen*, in Verbindung mit der scheinbaren Identität mancher Arten in gewissen Zuständen erschwert allerdings in nicht geringem Masse die zuverlässige Feststellung ihrer Entwicklungsgeschichte. Uebrigens blieben in unseren Hyacinthengläsern die fremden Arten stets in geringer Zahl, während *Gonium* im Kampf

um's Dasein über sie die Oberhand gewann und die verwandten Mitbewerber nicht aufkommen liess.

Von *Gonium* aber fanden sich zwei Formen, das gewöhnliche 16 zellige *Gonium pectorale* Ehrb., welches jedoch nur vereinzelt auftrat, und ein zweites vierzelliges, das die ungeheure Mehrzahl bildete. Prof. Alexander Braun in Berlin, den ich wegen der vierzelligen Form anfragte, theilte mir mit, dass er dieselbe schon 1847 in einer Sandgrube bei Freiburg i. B. constant gefunden, und in seinen Papieren als *Gonium Tetras* bezeichnet habe; auch Warming habe dasselbe bei Kopenhagen beobachtet; ich werde in Folge dessen unser vierzelliges *Gonium* als *Gonium Tetras*, A. Br. in litt. (*Gonium, familiis quaternariis*) aufführen (Fig. 1—4).



3. *Gonium Tetras*. — Die Zellfamilien von *Gonium Tetras* sind, wie bei *G. pectorale*, tafelförmig in einer Ebene geordnet, indem vier grüne Zellen wie die Arme eines Kreuzes oder die Flügel einer Windmühle um einen centralen, im Querschnitt quadratischen Intercellularraum liegen. In der Aequatorial-Ansicht, senkrecht auf die Rotationsachse, erscheint daher der Umriss der Zellfamilie nahezu als Quadrat mit stark abgerundeten Ecken (Fig. 2, 4), der quadratische Intercellularraum in der Mitte ist diagonal gegen das Quadrat des äusseren Umrisses gestellt; die vier grünen Zellen nehmen jede eine Seite des Intercellularquadrats ein; ihre gewölbten Aussenflächen füllen die Ecken des Aussenquadrats. Jede Zellfamilie ist von einer sehr schwer sichtbaren, zusammengedrückt sphäroidalen Gallerthülle

umgeben, deren Lichtbrechungsvermögen von dem des Wassers sich nur wenig unterscheidet; sie erscheint daher am deutlichsten, wenn sich im Wasser viele *Bacterien* entwickelt haben, denn diese häufen sich gern um die Schleimhüllen an und umgeben die Zellfamilie in einem gewissen Abstände wie eine strahlige Wolke, indem sie zugleich mit ihr, wie eine Atmosphäre rotiren; auch durch Zusatz von feinen Karminpartikeln wird die Hülle meist sichtbar; nicht minder macht sie sich durch die Unbeweglichkeit der innerhalb der Gallert steckenden Geißelstücke, im Gegensatz zur Flexibilität der frei im Wasser wirbelnden Enden geltend (Fig. 1). In manchen Zuständen, namentlich wenn die *Gonien* unbeweglich im grünen Schleimüberzug der Glaswände dicht gedrängt an einander gelagert sind, erkennt man die Gallerthülle ohne weiteres in scharfer Begrenzung (Fig. 4); anscheinend ist ihre Consistenz und die Erhärtung ihrer Oberfläche nicht immer die nämliche.

Die vier zu einer Familie verbundenen grünen Zellen sind von eirunder Gestalt und besitzen ein hinteres, breiteres, stumpfabgerundetes und ein vorderes, schmäleres, in ein farbloses spitzes Schnäbelchen sich verjüngendes Ende, an dessen Scheitel das sehr lange Geißelpaar entspringt. Bei ruhenden Familien bewegen sich die Geißeln so langsam, wie ein Paar lässig ausgeworfene Angelschnüre; bei rascher Bewegung sind sie kaum zu unterscheiden; sie sind mindestens doppelt so lang wie die Zellen selbst. Da die Zellen den centralen Intercellularraum mit nahezu ebenen Flächen begrenzen, so lassen sie auch eine ebene, nach innen gewendete Bauch- und eine nach aussen convexe Rückenfläche unterscheiden; auf der letzteren, näher dem spitzen Scheitel, springt ein scharlachrothes Körnchen, das sogenannte Augenkörperchen, vor (Fig. 1, 2). Jede Zelle berührt sich mit ihren beiden Nachbarn seitlich an je einem Punkte; die Scheitel aller vier zu einer Familie gehörigen Zellen sind gleich gerichtet; die Rotationsachse der Gesamt-Familie geht von vorn nach hinten durch den Pol der Scheitelfläche; dieser geht wie gewöhnlich bei Ortsbewegungen voran. Liegt die Rotationsachse einer Familie parallel dem Gesichtsfeld (Meridianansicht Fig. 1), so erblickt man meist nur 2 - 3 Zellen von deutlich eirundem Umriss; steht sie senkrecht auf dem Gesichtsfeld (Aequatorialansicht¹⁾), so erscheinen alle

¹⁾ Ich habe die Bezeichnung Aequatorialansicht hier in anderem Sinne gebraucht, als in meinem Aufsatz „Ueber eine neue Gattung aus der Familie der *Volvocineen*.“ (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von Siebold und Koelliker Band IV. Heft 1. p. 77—116.)

vier von nahezu kreisrundem Umriss um den quadratischen Inter-cellularraum im Centrum geordnet (Fig. 2).

Die Grösse der Zellen ist sehr verschieden, je nachdem sie eben aus der Theilung hervorgegangen, oder selbst sich zu theilen im Begriff stehen; der Querdurchmesser variirt von 8—12 Mik., der Längsdurchmesser ist um $\frac{1}{4}$ grösser.

4. *Innere Organisation der Schwärmzellen.* Der innere Bau der Zellen lässt zunächst eine starre farblose, einfach conturirte Zellhaut erkennen, welche die äussere Begrenzung jeder Zelle innerhalb der gemeinschaftlichen Gallerthülle bildet und besonders deutlich wird, wenn der Wassertropfen ohne Deckglas allmählich eindunstet und dem grünen Plasmakörper Wasser entzieht; indem dieser sich contrahirt, füllt er die Zellhöhle nicht völlig aus und lässt farblose Zwischenräume zwischen der Zellhaut frei. Namentlich an den Berührungspunkten der Nachbarzellen, welche in der Aequatorialansicht den Ecken des Inter-cellularquadrats entsprechen, bleiben die Plasmakörper am längsten in Verbindung. Diese sind schön smaragdgrün, feinkörnig; dicht unter dem Scheitel erkennt man in denselben die körner- und farblosen contractilen Vacuolen, zwei kleine kugelige Hohlräume, scharf abgegrenzt gegen das grüne körnige Protoplasma, deren in constanten Intervallen alternirende Pulsationen ich zuerst im Jahre 1853 bei *Gonium pectorale* genau studirt habe¹⁾. Unmittelbar unterhalb der contractilen Vacuolen umschliesst der Plasmakörper einen grossen wasserhellen, kugeligen oder trichterförmigen, excentrischen Hohlraum, den man allerdings in lebhaft grün gefärbten Zellen, insbesondere in der Aequatorialansicht, nicht immer deutlich wahrnimmt und den ich deshalb auch in meiner älteren Arbeit über *Gonium pectorale* übersehen habe. Durch Zufügung von Jodtinktur werden die feinen Körnchen des Protoplasma dunkelblau und erweisen sich dadurch als fast unmessbar kleine Stärkekörnchen, sie liegen dichter gehäuft nach dem breiteren Zellende, spärlicher gegen den spitzen Scheitel hin, der in Folge dieser Anordnung lichter grün erscheint; der excentrische Hohlraum ist völlig stärkefrei und tritt um so klarer in seiner scharfen Umgrenzung hervor (Fig. 1). Noch deutlicher wird diese Organisation in solchen Zellen, welche entweder abgestorben und allmählich durch das Licht entfärbt, oder bei denen durch Alcohol das Chlorophyll ausgezogen ist. Die feinen Stärkekörnchen liegen dann im farblosen Protoplasma,

¹⁾ Entwicklungsgeschichte mikroskopischer Algen und Pilze. Nova Acta Ac. Car. Leop. XXIV. I. p. 193. 1853.

und können nun in ihrer gedrängteren Vertheilung nach dem stumpferen Ende hin, namentlich nach Jodzusatz, unterschieden werden, in Folge dessen der ungefärbte Hohlraum besonders scharf gegen die schwarzblaue Umhüllung contrastirt; auch die Zellmembran ist in den entfärbten Zellfamilien, die sich oft massenhaft im Bodensatz der Hya-eintheingläser vorfanden, am deutlichsten.

5. *Amylumkern*. Durch die excentrische Lage des grossen Hohlraums wird der grüne Plasmakörper in zwei ungleiche Parteen getheilt; die vordere stärkearme Hälfte bildet nur eine mässig dicke Umhüllung des Hohlraums, und schliesst unmittelbar unter dem Scheitel die beiden contractilen Vacuolen ein; die hintere, stärkereichere, dem stumpfen Ende entsprechende Hälfte dagegen bildet eine dichte Plasma-Anhäufung und umgiebt einen grossen kugeligen, selten etwas unregelmässigen Körper, welcher die nächste Veranlassung zu dieser Untersuchung gegeben hat; in einer Zelle von 10 Mik. Durchmesser betrug seine Dicke 4 Mik.; ich werde denselben nach dem Vorgang von de Bary als Amylumkern bezeichnen¹⁾. Schon in meiner ersten *Gonium*-arbeit²⁾ habe ich bemerkt, dass man dieses Körperchen um so mehr für ein dem Zellkern entsprechendes Gebilde zu halten geneigt sein könne, da es in jeder der 16 Zellen des *Gonium pectorale* stets nur einfach vorkommt, bei jeder Theilung aber sich ebenfalls stets in entsprechender Zahl vervielfältigt; da jedoch ähnliche Körperchen bei *Stephanosphaera* zu zweien, bei *Chlamydococcus* zu drei bis vier in jeder Zelle sich vorfinden, und die Analogie mit den in den Zellen der *Closterien*, *Mougeotien*, *Spirogyren* und anderer Conferven vorhandenen grünen, Stärkehaltigen Kügelchen nicht zu verkennen sei, zog ich es vor, dieselben mit Naegeli³⁾ als Chlorophyllbläschen zu bezeichnen, ohne über ihr Wesen und ihre Function eine Ansicht auszusprechen⁴⁾.

In den Zellen unseres *Gonium Tetras* färbt Zusatz von Jod den Amylumkern dunkelblau bis zur Undurchsichtigkeit, und erweist demnach, dass er in der That amyllumhaltig sei; gleichwohl lässt er sich nicht als ein einfaches Stärkekorn bezeichnen. Denn man erkennt an entfärbten Zellen ohne Weiteres, dass derselbe nicht, wie die gewöhnlichen Amylumkörnerchen, solid, sondern im Innern hohl und nur von einer mässig dicken Stärkeschale umgeben ist. Zusatz von Essigsäure dagegen zeigt sofort, Gly-

1) De Bary, Untersuchungen über die Familie der *Conjugatae*. Leipzig 1858 p. 2.

2) l. c. p. 178.

3) Naegeli, Gattungen einzelliger Algen 1849 p. 11.

4) Cohn, l. c. p. 178.

cerin nach einiger Zeit ein centrales dichtes Kügelehen, welches von einer lichten, nach aussen scharf abgegrenzten Zone umschlossen ist; diese ist in ihrer Peripherie wieder von einer dichteren Substanz umgeben.

Wir haben hier offenbar eines jener Gebilde, auf welches sich die am Anfang dieses Aufsatzes citirten Bemerkungen von Auerbach beziehen: eine Hohlkugel von Stärkesubstanz, welche einen fremden Körper umschliesst, und durch ihr Vorkommen als constanter Einschluss des Protoplasma sich wie ein Zellkern verhält. Als solcher bewährt sie sich ganz besonders bei der Zelltheilung.

6. *Zelltheilung.* In der Regel gegen Abend bereiten sich die Zellen des *Gonium Tetras* zur Theilung vor (Fig. 2), indem sich der grüne Protoplasmakörper innerhalb seiner Zellhaut vom Rande aus in einer durch den Scheitel gelegten meridianen Ringfurche einschnürt; der Amylumkern verändert hierbei weder seinen Ort, noch wird er aufgelöst; vielmehr scheint seine Substanz sich zu beiden Seiten der Theilungsebene derart in zwei gleiche Hälften zu sondern, dass zwischen beiden eine farblose chlorophyll- und körnchenfreie Zone sich einschiebt, welche unmittelbar an die äussere Einschnürung des Plasmakörpers sich ansetzt, und diesen in zwei gleiche grüne, durch eine farblose Lamelle getrennte Hälften durchschneidet. Die Theilungsebene geht durch die Längsachse der Zelle und erscheint in der Aequatorialansicht meist diagonal gegen die Ecken des äusseren Quadrats der Gallerthülle und senkrecht auf die Seiten des inneren Intercellularquadrats gestellt. Unmittelbar darauf theilt sich jede Zellhälfte in gleicher Weise durch eine um 90° divergirende meridiane Ebene, welche den Amylumkern in 4 Quadranten durchschneidet, so dass jede der 4 Tochterzellen sofort einen kleinen Kern einschliesst. Die Tochterkerne sind anfangs sehr genähert, mit ebenen Flächen sich berührend, runden sich aber bald ab und wandern centrifugal in die Mittellinie der Tochterzellen, während auch die umhüllenden grünen Plasmakörper, die in Folge ihres excentrischen Hohlraumes in einem gewissen Theilungsmomente rinnenförmig offen sein müssen, sich rings um ihre Kerne schliessen. So kommt es, dass auch die jüngsten Zellfamilien vier Amylumkerne zeigen, die jedoch bis zum ausgewachsenen Zustande offenbar durch Intussusception noch bedeutend wachsen müssen.

In Bezug auf die Theilung habe ich noch nachzutragen, dass die Bewegung der Zellfamilien, welche Tag und Nacht ununterbrochen fort dauert, nur während dieses Vorgangs, und auch nicht völlig

zum Stillstand kommt; dass bei der Theilung die Stärke weder in den feinen Körnchen noch in der schalenartigen Umhüllung des Kerns verschwindet; dass schon in sehr frühem Stadium der Viertheilung während die Quadranten noch mit ebenen Flächen sich an den gekreuzten Trennungsebenen berühren, in der Mitte zwischen ihnen der charakteristische quadratische Intercellularraum auftritt (Fig. 2, 3); dass nicht in allen vier Zellen einer Familie die Theilung gleichzeitig beginnt und gleich schnell vorschreitet. Daher findet man in der nämlichen *Gonium*-familie ungetheilte, zwei- und viertheilige Zellen; es kommt selbst vor, dass in einer Familie von 4 Zellen überhaupt nur 3, 2 oder gar bloß eine in Theilung übergehen, während die übrigen ungetheilt bleiben; daher findet man vierzellige *Gonien*, wo nur eine Zelle zu einer Tochterfamilie sich ausgebildet hat, während die drei andern unverändert geblieben sind, oder wo zwei benachbarte oder diagonale Ecken des Quadrats von Tochterfamilien, die beiden andern von ungetheilten Zellen eingenommen sind u. s. w. Da die Tochterfamilien schliesslich den Mutterverband verlassen, so erklärt es sich, dass man auch verstümmelte, drei-, zwei- und selbst einzellige Formen des *Gonium Tetras* antrifft. Niemals aber beobachtete ich eine Theilung in einer höheren Potenz von Zwei, nie einen Uebergang in *Gonium pectorale*, dessen Familien bekanntlich aus einer viermal wiederholten Zweitheilung der einzelnen Zellen hervorgehen. Denn wenn auch die Familie des *Gonium Tetras* am Schluss der normalen Theilung (Fig. 3) aus vier vierzelligen Colonien, also im Ganzen aus 16 Zellen besteht, so zeigt doch schon deren Anordnung in Gruppen um quadratische Intercellularräume eine leicht aufzufassende Verschiedenheit von der so charakteristischen Gruppierung des *Gonium pectorale*. Es liegt daher kein Grund vor, trotz ihres von mir beobachteten geselligen Zusammenlebens, *Gonium Tetras* mit *Gonium pectorale* in eine Art zu vereinigen. Uebrigens besitzen die Zellen von *G. pectorale* die nämliche Organisation wie die von *G. Tetras*, insbesondere auch den excentrischen Hohlraum, den hohlen Kern mit der Stärkeshale, so wie das rothe Augenkörperchen auf der Rückenfläche des Scheitels, das Ehrenberg und ich selbst früher übersahen, aber Fresenius¹⁾ und Perty²⁾ schon beobachtet hatten³⁾.

1) Fresenius über die Algengattungen *Pandorina*, *Gonium* und *Raphidium*. Abhandl. der Senkenbergischen Gesellschaft II, p. 192. tab. VIII. Fig. 9.

2) Perty, kleinste Lebensformen 1852. p. 84 u. 178. Tab. XI. 6.

3) Auch die acht grünen Primordialzellen von *Stephanosphaera* besitzen, wie ich jetzt mit den vollkommeneren Objectiven von Hartnaeck, Seibert und Zeiss erkenne, jede einen rothen, der Rückenfläche aufsitzenden Augenzentrum.

Aus der weiteren Entwicklungsgeschichte des *Gonium Tetras* führe ich noch an, dass es mir nicht gelang, geschlechtliche Fortpflanzung oder Paarung von Schwärmsporen, auf welche Beobachtungen von Hieronymus und Rostafinski¹⁾ hindeuten, mit Sicherheit nachzuweisen, dass aber gegen das Ende ihrer Vegetation (Ende Februar 1876) die Familien grösstentheils in Ruhezustand übergangen, indem die grünen Zellen Kugelform annahmen, sich mit dickeren, doppelt conturirten Zellhäuten umgaben, und durch reichere Entwicklung von Stärkekörnchen ziemlich undurchsichtig wurden, übrigens aber ihren Zellverband innerhalb der jetzt besonders deutlichen Gallerthüllen meist bewahrten, und sich zu dicken schlüpfriegen grünen Schleimmassen an den Wänden der Gläser gegen die Lichtseite anhäuften. Der Gesamtdurchmesser solcher ruhender Familien betrug 36—48 Mik., doch finden sich auch kleinere Familien; die einzelnen Zellen hatten 12—16 Mik. im Durchmesser; beim allmählichen Verdunsten des Wassers vegetirten sie in der feuchten Luft fort (Fig. 4).

7. *Structur des Amylumkerns.* Wenn die oben berichteten Beobachtungen gezeigt haben, dass die Amylumkerne der *Gonium*zellen durch ihr Verhalten bei der Theilung sich ganz wie echte Zellkerne verhalten, so bedarf es doch noch einer weiteren Aufklärung über ihren eigentlichen Bau. Diesen gewann ich, wenn ich *Gonium*-familien, nachdem ich sie durch Alcohol mehr oder minder vollständig entfärbt, in Carminlösung legte. Nunmehr färbte sich das Innere der hohlen Amylumkerne schön roth, während die Stärkehülle ungefärbt blieb; bei den in Viertheilung begriffenen Zellen zeigten sich vier rothe Kerne um den Kreuzungspunkt der Theilungslinien nahe bei einander gelagert; das äussere ursprünglich grüne Plasma wurde gar nicht, oder nur schwach gefärbt, dagegen nahm das Intercellularquadrat ebenfalls eine rothe Färbung an; offenbar ist der Intercellularraum von einer, durch die Zellen ausgeschiedenen Substanz ausgefüllt, deren Druck auch die ebenen Bruchflächen derselben veranlasst.

Hieraus ergibt sich mit der grössten Wahrscheinlichkeit, dass die hohlen Amylumkerne in den Zellen des *Gonium* wirkliche Zellkerne sind, aus einem dichten, durch starke Absorption des Carmin wie gewöhnlich charakterisirten Protoplasma (Kernplasma) gebildet, um welche sich die im

1) Rostafinski, *quelques mots sur l'Haematococcus lacustris*. *Mém. de la Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg* 1875. XIX. p. 146.

Chlorophyll durch den Assimilationsprozess abgeschiedene Stärke als eine zusammenhängende Schale abgelagert hat. Auf diese Weise erklärt sich der scheinbare Widerspruch ihrer chemischen, morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Eigenthümlichkeiten in einfachster Weise. Mitten im Kernplasma glaubte ich oft, doch nicht immer ein festes Kernkörperchen zu unterscheiden.

8. *Amylumkern in Chlamydomonas multifilis* Rostaf. u. a. A. Ganz ähnlich ist die Organisation jener *Chlamydomonas*, welche sich gleichzeitig mit *Gonium Tetras*, in einzelnen Hyacinthengläsern sogar reichlicher, entwickelt hatte und eine längere Vegetationszeit besass; ich halte sie für die von Fresenius in der oben citirten Abhandlung erwähnte, auf Tab. VIII. Fig. 22 abgebildete, später von Rostafinski als *Chl. multifilis*¹⁾ beschriebene Art (Fig. 5). Es waren kugelfunde oder kurz ovale Schwärmer von sehr verschiedener Grösse (bis 20 Mik.), deren Zellhaut ziemlich knapp den grünen Plasmakörper umschliesst; dem Scheitel derselben sitzt ein farbloses nach aussen vorspringendes, abgerundetes Köpfchen oder Schnäbelchen auf, an dessen Basis zwei oder meist vier lange Geisselfäden entspringen. Bei langsamerer Bewegung sind die vier Geisseln nach allen Richtungen wie Beine ausgespreizt und die grünen Kugeln schwanken schwerfällig an ihnen hin und her, oder kriechen mit Hilfe derselben, bis sie sich in Rotation versetzen und davon rollen. Die grünen Plasmakörper gleichen denen von *Gonium* in allen Stücken, dem rothen Augenkörperchen, den contractilen Vacuolen, dem daran anstossenden, excentrischen trichterförmigen Hohlraum, so wie in dem einfachen Zellkern mit Amylumschale; das grüne Plasma der *Chlamydomonas* ist jedoch von grösseren Stärkekörnchen erfüllt und erscheint in Folge dessen etwas grobkörniger und minder durchsichtig als bei *Gonium*. Karmin färbt allerdings diese Art um so schwieriger, weil das undurchsichtige Plasma und die Stärkekörnchen die Färbung innerer Theile verdecken; die besten Resultate erhielt ich, wenn ich grössere Mengen der *Chlamydomonas* erst mit Alcohol entfärbte, dann in einen Tropfen Karminlösung brachte, und mit dieser langsam eintrocknen liess; beim Aufweichen findet man unter zahlreichen Exemplaren, deren ganzes Plasma roth geworden, auch einzelne, bei denen das Plasma farblos geblieben, und um so deutlicher das rothe Körperchen in der Mitte des Amy-

¹⁾ Rostafinski, Beobachtungen über Paarung von Schwärmsporen. Botanische Zeitung 1871 p. 786.

lulkernes zeigt. Bei der Theilung vermehren sich die Amylumkerne wie bei *Gonium*; während aber die erste (Zweitheilung) bei beiden gleich verläuft, zeigt sich der charakteristische Unterschied bei der zweiten (Vier) theilung darin, dass die vier Quadranten bei *Gonium* kreuzständig, bei *Chlamydomonas* dagegen nahezu tetraedrisch stehen (Fig. 6); das letztere ist eine Folge der Verschiebung in dem begrenzten Raume der kugeligen Zellhaut. Diese quillt nach der Theilung von aussen nach innen, so dass die Aussenschicht schon in weiterem Umfang aufgequollen ist, während die inneren Schichten eine optisch unterscheidbare, dichtere Umgrenzung der vier Tochterzellen bilden, welche alsbald sich abrunden und sich jede mit einer festen Specialhaut umkleiden; nach völliger Erweichung und Verflüssigung der Mutterzellhaut schwärmen die letzteren aus; sehr häufig entstehen übrigens nur zwei Tochterzellen aus einer Mutterzelle. Auch hier finden sich Ruhezustände, indem das Plasma sehr stärkereich, auch ölhaltig, röthlichgelb, die Membran doppelt conturirt, auch wohl durch schichtenweises Aufquellen ihrer äusseren Lagen mehrschalig wird (wie bei *Chroococcus macrococcus*).

Ueberall, wo sich in einer Zelle nur ein Amylumkern mit analoger Organisation findet, wie wir sie bei *Gonium Tetras* geschildert, und sich bei der Zelltheilung entsprechend vermehrt, werden wir denselben als Zellkern mit Stärkeschale, nicht als ein gewöhnliches Stärkekorn, d. h. als ein bei der Zellvermehrung betheiligtes Element, nicht als eine einfache Ausscheidung von Reservestoff anzusehen haben. Dies gilt nicht nur von mehreren *Volvocineen* (*Eudorina elegans*¹⁾, *Pandorina Morum*²⁾, *Volvox globator*³⁾), sondern auch von den meisten *Palmellaceen* und anderen einzelligen Algen⁴⁾. So berichtet unter anderen A. Braun von *Characium Sieboldi*, dass das Stärkekorn in jeder Zelle nur einfach vorkomme und einen grossen Nucleus einschliesse, und dass sich die Stärkekörner in demselben Verhältniss vermehren als sich der Plasmakörper theilt, so dass die Verdoppelung dieser Körner, ja bisweilen selbst das Auftreten von 4 Körnern den entsprechenden Theilungen des Plasmakörpers

1) Carter, Ann. of nat. hist. 3 ser. 2. 1858.

2) Pringsheim, Ueber Paarung der Schwärmsporen. Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften. Berlin 1869.

3) Cohn, Entwicklungsgeschichte der Gattung *Volvox* Bd. 1. Heft 3 dieser Beiträge p. 96 Tab. I. Fig. 4 u. a.

4) Naegeli, Gattungen einzelliger Algen 1849 a. m. O.

vorangehe¹⁾. Wir können uns vorstellen, dass jene anziehenden Kräfte, welche dem Zellkern innewohnen, eine Ansammlung der beim Assimilationsprocess der grünen Zellen im Lichte erzeugten Amylummoleculc vorzugsweise in der Peripherie des Kerns bewirken, die sich zu einer geschlossenen Schale vereinigen²⁾, und dass nur der Ueberschuss der erzeugten Stärke in feinen (aber sich allmählich vergrössernden) Körnchen das gesammte grüne Plasma erfüllt.

9. *Mehrere Amylumkerne in einer Zelle.* Anders scheinen sich diejenigen Fälle zu verhalten, wo in grünen Zellen Amylumkörner in grösserer Zahl (zwei oder mehre) sich finden. In den Zellen von *Hydrodictyon* beschrieb bereits A. Braun die sehr zahlreichen Amylumkörner, welche zuerst als kleine Kugeln im grünen Wandplasma auftreten, nicht durch Theilung eines primären Kornes, sondern jedes in gesonderter Entstehung; später unterscheidet man eine gelbliche Hülle, die anfangs von Chlorophyll durchdrungen, im ausgebildeten Zustand aus Amylum besteht, und einen Kern, dessen amyllumartige Natur sehr zweifelhaft blieb. Diese Körperchen aber werden vor der durch freie Zellbildung geschehenden Entstehung der Zoosporen von aussen nach innen aufgelöst, ganz ebenso wie die ähnlichen Amylumkörner in den Zellen von *Cladophora glomerata*, *Ulothrix*, *Ascidium* und *Pediastrum* kurz vor Eintritt der Gonidienbildung spurlos verschwinden³⁾. Hier werden daher die Amylumkörner einfach als Reservestoffe, die für die Fortpflanzung verbraucht werden, aufzufassen sein. Dasselbe gilt von den Amylumkernen der Conjugaten, welche Naegeli⁴⁾ und De Bary⁵⁾ untersucht haben. Nach Letzterem bestehen dieselben zuerst aus homogener, durch Chlorophyll gefärbter Proteinsubstanz; während sie an Grösse zunehmen, lagert sich in ihrem Innern Amylum in Form einer hohlkugeligen, homogenen oder aus kleineren Körnchen zusammengesetzten Schicht ab, welche aussen von einer dünnen Chlorophylllage umgeben wird, innen einen aus Proteinsubstanz bestehenden Kern einschliesst. Dass die Stärke dieser Körperchen im

1) A. Braun, *Algarum unicellularium genera nova.* Lipsiae 1855. p. 33. Tab. II. Fig. 7—11 u. a. a. O.

2) Zu vergleichen sind die Anhäufungen von Chlorophyll und Stärkekörnern, welche die Zellkerne der Sporenmutterzellen von *Isöetes* und *Anthoceros* umhüllen und verdecken. Siche u. a. Strassburger, Zellbildung und Zellkern. 2. Aufl. 1876. p. 143.

3) A. Braun, Ueber Verjüngung 1851 p. 211.

4) Naegeli, die Stärkekörner, in Naegeli und Cramer, pflanzenphysiologische Untersuchungen Heft 2 p. 529 u. 531. Taf. XX. 17—34.

5) De Bary, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten 1858 p. 2.

Dunkeln zur Ernährung der Zellwände verbraucht, durch die lebendigen Kräfte des Sonnenlichts dagegen unter dem Mikroskop wieder neu erzeugt wird, ist durch Versuche von Famintzin in glänzender Weise dargethan worden; von einer Analogie mit Zellkernen kann wohl hier um so weniger die Rede sein, als in den Zellen dieser Algen bekanntlich meist mittelpunktständige Zellkerne vorhanden sind, welche bei der Zellvermehrung sich betheiligen.

Auch bei einigen zu den *Volvocineen* gehörigen Gattungen finden sich Amylumkörner zu zwei oder mehreren, und es erscheint nicht zulässig, dieselben als Zellkerne aufzufassen. Dies gilt insbesondere von *Stephanosphaera* und *Chlamydococcus*; zu letzterer Gattung stelle ich ausser dem bekannten *Ch. pluvialis (nivalis)* auch eine Alge, welche ich im Mai 1876 in Regenwasser einiger Sandsteinhöhlungen vom Gipfel des Heuscheuerberges in der Grafschaft Glatz zugleich mit *Stephanosphaera* beobachtete, und die ich für die von Cienkowski als *Chlamydomonas obtusa* (?) A. Br. bezeichnete Art halte¹⁾. Es sind grosse, ellipsoidische, fast cylindrische, grüne Schwärmzellen, deren Längs- zum Querdurchmesser sich etwa wie 5 : 3 verhält; sie sind an beiden Enden stumpf abgerundet, von einer ziemlich dicht anliegenden Hüllmembran umgeben; auf ihrem Scheitel sitzt ein kleines farbloses papillenartiges Köpfchen auf, an dessen Basis zwei lange Geisselfäden entspringen; ich bestimmte die beiden Durchmesser im Mittel gleich 25 : 15 Mik. Allerdings stimmt die eng anliegende Zellmembran dieser Art mehr mit den Arten der Gattung *Chlamydomonas* überein, als mit den weit abstehenden Hüllen des *Chlamydococcus pluvialis*; aber die übrigen, und wie ich meine, wesentlicheren Charaktere der Gattung *Chlamydomonas*, als welche A. Braun²⁾ insbesondere den Mangel der kleineren Amylumkörner, und statt ihrer ein einziges grösseres „Chlorophyllbläschen“ (Amylumkern) anführt, kommen dieser Art nicht zu, vielmehr besitzt dieselbe, wie Cienkowski und ich übereinstimmend beobachtet, keinen Amylumkern, sondern zwei oder mehr kleine Stärkekörnchen im grünen Plasma³⁾; auch die Segmentation in 4 planconvexe, ellipsoidische Tochterzellen durch schief geneigte Scheidewände weicht von der tetraedrischen Theilung von *Chlamydomonas* ab; ich bezeichne unsere Form daher vorläufig als *Chlamydococcus obtu-*

1) Cienkowski, Ueber einige chlorophyllhaltige *Gloecapsen*. Botanische Zeitung 1865 p. 25. Taf. I. Fig. 33.

2) A. Braun, Verjüngung p. 230.

3) Cienkowski l. c. zeichnet 4—8 Stärkekörnchen in einer Zelle l. c. Fig. 33. 34.

aus; vielleicht ist sie der Typus einer besondern Gattung. Schon Cienkowski beobachtete die beiden contractilen Vacuolen im Scheitel dieser Schwärmzellen; ich selbst unterschied im Centrum derselben ausserdem einen grösseren, dunkel feinkörnigen Hohlraum, der bis nahe an die contractilen Vacuolen reicht. Brachte ich eine Anzahl dieser Schwärmzellen in einen Tropfen Karminlösung und liess sie in diesem mehrere Tage in der feuchten Kammer verweilen, so nahm dieser Hohlraum eine schöne rosa Färbung an, während das grüne Plasma den Karmin nicht aufnahm, sondern eine nicht ganz scharfe und regelmässige grüne Begrenzung des rothen Hohlraums bildete, mitunter zeigte derselbe sternartige Spalten, in die die rothe Substanz vom Centrum aus eindrang; auch der Raum der contractilen Vacuolen zeigte sich roth gefärbt, und manchmal erkannte ich einen Zusammenhang zwischen den beiden rothen Räumen. Die dunklen Körnchen, welche sich stets im mittleren Hohlraum vorfinden, nehmen ebenfalls eine lebhaft rothe Färbung an. Bei der Theilung zeigten die planen, einander zugekehrten Bauchflächen der 4 in einer Mutterzelle gebildeten Tochterzellen sich schön roth gefärbt und mit mehreren rothen Körnchen erfüllt, während die nach aussen convexen Rückenflächen grün geblieben waren. Uebrigens gelingt die Färbung mit Karmin nicht bei allen Individuen gleich gut; offenbar erschweren nicht nur die Gallerthüllen das Eindringen des Karmins ins Innere der grünen Körper, sondern es lässt das lebende Protoplasma überhaupt keine Farbstoffe ins Innere eindringen und erst von getödteten Zellen wird das Pigment angenommen; eine vortheilhafte Methode schien es mir, die Zellen in einen durch Karmin gerötheten Glycerintropfen einzulegen, und wenn nach einiger Zeit die gewünschte Inhaltsfärbung eingetreten, das rothe Glycerin durch farbloses zu verdrängen.

10. *Zellkern in ruhenden Schwärmzellen.* Schon in meinen Nachträgen zur Naturgeschichte des *Protococcus (Chlamydococcus) pluvialis* im Jahre 1850 glaubte ich mit voller Bestimmtheit einen Zellkern in der Mitte der ruhenden Zellen unterscheiden zu können, in dessen Centrum ich oft noch ein kleineres Körperchen, also das Kernkörperchen wahrnehmen konnte; in zweifarbigen Zellen, die eine rothe centrale Masse mit einem grünen peripherischen Ringe umschliessen, ist es Regel, dass sich die rothe Substanz in einen dunkleren Ring verdichtet, der eine scharf umschnitene lichtere Hölle umgiebt¹⁾. Auch A. Braun bezeichnet ein im Centrum der ruhenden

1) Nova Acta Ac. Car. Leop. nat. cur. XXII. p. II. p. 635.

den Zellen von *Chlamydococcus pluvialis* befindliches, mit Flüssigkeit gefülltes Bläschen, als „ohne Zweifel dem Zellkern entsprechend¹⁾.“ Ebenso habe ich in den ruhenden Zellen von *Stephanosphaera pluvialis* einen centralen Zellkern mit Kernkörperchen angezeigt, der anfänglich als scharfbegrenzte Höhle im grünen Plasma hervortritt, allmählich am Rande von dunkelrother Zone umgeben ist, welche nach der Peripherie der Zelle sich ausbreitend, zuletzt den gesammten Inhalt roth färbt²⁾; hiernach scheint sich das rothe Pigment zunächst in der Umgebung des Zellkerns abzusecheiden, und erst allmählich in centrifugaler Richtung das Chlorophyll zu infiltriren. In den Schwärmzellen dagegen habe ich weder bei *Stephanosphaera* noch bei *Chlamydococcus* den Zellkern auffinden können. Bringt man aber die Schwärmzellen der *Volvocineen* in Karminlösung, so wird der centrale Hohlraum, den ich schon oben angezeigt, roth gefärbt, sobald überhaupt der Farbstoff durch Hüllhaut und Plasma durchgelassen wird. In frisch getheilten Zellen erhält man dann vier karminrothe Hohlräume.

Fassen wir die hier gegebenen Beobachtungen zusammen, so geben sie uns folgendes Bild von der Organisation dieser *Volvocineen*. Der Plasmakörper oder die Primordialzelle ist aus einem mit Chlorophyll durchtränkten Protoplasma gebildet, in welchem ein chlorophyllfreier, aus Plasma bestehender Zellkern (Kernplasma) eingeschlossen ist. Bei *Chlamydomonas* und *Gonium* wird in der Peripherie des Zellkerns Stärke in Form einer geschlossenen Kugelschale abgesondert, während auch im grünen Plasma sich äusserst feinkörnige Stärke ausscheidet. Wenn wir in Glycerinpräparaten den eigentlichen Kern durch eine schmale lichte Zone von der Amylumschale gesondert sehen, so beruht dies wie ich glaube auf einer geringen Contraction des Kernplasma durch das wasserentziehende Glycerin.

Bei *Stephanosphaera* und *Chlamydococcus* dagegen ist das Kernplasma nur in den ruhenden Zellen als ein scharf begrenzter klarer kugeligter Zellkern mit Nucleolus im grünen Wandplasma entwickelt, um welchen das rothe Pigment sich zunächst anhäuft, während die Stärke hier in der Regel in mehreren grösseren, seltener auch in unmessbar kleinen Körnern, jedoch ohne bestimmte Beziehung zum Zellkern abgeschieden ist. Noch aufzuklären ist das Verhalten des Kerns in den Schwärmzellen von *Chlamydococcus* und *Stephanosphaera*, wo

1) Verjüngung 1851. p. 185.

2) Cohn und Wichura, Ueber *Stephanosphaera pluvialis*. Nova Acta Ac. Car. Leop. nat. cur. XXVI. I. p. 9.

derselbe der Analogie nach ebenfalls zu vermuthen ist, doch bisher unter dem Mikroskop selbst mit Anwendung von Reagentien nicht unterschieden werden konnte. Das Verhalten des grossen Hohlraumes gegen Karmin lässt allerdings die Möglichkeit hervortreten, dass derselbe, weil von einer eiweissartigen Substanz erfüllt, vielleicht dem Kernplasma entspricht, welches hier nur mit unregelmässiger Contur innerhalb des grünen Plasma abgeschlossen ist. Aber auch in den Schwärmzellen von *Gonium* und *Chlamydomonas*, wo wir einen echten Stärkekern im grünen Plasma eingeschlossen fanden, tritt jener grosse excentrische Hohlraum hervor, hier meist trichterförmig, daher im optischen Längsschnitt fast dreieckig (Fig. 5), die Spitze der Scheitelregion zugewendet, in welcher die contractilen Vaeuolen enthalten sind. Die von uns oben angeführten Färbungen mit Karmin setzen ausser Zweifel, dass dieser Hohlraum nicht eine einfache Vacuole mit wässrigem Saft, sondern dass er mit klarem Plasma erfüllt ist.

11. *Hohlraum in Schwärmzellen.* Ein solcher Hohlraum ist aber offenbar bei den Schwärmzellen der Algen verbreitet. Zahlreiche ältere Abbildungen lassen denselben bei den Zoosporen der *Palmellaceen* und *Volvocineen* erkennen; Strasburger giebt an, dass das Innere der Schwärmsporen von *Ulothrix zonata* von einer mit dünnflüssigem Inhalt erfüllten Blase eingenommen sei, welche in der Regel zwei Drittel des Innenraumes ausfüllt, und von dem durch die Chlorophyllplatte grün gefärbten, und 2 bis 3 grössere (Stärke) Körner einschliessenden Wandplasma begrenzt ist; er hält diese Blase für ein durch Theilung aus dem Lumen der Sporenmutterzelle entstehendes Gebilde; den Kern der ruhenden *Ulothrix*-zellen vermisst er in den Schwärmsporen, er vermuthet nur, dass seine Substanz an der Bildung der farblosen Mundstelle betheilig sei¹⁾. Auch die Schwärmsporen von *Saprolegnia* besitzen ein centrales rosa Bläschen²⁾. Während die Schwärmsporen von *Oedogonium* einen centralen Zellkern besitzen, ein Hohlraum jedoch nicht angegeben wird, umschliesst bei den Zoosporen von *Vaucheria* die von Chlorophyllkörnern grün gefärbte Plasmamasse einen sphärischen mit homogenem Plasma gefüllten Hohlraum, welcher excentrisch an den hellen Scheitel der Schwärmzelle angrenzt; Strasburger nimmt an, dass derselbe zwar nicht als Zellkern im morphologischen Sinne abgegrenzt sei, aber die physiologische Function desselben in

¹⁾ Strasburger, Zellbildung und Zelltheilung 1875. 2. Aufl. 1876. p. 167.

²⁾ Strasburger l. c. p. 169.

seiner besonderen, in radialen Bahnen sich fortpflanzenden Wirkung auf das umgebende Protoplasma ausübt; beim Keimen der Schwärmspore vertheilt er sich gleichmässig auf das ganze Lumen¹⁾).

Dass der Hohlraum in den Schwärmsporen der *Volvocineen* die Rolle des Zellkerns vertrete, also von dem unregelmässig, nicht kugelig begrenzten Kernplasma gebildet sei, ist zwar für *Chlamydomonas* und *Stephanosphaera* nicht unmöglich; für *Gonium* und *Chlamydococcus* dagegen, wo wir einen wirklichen Zellkern mitten im Wandplasma eingebettet finden, nicht anzunehmen, und dadurch verliert diese Deutung auch in den übrigen Fällen an Wahrscheinlichkeit; ebenso möchte Strasburger's Vermuthung, dass der Kern bei *Ulothrix* den farblosen Mundfleck bildet, durch die Anwesenheit des Kerns neben dem Mundfleck bei *Oedogonium* kaum unterstützt werden. Ich möchte vermuthen, dass wenn überhaupt der Kern in allen Zoosporen als selbstständiges Organ vorhanden sein sollte, er sich darum oft der Beobachtung entzieht, weil er vom grünen Protoplasma völlig verdeckt wird.

12. *Contractile Vacuolen in Schwärmzellen.* Pulsirende Vacuolen waren bisher nur bei *Volvocineen*²⁾ und *Palmellaceen*³⁾ bekannt; erst neuerdings hat Strasburger nachgewiesen, dass auch am Mundfleck der Zoosporen von *Ulothrix zonata* eine in Intervallen von 14—15 Secunden pulsirende Vacuole vorhanden ist⁴⁾, und es ist nunmehr zu vermuthen, dass diese Organe auch in anderen Schwärmsporen verbreiteter sein mögen, als man bisher annahm. Dass aber die pulsirenden Räume der Schwärmsporen identisch sind mit den bei den *Protozoen* (*Infusorien*, *Rhizopoden*, *Myxomyceten*) allgemein verbreiteten, einer festen Wandung entbehrenden, aber an der gleichen Stelle im Körperplasma sich constant wieder bildenden contractilen Vacuolen, wird Keiner bezweifeln, der dieselben einer vergleichenden Untersuchung bei allen diesen Organismen unterworfen hat. Es ist im hohen Grade wahrscheinlich, dass diese Vacuolen, welche stets dicht unter der Hautschicht oder Cuticula liegen, und bei der Contraction mitunter in ein strahlenartig den Körper durchziehendes System feiner Kanälchen sich umwandeln, eine besondere Organisa-

1) Strasburger l. c. p. 185.

2) Hier von Ehrenberg entdeckt.

3) Hier von Fresenius und Cienkowski erkannt; vergleiche meinen Aufsatz: die Entwicklungsgeschichte der Gattung *Volvox*, Festschrift, und Heft 3. Band I. dieser Beiträge p. 94.

4) Strasburger l. c. p. 167, bestätigt durch Dodel, botanische Zeitung 1876 p. 183.

tion der Zelle darstellen, welche zur Aufnahme Sauerstoffhaltigen Wassers von Aussen, und zur Vertheilung desselben im Körperplasma angepasst ist, dass sie also die ersten Andeutungen eines Respirations- und Circulationssystems sind. Bei *Gonium* und *Chlamydomonas* habe ich mich überzeugt, dass die contractilen Vacuolen mit der Spitze des trichterförmigen Hohlraumes der Schwärmzelle in Verbindung stehen. Vielleicht entsprechen dieselben derjenigen Region der Zelle, wo die zur Erhaltung des Lebens, insbesondere auch zur Entwicklung der lokomotorischen Kraft erforderliche Respiration ausschliesslich stattfindet; denn dass die Oberfläche der Zoosporen im Uebrigen für Diffusion wenig durchlässig ist, möchte ich schon aus der Thatsache vermuthen, dass fast alle Schwärmzellen während ihrer Bewegung, auch wenn dieselbe mehrere Tage andauert, nicht im mindesten an Grösse zunehmen, während unmittelbar nach der Keimung das Wachsthum beginnt; sie scheinen daher während des Schwärmens Nährstoffe nicht aufzunehmen. In Glycerinpräparaten bleiben die contractilen Vacuolen von *Gonium* und *Chlamydomonas* als klare Räume erhalten.

13. *Vergleich der Schwärmzellen mit einzelligen Thieren.* Entsprechen aber die contractilen Vacuolen der Schwärmzellen den gleichnamigen Organen bei den *Protozoen*, so ist der centrale oder excentrische Hohlraum der erstern zu vergleichen mit der Körperhöhle jener niedersten Thiere. Der langjährige Streit zwischen Ehrenberg, der in den Infusorien Thiere mit zusammengesetzten Organsystemen, und zwischen Siebold und Koelliker, welche in ihnen einzellige Wesen erblickten, ist durch die Forschungen der Nachfolger für die meisten dieser Wesen wohl endgiltig zu Gunsten der letzteren entschieden worden, und zuletzt hat noch Haeckel die Auffassung sämmtlicher Gebilde im Leib der Infusorien als mehr oder minder eingreifender Modificationen des Zellenleibes siegreich vertheidigt¹⁾. Der Körper der *Protozoen* besteht aus einer unter der Cuticula liegenden plasmatischen Rindenschicht, welche nach innen in fester Grenze einen Hohlraum, die Körperhöhle, umschliesst; der Inhalt dieser Körperhöhle wird von Greef als Chymus oder Chylus, d. h. als Speisebrei bezeichnet, welcher unter Entfernung gröberer Nahrungsballen sich unmittelbar in die mit Wasser vermischte Blutflüssigkeit verwandelt. Haeckel dagegen in Uebereinstimmung mit Stein bezeichnet diesen Inhalt als die weichere und wasser-

¹⁾ E. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Leipzig 1873. Separ.-Abdruck aus der jenaischen Zeitschrift Bd. VII. 4.

reichere Marksubstanz des Protoplasma, als Endoplasma, im Gegensatz zur Rindenschicht, dem Exoplasma; das Endoplasma zeigt bei *Paramecium Bursaria* u. a. ganz ähnliche Rotationsströmungen, d. h. innere Protoplasmaabewegungen, wie wir sie in den Zellen von *Vallisneria* oder *Nitella* kennen; während bei *Trachelius Ovum* und *Noctiluca miliaris* die Körperhöhle von netzförmig verzweigten, veränderliche Pseudopodien bildenden Plasmafäden in ähnlicher Weise durchzogen ist, wie die Zellen der Staubfädenhaare von *Tradescantia*. Die Schwärmzellen der Algen zeigen demnach die nämlichen Modificationen des Zellentypus, wie die einzelligen Thiere aus der Klasse der *Protozoen*: nämlich einen Protoplasmakörper, der entweder nackt nur von der Hautschicht, oder von einer differenzirten Cuticula begrenzt, als Bewegungsorgane Cilien oder Geisseln entwickelt, und der selbst in ein peripherisches Exoplasma und ein centrales Endoplasma gesondert, in dem ersteren nicht selten pulsirende Vacuolen und einen Zellkern einschliesst. Ob das constante rothe Pigmentkörperchen an der Aussenseite des Scheitels so vieler Schwärmzellen die erste Andeutung einer für Lichtempfindung localisirten Stelle darstellt, lässt sich nur durch eine vergleichende Untersuchung der analogen Pigmentflecke und Randkörper bei niederen Thieren unter besonderer Berücksichtigung ihrer embryonalen und Larvenzustände (Medusen, Actinien, Echinodermen, Würmer) positiv entscheiden, zu der mir bisher ausreichendes Material gefehlt hat¹⁾. Offenbar tritt uns hier eine weiter und weiter gehende Localisation einzelner Lebensfunctionen in bestimmten Regionen einer und der nämlichen Zelle entgegen, welche speciellen Zwecken entsprechend organisirt werden. In anderer Weise zeigt sich übrigens diese Localisation auch bei vielen einzelligen Algen und Pilzen, in deren einfacher Zelle die eine Region als Klammer- oder Saugorgan (Haustorium), eine andere als assimilirendes oder leitendes Organ, eine dritte als Fruchträger, eine vierte als Sporangium oder Geschlechtsorgan sich differenzirt, wo wir daher in derselben Zelle eine rhizoide, phylloide, cormoide, sexuelle und carpoide oder sporogene Region unterscheiden können (*Chytridiaceen*, *Mucoraceen*, *Peronosporaceen* — *Vaucheria*, *Hydrogastrum*, *Caulerpa*).

Schon im Jahre 1850 in meiner ersten Abhandlung „Nachträge zur Naturgeschichte des *Protococcus pluviialis*“ habe ich ausgespro-

¹⁾ Das rothe Körperchen der *Volvocineen* vermehrt sich bei jeder Theilung in gleichem Verhältniss; in Glycerinpräparaten verliert es die Farbe, bleibt aber als stark Lichtbrechendes Körnchen erkennbar.

chen, „dass die Schwärmzellen der Algen typisch wie einzellige Thiere gebaut sind (l. c. p. 747), und sich in ihrer Entwicklungsweise (l. c. p. 734) wie in den Gesetzen ihrer Bewegung wesentlich solchen gleich verhalten“ (l. c. p. 738). Ich habe diesen Ausspruch aus dem Satze abgeleitet „dass das Protoplasma, welches als der Hauptsitz fast aller Lebensthätigkeit, und namentlich aller Bewegungerscheinungen in den Pflanzenzellen betrachtet werden muss, in seinem optischen, chemischen und physikalischen Verhalten mit der Sarcode oder contractilen Substanz der Thiere übereinstimme;“ dass es gleich dieser die Fähigkeit besitzt, wässerige Höhlungen zu bilden, welche ich ganz allgemein mit dem von Dujardin für die Sarcodebläschen der Infusorien eingeführten Ausdruck *Vacuole* zuerst bezeichnet habe (l. c. p. 663)¹⁾; „dass demnach das Protoplasma der Botaniker und die contractile Substanz und Sarcode der Zoologen, wo nicht identisch, so doch in hohem Grade analoge Bildungen sein müssen (l. c. p. 664); dass die Energie der organischen Lebensthätigkeiten, welche sich in der Bewegung realisirt, vorzugsweise an diese stickstoffhaltige contractile Substanz gebunden, in den Pflanzenzellen durch eine starrere, trägere (Cellulose) Membran herabgestimmt und gefesselt ist, bei den Thieren nicht (l. c. p. 665); dass aber auch bei den Pflanzen Zustände vorkommen, wo die Zelle, ohne von einer Cellulosehaut eingeschlossen zu sein, gewisser Veränderungen der äusseren Umrisse durch Contraction und Expansion, schlängelnde und ähnliche Bewegungsformen, zum Theil auch Ortsbewegungen fähig ist;“ solche Zustände habe ich als Primordialzellen „d. h. als eine Form des Primordialschlauchs (Plasmakörpers) bezeichnet, welcher selbst die Gestalt einer Zelle annimmt, und entweder ganz ohne starre Zellmembran, oder doch isolirt von derselben und selbstständig auftritt, wie dies namentlich bei den Schwärmzellen der Algen vorkömmt“ (l. c. p. 666).

Ich glaube in jener Abhandlung auch zuerst den Versuch durchgeführt zu haben, alle, auch die anscheinend heterogensten Bildungen einer niederen Pflanze als eine Zelle, oder als Metamorphose eines Theiles von einer Zelle nachzuweisen (l. c. p. 633); insbesondere eine sehr ungewöhnlich organisirte Alge (*Chlamydococcus pluvialis*) in all ihren biologischen Verhältnissen als einzelligen Orga-

1) Vergleiche auch das Referat meines Vortrages über die Pflanzenzelle in der Sitzung der naturwissenschaftlichen Section der Schlesischen Gesellschaft vom 21. Februar 1849; Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für 1849.

nismus aufzufassen, und ihre Entwicklungsgeschichte auf den Generationswechsel zurückzuführen (l. c. p. 634 und 688). Ich habe diese Sätze nicht als leichtsinnige Hypothesen hingestellt, sondern auf ein eingehendes vergleichendes Studium der Zelle bei höheren und niederen Pflanzen, so wie insbesondere auch der niederen Thiere begründet, wie es in gleichem Umfang meines Wissens damals keiner der Zeitgenossen betrieben hatte. Ich weiss wohl, wie mangelhaft in vielen Stücken jene Jugendarbeit war, und dass die von mir ausgesprochenen Sätze erst durch spätere bessere Arbeiten, unter denen die ganz unabhängigen und wenig später publicirten Untersuchungen von A. Braun¹⁾, sowie die Arbeiten über Protoplasma von Max Schultze 1861 und W. Kühne 1864 in erster Reihe stehen, ihre volle wissenschaftliche Begründung gefunden haben. Aber auch ich selbst habe mich seit jener Zeit unablässig bemüht, neue bestätigende oder ausführende Thatsachen zu jenen von mir zuerst ausgesprochenen Gedanken herbeizuschaffen, die wohl auch befruchtend in die Entwicklung unserer Wissenschaft eingegriffen haben. Und wenn Julius Sachs „die Lehre, dass das Protoplasma die unmittelbare Grundlage sowohl des vegetativen wie des animalischen Lebens ist, als eines der bedeutendsten Ergebnisse der neueren Naturwissenschaft“ bezeichnet²⁾, so glaube ich auf die Anerkennung des mir zukommenden Antheils, den mir derselbe in seiner Geschichte der Botanik vorenthalten hat, ohne Selbstüberhebung Anspruch machen zu dürfen.

Breslau, den 15. Juni 1876.

1) A. Braun, Betrachtungen über Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.

2) J. Sachs, Geschichte der Botanik vom 16. Jahrhundert bis 1860. München 1875 p. 339.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Biologie der Pflanzen](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [2_1](#)

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

Artikel/Article: [Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen 101-121](#)