

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Beiträge zur Kenntniss des *Gonium pectorale*

Migula, Walter

1890

3. Bildung von Ruhezuständen

[urn:nbn:de:bsz:31-270032](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270032)

wenn sie vorhanden wären, könnte ich mich nicht zu dieser Ansicht bekennen, zumal da die Geisselbewegung hier auch ganz entschieden nicht die gleiche bei allen Zellen derselben Kolonie ist. Die Bewegung des *Gonium*-Täfelchens ist etwas verschieden von der einer *Volvox*-Kugel, sie ist zitternd, ruckweise und ungleichmässiger. Aber auch hier findet eine Rotation um eine durch die Mitte der Kolonie gehende Achse statt, bald nach rechts, bald nach links herum, oft bei Berührung eines fremden Gegenstandes ein momentanes Stillstehen, und nachher eine Rotation in entgegengesetzter Richtung. Nicht selten kann man auch eine ruckweise Bewegung wahrnehmen, ohne dass eine Drehung oder Vorwärtsbewegung der Kolonie stattfindet. Aber ganz dasselbe findet sich auch bei den anderen *Volvocineen*, vielleicht mit einigen geringen Abweichungen, die nicht sonderlich in Betracht kommen. Wenn aber nicht alle Zellen einer Kolonie nach gleicher Richtung geisseln, so entsteht eine Bewegung und Drehung in der Richtung, welche durch die Bewegung der Mehrzahl der Geisseln bestimmt ist; sie dauert so lange, bis die Zahl der nach der andern Seite schlagenden Geisseln die gleiche wird, worauf jene zuckende Bewegung entsteht, welche die Kolonie auf der gleichen Stelle erhält; wird die Zahl grösser, so findet eine Drehung nach der entgegengesetzten Richtung statt. Berührt eine *Gonium*-Kolonie einen fremden Gegenstand, so sind die berührenden Geisseln einen Augenblick wie gelähmt, wodurch gewöhnlich je nach der Zahl der nach der einen Richtung schlagenden Geisseln entweder einen Augenblick die Drehung sistirt wird, oder auch sofort in entgegengesetzter Richtung erfolgt. Es ist mir nicht möglich gewesen, bei anderen *Volvocineen* die gleichen sehr mühsamen Untersuchungen über die Geisselbewegung zu machen, aber ich glaube nicht, dass eine grosse Abweichung von dem Vorgange, wie er hier geschildert, vorhanden ist. Ich kann mich vor Allem nicht zu der Ansicht bekennen, dass bei *Volvox* die Verbindungsfäden der Zellen auch die Function haben, eine einheitliche Geisselbewegung zu veranlassen. Dagegen lässt sich auch noch anführen, dass die Plasmafäden sich thatsächlich nicht berühren, dass also eine unterbrochene Leitung vorliegt; dass der Impuls durch sehr viele Zellen fortgeleitet werden müsste, und dass bei der Berührung eines Gegenstandes offenbar einzelne Geisseln sich nicht bewegen, während die Bewegung der anderen fort dauert, selbst wenn, was mir auch noch nicht sicher scheint, eine Geisselbewegung nach verschiedener Richtung bei *Volvox* nicht vorhanden sein sollte.

3. Bildung von Ruhezuständen.

Schon im Sommer 1887 hatte ich aus einem Wasserloch einer Ziegelei in Pohlom, Kr. Rybnik (Ober-Schlesien), völlig reines *Gonium*-Material erhalten und längere Zeit in einem Gläschen cultivirt, bis das Wasser, da die Cultur nicht weiter beachtet wurde, eintrocknete. Das Gläschen wurde hierauf als nicht mehr benutzt vor das Fenster gesetzt, und auf diese Weise durch Zufall einem heftigen Gewitterregen ausgesetzt, der es bis zur Hälfte wieder mit Wasser

füllte. Nach einigen Tagen war das Wasser wieder ganz grün gefärbt und wimmelte von unzähligen *Gonium*-Täfelchen, welche unbedingt aus ruhenden und die etwa dreiwöchentliche Austrocknung überlebenden Zellen der früheren Cultur entstanden sein mussten. Ich versuchte nun durch Verdunstenlassen des *Gonium*-haltigen Wassers in verschiedenen Gefässen diese Ruhezustände wieder hervorzurufen, aber vergebens. Die nach mehrwöchentlicher Austrocknung mit Regenwasser angefüllten Gefässe blieben farblos und es liess sich bei noch so genauer mikroskopischer Untersuchung kein *Gonium* auffinden. Mittlerweile war allerdings die Jahreszeit so vorgerückt, dass ich geneigt war, diesem Umstande einen Theil der Schuld an dem Nichtgelingen des Experimentes zuzuschreiben. Ich hoffte immer noch, dass sich im Frühjahr in den Gefässen *Gonium* entwickeln würde, aber auch diese Hoffnung schlug fehl.

Im Frühjahr 1888 fand ich an mehreren Orten um Breslau *Gonium* in geringer Menge, am meisten in einem mit Regenwasser gefüllten Sandloch an der Kürassierkaserne in Kleinburg, wo es jedoch in Folge von Austrocknung bald wieder verschwand. Es war dort allerdings nicht rein, sondern kam mit *Pandorina* zusammen vor, welche bei längerer Cultur jedoch fast vollständig verdrängt wurde.

Am Rande der Gefässe bildete sich bei der allmählichen Verdunstung des Wassers ein Anfangs grüner, später bräunlicher Anflug, welcher bei mikroskopischer Untersuchung aus *protococcus*artigen Zellen bestand, wie dies schon *Cohn* bei *Gonium*-Kulturen bemerkt hatte. In diesen Zellen glaubte ich die Ruhezustände von *Gonium* suchen zu müssen und verwandte nun viel Zeit darauf, ihre Entstehung und Weiterentwicklung zu verfolgen, aber ich konnte weder den Uebergang beweglicher *Gonium*-Zellen in diese Ruhezustände, noch umgekehrt beobachten. Wenn ich dagegen solche Zellen abkratze und in einer der eingangs erwähnten, feuchten Kammern weiter kultivirte, fand wiederholt eine gewöhnliche Zweitheilung der Zellen statt, so dass ich mich schliesslich davon überzeuete, in diesen Zellen nur eine gewöhnliche *Protococcus*form und keine Dauerzustände von *Gonium* vor mir zu haben. Ich wurde in dieser Ansicht noch mehr bestärkt durch die Thatsache, dass die Zellen dieses grünlichen Anfluges, wenn sie ausgetrocknet und wieder befeuchtet wurden, sogleich wieder in derselben Weise weiter vegetirten und sich theilten, ohne dass ich jemals irgend eine Aenderung in diesem Verhalten bemerkt hätte.

Ich fand dagegen an Grunde der Gefässe, in welchen die *Gonium*-Kulturen sich befanden, grössere grüne Kugeln, die ich Anfangs als zu der nach und nach im Wasser verschwundenen *Pandorina* gehörig nicht weiter beobachtet hatte. Und in der That gehörte, wie sich später herausstellte, der bei weitem grössere Theil der Kugeln zu *Pandorina*, ein anderer Theil aber zu unserm *Gonium pectorale*. Schon damals war es mir möglich, zu bemerken, dass aus den Anfangs ungetheilten ruhenden Kugeln vier Zellen entstanden, die nicht, in einer Ebene lagen, dass diese vier Zellen einzeln ausschwärmten und sich zu *Gonium*-Täfelchen entwickelten.

Die genauere Kenntniss dieser Entwicklung erlangte ich jedoch nicht, da sich jene Ruhezustände des *Gonium pectorale* nicht leicht von denen der *Pandorina*, die in überwiegender Mehrzahl vorhanden war, unterscheiden liessen. Erst im Mai und Juni 1889 konnte ich bei reichlichem, von anderen *Volvocineen* freien Material diese Vorgänge genau und lückenlos verfolgen.

Die Ruhezustände bildeten sich übrigens bei einfachem, allmählichem Austrocknen stets nur sehr vereinzelt, und nur ein Zufall ermöglichte es mir, dieselben in grösserer Menge zu erhalten. Um nämlich die Concentration der Salze nicht zu vergrössern, wurde das verdunstete Wasser in den Gefässen stets durch Regenwasser ersetzt und als ich einmal solches nicht erhalten konnte, nahm ich durch mehrfache Lagen Fliesspapier filtrirtes Grabenwasser dazu, da das Karlsruher Leitungswasser sehr kalkhaltig ist. Auf irgend eine Weise müssen jedoch dadurch günstige Bedingungen für die Vegetation von Spaltpilzen in dem Gefässe geschaffen worden sein, denn sie entwickelten sich in dem Maasse, dass das Wasser allmählich eine trübe Beschaffenheit annahm, und sich ein, wenn auch dünnes, Bakterien-Häutchen auf der Oberfläche bildete. Zu gleicher Zeit verschwanden die *Gonium*-Kolonien aus dem vorher durch sie hellgrün gefärbten Wasser und sammelten sich nach und nach am Boden an. Es stellte sich zuerst jene Erscheinung bei den zu Boden gesunkenen Kolonien ein, welche der Theilung der Einzelindividuen vorherzugehen pflegt, jene eigenthümlich zitternde Bewegung, welche durch langsames und ungleichmässiges Schlagen der Geisseln bewirkt wird und weder eine Drehung, noch eine erhebliche Ortsveränderung der Familie bedingt. In demselben Maasse, als diese Bewegung langsamer wurde, rückten die einzelnen Zellen des Täfelchens weiter auseinander, die Einzelhüllen quollen auf und verloren ihre regelmässige Gestalt, ihre Verbindungsstellen wurden deutlicher und befanden sich an etwas vorgezogenen Ecken. Allmählich trat eine, anfangs dünne, später dicker werdende Membran um den immer noch völlig chlorophyllgrünen Zellinhalt auf, welche mit Jod und Schwefelsäure deutliche Cellulosereaction zeigte. Mit dem Auftreten dieser Membran verschwinden die Geisseln, sie werden nicht eingezogen, sondern fallen ab und zerfliessen, wie es scheint, zu einem Schleim, der sich von der umgebenden Flüssigkeit nicht unterscheiden lässt. Der rothe Pigmentfleck lässt sich noch lange erkennen, ebenso die beiden Vacuolen, welche schliesslich durch kleine Chlorophyllkörnchen verdeckt werden und sich der weiteren Beobachtung entziehen. Die ursprünglichen Einzelhüllen quellen nun immer mehr auf, lassen sich immer schwerer erkennen und lösen sich schliesslich ganz zu einem nur durch die erwähnte Behandlung mit carminsaurem Ammoniak etc. erkennbaren Schleim, welcher die einzelnen Dauerzellen noch eine Zeit lang zusammenhält, dann aber ebenfalls verschwindet. Diese so entstandenen Dauerzellen haben einen Durchmesser von 12—15 μ , sind dunkelgrün und werden nach und nach von einem körnigen Inhalt erfüllt, der sie fast undurchsichtig macht. Manchmal schien es mir, als wenn ein röthlicher

Schein in der Mitte der Zelle auftrat, doch kam es niemals zu einer völligen Röthung des Zellinhaltes.

Allmählich begann das Wasser sich wieder zu klären und die Spaltpilze verschwanden aus dem Wasser; leider traten aber dafür auch wieder andere Algen, besonders *Scenedesmus* und *Protococcus* auf, so dass ich wieder genöthigt war, zu der mühsamen und unständlichen Cultur in feuchten Kammern meine Zuflucht zu nehmen. Es gelang mir mehrmals durch Kapillarröhrchen einzelne dieser Dauerzellen zu isoliren und in frisches Regenwasser gebracht gesondert zu beobachten. Sie verhielten sich sehr ungleich. Während sich bei einigen noch nach einer Woche keine Veränderungen zeigten, liessen andere schon nach wenigen Stunden eine solche erkennen. Der Inhalt ballte sich in vier tetraedrisch gelagerte eiförmige Zellen zusammen, welche sehr bald nach ihrer Bildung durch einen Riss der Mutterzellmembran hervortraten. Der ganze Vorgang, den ich zwei Mal genau beobachten konnte, dauerte vom ersten Sichtbarwerden einer Differenzirung der Mutterzelle bis zum Austreten der Schwärmzellen höchstens eine Stunde. Die vier Schwärmzellen waren nackt, mit zwei Geisseln und einem undeutlichen kleinen rothen Stigma versehen, pulsirende Vacuolen konnte ich bei ihrer Kleinheit und ihrer schnellen Bewegung nicht erkennen. Auch die Geisseln wurden erst nach dem Austritt aus der Mutterzellohülle bemerkbar. Sie zeigten übrigens sehr bald ganz die Gestalt einer kleinen *Gonium*-Zelle und liessen sich von den isolirten Individuen der Täfelchen durch nichts als durch die Anfangs mangelnde Hüllmembran unterscheiden. Aber auch diese fehlte nur kurze Zeit; bald machte sich ein lichter Ring um die Schwärmzelle bemerkbar und wie diese augenblicklich rasch an Grösse zunahm, wurde auch die Hülle immer deutlicher und ab und zu gelang es schon in diesem Zustande an einzelnen am Rande des Wassertropfens befindlichen und sich langsam bewegendenden Schwärmzellen die pulsirenden Vacuolen zu sehen. Uebrigens verlangsamte sich auch die Bewegung sehr bald, blieb aber gleichmässiger als bei den ausgebildeten *Gonium*-Kolonien. Ich wartete längere Zeit vergeblich auf eine Weiterentwicklung dieser Schwärmzellen, sie starben meist in den feuchten Kammern ab, ohne zu *Gonium*-Täfelchen zu werden. Augenscheinlich war die Temperatur eine zu hohe, denn als ich unter die Glasglocke, welche die Objectträger mit den feuchten Kammern bedeckte, einige Stückchen Eis brachte und dadurch die Temperatur an jenen allerdings ungewöhnlich heissen Tagen im Innern der Glocke wesentlich erniedrigte, gelang es mir, die Schwärmzellen zu weiterer Entwicklung zu bringen. Hierbei stellte sich die eigenthümliche Thatsache heraus, dass durch zwei aufeinander senkrechte und sich halbirende Theilungswände, die bald nach ihrer Entstehung unregelmässig gebrochen erscheinen, stets nur vierzellige Kolonien entstehen, und dass ich nicht ein einziges Mal, weder in den feuchten Kammern, noch zu Anfang der Entwicklung in dem grösseren Culturegefässe 8-, oder gar 16-zellige *Gonium*-Täfelchen fand.

Von den vierzelligen Kolonien des *Gonium tetras* unterscheiden sich diese Entwicklungsformen leicht durch ihre abweichende

Lagerung, zwei gegenüberliegende Zellen sind sich mehr genähert als die beiden andern und berühren sich in der Mitte mit ihren Hüllen, so dass nicht ein viereckiger, sondern zwei dreieckige Intracellularräume entstehen. Im übrigen weichen sie in ihrem Verhalten durchaus nicht von einem normalen 16-zelligen *Gonium*-Täfelchen ab, auch konnte ihre weitere Entwicklung in mehreren Fällen verfolgt werden. Es entstehen in der von Cohn bereits angegebenen Weise Scheidewände, welche zickzakartig gebrochene Linien darstellen, entweder tritt eine dreimalige oder viermalige Zweitheilung der Zellen auf, wodurch 8-zellige oder 16-zellige *Gonium*-Täfelchen entstehen. Letztere fanden sich in feuchten Kammern seltener als in grösseren Gefässen, wohl infolge des allmählich im Wassertropfen eintretenden Nahrungsmangels. Die erste Theilung der Schwärmzellen erfolgte meist noch an demselben oder am nächsten Tage ihres Freiwerdens aus der ruhenden Mutterzelle, bei der weiteren Theilung der vierzelligen Entwicklungsform traten dagegen schon bedeutende Schwankungen ein, manche theilten sich ebenfalls noch an demselben Tage, andere erst nach Verlauf einer Woche. In grossen Kulturgefässen, in denen die Verhältnisse sich den natürlichen mehr nähern, verläuft der Vorgang entschieden weit rascher, was man daran erkennen kann, dass das frisch in ausgetrocknete *Gonium*-Zellen enthaltende Gefässe gefüllte Wasser meist nach zwei Tagen schon von ausgebildeten normalen Kolonien wimmelt. Es ist sehr wohl möglich, dass sich unter günstigen Verhältnissen täglich eine Theilung der Zellen eines *Gonium*-Täfelchens vollziehen kann. (vergl. Fig. 1—15).

Die Frage, warum sich in relativ seltenen Fällen Ruhezustände bei *Gonium* bilden, ist mir zu beantworten nicht möglich. Es lässt sich vielleicht annehmen, dass weniger das Austrocknen als vielmehr Nahrungsmangel und Verdrängung durch andere Organismen dazu führen, worauf auch jene oben mitgetheilte Beobachtung der Entwicklung von Ruhezellen bei dem massenhaften Auftreten von Spaltpilzen zu deuten scheint. Sonst ist es mir von den vielen Versuchen, die ich in dieser Hinsicht angestellt habe, nur sehr selten gelungen und auch dann nur vereinzelte Zellen zu erhalten, welche die Austrocknung überstanden haben. Der Umstand, dass ich aber auch dann nur ausnahmsweise Zellen von der angegebenen Gestalt im Ruhezustande finden konnte, führt mich zu der Vermuthung, dass die Verhältnisse noch verwickelter sein dürften, als sie sich bisher bei meinen Untersuchungen gezeigt und dass sich vielleicht noch anders gestaltete Zellen finden möchten, die eine ähnliche Function besitzen. Zum Theil wurde ich auch durch die Beobachtung zu dieser Annahme geführt, dass in anscheinend ganz reinen *Gonium*-Kulturen plötzlich zahlreiche, lange, spindelförmige, nackte Schwärmzellen auftraten, die ebenso schnell wieder verschwanden. Es ist mir nicht gelungen, etwas Näheres über diese Zellen in Erfahrung zu bringen, in feuchte Kammern gebracht, hielten sie sich nur wenige Stunden, dann lösten sie sich bis auf wenige kleine Körnchen vollständig in den Wassertropfen auf. Eine Membran konnte während ihrer kurzen Lebensdauer ebensowenig wie pulsirende Vacuolen

bemerkt werden, dagegen waren 2 Geisseln vorhanden, und auch ein rothes Stigma habe ich, wenn auch undeutlich, gesehen. Möglich, dass auch diese Zellen in den Kreis der Entwicklungszustände von *Gonium* gehören (Fig. 16). Auch in diesem Jahre angestellte Versuche, Ruhezustände von *Gonium* zu erhalten, waren völlig erfolglos, trotzdem ich die Experimente in der verschiedensten Weise variierte.

Uebrigens findet sich auch fast regelmässig ein kleiner, farbloser, zweigeisseliger Parasit ein, der nicht nur unter den lebenden *Gonium*-Täfelchen, sondern ganz besonders unter den Ruhezellen Verwüstungen anrichtet und letztere zuweilen sogar vollständig vernichtet. Auch dieser Umstand mag dazu beitragen, dass man nach Austrocknen in vielen Fällen keine neuen Kulturen zu erzielen vermag.

4. Die Chromatophoren.

Die *Volvocineen* bilden bekanntlich eine Familie, welche sowohl zu den Algen, als zu den Protozoen gewisse Verwandtschaft zeigen und von den Botanikern diesen, von den Zoologen jenen zugerechnet werden. Ob wirklich beide ein gleiches Anrecht an sie haben, mag dahingestellt bleiben, es wird sich dies nur dadurch entscheiden lassen, welche unzweifelhaften *Algen* und welche unzweifelhaften *Flagellaten* die näheren Beziehungen zu ihnen haben. Es dürfte demnach von Wichtigkeit sein, auch ganz besonders den Chromatophoren mehr Aufmerksamkeit zuzuwenden, weil sich diese nur bei einem Theil der *Flagellaten* finden.

Bisher bestand die Ansicht, dass die Chromatophoren der *Volvocineen*, analog denen mancher unzweifelhafter *Flagellaten*, aus einem einzigen zusammenhängenden Stück beständen. Für einige *Volvocineen*, nämlich *Gonium pectorale*, *Volvox minor*, *Pandorina morum* und *Eudorina elegans*, ist es mir möglich gewesen, festzustellen, dass das Chlorophyll auf sehr zahlreiche, ausserordentlich kleine Körnchen vertheilt ist. Besonders deutlich konnte ich dies bei *Gonium*-Zellen wahrnehmen, welche bei allmählich verdunstendem Wassertropfen unter Deckglas lagen, und nach und nach vollständig breitgedrückt wurden (Fig. 17). Die vorher scheinbar zusammenhängende grüne Schicht um den Amylumkern wich dabei auseinander und zeigte sich als aus sehr zahlreichen und kaum $\frac{1}{2} \mu$ im Durchmesser grossen Chlorophyllkörnchen bestehend, während die dazwischen liegenden Räume farblos erschienen. Dieselben müssen sehr eng und vielleicht in mehreren Schichten gelagert sein, weil sie, sowie der Druck des Deckgläschens durch zugefügtes Wasser nur ein wenig nachliess, sofort wieder dicht zusammenschlossen und weder Zwischenräume noch Grenzlinien erkennen liessen. Dass übrigens durch den Druck auf die Zelle diese keineswegs geschädigt wurde und das Auseinanderweichen der Chlorophyllkörnchen kein Zerquetschen eines Chromatophors war, liess sich daran erkennen, dass die Geisseln während der ganzen Zeit nicht aufhörten zu schlagen und die pulsirenden Vacuolen ihre Thätigkeit auch