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

Ueber Dicranochaete reniformis Hieron., eine neue Protococcacea des Süsswassers.

Von G. Hieronymus.

Mit Tafel XI und XII.

In der Sitzung der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur vom 10. November 1887 (siehe 65. Jahresbericht S. 293) habe ich einen Vorbericht über den in der Ueberschrift genannten, interessanten Organismus gegeben. Seitdem habe ich denselben wiederholt beobachtet und an zahlreichen Stellen in verschiedenen Gebirgszügen der Sudeten aufgefunden. Zugleich gelang es mir bei dem günstigen und reichlichen Material, welches sich mir bot, genauere Untersuchungen über die Zellbestandtheile desselben anzustellen und seine Entwicklungsgeschichte im Wesentlichen zu erforschen. Es dürfte daher hier eine eingehendere Mittheilung über den Organismus am Platze sein, zumal ich in manchen Beziehungen den citirten Vorbericht ergänzen und berichtigen muss.

Dicranochaete reniformis ist eine kleine, einzellige, chlorophyll-grüne Alge von mehr oder weniger halbkugeliger oder flacher halbellipsoidischer oder halbnierenförmiger Form, welche mit einer bis etwa 35 μ Durchmesser besitzenden Basalfläche als Epiphyt auf im Wasser wachsenden Laub- und Lebermoosen (besonders *Hypnum*- und *Sphagnum*-Arten und *Calypogeia Trichomanes* Corda) aufsitzt, aber auch auf modernden *Cyperaceen*- und *Gramineen*blättern, Holzstückchen und selbst auf Kieselsteinen vorkommt und sich durch Schwärmsporen vermehrt. Besonders geeignet für dieselbe scheinen Torfmoospolster an quelligen Stellen, welche den ganzen Sommer über Wasser führen. An solchen findet man vorzüglich die Blätter der unteren Stengelregionen oft mit zahlreichen Individuen besetzt und zwar sitzen diese mit Vorliebe den schmäleren chlorophyllführenden und weniger den weiteren, durchlöcherten, mit Ring oder Spiralbändern versehenen Zellen der Sphagnumblätter auf (vergl. Fig. 1).

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

Zur Zeit habe ich Gelegenheit gehabt den Organismus an folgenden Fundorten nachzuweisen: in einer Quelle am Wolfsberg oberhalb Kaltwasser im Eulengebirge, auf dem Landeshuter Kamm bei der Ausspannung an der alten Passstrasse oberhalb der grossen Buche bei Schmiedeberg, am Wege von der Tannenbaude nach den Forstbauden und oberhalb der Tannenbaude, am Mittelberge zwischen der schwarzen Koppe und dem Tafelstein (an von Dr. Schube mir mitgetheilten Torfmoosproben), bei der Kirche Wang in Brückenberg, am Wege zwischen Bronsdorf und der Anna-Kapelle, am Wege von Hintersaalberg nach der Peterbaude und am Wege von der Thumpsahütte nach dem Mittagstein. Auch fehlt der Organismus nicht in den Moortümpeln der Aupa- und Weisswasserquellgegend. Doch fand ich ihn hier mehr vereinzelt. Am häufigsten scheint er im Riesengebirge in der oberen Fichtenregion nahe der Knieholzgrenze zu sein. Hier kommt er fast an allen quelligen Stellen vor, wenn auch nicht so reichlich, wie an den genannten Fundorten. Ich erhielt ihn, wenn es nicht gelang, denselben direct an den mitgebrachten Sphagnumproben zu beobachten, oft dadurch, dass ich an den Seiten von Gläsern, welche die Proben enthielten, dem einfallenden Licht zu Glimmerstreifen aufstellte. *Dicranochaete* war dann häufig die erste Alge, welche sich an dieselben festsetzte und bereits nach etwa 8 bis 10 Tagen konnten die ersten erwachsenen Exemplare an denselben beobachtet werden.

Unter eine Höhe von etwa 500 Meter scheint die Alge nicht herabzusteigen, wenigstens habe ich dieselbe bisher vergeblich in Torfsümpfen der Ebene und niederen Vorberge gesucht.

Der von mir für die neue Gattung gewählte Name, abgeleitet von δίκρανον und χαίτη bezieht sich auf das Vorhandensein von einmal oder mehrfach dichotomisch verzweigten, hyalinen, aus Gallerte bestehenden, 80 bis ungefähr 160 μ langen Borsten, welche meist an jeder Zelle nur in der Einzahl, selten in der Zahl von 2 bis 4 sich vorfinden. Der Artname „*reniformis*“ wurde gewählt, weil die Zelle selbst in erwachsenem Zustande von oben gesehen gewöhnlich mehr oder weniger deutliche Nierenform zeigt, während sie von den Seiten gesehen fast halbkugelig, kurz glockenförmig, mit der basalen Schnittfläche dem Substrat aufsitzend, erscheint. Die Zelle besitzt nämlich meist an der einen Seite einen mehr oder weniger tiefen, herzförmigen Einschnitt, dessen Ränder bisweilen zusammenschliessen und aus welchem die Borste hervorragt. Manchmal ist auch noch ein zweiter oder dritter, jedoch borstenloser Einschnitt, seltener sind 2 bis 4 solche Einbuchtungen mit zu jeder je einer zugehörigen Borste vorhanden (vergl. Fig. 4), welche letztere jedoch meist nur einmal dichotomisch verzweigt, bisweilen aber auch völlig unverzweigt ist. In dem Fall, dass nur eine einzelne Borste vorhanden ist, so befindet sich dieselbe stets an dem morphologisch vorderen Zellende. Diese Thatsache ergiebt sich aus der Entwicklungsgeschichte. Die Schwärmsporen, durch welche sich der Organismus vermehrt, setzten sich nämlich zuerst zwar mit dem vorderen hyalinen Ende dem Substrat an. Dann legt sich die Schwärmspore jedoch auf eine Seite

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

und wird amöboid, so dass zur Basisfläche diese Seite wird. Das vordere hyaline Zellende wächst unterdessen nach Verlust der Geisseln zu einem dünnen, protoplasmatischen Faden aus, der sogleich beim Entstehen Gallertmembran in Form einer Röhre um sich herum abscheidet, während auch die Zelle selbst eine Membran bildet. Dieser protoplasmatische Faden verzweigt sich dann ein bis viermal dichotomisch, schliesslich hört er jedoch auf zu wachsen, die abgeschiedene Gallertscheide schliesst sich, das Protoplasma tritt nach und nach wieder aus dem Röhrensystem zurück in die Zelle, und die Röhre füllt sich mit von demselben abgeschiedener Gallertmasse an und wird massiv. In seltenen Fällen beobachtete ich auch bei erwachsenen Individuen noch einen kurzen, röhrigen Theil der Borstenbasis, in dem sich durch Tinctionsmittel (Jod, Eosin etc.) sogar noch ein Stück des protoplasmatischen Fadens nachweisen liess, meist jedoch war auch dieser Theil der Borste massiv. Wenn nur eine Borste vorhanden ist, so kann nach diesen Beobachtungen wohl kein Zweifel aufkommen, dass dieselbe in der That am morphologischen Vorderende der Zelle steht. Um so interessanter waren mir die bisweilen in gewissen Culturen zahlreich auftretenden Individuen, welche mehr als eine Borste besassen. Zuerst glaubte ich, dass solche Individuen aus genetisch verwachsenen Schwärmsporen entstanden seien. Da derartige Monstrositäten bei Algen nicht selten sind, so lag dieser Gedanke nahe. Als ich jedoch nicht nur zwei, sondern auch 3 und 4 Borsten führende Individuen auffand, musste ich die versuchte Deutung aufgeben. Ich glaube jetzt, dass wenn mehrere Borsten vorhanden sind, dieselben als Theile einer einzigen, am Vorderende stehenden Borste betrachtet werden müssen, und dass Formen, wie ich in Fig. 4 abgebildet habe, dadurch entstehen, dass die betreffende Schwärmspore sogleich sehr fest mit dem Vorderende an dem Substrat haftet, zu fest, als dass es ihr dann möglich wäre, sich auf eine Seite zu legen und diese zur Ansatzfläche zu machen. Es bleibt derselben in einem solchen Zustande nur übrig, sich rings um die vordere, hyaline Spitze auszubreiten, so dass diese mehr oder weniger in die Mitte der Basalfläche zu liegen kommt. Die sich während der Zeit bildende Borste kann natürlich nur zum Theil unter der Basisfläche vortreten und zwar müssen ihre einzelnen Verzweigungen nothwendiger Weise an verschiedenen Stellen zum Vorschein kommen. Bei dieser Erklärung muss man füglich auch noch annehmen, dass das vor der ersten dichotomischen Verzweigung befindliche Basalstück der Borste, bisweilen auch noch das die erste und zweite Dichotomie trennende Zwischenstück ausserordentlich kurz oder ganz reducirt sind. Diese Erklärung dürfte wohl sehr annehmbar aus dem Grunde sein, weil bei Mehrzähligkeit der Borsten dieselben meist nur einmal verzweigt, bisweilen sogar unverzweigt, stets auch bedeutend kürzer sind, als die Einzelborsten normaler Individuen. Ich muss hier noch erwähnen, dass ich zufällig eine grössere Anzahl von solchen mehrborstigen Individuen zu beobachten Gelegenheit hatte. Dieselben waren in einem Culturglase an einem Glimmerblättchen, welches

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

unter Wasser wagerecht über das im Culturglase befindliche Sphagnumpolster gelegt worden war, gewachsen und zwar nur an der unteren Seite desselben. Vielleicht hat das von der Oberseite durch das Glimmerblättchen durchfallende Licht bewirkt, dass sich die Schwärmsporen in der Weise festsetzten, dass ihr morphologisches Vorderende zum Mittelpunkte der basalen Ansatzfläche des Organismus wurde. Leider konnte ich den Versuch noch nicht wiederholen, so dass ich nicht weiss, ob diese Erklärung die richtige ist, oder ob nicht vielleicht noch anderes z. B. auch Erblichkeit der Eigenschaften mit in Frage kommt. Es befanden sich nämlich in dem betreffenden Culturtopf auch am *Sphagnum* hier und da mehrborstige Individuen, in sämmtlichen übrigen Culturen fand ich solche dagegen nur verhältnissmässig selten. Ausser dem abnormen Auftreten mehrborstiger Individuen beobachtete ich auch noch typisches Fehlen der Borste und zwar besonders an den letzten Sommergenerationen im Monat October. Nicht zu verwechseln mit typisch borstenlosen Individuen sind solche, welche eine Borste besessen haben, denen die Borste jedoch z. B. durch Räderthiere abgefressen worden ist. Die Borste hat zweifelsohne die Bedeutung eines Schutzorganes des Organismus gegen Thiere und zwar besonders gegen Infusorien, grösseren Thieren gegenüber bietet sie dagegen kaum noch Schutz. Durch dieselbe wird die Annäherung der Infusorien an den Organismus, wenn nicht verhindert, so doch erschwert. Die vollständig entwickelten Individuen bedürfen freilich weniger dieses Schutzes, besonders da sie auch noch durch eine Gallerthülle geschützt sind, wohl aber die Schwärmsporen, welche, wie wir noch weiter unten sehen werden, sich meist nur wenig vom Substrat entfernen, sowie auch die aus denselben entstandenen, ganz jungen Pflanzen, welche noch keine starke Gallerthülle abgeschieden haben. Die Borste dürfte demnach weniger ein Schutzmittel für das betreffende Individuum, als vielmehr ein solches für die nachfolgende Generation sein. Dafür spricht auch das häufige typische Fehlen derselben bei den letzten Sommergenerationen, welche zu einer Zeit sich bilden, in welcher die schädlichen Infusorien meist nur noch in geringer Zahl, oder überhaupt nicht mehr, vorhanden sind. Während des Winters bedarf der Organismus des Schutzes nicht, auch die erste Schwärmsporengeneration im Frühjahr wird denselben entbehren können, da anzunehmen ist, dass der Organismus früher erwacht, als seine Feinde, die Infusorien. Die Substanz, aus welcher die Borste gebildet wird, ist, wie schon gesagt, Gallerte und verhält sich gegen Reagentien ähnlich wie die Substanz der Gallertstiele der Diatomeen. Sie färbt sich nicht, oder doch nur schwach mit Färbemitteln, am intensivsten noch mit Methylgrün und Congoroth, mit Chlorzinkjod behandelt, zeigt sie keine Cellulosereaction. Auch Turnbull's Blau lässt sich in derselben in geringer Menge niederschlagen.

Wir kommen nun zur Schilderung der Zellmembran selbst, und zwar wollen wir vorerst die Beschaffenheit dieser an der völlig erwachsenen Zelle betrachten. Die Membran der Basalfläche ist sehr dünn, sodass man sie

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

häufig nicht genau erkennen und von der als Substrat dienenden Mooszellhaut unterscheiden kann. Behandelt man sie etwa $^1/_4$ Stunde lang mit Chlorzinkjod, so zeigt dieses basale Membranstück bisweilen Cellulosereaction und wird dann als von der Mooszellhaut getrennte Lamelle deutlich erkennbar, meist jedoch ist diese Reaction sehr schwach, ja sogar nicht vorhanden. Ziemlich dünn ist die Membran auch an der der Basalfläche gegenüberliegenden Stelle. Diese ist hier häufig mit winzigen, kegelförmigen, spitzen Protuberanzen besetzt, welche entweder unregelmässig, oder in zwei ziemlich regelmässigen, concentrischen Kreisen stehen, von welchen der innere gewöhnlich aus 8 oder 10, der äussere oft aus 16 oder 20, bisweilen jedoch auch aus einer noch grösseren Anzahl gebildet wird. Diese Protuberanzen selbst, sowie ein mehr oder weniger kreisförmiges, dieselbe tragendes, stets scharf umschriebenes Zellhautstück färben sich intensiv roth mit Congoroth (vergl. Fig. 16, 17 und 18), während dieser Farbstoff von keinem andern Theile der Zellmembran so reichlich aufgenommen wird. Dasselbe Stück färbt sich deutlich violett nach etwa viertelstündigem Liegen in Chlorzinkjod. Dieser Theil dürfte daher stets Cellulose enthalten. Betrachtet man nun ein älteres Individuum, an welchem man dies Stück mit Congoroth gefärbt hat, im optischen Durchschnitt von der Seite, so bemerkt man leicht, dass letzteres sich gar nicht nach unten zu fortsetzt, sondern wie eine Art Kappe auf dem protoplasmatischen Körper aufsitzt und dass die Protuberanzen kegelförmige Ausbuchtungen desselben sind (vergl. Fig. 15 und 17). Letztere dürften nun freilich keine Hohlkörper darstellen, sondern sind wahrscheinlich mit Gallerte ausgefüllt, vermuthlich ist auch die Cellulosemembran selbst innen von einer sehr dünnen Gallertschicht (siehe die schematische Fig. 17), welche später vollständig verschleimt, ausgekleidet, doch lässt sich das Vorhandensein von Gallerte hier kaum nachweisen. Bei der Betrachtung der optischen Durchschnittsansicht eines älteren *Dicranochaete*exemplares (Fig. 17), bemerkt man auch, dass der untere Theil der Hüllmembran über den Rand der Cellulosekappe scheidenartig übergreift. Derselbe besteht aus Gallerte. Wir werden weiter unten zu untersuchen haben, wie diese eigenthümliche Lagerung der Cellulosekappe und der Gallertscheide entsteht. Auch werden wir erfahren, dass die Cellulosekappe später zur Zeit des Ausschwärmens der Schwärmsporen eine Art Deckel bildet, welcher aus der Gallertscheide heraustritt.

Vorerst wollen wir jedoch noch einen Blick auf diese Gallertscheide selbst werfen und deren Structur untersuchen. Dieselbe zeigt gewöhnlich dicht an der Basis ihre grösste Dicke, nach oben zu nimmt diese meist allmälig ab. Man kann nun gewöhnlich, besonders wenn man den Organismus von der Seite im optischen Durchschnitt betrachtet, eine deutliche Schichtung der die Basis der Zelle umgebenden Gallertscheide bemerken. Man unterscheidet eine innere, meist dünnere, das Licht stärker brechende und eine äussere, das Licht wenig brechende Schicht, welche meist bedeutendere Dicke besitzt und mehr oder weniger in einem Zustande des Verschleimens

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

sich befindet. Letzteres ist der Grund, dass erst, wenn die Gallerthülle auf irgend eine Weise gefärbt ist, diese äussere Schicht als deutlich gegen das umgebende Wasser abgegrenzt zu erkennen ist. Auch zeichnet sich dann die innere Schicht vor der äusseren dadurch aus, dass sie stärker gefärbt erscheint, als die äussere. An vielen Exemplaren bemerkt man zugleich eine feine radiale Streifung. Noch andere lassen deutlich erkennen, dass diese Streifung auf dem Vorhandensein von radialen, nach aussen zu dünner werdenden Strahlen besteht. Diese Strahlen sind häufig so zart, dass man dieselben auch bei Anwendung der besten Linsensysteme eben zur Noth wahrnehmen kann, bisweilen sind sie aber auch verhältnissmässig stark (Fig. 19). Man kann dann erkennen, dass sie aus einzelnen länglichen, stäbchenförmigen, bisweilen auch mehr rundlichen, tropfenförmigen Körpern, welche in einer Linie liegen, und deren Dicke oft nach Aussen zu abnimmt, zusammengesetzt sind, bisweilen aber auch aus längeren, mit den Spitzen nach aussen gerichteten Nadeln bestehen. Zwischen den Strahlen, und im Falle diese aus Einzelkörpern zusammengesetzt sind, zwischen diesen findet sich eine homogene Grundsubstanz, welche nur wenig Farbstoff aufnimmt, sich durch Entfärbungsmittel leicht wieder völlig farblos machen lässt, und welche leicht quellbar, sich an den älteren Exemplaren und an den vom Zellinhalt verlassenen Hüllen auflöst und verschleimt, so dass dann die Strahlen franzenartig hervortreten. Die Substanz der Strahlen dagegen färbt sich sehr stark und hält manche Farbstoffe in hohem Grade gegen Entfärbungsmittel zurück. Ganz besonders deutlich treten die Strahlen an manchen Individuen hervor, wenn man Safranin (vergl. Fig. 19) oder Fuchsin als Färbemittel anwendet. Auch Methylgrün-Färbung lässt sie bisweilen deutlich erkennen, weniger Haematoxylin, ammoniakalisches Carmin, Nigrosin, Alkanna und andere Farbstoffe, die weniger leicht festgehalten werden oder welche auch die Grundsubstanz etwas stärker tingiren. Die Bildung einer inneren und einer äusseren Schicht der Gallerthülle beruht nun darauf, dass in der äusseren die Grundsubstanz bereits in Quellung sich befindet, die Strahlen also etwas mehr aus einander rücken. Dazu kommt noch, dass in centraler Richtung die Strahlen resp. die dieselben zusammensetzenden Stäbchen oder rundlichen Körper meist grösser und dicker werden und schon aus diesem Grunde in radialer Richtung nach innen einander näher gerückt sind. In dem dem protoplasmatischen Körper anliegenden Theile der inneren Gallertschicht ist häufig die Grundsubstanz nicht mehr deutlich zu unterscheiden und tritt an Masse sehr zurück. Das stärkere Lichtbrechungsvermögen, welches diese innere Schicht auch ungefärbt zeigt, dürfte daher wohl wesentlich von der Strahlensubstanz herrühren. Mit Congoroth färbt sich die Gallertscheide nur wenig, dagegen wird in derselben sogleich ein schöner blauer Farbstoff niedergeschlagen, wenn man etwas Essig- oder Salz-Säure dem Präparat zufügt. Auch durch Einlagerung verschiedener anderer Niederschläge in die Gallertscheide lässt sich die Structur derselben deutlich machen, vorausgesetzt dass man dazu günstige

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

Exemplare verwendet. So konnte ich Turnbull's Blau in derselben nach der von Klebs[1]) angegebenen Methode niederschlagen (vergl. Fig. 17). Klebs hat kürzlich eine ähnliche Structur, wie die hier von der Gallerthülle von *Dicranochaete reniformis* beschriebene bei der Gallerthülle von *Zygnema* und anderen Conjugaten nachgewiesen. Er fand dieselbe bestehend aus einer homogenen, indifferenten Grundsubstanz und in dieselbe eingelagert, in Form von Stäbchen, eine ebenfalls durch ihre Affinität zu mehreren Farbstoffen ausgezeichnete Substanz. Derselbe hält es für wahrscheinlich, dass letztere ein Albuminoid ist. Wenn auch wohl anzunehmen ist, dass die Substanz der Strahlen der Gallerthülle von *Dicranochaete* der der Stäbchen der Gallertscheide von *Zygnema* etc. entspricht, obgleich sie sich kaum in kochendem Wasser und Chlorzinkjod löst, so will ich doch dahingestellt sein lassen, ob hier wirklich ein Albuminoid vorliegt.

In Vorstehendem haben wir bis jetzt nur den Zustand der Zellhülle der völlig ausgebildeten Individuen geschildert. Es handelt sich nun darum auch dessen Entwicklung kennen zu lernen. Die aus der Schwärmspore entstandene, ganz junge Pflanze besitzt eine gleichmässige, sehr dünne, vermuthlich gallertartige Membran. Weder mit Chlorzinkjod, noch mit Congoroth erhält man eine deutliche Färbung derselben. Erst wenn die Individuen etwa die doppelte Grösse der Schwärmsporen erreicht haben, färbt sich der glockenförmige obere Theil der Zellhaut, bisweilen auch die Basalfläche mit Congoroth, weniger deutlich ist zu dieser Zeit die Cellulosereaction mit Chlorzinkjod. Bei vielen, in diesem Zustande befindlichen Individuen lassen sich auch die kleinen oben als dem Deckel angehörig bezeichneten, spitz kegelförmigen Celluloseprotuberanzen nachweisen. An etwas älteren Individuen ist schon rings um die Basis ein ganz kurzes, sich nicht mit Congoroth stark färbendes Hüllstück aus Gallerte vorhanden. Man kann auch bisweilen an solchen schon deutlich erkennen, dass dieses Hüllstück nicht ein zugewachsenes Stück der primären Cellulosehülle ist, sondern dass diese rings um die Basis einen Riss erhalten und von dem auf dem Substrat sitzenden Basalstück sich also eine glockenförmige Kappe losgetrennt hat. Die Gallerthülle ist mithin eine Neubildung, welche an der Basis vom protoplasmatischen Körper abgesondert wird, und die primäre Cellulosemembran hier, wo diese vermuthlich am schwächsten ist, zerreisst, sich dann aus dem ringförmigen Riss hervordrängt und auch noch einen Theil der Cellulosekappe überwallt (vergl. Fig. 16 und 17). Bei der weiteren Entwicklung, bei welcher der Organismus seine Grundfläche immer mehr vergrössert und zugleich auch höher wird, wobei dann auch die entstandene Gallerthülle an Dicke sehr zunimmt, gelangt nun die glockenförmige Cellulosekappe immer mehr nach oben, ohne sich jedoch von dem ihr aufliegenden Theil der Gallerthülle vorerst loszutrennen. Das spätere Wachsthum der

[1]) Ueber die Organisation der Gallertscheide bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuchungen aus dem Bot. Institut zu Tübingen II, p. 333.

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

Zellhülle des Organismus in verticaler, wie auch in horizontaler Richtung wird daher wohl einzig und allein in der Gallerthülle, und zwar vermuthlich nur an deren Grunde stattfinden, d. h. die Gallerthülle wächst intercalar durch eine ringförmige basale Zone. Bisweilen finden sich auch Individuen, bei welchen in Folge ungleichen Wachsthums der Gallerthülle die Cellulosekappe mehr seitlich ansitzt. Besonders ist dies der Fall bei Individuen, deren basale Ausbreitung nach einer Seite hin irgendwie z. B. durch ein benachbartes Exemplar von *Dicranochaete* gehindert worden ist.

Wir kommen nun zur Schilderung des Zellinhaltes unseres Organismus. Ich will dabei mit der Beschreibung der Schwärmsporen beginnen. Dieselben sind nackt, von eiförmiger, bisweilen auch etwas eckiger Gestalt, ihre Grösse schwankt je nach der Anzahl, welche sich aus der Mutterzellhülle gebildet hat und ihr Längendurchmesser dürfte höchstens 8 μ betragen. Sie besitzen ein mehr oder weniger uhrglasförmig oder zu einer halben Hohlkugel zusammengekrümmtes Chlorophor, einen rothen, an der Seite am Chlorophor liegenden Augenpunkt, an der hyalinen Spitze 2 Geisseln und einen Zellkern. Diese Schwärmsporen setzen sich, wie oben bereits beschrieben, fest, legen sich dann auf die eine Seite und werden für kurze Zeit amöboid, bis sie schliesslich zur Ruhe gelangen und die Zellhaut abscheiden. Der rothe Augenfleck verbleicht nach und nach und scheint gänzlich zu verschwinden. Ich konnte leider nicht erforschen, ob nicht der Träger des rothen Farbstoffes wenigstens erhalten bleibt; auch nicht auf welche Weise bei der Schwärmsporenbildung der rothe Augenfleck von Neuem entsteht. Das Object ist wegen seiner Kleinheit nicht günstig zur Lösung des Räthsels der Function und der Bildungsweise dieses neuerdings wieder für ein rudimentäres Auge erklärten Organes. Das Chlorophor legt sich bei der zur Ruhe gekommenen Schwärmspore, oder, was dasselbe ist, der jungen Pflanze uhrglasförmig an die obere gewölbte Seite der Zelle der Basis gegenüber, also an die Lichtseite. Unter demselben befindet sich ein Saftraum und schliesslich mehr oder weniger in der Mitte der basalen Wand, derselben oft dicht anliegend, der Zellkern, umgeben von spärlichem Protoplasma. Dieses Lagerungsverhältniss bleibt nun der Zelle im Wesentlichen eigenthümlich, bis sie reif und völlig erwachsen, selbst zur Schwärmsporenbildung schreitet. Wir wollen daher hier nun die einzelnen Theile des Zellinhaltes uns genauer ansehen. Vorerst betrachten wir das Chlorophor. In der grünen, mehr oder weniger homogen erscheinenden Grundmasse desselben, deren feinere Structur wir weiter unten erörtern wollen, fallen sogleich ein oder mehrere rundliche, oder etwas kantige, völlig farblose, meist stark Licht brechende Körper in die Augen. Es sind dies die von Schmitz so benannten Pyrenoide. Das Chlorophor der ganz jungen Individuen besitzt meist nur ein Pyrenoid, welches dann gewöhnlich in dessen Mitte liegt. Auch bei vielen, fast völlig erwachsenen Individuen des Organismus ist nur ein Pyrenoid vorhanden, bei anderen finden sich jedoch schon ziemlich zeitig, noch ehe der Organismus etwa seine halbe Grösse erreicht hat, mehr solcher

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

Pyrenoide ein. Bei manchen Individuen werden dieselben sehr zahlreich, sodass man bisweilen 50 und mehr davon zählen kann. Diese Pyrenoide sind sogenannte nackte, insofern dieselben keine Stärkehülle besitzen. Aus der Combination der am fixirten und tingirten Material gemachten Beobachtungen scheint mir eine Neubildung derselben innerhalb der Chromatophorensubstanz sicher vorhanden zu sein, das Vorkommen einer Vermehrung derselben durch Theilung dagegen bezweifele ich, da die als Theilungsstadien deutbaren, übrigens nicht seltenen Zustände sich auch als Verwachsungen je zweier nahe an einander entstandener Pyrenoide erklären lassen. Directe Beobachtungen über die Entstehung der Pyrenoide konnte ich bisher noch nicht anstellen. Die Grösse der Pyrenoide ist sehr verschieden. Dieselbe nimmt natürlich ab bei Zunahme der Anzahl. Ist nur ein Pyrenoid vorhanden, so nimmt dasselbe bisweilen ein Fünftel bis ein Viertel des ganzen Chlorophors ein und ist dann auch in den lebenden Zellen deutlich sichtbar, vorzüglich wenn es mehr oberflächlich im Chlorophor eingebettet liegt, ebenso wenn zwei oder nur wenige grössere vorhanden sind. Dagegen sind die kleinen Pyrenoide weniger sicher als solche zu erkennen, zumal wenn dieselben von annähernd gleicher Grösse, als die bisweilen zahlreichen, gleichfalls im Chlorophor vorhandenen Stärkekörner sind. Erst durch Fixirung und Tinction wird es möglich dieselben nachzuweisen. Die grösseren Pyrenoide lassen, wenn man zur Untersuchung eines der neuen Zeiss'schen apochromatischen Systeme anwendet, schon bei der lebenden Pflanze eine innere Structur erkennen [1]). Ganz deutlich jedoch tritt dieselbe bei grösseren, wie auch kleineren Pyrenoiden nach Fixirung derselben und besonders nach Färbung hervor. Man kann dann stets einen inneren von mehr oder weniger

[1]) Dem oben mitgetheilten gegenüber hat Schmitz weder in den nackten Pyrenoiden, noch in den stärkeumhüllten eine Structur nachzuweisen vermocht; (die Chromatophoren der Algen p. 47—50), dagegen hat A. W. Schimper (Jahrb. für wiss. Botan. Bd. XVI p. 74 ff.) bereits in den Pyrenoiden der Chromatophoren von *Bryopsis plumosa*, *Cladophora* etc. eckige Gebilde beobachtet, welche er für Eiweisskrystalle hält. Auch hat Schmitz (l. c. p. 139) nirgends unter den von ihm untersuchten Algen ein Schwinden der Pyrenoide in vegetativen Zellen, noch auch bei der Bildung von Fortpflanzungszellen oder Dauerzellen feststellen können. Ueberall vielmehr bei der Bildung von Zoosporen oder beweglichen Sporen, ungeschlechtlichen oder geschlechtlichen Fortpflanzungszellen und ebenso in den Dauer- und Ruhezellen liess sich nach seiner Angabe mit Sicherheit ermitteln, dass die Pyrenoide nicht aufgelöst werden, sondern erhalten bleiben, auch selbst wenn die Stärkekörner der Chromatophoren und auch diejenigen der Pyrenoide verbraucht werden und schwinden. Schmitz sucht durch diese Thatsache, die ich übrigens nicht in Zweifel ziehen will, seine Ansicht zu stützen, dass die Pyrenoide nicht leblose Inhaltskörper der Chromatophoren, etwa geformte und aufgespeicherte Reservestoffe darstellen, sondern vielmehr activ lebendige und wesentliche Theile dieser Chromatophoren sind, die an der Lebensthätigkeit derselben einen wesentlichen und wichtigen Antheil nehmen. Meines Erachtens beweist diese Thatsache nur, dass die betreffenden Zellen bei der Theilung die in den Pyrenoiden aufgespeicherten Reservestoffe zur Zeit noch nicht aufbrauchen und aufzubrauchen nöthig haben.

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

graden Linien begrenzten Kern — ein Eiweiss-Krystalloid — und eine dasselbe umgebende Hülle unterscheiden. Nur in den kleinsten punktförmigen Pyrenoiden ist kein Krystalloid zu erkennen. Dasselbe dürfte wohl auch in der That hier fehlen und mithin die Substanz der späteren Hülle die Grundlage des Pyrenoids bilden, das Krystalloid dagegen ein Abscheidungsproduct derselben vorstellen. Letzteres ist zweifellos als aufgespeicherter Reservestoff zu betrachten, die Hülle desselben aber wohl als das Organ, welches dazu bestimmt ist, diesen Reservestoff, wenn nicht zu bilden, so doch in der Form des Krystalloides zu condensiren. Dem entspricht auch die Beobachtung, dass die Pyrenoide schwinden. Aus der Combination gefärbter Dauerpräparate muss ich schliessen, dass dieses Schwinden zuerst das Krystalloid betrifft. Dasselbe wird durchsichtiger, für die Aufnahme der Farbstoffe weniger empfänglich, zerfällt auch wohl in einzelne Stücke. Die völlige Auflösung der Hülle scheint erst nach dem Schwinden des Krystalloides stattzufinden, doch zerreisst dieselbe bereits vorher, bisweilen sogar in einzelne Fetzen, welche sich vom Krystalloid loslösen. Ein derartiges Schwinden kommt oft vor, wenn die Zelle nur ein oder einige wenige grössere Pyrenoide besitzt. Die Substanzen der Pyrenoide werden vermuthlich in verflüssigter, chemisch umgeänderter Form an andere Stellen des Chlorophors gebracht, aber hier von Neuem sogleich als solche abgeschieden, indem eine grössere Anzahl kleiner Pyrenoide auftaucht, in denen auch bald Krystalloide auftreten. Fast regelmässig aber findet das Schwinden der Pyrenoide kurz vor der Zelltheilung zum Zweck der Schwärmsporenbildung statt. Sämmtliche vorhandene Pyrenoide schwinden dann in der angegebenen Weise. Weder die Substanz der Krystalloide, noch deren Hülle ist schliesslich durch Reagentien nachzuweisen, es muss also dieselbe wohl in im Zellsaft lösliche Stoffe übergeführt worden sein. Erst nach Vollendung der successiven Zweitheilung der Zelle vor oder nach Abrundung der Schwärmsporen treten neue Pyrenoide in diesen auf (Fig. 7, 8, 9). Uebrigens sind auch Ausnahmen vorhanden, bisweilen bleiben einzelne Pyrenoide bei der Theilung erhalten und gehen auf die Theilproducte direct über. Die Krystalloide zeichnen sich, ausser durch die charakteristischen Proteinreactionen meist dadurch aus, dass sie gewisse Farbstoffe in sich aufzuspeichern vermögen, nachdem sie fixirt worden sind. Besonders wird Safranin und Fuchsin — ersteres nach etwa 12stündigem Liegen in nicht allzuverdünnter Lösung, letzteres in kürzerer Zeit — aufgenommen und auch bei Anwendung entsprechender Entfärbungsmittel bis zu einem bestimmten Grade festgehalten, so dass es gelingt Präparate zu erhalten, in welchen fast nur die Krystalloide gefärbt hervortreten, der ganze übrige Zellinhalt aber fast farblos erscheint. Auch mit Methylgrün, Haematein-Ammoniak, Picro-Nigrosin, Essigsäure-Carmin, wässeriger Congoroth- und anderen Farbstofflösungen färben sich die fixirten Krystalloide, jedoch bei weitem nicht so intensiv, wie mit Fuchsin und besonders mit Safranin. Mit letzterem erhalten sie häufig eine von den übrigen Zellbestandtheilen ab-

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

weichende Färbung. Während nämlich der übrige Zellinhalt purpurröthlich oder rosa gefärbt erscheint, zeigt das Krystalloid bisweilen eine dunkelziegelrothe bis fast orangerothe Färbung. Nicht alle Krystalloide färben sich jedoch gleich intensiv, ja ich fand solche, welche relativ nur wenig Farbstoff aufgenommen, oder doch einen grossen Theil des aufgenommenen Farbstoffes wieder an das zur Beseitigung der Ueberfärbung verwendete Entfärbungsmittel abgegeben hatten. Es scheint jedoch, dass derartige Krystalloide stets im Schwinden begriffenen Pyrenoiden angehören, so dass man eine gradnelle Verschiedenheit in Bezug auf die Dichtigkeit der Masse der Krystalloide und die Quantität der das Krystalloid bildenden Eiweissstoffe annehmen kann. Dementsprechend ist auch die Löslichkeit der Krystalloide. Wie andere derartige Körper lösen sie sich in kochendem Wasser, in verdünnter und concentrirter Kalilauge, Kochsalzlösung, Essigsäure und Salzsäure, jedoch nicht alle Krystalloide gleichmässig schnell. Es scheinen die sich schwerer lösenden Krystalloide zugleich dieselben zu sein, die sich mit den oben erwähnten Farbstoffen stärker färben und den Farbstoff länger zurückhalten. Bei Material, welches vorher in Alkohol gelegen hat, erfolgt die Lösung der Krystalloide durch Kalilauge langsamer. Ganz unlöslich werden dieselben in dieser, wenn sie vorher einen Tag in 10% alkoholischer Quecksilberchlorid-Lösung zugebracht haben. In Essigsäure und Kochsalzlösung lösen sich die Krystalloide ebenfalls leicht, doch wird die Löslichkeit sehr vermindert, wenn das Material vorher in Alkohol gelegen hat. So fand ich nach 3tägigem Liegen von Alkoholmaterial in concentrirter Essigsäure einzelne Krystalle noch vollständig erhalten vor. Erst in kochender Essigsäure lösten sich dieselben langsam auf. Concentrirte Salzsäure löst die Krystalloide meist sehr schnell, auch von Alkoholmaterial innerhalb weniger Minuten, nicht so schnell verdünnte, 50% braucht bei Alkoholmaterial 20 bis 25 Minuten, mehr verdünnte noch längere Zeit, 1% Salzsäure übt keine wahrnehmbare Wirkung mehr aus. Von 10% Chloralhydratlösung werden die Krystalloide nicht gelöst, dagegen von concentrirter, doch werden sie in derselben unlöslich, wenn das Material vorher in Alkohol gelegen hat. In Ammoniak lösen sich die Krystalloide nicht, auch nicht nach längerem Liegen in demselben, wenigstens war nach einer Woche keine Lösung derselben zu bemerken. Nach mehrere Tage andauerndem Liegen in Verdauungsflüssigkeit, welche aus 1 Vol. Pepsin-Glycerin und 3 Vol. 0,2% Salzsäure bestand, wurden die Krystalloide sehr durchsichtig und färbten sich nicht mehr so intensiv mit Safranin etc. Vermuthlich wird die den Farbstoff vorzugsweise aufnehmende Substanz verdaut.

Ich fand meist nur ein Krystalloid in jedem Pyrenoid und selten mehrere von einander getrennte. Dagegen hatte ich oft Gelegenheit Doppelkrystalloide und drusenartige Verwachsungen von 3 Individuen zu beobachten. Diese Doppel- und Tripelkrystalloide waren bald mit je einer Seite verwachsen, bald auch hingen dieselben nur an einer Stelle zusammen. Das Pyrenoid hatte dann oft eine mehr oder weniger bisquitförmige Gestalt, deren Theile

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

jedoch nicht immer von gleicher, sondern bisweilen von sehr ungleicher Grösse waren, sodass die eine Hälfte aus der andern herauszusprossen schien. Ich habe oben schon davon gesprochen, dass man dergleichen Zustände der Pyrenoide als Theilungsstadien deuten könnte. Immerhin dürfte die Deutung derselben als genetische Verwachsungsproducte zweier nahe neben einander entstandener Pyrenoide mehr Wahrscheinlichkeit für sich haben.

Die Krystalloide zeigen nach der Fixirung mit Alkohol etc. bisweilen deutliche Schichtung. Die äusserste Schicht derselben nimmt häufig weniger Farbstoff auf, oder giebt doch den Farbstoff leichter ab, als der umschlossene Kern und löst sich auch leichter in Lösungsmitteln, als dieser. Ich vermuthe, dass diese Schichtung in Folge eines Wachsthums des Krystalloides durch Apposition entsteht und dass also das Krystalloid durch Auflagerung neuer Schichten vergrössert wird.

Die Krystalloide liegen nicht völlig nackt in der Masse des Chlorophors, sondern sie sind, wie ich oben schon angab, von einer Hülle umgeben. Diese Hülle ist häufig eine allseitig geschlossene, bisweilen ist sie jedoch auch an ein und der andern Stelle unterbrochen (Fig. 23, 24), schliesslich nimmt sie auch fast netzigen Charakter an (Fig. 25), besonders bei schon im Schwinden begriffenen Pyrenoiden. Die Dicke der Hülle ist verschieden, bei verschiedenen Pyrenoiden, oft auch an verschiedenen Stellen ein- und desselben Pyrenoides. An den Ecken und Kanten ist sie bisweilen dicker, als an den Flächen des Krystalloides, bisweilen aber auch dünner. Ich habe mir Mühe gegeben die chemische und physikalische Beschaffenheit dieser Hülle zu erforschen, ohne jedoch zu einem abschliessenden Resultat gekommen zu sein. Dieselbe besitzt vermuthlich eine zähflüssige Beschaffenheit, wenigstens macht die Art und Weise, wie sie sich an das Krystalloid anschmiegt, der mehr oder weniger abgerundete Umriss, dem sie dem Pyrenoid giebt, sowie auch die Art und Weise, wie sie sich bisweilen beim Schwinden des Pyrenoids vom Krystalloid loslöst, eine solche wahrscheinlich. Sie ist eben so wie das Krystalloid löslich in concentrirter und verdünnter Kalilauge, concentrirter und nicht allzustark verdünnter Salzsäure. In 1% Salzsäure hält sie sich lange Zeit unverändert, schwächere greift sie anscheinend gar nicht an. Eine Flüssigkeit, welche auf 4 Volumen Wasser 1 Volumen concentrirte Salzsäure des Handels enthielt, löst die Hülle etwa innerhalb 24 Stunden, 50% in etwa 10—15 Minuten, concentrirte fast augenblicklich. Von Verdauungsflüssigkeit, welche aus 1 Vol. Pepsin-Glycerin und 3 Vol. 0,2% Salzsäure bestand, wurde die Hülle auch nach tagelangem Liegen in derselben nicht angegriffen. In Ammoniak ist sie unlöslich, oder doch nur theilweise löslich. Mit Alkohol fixirt, ist sie ganz unlöslich in Ammoniak. In Kochsalzlösung verschiedener Concentration ist sie ebenfalls unlöslich, quillt jedoch in derselben zu einer schleimigen Gallerte auf. Ebenso ist sie unlöslich in verdünnter Essigsäure und Eisessig. Drückt man den Zellinhalt aus der Zelle heraus, so löst sich die Hülle in kaltem Wasser nicht auf, dagegen löst sie sich in kochendem Wasser, schwerer jedoch nach der

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

Fixirung vermittelst Alkohol. In 10% Chloralhydratlösung blieb die Hülle unverändert, dagegen wird sie von concentrirter gelöst, obgleich nicht so schnell, als das Krystalloid. Ebenso wird dieselbe auch von concentrirter Kaliumbichromatlösung gelöst, doch nicht nach der Fixirung mit Alkohol. Interessant ist die grosse Affinität, welche die Hüllsubstanz nach dem Fixiren mit Alkohol etc für Haematoxylinfarbstoff[1]) zeigt. Sie hält denselben gegen entsprechende Entfärbungsmittel energischer zurück, als selbst die Chromatinsubstanz vieler Zellkerne. Sehr leicht wird auch Carmin von der Hülle aufgenommen, besonders in ammoniakalischer Lösung. Mit Alkannatinctur färbt sie sich intensiv, wenn das Material einige Stunden in derselben liegen bleibt. Auch dieser Farbstoff wird ausserordentlich stark festgehalten. Ebenso intensiv färbt sich die Hülle auch mit Congoroth und zwar sehr schnell. Weniger intensiv und dauerhaft, wie mit Haematoxylin, Carmin, Alkanna und Congoroth, färbt sich die Hülle mit Picronigrosin, Methylgrün und anderen Anilinfarbstoffen. Safranin wird fast gar nicht von der Hülle aufgenommen, oder ist doch vermittelst Auswaschens mit Alkohol leicht aus derselben zu entfernen. Da die Krystalloide im Gegentheil gerade diesem Farbstoff gegenüber eine ausserordentliche Anziehungskraft ausüben, so benützte ich dies Verhalten, um hübsche Doppelfärbungen, wie die Fig. 22 bis 27 abgebildeten, zu erhalten. Dabei war es zweckmässig erst mit Haematein-Ammoniak zu überfärben, dann mit Alaunwasser so lange zu entfärben, bis nur noch die Hülle gefärbt erschien und schliesslich nach sauberem Auswaschen des Präparates in destillirtem Wasser mit Safranin zu färben durch Einlegen in mit Wasser stark verdünnter alkoholischer Lösung von solchem während 12—24 Stunden. Es gelang mir auch in geringer Quantität, aber deutlich Turnbull's Blau in die Hülle einzulagern.

Nach den angegebenen Reactionen dürfte die Hülle wohl, wenn nicht allein, doch hauptsächlich aus einer der als Nucleine bezeichneten, oder doch denselben nahestehenden Proteinsubstanzen bestehen.

Um die Hülle der Pyrenoide herum findet sich ein feines Häutchen, welches allerdings nicht ohne Weiteres sichtbar ist. Man kann dasselbe jedoch leicht zur Ansicht bringen, wenn man die Hülle ganz allmälig mit

[1]) Ich ziehe zur Färbung Haematein-Ammoniak allen übrigen Haematoxylinlösungen vor, und zwar verwende ich mit Vorliebe mit Alkohol fixirtes Material und überträge dasselbe direct aus dem Alkohol in die Lösung. Letztere bereite ich zu, indem ich einen an einem Objectträger hängenden Wassertropfen, dem ein Haematoxylinkörnchen zugefügt ist, über der Mündung eines Ammoniakfläschchens hin und her bewege. Dann wird der Objectträger umgekehrt und das Material direct aus dem Alkohol in die Lösung eingelegt. Färbt es sich nicht sogleich, so drehe ich den Objectträger mit dem Tropfen Haematein-Ammoniaklösung und dem darin liegenden Object abermals um und lasse so lange Ammoniakdunst auf beide einwirken, indem ich den Objectträger über der Mündung des Fläschchens hin- und herbewege, bis das Object in gewünschter Weise gefärbt oder noch besser überfärbt ist. Die Ueberfärbung lässt sich leicht durch Abwaschen mit Alaun oder eine Spur Salzsäure haltigem Wasser, wie bekannt, beseitigen.

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

sehr verdünnter Kalilauge löst. Vermuthlich muss dieses Häutchen als Bestandtheil des protoplasmatischen Gerüstes des Chlorophors aufgefasst werden und nicht als Theil der Pyrenoide. Schliesslich möge hier noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die grösseren Pyrenoide häufig ganz oder nur theilweise aus der Masse des Chlorophors in den unter demselben befindlichen Raum, in welchem auch der Zellkern liegt, heraustreten, (vergl. Fig. 27) so dass letzterer bisweilen von den Pyrenoiden dicht eingezwängt erscheint. Ich werde darauf weiter unten noch zurückkommen.

Ich bin hier auf die Beschaffenheit der Pyrenoide etwas genauer eingegangen, als es vielleicht nöthig erscheinen mag, doch glaubte ich auf dieselben meine Untersuchungen aus dem Grunde besonders richten zu müssen, weil diese Körper einerseits noch nicht genau genug bei vielen Algen untersucht sind, andererseits über die Funktion der Pyrenoide zur Zeit noch keine fest begründete Ansicht herrscht. Da viele Pyrenoide von einer Stärkehülle umgeben sind, sogenannte Amylumherde bilden, so ist von Schmitz[1]) angenommen worden, dass sie in irgend einer Beziehung mit der Stärkebildung stehen. Ich glaube, dass diese Beziehung nur eine locale ist. Die Stärke wird bei den sogenannten Amylumherden an einem Pyrenoide abgelagert, weil eben dieses für sich auch eine Ablagerung von Reservenahrung, sei es in Gestalt eines Eiweiss-Krystalloides, wie bei *Dicranochaete*, *Bryopsis plumosa, Cladophora* und andern Algen, oder einer mehr abgerundeten, zähflüssigen Eiweissmasse enthält. Das Princip der Ordnung im Haushalt der Zelle erheischt es vielleicht, dass gleichen oder doch ähnlichen Zwecken dienende Substanzen möglichst an derselben Stelle abgelagert werden.

Ausser den Pyrenoiden enthält das Chlorophor, besonders älterer Individuen, auch meist noch Stärkekörnchen. Nur in den jüngsten Zellen und vermuthlich auch in den Schwärmsporen scheinen sie zu fehlen. Ueber diese Stärkekörner ist wenig zu sagen. Sie sind oft sehr klein, sodass ich die selben meist erst nach Behandlung der Zelle mit Eau de Javelle mit Sicherheit nachweisen konnte. Bei der geringen Grösse liess sich ein schichtenförmiger Aufbau derselben nicht erkennen. Ihre Form ist eirund, und vermuthlich besitzen sie dementsprechend einen excentrischen Kern. Dieselben finden sich gleichmässig im Chlorophor vertheilt.

Ausser den Pyrenoiden und Stärkekörnern finden sich in der Grundsubstanz des Chlorophors eingebettet Arthur Meyer's „Grana"[2]), die bisweilen bei *Dicranochaete* relativ gross sind, sodass ich, ehe ich genauere Untersuchungen angestellt hatte, zu dem Glauben verführt wurde, dass ich es bei *Dicranochaete* nicht mit einem einzigen Chlorophor, sondern mit einer grossen Anzahl winzig kleiner zu thun habe. In diesem Sinne habe ich mich auch in meinem Vorbericht (l. c. p. 294) ausgesprochen. Später habe ich freilich einsehen müssen, dass ich es nicht mit kleinen Chlorophoren, sondern

---

[1]) Die Chromatophoren der Algen 1882 p. 60.

[2]) Arthur Meyer, Das Chlorophyllkorn 1883 p. 23.

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

mit den Meyer'schen Grana zu thun habe. Behandelt man frisches Material unter dem Mikroskop mit absolutem Alkohol, so fliessen die „Grana" zu grösseren, grünen Tropfen zusammen, welche dann vom Alkohol aufgenommen werden. Dasselbe Zusammenfliessen zu grösseren Tropfen erfolgt auch, wenn man frisches Material in Wasser kocht. Diese Erscheinung dürfte doch wohl für die Ansicht von Pringsheim[1]) über den Aufbau der Chlorophyllkörper sprechen gegen Arthur Meyer, wenigstens dürfte hier bei *Dicranochaete* der Farbstoff an einen ölartigen Träger (Lipochlor Pringsheim's), welcher die Hohlräume der das schwammige Gerüst der Chlorophyllkörper bildenden Grundsubstanz ausfüllt, gebunden sein. Was nun diese letztere selbst anbelangt, so war es mir nicht möglich eine Fibrillenstructur, wie Frank Schwarz[2]) oder auch Schmitz[3]) und Frommann[4]) für andere Chlorophyllkörper beschrieben haben, nachzuweisen. Die Dicke des Chlorophors ist verschieden, doch ist es stets so stark, dass der grösste Theil des Zelllumens von demselben eingenommen wird. Die Gestalt ist, wie oben schon bemerkt, gewöhnlich die einer runden, halb hohlkugel- oder uhrglasförmig gekrümmten Scheibe, deren Umriss sich namentlich nach der Form der Zelle selbst richtet. Bisweilen ist der Rand nach unten etwas umgeschlagen oder hier verdickt, so dass das Chlorophor also auch noch einem grossen Theil der basalen Wand anliegt.

Wir haben schliesslich noch bei der Betrachtung der Inhaltsbestandtheile der Zelle auf den Zellkern einen Blick zu werfen. Derselbe liegt eingebettet in nur sehr wenig Körnchen führendes Protoplasma, wie schon erwähnt, in dem Raum unter dem Chlorophor. Bei den jüngeren Individuen ist er chromatinreich und färbt sich sehr intensiv mit Haematein-Ammoniak, so dass es manchmal schwer hält in gefärbten Präparaten denselben von mittelgrossen, starkhülligen Pyrenoiden zu unterscheiden, um so mehr, als seine Form mehr oder weniger rundlich, bisweilen aber auch mehr länglich oder traubenförmig und eckig ist (vergl. Fig. 20, 21, 29). Bei älteren Zellen ist der Kern dagegen meist mehr flach linsenförmig und gewöhnlich arm an Chromatinsubstanz und die Färbung, welche er mit Haematein-Amoniak annimmt, ist weniger intensiv. Da bei solchen älteren Individuen häufig grössere Pyrenoide, wie ich oben schon erwähnte, theilweise aus dem Chlorophor in dem unter demselben liegenden Raum ausgetreten sind, so liegt der Zellkern bisweilen zwischen diesen Pyrenoiden mehr oder weniger eingeklemmt, oft auf

---

[1]) N. Pringsheim, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII p. 313.

[2]) Frank Schwarz, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas; Separatabd. aus Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen Bd. V, Heft 1, p. 41.

[3]) Fr. Schmitz, Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren in Pringsheim's Jahrbüchern f. wiss. Bot. 1884. Bd. XV. p. 173.

[4]) C. Frommann, Beobachtungen über Struktur und Bewegungserscheinungen des Protoplasmas der Pflanzenzellen 1880. p. 6.

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

die schmale Kante gestellt oder verbogen und ist dann schwer sichtbar. Häufig liegt er jedoch auch flach ausgebreitet der basalen Wand der Zelle dicht an. Befindet sich dann nicht ein Pyrenoid dicht über dem Zellkern, so ist derselbe, im Falle er fixirt und gefärbt ist, verhältnissmässig gut als solcher zu erkennen. Auch kann man dann eine feine Structur, welche darin besteht, dass sehr kleine Chromatinkörner, denen mitunter auch ein oder mehrere grössere zugesellt sind, in einer anscheinend homogenen Grundmasse eingelagert sind, erkennen. Den Nachweis, dass jede Zelle einen solchen Körper, den ich für den Kern halte, besitzt, konnte ich leicht führen, indem ich Alkoholmaterial kurze Zeit etwa 15 bis 20 Minuten mit concentrirter Salzsäure behandelte oder für längere Zeit in nicht allzusehr verdünnte Salzsäure einlegte, dann gut mit destillirtem Wasser dasselbe auswusch und mit Haematein-Ammoniak färbte. Die Hüllen der Pyrenoide werden auch nach der Fixirung mit Alkohol, wie oben schon bemerkt, in Salzsäure völlig gelöst, wohl unter Zersetzung der Substanz derselben, während der Zellkern bei nicht allzulanger Einwirkung der Säure relativ wenig leidet, so dass auch noch seine Structur, soweit dieselbe überhaupt sichtbar ist, erhalten bleibt. Bei allzulanger Einwirkung der Säure wird der Kern freilich zu einer structurlosen Gallerte verwandelt, die schliesslich auch mit Haematein-Ammoniak nicht mehr färbbar ist, indem vermuthlich dann auch das Chromatin zersetzt wird. Nur vermittelst Färbung mit Haematein-Ammoniak erhielt ich wirklich reine Kerntinctionen und zwar meist erst nach Ueberfärbung und nachfolgendem Auswaschen in alaunhaltigem Wasser. Weniger günstige Resultate lieferte entsprechende Behandlung mit Lösungen anderer Farbstoffe, wie Safranin, Carmin etc. Ich will daher auf die mit diesen angestellten Färbungsversuche nicht weiter eingehen.

Im Vorhergehenden habe ich bereits mehrfach Gelegenheit gehabt Thatsachen aus der Entwicklungsgeschichte des hier beschriebenen neuen Organismus zu berühren. Es wird nun jedoch zweckmässig sein, ein Gesammtbild des Entwicklungsganges, wie sich derselbe nach meinen neueren Untersuchungen herausgestellt hat, zu geben. Ich will dabei mit der Schwärmsporenbildung beginnen. Dieselbe erfolgt durch wiederholte Zweitheilung des Zellinhaltes und zwar bereitet sich dieselbe vor, indem der Zellinhalt sich contrahirt und innerhalb der alten Zellhülle eine neue und zwar aus sehr leicht verschleimender Gallerte bestehende Hülle abscheidet, die jedoch häufig sehr dünn ist und daher leicht übersehen wird, aber wohl nie wirklich fehlt. Ein weiteres Anzeichen davon, dass die Zelle zum Sporangium sich umzubilden im Begriff steht, besteht darin, dass, wie ich bereits oben schon bemerkt habe, gewöhnlich die Pyrenoide schwinden. Die in denselben deponirte Reservesubstanz wird nun auch zum grössten Theil bei der Schwärmsporenbildung verbraucht, doch scheint ein Rest davon übrig zu bleiben, da in dem Chlorophor einer jeden Schwärmspore gewöhnlich ein, bisweilen auch mehrere neue derartige Gebilde, oft noch bevor die Schwärmsporen sich abzurunden beginnen, auftritt. Es kommt jedoch vor,

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

dass ausnahmsweise, vermuthlich wenn ein Ueberfluss von Reservenahrung vorhanden ist, einzelne Pyrenoide bei der successiven Zweitheilung von den älteren Generationen auf die folgenden Tochtergenerationen übergehen. Ob jedoch schliesslich aus der Urmutterzelle, also dem Sporangium, stammende Pyrenoide auf diese Weise auch von den Endproducten der successiven Theilungen, den Schwärmsporen übernommen werden können, konnte ich nicht feststellen. Zugleich mit der Auflösung der Pyrenoide erfolgt wohl auch regelmässig eine solche der Stärkekörner. Zur selben Zeit erfolgen auch in der sich zum Sporangium umbildenden Zelle successive Zweitheilungen des Zellkernes, so dass die Zelle dann scheinbar mehrkernig wird. Doch scheint es nicht nothwendig, dass sämmtliche für die Schwärmsporen bestimmte Kerne bereits vorhanden sind, ehe das Chlorophor der Zelle sich theilt, d. h. also, ehe diese erste Zelltheilung vollendet ist. Wenigstens konnte ich wohl häufiger Zellen mit 2, 4 und 8 Zellkernen, doch nur selten solche mit noch mehr beobachten. Die Kerntheilung scheint mir eine directe, amitotische zu sein. Ich fand wiederholt bisquitförmige Formen (Fig. 29 b), welche kaum anders als als Theilungszustände sich deuten lassen, niemals jedoch Kerntheilungsfiguren. Es kommt dabei auch vor, dass die Theilproducte ungleich an Grösse sind, so dass es bisweilen den Anschein hat, als sprosse ein kleinerer Kern aus dem grösseren heraus. Sind derartige Kerne allzu klein, so theilen sie sich vermuthlich nicht weiter. Es erklärt sich dadurch, dass bisweilen ungerade Zahlen der in einem Sporangium gebildeten Schwärmsporen vorkommen. Mit der eintretenden ersten Theilung des Chlorophors ist auch die erste Zelltheilung vollendet. Die erste Theilebene fällt bei normalen, einborstigen Individuen stets in die Verlängerung der Einbuchtung, welche die Borste trägt, senkrecht auf die Basalfläche, mit welcher die Zelle aufsitzt. Die zweite Theilebene steht senkrecht auf der ersten und ebenfalls auf der Basalfläche. Die ferneren Theilungen verlaufen weniger regelmässig. Die dritte Theilebene scheint zwar meist ungefähr parallel zur ersten zu liegen (vergl. das Schema Fig. 6), doch ist dieselbe auch häufig schon in abweichender Richtung geneigt, alle ferneren Theilungen, wenn überhaupt solche noch stattfinden, verlaufen unregelmässig nach allen Richtungen des Raumes. Manchmal werden nur 4 Schwärmsporen gebildet, häufig 8—16, seltener über 20, sicher wohl nie mehr als 32. Doch konnte ich auch letztere Zahl nie beobachten. Nach vollendeter Theilung runden sich nun die gebildeten Schwärmsporen ab und scheiden jede für sich eine Gallerthülle ab. Diese Gallerthüllen fliessen jedoch zusammen, so dass die Schwärmsporen in eine homogene Schleimmasse eingebettet zu sein scheinen. Ebenso verschmelzen diese Partialgallerthüllen auch ganz und gar mit der vor der Theilung der Urmutterzelle von dieser abgeschiedenen, nun gemeinsam die Schwärmsporen umgebenden Gallerthülle, so dass man keine Grenzen zwischen ihnen erkennen kann. Diese gebildete Gallertmasse, in welcher die nun hin und wieder Bewegung zeigenden und bereits den rothen Augenfleck besitzenden Schwärmsporen eingebettet liegen,

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

nimmt nun bald viel Wasser auf und quillt sehr stark auf. Dadurch wird ein Druck auf die oben genauer beschriebene Cellulosekappe ausgeübt und dieselbe nach und nach aus der dieselbe unten umgebenden Gallerthülle langsam herausgeschoben, bis sie aus derselben plötzlich ruckweise heraustritt. Häufig zerreisst dabei auch die Gallerthülle in (zur Basalfläche des Organismus) vertikaler Richtung. Es entstehen 1—3 mehr oder weniger tief verlaufende Längsrisse, die jedoch auch fehlen können (vergl. Fig. 18). Der ganze Inhalt tritt zugleich mit der Cellulosekappe aus der Gallerthülle heraus. Derselbe wird einerseits durch die, wie es scheint, klebrige Beschaffenheit der Gallerte, in welcher die Schwärmsporen eingebettet liegen, in der Nähe festgehalten, sei es an der Cellulosekappe oder an der Borste. Die Schwärmsporen fangen bald an sich in der immer mehr verschleimenden Gallertmasse stärker zu bewegen. Es scheint dann die von der Urmutterzelle gebildete Gesammthülle zuerst zu platzen und bald darauf mehr oder weniger gleichzeitig die Specialhüllen der Schwärmsporen. Letztere treten aus dem Riss rückwärts aus und ziehen die nur mit sehr starken Immersionen erkennbaren Geisseln nach, drehen sich jedoch, sobald sie dieselben völlig herausgezogen haben, sogleich um. Ohne in einen Copulationsact einzutreten, begeben sie sich oft in die nächste Nähe der Mutterzellhülle an passende Stellen des Substrates, um sich festzusetzen. Sie verkleben dabei, wie oben bereits erwähnt, zuerst mit dem vorderen hyalinen Ende mit dem Substrat, legen sich dann jedoch gewöhnlich auf die Seite — eine Ausnahme hiervon machen vielleicht, wie oben angedeutet, die Schwärmsporen, aus welchen mehrborstige Individuen entstehen — und werden amoeboid. Ihr Umriss erscheint wellig bewegt, dabei laufen sie mehr und mehr nach Art eines Tropfens auseinander, bis eine bestimmte Basalfläche von ihnen eingenommen ist. Die Geisseln werden anscheinend abgeworfen, dann hört die amoeboide Bewegung auf und der Umriss rundet sich mehr oder weniger ab. Zugleich beginnt die vordere hyaline Spitze, der der Zellkern stets genähert ist, auszuwachsen und, wie oben beschrieben, die Borste zu bilden. Die Zelle selbst scheidet die erste Membran ab, welche bei nicht allzu jungen Individuen Cellulosereaction zeigt und später zur Deckelkappe wird, wie oben beschrieben. Der Zellinhalt nimmt zu und die Zelle wächst, ihre Basalfläche vergrössernd, mehr oder weniger um die Borste herum, wodurch der Einschnitt entsteht, durch welchen die Zelle die charakteristische Nierenform erhält. Das Chlorophor nimmt mit der Zelle an Grösse zu und es bilden sich in demselben die Reservestoffablagerungen in Gestalt von Pyrenoiden und Stärkekörnchen.

Die Zeit, welche die Schwärmsporen gebrauchen, um sich zur erwachsenen Borstenzelle zu entwickeln, beträgt in der Zeit der intensivsten Vermehrung, also im Juni und Juli, etwa nur 8 bis 12 Tage, im Frühjahr und Herbst ist dieselbe dagegen einige Tage länger. Die erwachsenen Zellen bilden sich sämmtlich wieder zu Sporangien um. Auf diese Weise erzeugen sich im Laufe des Sommers eine ganze Reihe von Generationen und der Orga-

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

nismus vermehrt sich ausserordentlich, so dass die unteren Regionen der Sphagnumpflanzen etc. oft ziemlich dicht mit Individuen besetzt sind (vergl. das Habitusbild Fig. 1). Im Winter erfährt die Schwärmsporenbildung eine Unterbrechung. Doch hatte ich Gelegenheit, bei Cultur im Zimmer noch im December einige Sporangien zu beobachten. Viele Zellen scheinen im vegetativen Zustande den Winter zu überdauern, doch scheint sich auch ein Ruhezustand zu finden. Wenigstens habe ich wiederholt in meinen Culturen bemerkt, dass einzelne Zellen innerhalb der alten, mit der Cellulosekappe sich öffnenden Gallerthülle rings um eine neue, ziemlich starke Gallertmembran, und zwar unter Contraction und Abrundung des Zellinhaltes abgesondert hatten. Auch fand ich einzelne derartige verjüngte Zellen aus der alten Gallerthülle herausgeschlüpft (Fig. 30). Es ist möglich, dass derartige Zellen im Begriff gestanden hatten sich zu Sporangien umzubilden, jedoch durch kältere Temperatur verhindert, nicht zur Schwärmsporenbildung fortgeschritten sind. Doch erscheint es mir wahrscheinlicher, dass hier die Bildung eines Ruhezustandes, den man als Aplanospore bezeichnen müsste, und der sich vielleicht in der freien Natur zahlreicher entwickelt, als es in meinen Zimmerculturen der Fall war, vorliegt. In welcher Weise im Frühjahr aus diesen Ruhezuständen der Organismus sich reproducirt, konnte ich zur Zeit noch nicht erforschen. Vermuthlich werden wieder Schwärmsporen gebildet, die möglicher Weise Gameten sind und einen Copulationsact eingehen.

Leider hält sich der Organismus in Zimmercultur nicht besonders gut und ist es schwer denselben zu überwintern. Die Anzahl der Individuen nimmt sehr ab, auch dann, wenn sich keine Infusorien in den Culturgläsern befinden. Viele Individuen sterben aus unbekannten Ursachen ab und es bleiben schliesslich nur wenige Exemplare des Organismus übrig, an welchen es natürlich schwer ist die erste Schwärmsporenbildung im Frühjahr zu beobachten. Ich konnte daher zur Zeit noch nicht erforschen, ob die Schwärmsporen der ersten Generation Gameten sind oder nicht. Sobald ich Gelegenheit habe mir im zeitigen Frühjahr Material, das vermuthlich noch unter dem Schnee hervorgeholt werden muss, zu verschaffen, werde ich versuchen diese Lücke im Entwicklungsgange von *Dicranochaete reniformis* auszufüllen.

Zum Schluss möge hier noch die Charakteristik der neuen Gattung und Beschreibung der Art [1]) in lateinischer Sprache folgen:

Dicranochaete gen. nov.

Thallus unicellularis. Cellulae solitariae cytoblasto, chlorophoro corpusculum pyrenoideum unicum vel pluria saepeque granula amylacea gerente praeditae, semireniformes vel subsemireniformes vel semiellipsoideae, rarius

[1]) Dieselben sind auch in der von Hauck und Richter herausgegebenen Phycotheca universalis unter No. 346 aufgenommen.

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

subsemiglobosae et inde 2—4 sinuato-lobatae. Membrana cellulosa hyalina, saepe supra tuberculis minimis coronata, posterius velamento gelatinoso hyalino basi cincta, sinu vel sinubus seta gelatinosa semel atque iterum, ter, quaterve dichotoma, raro simplici exornata. Cellulae vegetativae intumescentes omnes in zoosporangia transmutantur. Zoosporae agamicae ciliis 2 vibrantibus, cytoblasto, ocello rubro, polo antico hyalino, chlorophoro unico instructae, contenti divisione succedanea repetita ortae, c. 8—24 in quaque cellula, adhuc strato gelatinoso velatae, rima seu fissura saepe basi subparallela erumpentes, postea strato gelatinoso rupto et liquefacto liberatae, inter se discedentes ciliis vibrantibus paulum motae, denique ciliis evanescentibus requiescentes, in thallum transformantur. Generationes quotannis per tempus vernum usque ad auctumnum complures enascuntur (circiter 25—30).

D. reniformis Hieron. Cellulae vegetativae semireniformes vel semiellipsoideae, seta dichotoma unica praeditae. Diam. cell. veg. — 35 μ Seta 80—160 μ longa. Varietas seu forma *pleiotricha:* cellulis vegetativis subsemiglobosis 2—4 lobulato-sinuatis, setis 2—4 simplicibus vel semel dichotomis minoribus exornatis.

Habitat in fontibus, paludibus, locis uliginosis montium Sudetorum, epiphytica, muscis frondosis (Sphagnaceis et Hypnaceis) et hepaticis (Calypogeia etc.) et lignis foliisque putrescentibus, nec non lapidibus insidens.

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

Figurenerklärung.

Die Figur 1 ist 150 Mal linear, Fig. 2 bis 5, 7 bis 21 und 29 und 30 sind 1300 Mal linear vergrössert und wurden mit dem Prisma entworfen. Die Figuren 22 bis 28 sind freihändig gezeichnet in einer linearen Vergrösserung von etwa 2600.

Taf. XI., XII.

Fig. 1. Stückchen eines reich mit *Dicranochaete reniformis* besetzten *Sphagnum*-Blattes. Die Borsten sind nicht mitgezeichnet, weil sie bei der schwachen Vergrösserung kaum sichtbar sind.

Fig. 2. Ein grösseres Individuum von *Dicranochaete* von Oben gesehen.

Fig. 3. Ein kleineres Individuum mit sehr reich verzweigten Borsten, ebenso.

Fig. 4. Ein grösseres Individuum mit 4 Borsten (forma *pleiotricha)*, ebenso.

Fig. 5. Individuum, bei welchem die erste (mediane) Theilung des Zellinhaltes stattgefunden hat.

Fig. 6. Schema der auf einander folgenden ersten 3, zum Zweck der Schwärmsporenbildung stattfindenden Theilungen.

Fig. 7. Exemplar, in welchem die Schwärmsporen bereits gebildet sind, von vorn gesehen.

Fig. 8. Ein solches von oben gesehen.

Fig. 9. Aus der Hülle ausgeschlüpfter, in Gallerte eingehüllter, aus 8 Schwärmsporen gebildeter Zellinhalt eines kleineren Individuum.

Fig. 10, 11. Schwärmsporen.

Fig. 12 u. 12a solche, im Begriff sich festzusetzen und amoeboid zu werden.

Fig. 13. Amoeboid gewordene Schwärmspore nach Verlust der Geisseln.

Fig. 14. Junges Individuum, im Begriff die Borste zu bilden, von oben gesehen.

Fig. 15. Jüngeres Individuum, mediane Seitenansicht, die Cellulose-Membran ist mit Congoroth gefärbt, bei *n* der Zellkern.

Fig. 16. Aelteres Individuum, welches bereits eine starke Gallerthülle abgeschieden hat. Die Cellulosehaut mit Congoroth gefärbt, sitzt bereits kappenartig über dem Zellinhalt. Nach Spiritusmaterial entworfen.

Fig. 17. Optische Durchschnitts-Ansicht eines von der Seite gesehenen borstenlosen Individuums, schematisch dargestellt. Die Cellulosekappe ist mit Congoroth gefärbt, in der Gallertscheide ist Turnbull's Blau eingelagert. Der Zellinhalt ist contrahirt, da die Figur nach Alkoholmaterial entworfen wurde. Bei *n* der mit Haematein-Ammoniak gefärbte Zellkern.

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

Fig. 18. Leere Hülle, aus welcher die Schwärmsporen ausgeschlüpft sind. Der mit Congoroth gefärbte Deckel ist aus der geplatzten Gallerthülle an der einen Seite herausgehoben.

Fig. 19. Safraninfärbung eines borstenlosen Individuums. Die Gallerthülle zeigt radiale Strahlen, welche aus einer, den Farbstoff stark zurückhaltenden Substanz bestehen.

Fig. 20 u. 21. Zellkernfärbung mit Haematein-Ammoniak an einem kleineren und einem grösseren Individuum, welche vorher mit Alkohol fixirt und dann c. 15 Minuten lang mit 50% Salzsäure zum Zweck der Lösung der Pyrenoide behandelt worden sind. Bei p Hohlräume, in welchen grössere Pyrenoide gelegen hatten.

Fig. 22—28. Doppelfärbung von Pyrenoiden. Die Hülle ist mit Haematein-Ammoniak, die Krystalloide mit Safranin gefärbt. Fig. 26 enthält zwei getrennte Krystalloide, Fig. 27 zwei solche verwachsen, Fig. 28 drei verwachsene.

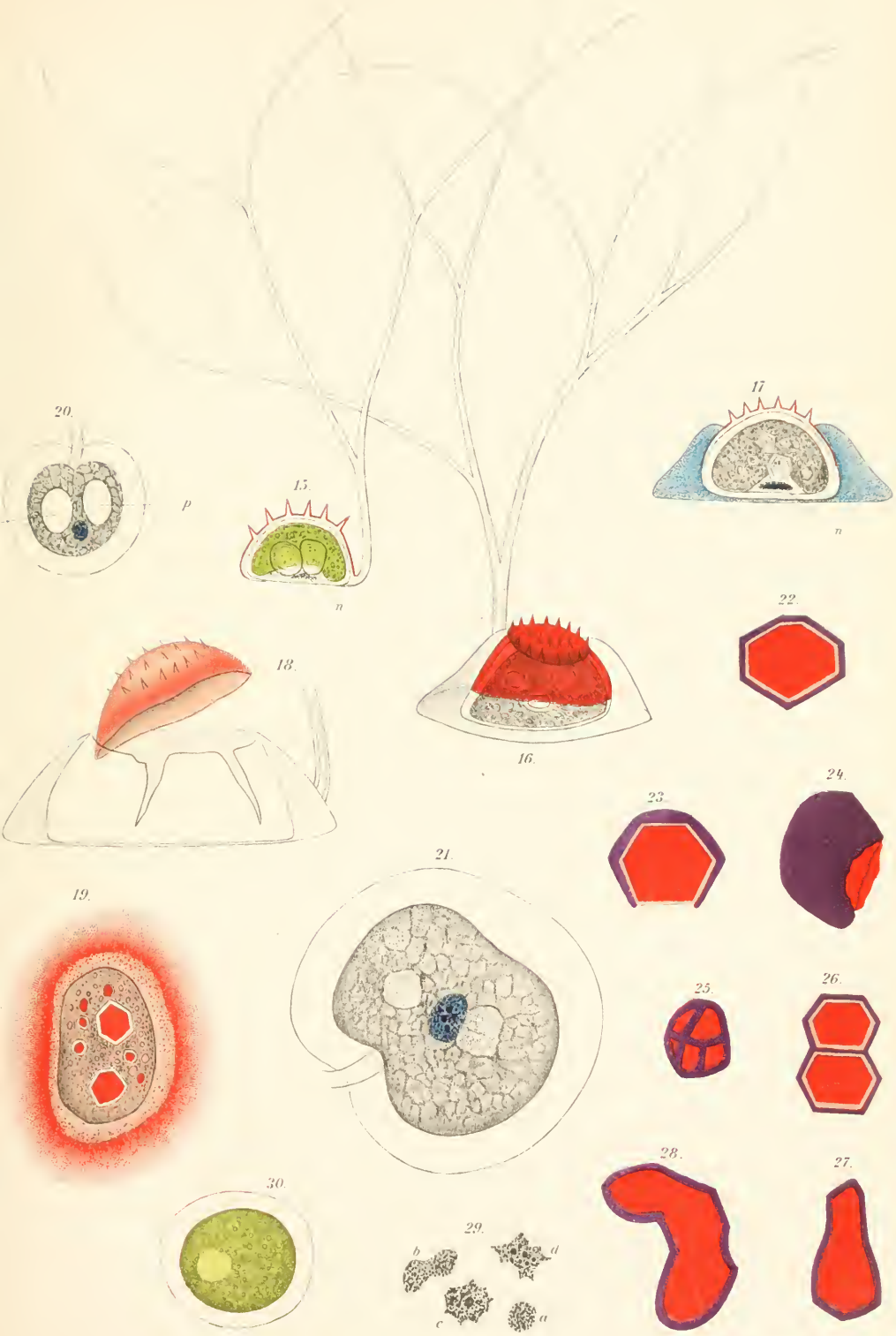
Fig. 29. Zellkerne von verschiedener Form, a. kugeliger Zellkern aus einer jüngeren Zelle, b. bisquitförmige Form, vermuthlich Theilungsstadium aus einer älteren Zelle, c. und d. flach linsenförmige, buchtig gelappte Zellkerne aus älteren Zellen.

Fig. 30. Wahrscheinlicher Winter-Ruhezustand. (Aplanospore.)

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

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

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



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Biologie der Pflanzen

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 5_2

Autor(en)/Author(s): Hieronymus Georg Hanns Emmo Wolfgang

Artikel/Article: Ueber Dieranochaete reniformis Hieron., eine neue Protococcacea des Süsswassers 351-372