

## Ueber einige Algen von Helgoland

von Dr. Ferdinand Cohn in Breslau.

### I. *Dictyota dichotoma* Lam.

Unter den Algen, welche ich während meines Aufenthalts auf Helgoland im Anfang September dieses Jahres zu studiren Gelegenheit hatte, erweckte *Dictyota dichotoma* mein Interesse um so mehr, als diese Art, die einzige kosmopolitische Vertreterin einer sonst nur in südlicherer Breite zur reichsten Entwicklung gelangenden Algengruppe, in Helgoland selbst früher nicht gefunden zu sein scheint; wenigstens fehlt sie in der Threde'schen Sammlung der Algen Helgolands, wie in den Kützing'schen Werken; Herr Dr. Sonder theilte mir mündlich mit, dass er *Dictyota* auf Helgoland zuerst im Jahre 1854 beobachtet, während er sie in früheren Jahren vergeblich gesucht habe; gegenwärtig findet sie sich in grossen Massen auf den niedrigen Klippen, welche die Westküste der Insel umgeben, in Gesellschaft von *Laurencia dasyphylla*, *Cladostephus spongiosus* etc.; sie wurzelt auf Steinen in solcher Tiefe, dass sie auch bei niedriger Ebbe nicht entblösst, aber doch leicht heraufgeholt werden kann. Das mir während einiger Zeit reichlich zu Gebot stehende Material veranlasste mich zu einer monographischen Untersuchung, welche mir unerwartete, und wie ich nach der mir damals zur Hand befindlichen Literatur glauben musste, noch unbekannt Resultate lieferte. Erst bei meiner Rückkehr nach der Heimath fand ich, dass Thuret in dem zweiten Theile seiner „*Recherches sur la fécondation des Fucacées et les Anthéridies des Floridées*“ (*Annales des sciences naturelles* 4 série t. III) die *Dictyota* ebenfalls behandelt, und wie dies von diesem Meister der Phykologie zu erwarten war, die wesentlichen Punkte ihrer Fortpflanzungsgeschichte begründet hatte. Wenn ich trotz dessen meine eigenen Beobachtungen hier der Oeffentlichkeit übergebe, so geschieht dies nicht blos, weil ich wenigstens im Einzelnen die Thuret'schen Angaben und namentlich seine Abbildungen vervollständigen kann, sondern auch insbesondere desswegen, weil die Uebereinstimmung in den Resultaten der beiden völlig unabhängig von einander gemachten Untersuchungen die sicherste Stütze für die darauf begründeten Schlussfolgerungen gewährt, welche für das System der Algen im Allgemeinen nicht ohne Interesse sind.

Die in Helgoland vorkommende Form der *Dictyota dichotoma* besitzt zartes dünnhäutiges Laub von lichtolivbrauner Farbe, nach dem Trocknen glänzend, wie lackirt, und dem Papier anhaftend. Von einer scheibenförmigen Basis sich keilförmig verbreitend,



und dann mehrfach wiederholt dichotomisch in lineare Zipfel sich gabelnd, deren letzte Enden stumpf abgerundet sind, erreicht das Laub der einzelnen Pflanze die Länge von circa 6 Zoll bei 1—3''' Breite der Zipfel. Mitunter sind die Zipfel des Laubes schraubenförmig gedreht und dann namentlich die Endsegmente so gegen einander geneigt, dass sie beim Trocknen auf dem Papier sich kreuzen. Kützing macht diese Eigenthümlichkeit zum Charakter einer besonderen Species, *Dictyota volubilis* (Species Algarum p. 554 No. 5), die von Lenormand bei Arromanches (Calvados) gefunden wurde; doch eignet sich dieses Merkmal, nach den Helgolander Exemplaren zu urtheilen, kaum zur Abtrennung einer selbstständigen Varietät.

Der anatomische Bau unserer Pflanze lässt sich bekanntlich mit dem eines Phanerogamenblattes vergleichen, insofern eine Mittel- oder Markschicht oben und unten von einer Oberhaut bedeckt, und von der Cuticula überzogen ist. Die Mittelschicht besteht aus einer einzigen Schicht grosser, fast kubischer Zellen, welche derart an einander gefügt sind, dass die unter einander parallelen Querscheidewände der rechts und links sich berührenden Zellen nahezu in derselben Ebene liegen. Daher sind die Zellen der Mittelschicht in parallele Gürtel geordnet, welche die Längsachse des Laubes rechtwinklich durchschneiden; in Folge dieser Anordnung erscheint dem bloßen Auge das Laub der *Dictyota* fein quer gegittert. Der Inhalt der Markzellen ist farblos und wasserhell, mit Ausnahme einer grossen Anhäufung von Protoplasma im Mittelpunkt jeder Zelle, die durch Schleimfäden an die Seitenwände befestigt ist (Fig. 6 Tab. V). Das Protoplasma ist durch braunen Farbstoff ungleichmässig gefärbt, und umschliesst ausserdem einzelne grössere, stark lichtbrechende Tropfen, welche wie Oel aussehen, und als solche auch von Thuret und Nägeli gedeutet werden; sie lösen sich nicht in Kalihydrat, nehmen aber durch dasselbe eine bräunliche Farbe an. In Folge der gürtelartigen Anordnung der Markzellen liegen auch die braunen Protoplasma-Kugeln je einer Zellreihe nahezu in gleicher Ebene und erscheinen daher dem bloßen Auge als feinpunktirte Parallellinien, welche jenen obenerwähnten feingegitterten oder netzartigen Anschein des Laubes noch deutlicher hervortreten lassen, auf dem bekanntlich der griechische Name der Gattung (von *δίκτυον*) beruht.

Nägeli hat zuerst nachgewiesen, dass diese Markzellen verdickte Wände haben, welche an den gegenseitigen Berührungsflächen von Tüpfeln durchbrochen sind (Die neueren Algensysteme 1847, pag. 186. Tab. V. Fig. 18). Thuret hat von diesem Bau eine noch naturgetreuere Abbildung gegeben (l. c. Tab. II. Fig. 2).

Die Zellen der Oberhaut, welche die mittlere Markschicht auf beiden Seiten bedeckt, bilden ebenfalls beiderseits nur eine einzige Lage, und sind von schmal tafelförmiger Gestalt, so dass ihre Oberfläche einem Rectangel sich mehr oder minder nähert; die längere Seite entspricht der Längsachse des Laubes. Obwohl die Querscheidewände zum Theil unregelmässig liegen, so lässt sich doch eine Annäherung zur gürtelförmigen Anordnung nicht verkennen. Die Oberhautzellen sind vielmal kleiner als die Markzellen, etwa  $\frac{1}{10}$ ''' breit, und meist etwa doppelt so lang; ihr Inhalt zeigt einen Wandbeleg von farblosem Protoplasma, in welchem zahlreiche braune Kügelchen in ähnlicher Weise eingebettet sind, wie etwa die Chlorophyllkügelchen in den Oberhautzellen von *Vallisneria*.

Der braune Farbstoff scheint überhaupt bei *Dictyota* — und in übereinstimmender Weise auch bei allen Phaeosporeen und Melanosporeen — dieselbe physiologische und morpho-



logische Bedeutung zu besitzen, wie als Chlorophyll bei den Chlorosporeen und den übrigen Pflanzen. Wenigstens haucht das Laub von *Dictyota*, selbst unter dem Mikroskop, im Lichte, und zwar auffallender Weise nicht bloß bei directem Sonnenschein, sondern auch im zerstreuten Tageslicht, reichlich Gasbläschen aus, die sicherlich Sauerstoff sind. Dazu kommt, dass der braune Farbstoff, welcher sich in Kali zu einer grünen Flüssigkeit löst, gleich dem Chlorophyll, bald als eine formlose, das Protoplasma färbende Substanz auftritt, bald zu scharf begrenzten Kügelchen geformt ist; bei *Dictyota* selbst finde ich in den jungen Oberhautzellen eine centrale Anhäufung von formlosen, braun gefärbtem Protoplasma, die in Strahlen ausläuft, etwa wie das grüne Protoplasma der Lebermooszellen; später treten statt dessen die braunen Kügelchen auf. Da der braune Farbstoff der Algen noch keinen besonderen Namen besitzt, so schlage ich dafür die Bezeichnung *Phaeophyll* vor.\*)

Das *Phaeophyll* scheint aber auch, gleich dem Chlorophyll, im Thierreich verbreitet, indem gewisse niedere Thiere (Schwämme, Protozoen, Turbellarien, Polypen) gleichzeitig in brauner und grüner Art vorkommen, wobei die ersteren dem Meerwasser vorzugsweise eigenthümlich sind.

An gewissen Stellen des *Dictyotalaubes* verlängern sich Gruppen von Oberhautzellen durch wiederholte Theilung mittelst paralleler Querscheidewände in Bündel von Haaren, die zuerst kurz-papillenartig und braun gefärbt (Tab. V. Fig. 6), später farblos werden und zu langen, confervenähnlichen, einreihigen Fäden auswachsen, die im Wasser sich pinselartig zu breiten, und ganz an die analogen Bildungen von *Fucus* erinnern. Pringsheim (Beibehaltung der Morphologie der Meeresalgen pag. 10) hat gezeigt, dass diese Haare bei *Dictyoteen*, *Phaeosporeen* und *Fucaceen* in mannigfaltiger Vertheilung vorkommen, aber sich stets nur durch Zelltheilung an der Basis vergrößern, und ein diese drei Familien charakterisirendes Merkmal abgeben. Die Haarbüschel von *Dictyota*, die in der Jugend nach Naegeli von der gallertartigen emporgehobenen Cuticula überzogen sind (l. c. Tab. V. Fig. 19 c), fallen später ab, und lassen scharfbegrenzte Narben zurück, welche leicht mit entleerten Antheridien verwechselt werden können; die farblosen Haare bedecken dann massenhaft den Boden des Gefäßes, in dem die *Dictyota* vegetirt. Die Haarbüschel treten schon sehr zeitig am Laube dieser Alge auf, weit früher, als die Fortpflanzungsorgane erscheinen.

Diese sind dreierlei Art, die stets auf getrennten Individuen vorkommen, und die ich als 1) Antheridien, 2) Vierlingsfrüchte, 3) Haufenfrüchte (*Sori*, *Favellae*, *Gymnocarpia*) bezeichnen werde. Nie trägt ein Exemplar zweierlei Arten von Fortpflanzungs-

\*) Nachstehende Reactionen sind an dem *Phaeophyll* an Herbarienexemplaren von *Ectocarpus litoralis* und *Dictyota dichotoma* sowie an lebendem, im Seeaquarium in meinem Zimmer cultivirtem *Cladostephus spongiosus* und *Sphaecellaria cirrhosa* ermittelt. Ammoniak löst mit intensiv gelber Farbe; ebenso kohlen-saures Kali, welches den braunen Zelleninhalt sehr dunkelgelb färbt. Säuren lösen das *Phaeophyll* mit spangrüner Farbe, namentlich Salzsäure und Schwefelsäure welche letztere eine fast blaue Lösung bewirkt. Durch Kochen mit Salzsäure wird die blaugrüne Farbe tiefer, während mit Salpetersäure gekocht, das *Phaeophyll* allmählich blassgelb und farblos wird; nachträglicher Zusatz von Kali oder Ammoniak stellt die braune Farbe wieder her. Mit Aether digerirt, werden die braunen Zellen grün, erhalten aber bei Verdunstung des Aethers ihre alte Farbe wieder. Das *Phaeophyll* scheint mit dem Diatomin (Naeg.) der Diatomeen identisch und dem Chlorophyll sehr nahe verwandt. Wie es sich zum Xanthophyll verhält, muss noch ermittelt werden.



organen; dagegen finden sich sehr oft Exemplare mit allen drei Formen zu einem Busch vereinigt. *Dictyota* ist daher um eine, zuerst von Alexander Braun (das Individuum in der Pflanze pag. 30) aufgeführte Bezeichnung zu adoptiren, eine triëische Pflanze. Die drei Fortpflanzungsorgane sind schon dem bloßen Auge kenntlich; die Antheridien erscheinen als kleine weisse (Tab. III. Fig. 1 a), die Haufenfrüchte als kleine schwarze Flecken (Tab. IV. Fig. 1) auf beiden Seiten des Laubes, während die Vierlingsfrüchte als feine, nahe bei einander stehende Pünktchen das ganze Laub mit Ausnahme des Randes bezeichnen (Fig. 1 b. Tab. III). Nachdem ich einmal die drei Arten der Fortpflanzungsorgane unterschieden, und wie ich damals glaubte, entdeckt hatte, war es mir leicht, auf den ersten Moment mit bloßem Auge jede der drei Formen selbst an Herbarienexemplaren zu unterscheiden. Ob das Laub der mit Antheridien versehenen Pflanzen, der Männchen, sich allgemein auch durch breitere Zipfel unterscheidet, wie mir nach einzelnen Exemplaren schien, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu behaupten. Der Zahl nach am häufigsten fand ich bei Helgoland die Vierlingsfrüchte; Antheridien und Haufenfrüchte kamen bei weitem seltener vor.

Die drei Arten der Fortpflanzungsorgane haben die gleiche Entwicklungsweise; sie entstehen aus den Oberhautzellen, welche sich vergrößern und dadurch mehr oder weniger über die Fläche des Laubes erheben; alsdann theilen sie sich durch eine Scheidewand parallel der Laubfläche in 2 Tochterzellen, von denen die untere als Basalzelle oder Träger dient, während die obere unmittelbar zur Fortpflanzungszelle, oder mittelbar zur Mutterzelle von Fortpflanzungszellen wird. In einem bestimmten Zeitpunkte erleidet immer nur ein Theil der Oberhautzellen die hier bezeichnete Metamorphose; sind diese reif geworden, so bilden andere zwischen ihnen sich dazu aus, so dass sich stets gleichzeitig entleerte, entwickelte und ganz jugendliche Antheridien, Vierlingsfrüchte und Haufenfrüchte auf demselben Laube unter einander zerstreut finden.

Am einfachsten ist die Entwicklung der Vierlingsfrüchte (Tab. III. Fig. 1 b). Einzelne Oberhautzellen an beliebigen Punkten des Laubes vergrößern sich; ihre Form wird oval, und es häuft sich in ihnen der dunkelbraune Zellinhalt so, dass sie fast undurchsichtig werden und dem bloßen Auge schwarz erscheinen (Tab. III. Fig. 5 a, b). Während dieselben sich in steter Vergrößerung blasenartig über die Laubfläche wölben, theilen sie sich durch eine Scheidewand parallel der ersteren in zwei ungleiche Hälften, von denen die obere, ganz und gar mit braunem Protoplasma ausgefüllt, von der unteren fast farblosen Basalzelle getragen wird. Jede Vierlingsfrucht entwickelt sich endlich zu einer grossen kugeligen Zelle von  $\frac{1}{8}$  —  $\frac{1}{4}$  Durchmesser; ihre Membran wird gallertartig, sehr dick, bis zu  $\frac{1}{32}$ ; der Zellinhalt ist gleichmässig braun, doch so, dass in der Mitte ein lichter Raum fast wie ein Zellkern auftritt, der von einer dunkleren Zone eingefasst ist (Tab. I. Fig. 5 c); das ganze Verhältniss erinnert einigermaßen an die Oosporen von *Fucus*, wie sie etwa Thuret in seinen „*Recherches sur la Fécondation des Fucacees*“ (Annales des sciences naturelles, 4 Serie Tom 2. Pl. 12. Fig. 4) abgebildet hat. Der gesammte Zellinhalt zerfällt endlich durch Einschnürung vom Rande aus in 2 (Fig. 5 d), dann in 4 Theile oder Tetrasporen (Fig. 5 e), welche der Regel nach kreuzförmig angeordnet sind. Die Abänderung, welche Fig. 5 d unten zeigt, ist entweder aus unregelmässiger Stellung der Scheidewände oder nachträglicher Ver-



rückung hervorgegangen. Jede Tetraspore zeigt eine ähnliche Vertheilung des braunen Zellinhaltes, wie wir sie soeben von ihrer Mutterzelle beschrieben haben. Wie mir scheint, in Folge Erweichung der gallertartig aufquellenden Membran der letzteren, gelangen nun die einzelnen Tetrasporen ins Wasser und lassen die inhaltslose Mutterzelle zurück (Fig. 5 f); es sind Kugeln von  $\frac{1}{30}$ '' Durchmesser (Fig. 6), von schleimiger Oberfläche, die daher leicht am mütterlichen Laube ankleben und sich dort weiter entwickeln; häufig findet man daher das Laub von *Dictyota* mit jungen Keimpflanzen besetzt. Die Tetraspore ist bei ihrer Geburt nach Thuret von einer Gallerthülle umgeben, die sich vor dem Auge des Beobachters auflöst, was ich selbst übersehen habe; dagegen besitzt sie noch keine Membran und oft auch keine bestimmte Gestalt, sie lässt sich durch jeden Druck in beliebige Form pressen, aber schon nach ein paar Stunden ist sie von einer zarten Zellmembran umkleidet, welche ihren Conturen überall dicht anliegt, daher auch bei unregelmässiger Gestalt diesen genau entspricht (Fig. 7); bald darauf beginnt die Theilung der Tetraspore, und mit ihr die Entwicklung zur neuen Pflanze, auf welche ich später zurückkommen werde.

Die Haufenfrüchte unterscheiden sich bei ihrer Entstehung zunächst darin, dass nicht einzeln zerstreute Oberhautzellen, sondern grössere Gruppen derselben eine gemeinschaftliche Entwicklung nehmen (Tab. IV. Fig. 4). Die Zahl der zu einer Haufenfrucht vereinigten Oberhautzellen ist jedoch ebenso wenig bestimmt, als ihre Anordnung; bald sind es nur 12 bis 16, bald sind es über 30 an einander grenzende Oberhautzellen; in der Regel bilden sie eine kreisrunde oder ovale Gruppe von mehreren Zellreihen (Tab. IV. Fig. 2); doch finden sich meist am Rande einzelne Zellen, welche über den gemeinschaftlichen Contour der Gruppe vorspringen (Tab. IV. Fig. 3); oder es sind wohl eine Anzahl von Zellen einreihig hintereinander geordnet, oder die Gruppe ist auch unregelmässig begrenzt. Trotz dieser Ungleichheit ist es doch immer leicht, Vierlingsfrüchte von Haufenfrüchten zu unterscheiden, da von den ersteren nur ausnahmsweise zwei Zellen sich berühren, gewöhnlich aber die einzelnen Vierlingsfrüchte durch unveränderte Oberhautzellen getrennt sind.

Die zu einer Haufenfrucht vereinigten Oberhautzellen füllen sich, wie bei den Vierlingsfrüchten beschrieben, mit dichtem, dunkelbraunem Inhalt, und erheben sich walzenförmig über die Laubfläche (Tab. IV. Fig. 4, Tab. V. Fig. 6); jede Zelle theilt sich alsdann durch eine der letzteren parallele Scheidewand in zwei ungleiche Hälften; die untere kleinere wird zur Basalzelle, die obere zur Sporenmutterzelle; die Basalzellen bilden das Fruchtlager oder die Placenta, welche die eigentlichen Fortpflanzungszellen trägt. Durch Berührung mit ihren Nachbarzellen abgeplattet, nehmen die Sporenmutterzellen polyedrische Gestalt an (Fig. 2, 3); nur ihre freien Seiten- und Oberflächen wölben sich kuglig nach aussen. Daher besitzen die reifen Haufenfrüchte, welche übrigens noch von der gemeinschaftlichen dicken Cuticula überzogen sind, eine Maulbeerartige Form, die über das flache Laub sich erhebt (Tab. V. Fig. 6). Die einzelnen Sporenmutterzellen erreichen kaum die Hälfte der Grösse der Vierlingsfruchtzellen; ich bestimmte den mittleren Durchmesser zu  $\frac{1}{30}$ '' , etwa gleich dem der einzelnen Tetrasporen. Ihre Zellmembranen sind gallertartig aufgeschwollen, doch nicht so dick, wie bei den Vierlingsfrüchten; ihr Inhalt, der anfänglich durch den lichterem Rand und das dunklere Centrum an die Tetrasporen erinnert, nimmt später in der Peripherie eine mehr gelbliche Färbung an (Tab. IV. Fig. 2), etwa wie bei den Oosporen von *Vaucheria*, theilt sich aber



niemals; durch Erweichung und Zerreiſſung an der Spitze der Zellmembran tritt vielmehr der Gesamtinhalt jeder einzelnen Sporenmutterzelle in Form einer braunen membranlosen Kugel oder Spore in's Wasser, und ſinkt zu Boden, ſo daß nach einiger Zeit ſämmtliche Zellen der Haufenfrucht entleert ſind, während, die aus ihnen herausgetretenen Sporen ſich maſſenhaft am Boden des Gefäßes abſetzen. Die leeren Membranen der Sporenmutterzellen, meiſt unregelmäßig aufgebläht, bezeichnen in ſpäteren Alterszuſtänden den Ort der Haufenfrucht, mitunter noch einzelne zurückgebliebene Sporen einſchließend (Fig. 5), und contrastiren alſdann durch ihre Farblosigkeit gegen die weit kleineren braunen Oberhautzellen, von denen die zunächſt die Haufenfrucht begrenzenden ebenfalls ihre Form etwas verändert haben und, ſich aufwärts wölbend, einen Saum oder Involucrum um die Frucht darſtellen. Auf das weitere Verhalten der Sporen werde ich ſpäter ebenfalls zurückkommen.

Die Antheridien ſind bei ihrer erſten Entſtehung von jungen Fruchthaufen kaum zu unterſcheiden, und ſelbſt mit jugendlichen Haarbüſcheln leicht zu verwechſeln, indem alle drei nichts weiter ſind als Gruppen von Oberhautzellen, die ſich von ihrer Umgebung nur durch dunkelbraune Farbe in Folge der Anhäufung des Phaeophylls unterſcheiden (Fig. 4. Tab. I.). Die Zahl der zu einer Antheridie ſich entwickelnden Zellen iſt bedeutend, meiſt über 30, aber nicht constant, daher die Größe der Antheridie ebenſo variabel als die Form derſelben, die jedoch meiſt oval iſt (Tab. III. Fig. 2); der längere Durchmeſſer entſpricht der Längsachſe des Laubes. Auch hier bilden die das Antheridium zunächſt begrenzenden braunen Oberhautzellen einen ſcharf abgrenzenden Saum (Involucrum), indem dieſelben ſich papillenartig, ſenkrecht auf die Laubfläche verlängern, und ſo gleich wulſtigen Lippen das ganze Organ einfaſſen. Die zur Antheridie vereinigten Oberhautzellen ſelbſt vergrößern ſich zwar ebenfalls, doch weniger, als ſelbſt die Sporenmutterzellen der Haufenfrüchte; durch eine Scheidewand parallel der Laubfläche theilt eine jede ſich in eine untere, Baſal-, und in eine obere, Antheridienmutterzelle, welche letztere mit dichtem, allmählich farblos werdendem Inhalt ſich füllt, und eine Reihe von Theilungen in Potenzen von 2 durchläuft. Die Theilungsebenen ſind nach allen drei Richtungen des Raumes geführt; während die Zellen der Haufenfrüchte ungetheilt bleiben, bei der Theilung der Vierlingsfrüchte aber die Scheidewände bloß in den beiden auf der Laubfläche ſenkrechten Ebenen liegen, finden ſich bei der Theilung der Antheridienmutterzellen auch Scheidewände parallel der Laubfläche. Daher zerfällt jede Mutterzelle zuerſt in 8 Octanten, von denen jeder ſich dann wieder in derſelben Weiſe in 8 Theile zerlegt. Aus jeder Mutterzelle gehen daher in der Regel zunächſt 64 Tochterzellen hervor, davon ſich, von oben geſehen, 16 in einer Ebene präſentiren, die in 4 Schichten über einander liegen. Durch weitere Scheidewände parallel der Laubfläche verdoppelt und vervierfacht ſich wahrſcheinlich die Zahl der Zellschichten, wie der Querschnitt der Antheridien in den Riocreux'schen Zeichnungen beweist, auf die ich hier verweiſe, da meine eigenen Querschnitte ſich dieſen nicht an die Seite ſtellen können (vergl. die citirte Thuret'sche Abhandlung Tab. II. Fig. 2, 3). Dagegen zeigen meine eigenen Abbildungen (Tab. III. Fig. 2), daß in der Ebene des Laubes in der Regel nur 16 Tochterzellen aus einer Mutterzelle hervorgehen, und läßt ſich dieſes Verhältniß noch in ſpäteren Zuſtänden der Antheridien deutlich erkennen.



Von oben betrachtet erscheint die reife Antheridie als ein ovaler, elliptischer oder lanzettlicher Fleck, in der längeren Achse  $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{16}$ ''' , in der kürzeren Querachse etwa  $\frac{1}{20}$ ''' messend, von trüber grauweisser Farbe, eingefasst von dem dunkelbraunen Saume der angrenzenden, papillenartig bis aufs Vierfache ihrer früheren Länge nach oben hin vergrösserten Oberhautzellen, die von oben betrachtet gegen die angrenzenden rechteckigen Zellen sich durch ihre polygonale Form unterscheiden; die dicke Cuticula überzieht das Ganze (Tab. III. Fig. 2); bei genauerer Betrachtung lassen sich in der trüben feinkörnigen Masse die Mutterzellen und ihre 16 Theilungen unterscheiden. Durch diese vielfache Theilung gehen aus den Mutterzellen die kleinen würfelförmigen Samenzellen hervor, deren jede einen Samenkörper einschliesst. Beobachtet man eine reife Antheridie nur kurze Zeit, so treten die Samenkörper heraus, ohne Zweifel durch Erweichung der Cuticula und Durchbrechung der Samenzellen. Sie quellen in solcher Menge aus der Antheridie, dass sie dem blosen Auge oder bei schwächerer Vergrösserung wie eine weisse Wolke erscheinen, die freilich unter stärkeren Linsen sich in Myriaden kleiner Bläschen auflöst (Tab. III. Fig. 3 a). Das ganze Bild erinnert an die aus den reifen Moosantheridien hervorbrechende Fovilla, wie dies von Thuret so schön in seinen „*Récherches sur les antheridies cryptogames*“ (Ann. d. sc. nat. 3 ser. Bot. Tom. XVI. Pl. 13, 14) dargestellt worden ist. Die einzelnen Samenkörperchen sind farblose Kügelchen von höchstens  $\frac{1}{20}$ ''' , inwendig einzelne dunklere, aber nicht farbige Körnchen einschliessend, die sich oft an dem Rande so anhäufen, dass sie den Anschein eines angeschlossenen Fadens gewähren (Fig. 3 b); aber nie kommt ein solcher zur deutlichen Wahrnehmung. Die entleerten Samenzellen lassen das regelmässige Gitterwerk ihrer Membranen, wie ihre gemeinschaftliche Entstehung in den Mutterzellen nur um so deutlicher erkennen (vergl. Tab. III. Fig. 2 rechts oben).

Derbés, der ebenfalls die Antheridien von *Dictyota dichotoma* beobachtete, entdeckte und bildete die ganz gleichgebildeten Organe von *Taonia atomaria* und *Taonia Solieri* ab (Annales des sciences nat. bot. 4 sér. Tom. V. 1856. p. 216. Tab. 14. Fig. 9, 10). Für letztere Species ist es noch zweifelhaft, ob die von Derbés beschriebenen einzelnen Sporen der Vierlingsfrucht und die von den Gebrüdern Crouan (Bull. Soc. bot. II p. 652) erwähnten der Kapsel Frucht entsprechen.

Als ich zuerst mich mit *Dictyota* beschäftigte, hielt ich diese Alge, wie dies ja auch noch in allen systematischen Schriften geschieht, für eine Phaeosporée; die Entdeckung der mir bis dahin unbekanntem Antheridien zeigte freilich eine auffallende Abweichung von den übrigen Arten jener Algengruppe, insofern sie die Existenz männlicher Pflanzen, also Geschlechtsverschiedenheit bekundete, die bei den echten Phaeosporéen nicht bekannt ist. Die Existenz der Antheridien schien mir daher eine Verwandtschaft mit den Fucaceen anzuzeigen, auf welche ausser einer gewissen Analogie im Habitus und den Haarbüscheln auch die Entstehung und Theilung der grossen schwarzbraunen, unbeweglichen Sporen hinzuweisen schien. Denn dass die Tetrasporen und die Sporen der Haufenfrüchte weder selbst schwärmen, noch sich in kleinere Schwärmsporen auflösen, wie ich anfänglich nach Analogie der ächten Phaeosporéen vermuthet hatte, war durch vielfache Beobachtungen, insbesondere durch die Keimungsgeschichte festgestellt worden. Eine Verwandtschaft von *Dictyota* mit den Fucaceen war an sich nicht unwahrscheinlich und ist bekanntlich auch von Naegeli in



seinem „neueren Algensysteme“ angenommen werden, der wegen der Entwicklungsgeschichte des Laubes aus der Scheitelzelle Dictyota geradezu mit den Fuceen vereinigt und die Haufenfrüchte als ebene, nicht vertiefte Fucus-conceptacula betrachtet. Hiernach konnte auch das Vorkommen von Antheridien bei Dictyota nicht überraschen; wohl aber erwartete ich ein Ausschwärmen der Samenkörper mit Hilfe von Cilien, wie sie in so eigenthümlicher Anordnung sich bei allen Fucaceen vorgefunden haben. Allerdings ist der Bau der Antheridien von Dictyota ganz verschieden von denen der Fucaceen, wo die zoosporenähnlichen Samenkörper sich bekanntlich in grösserer Anzahl in den Antheridienmutterzellen entwickeln, während bei Dictyota sich stets in jeder Samenzelle nur ein Samenkörper erzeugt. Dagegen findet sich diese Entwicklungsweise bei den von Thuret entdeckten Antheridien von Cutleria, einer Alge, die gewöhnlich in die nächste Nähe von Dictyota gesetzt wird; hier stellen die Antheridien cylindrische Schläuche dar, welche nach den Zeichnungen zu urtheilen, aus 16 über einander liegenden Reihen von je 4 oder 16 Zellen bestehen und deren Inhalt sich zu je einem Samenkörper ausbildet; das wäre der Entwicklung der einzelnen Antheridienmutterzellen von Dictyota analog.

Bei Cutleria durchbrechen die Samenkörper schliesslich ihre Samenzellen, und schwärmen mit Hilfe von 2 Cilien nach Art von Zoosporen umher. Um so mehr musste ich daher erwarten, dass auch bei Dictyota die Samenkörper nach dem Austreten ins Wasser eine eigenthümliche Bewegung zeigen würden, obwohl ich an ihnen die bei den Zoospermien von Cutleria und Fucus charakteristischen röthlichen (Augen) Punkte vermisste. Aber es ist mir trotz aller Bemühungen nie gelungen, auch nur die geringste Bewegung an diesen Körpern zu beobachten. Weil ich vermuthete, dass nur sehr kräftig vegetirende Exemplare, wie sie im Zimmer in stets mehr oder minder verdorbenen Seewasser kaum zu finden sein möchten, die Bewegung der Samenkörper zeigen, so habe ich einzelne, zu diesem Zweck ausschliesslich gesammelte, männliche Pflanzen in grösseren Eimern mit frischem Seewasser heimgebracht, frisch untersucht oder eine Zeit lang erhalten; aber obwohl die Pflanzen ganz gesund schienen, und die Samenkörper massenhaft aus den Antheridien austraten, ist doch nie von mir eine Bewegung an ihnen beobachtet worden.

Wenn mir in dieser Beziehung noch irgend ein Skrupel zurückblieb, so ist dieser bei der Vergleichung der Thuret'schen Arbeit über Dictyota zerstreut worden. Denn auch dieser gewissenhafte und glückliche Beobachter, der die Bewegung der Zoosporen und Zoospermien in zahlreichen, vor ihm unbekanntem Fällen entdeckte, hat die Samenkörper der Dictyota, die er bereits im Jahre 1855 kannte, niemals bewegt gesehen („Recherches sur les antheridies des Algues“ seconde partie, Ann. des sciences nat. 4 sér. Bot. Tom 3). Ich kann hiernach nicht zweifeln, dass diese letzteren zwar, gleich den echten Zoospermien, membranlose Zellinhalte (Primordialzellen) sind, aber der Bewegungsorgane, und in Folge dessen auch der eigenen Bewegung ermangeln.

Hierdurch werden wir von selbst auf eine andere Abtheilung der Algen hingelenkt, die allerdings auf den ersten Blick durchaus keine Verwandtschaft mit Dictyota zu haben scheint, auf die Florideen. Die Antheridien der Florideen sind zwar bekanntlich sehr verschiedenartig gebaut; gemeinschaftlich aber ist allen die Zusammensetzung aus kleinen Samenzellen, aus denen je ein unbeweglicher, farbloser, aller Bewegungsorgane ermangelnder



Samenkörper austritt. Denn dass die Samenkörper der Florideen wenigstens unter den gewöhnlichen Verhältnissen wirklich unbeweglich sind, kann, wenn auch negative Beobachtungen keine positive Thatsache erhärten, doch nach den in ihren negativen Resultaten übereinstimmenden Ergebnissen so vieler verschiedener Beobachter, wie Thuret, Pringsheim, A. Braun und ich selbst, wohl nicht mehr bezweifelt werden. Dieselben Gründe, welche alle Forscher dazu bestimmt haben, die Antheridien der Florideen trotz der bewegungslosen Samenkörper für die männlichen Organe derselben zu halten, werden auch kaum Zweifel darüber gestatten, dass den gleichartigen Gebilden bei *Dictyota* dieselbe Bedeutung zukommt, obwohl wir in beiden Fällen durchaus nicht anzugeben vermögen, in welcher Weise sie ihre befruchtende Einwirkung ausüben möchten. Nicht geringer aber wie in den Antheridien ist die Uebereinstimmung zwischen *Dictyota* und den Florideen auch in der eigentlichen Fruchtbildung. Wir finden bei *Dictyota* wie bei den Florideen zwei verschiedene Klassen von keimfähigen Sporen. Dass die einen, die Tetrasporen, in Entstehung und Entwicklung den gleichnamigen Organen der Florideen analog sind, wird aus meiner Darstellung sich ergeben haben. Aber auch die Haufenfrüchte gehören offenbar zu jener Fruchtform, welche bei den Florideen als Kapsel Frucht, *Cystocarpie*, bezeichnet wird. Sie entsprechen zunächst den Favellen der Ceramieen, indem sie gleich diesen aus zahlreichen Sporen bestehen, welche von der Placenta getragen und nur von der gallertartig aufgeschwollenen Cuticula umschlossen sind. Die grösste Analogie zeigt diejenige Modification der Favellen, welche die Gattungen *Wrangelia* Ag., *Bornetia* Thuret, *Spermothamnion* Areschong, Pringsheim, (*Herpothamnion* Naegeli) charakterisirt, und deren Charakter in den einzeln auf der vielzelligen Placenta aufsitzenden Sporenmutterzellen beruht. Naegeli hat diese Fruchtform Keimköpfchen genannt (*Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ceramiaceae*. Berichte d. Münchener Akademie d. Wissenschaften. 12. Decbr. 1861). Pringsheim in seiner am 9. Januar 1862 in der Berliner Akademie gelesenen Abhandlung über Morphologie und Systematik der Meeresalgen hat dafür den Namen *Gymnocarpium* eingeführt. Die Haufenfrüchte von *Dictyota* sind echte Keimköpfchen oder *Gymnocarpien*, die sich in keinem wesentlichen Punkte von den Früchten der oben bezeichneten Florideen unterscheiden.

Hieraus folgert sich aber mit Nothwendigkeit die systematische Stellung von *Dictyota*. Die braune Farbe des Laubes, wie der Sporen ist allerdings ein Charakter, der *Dictyota* unter die *Melanospermeae* Harvey, resp. die *Phaeosporeae* Thuret zu verweisen scheint; auf den ersten Blick scheint unsere Art die grösste Verwandtschaft mit zahlreichen *Phaeosporeae*, namentlich mit *Cutleria*, *Dictyosiphon*, *Striaria*, *Punctaria*, *Asperococcus* u. s. w. zu besitzen, mit denen sie sogar gewöhnlich in eine und dieselbe Familie vereint wird, während sie zu den rothen Florideen anscheinend gar keine Beziehung gewährt. Aber die Fruchtbildung von *Dictyota* bietet zu den geschlechtslosen, durch Zoosporen, die sich zahlreich in meist eiförmigen Sporangien entwickeln, sich fortpflanzenden *Phaeosporeen* nicht die geringste Analogie; wir finden in ihr eine trioecische Pflanze mit der dreifachen Fructifikation der Florideen. Thuret selbst betrachtet *Dictyota* und ihre Verwandten als eine Mittelgruppe zwischen *Fucaceen* und Florideen. So lange wir aber die Fortpflanzungscharaktere als die alleinige Grundlage der systematischen Anordnung für die Pflanzen gelten lassen, hinter denen die vegetativen Merkmale ganz zurücktreten, werden wir auch nicht



ansehen dürfen, Dictyota und ihre Verwandten trotz ihrer braunen Farbe, unmittelbar den Florideen, und zwar in die Nähe der Ceramieen einzureihen.

Historisch bemerke ich nur noch, dass die drei Fruchtformen von Dictyota dichotoma bereits von Kützing in seiner „Phycologia generalis“ Tab. 22 abgebildet worden sind, und zwar die Vierlingsfrucht (ungetheilt) unter Fig. 5, angeblich einer besonderen Species Dictyota (Dichophyllum) vulgaris angehörig; die Haufenfrüchte (Gymnocarpien), welche die D. dichotoma bezeichnen, unter Fig. 2; die Antheridien Fig. 4a. Noch deutlicher sind die drei Fruchtformen bei verschiedenen angeblichen Arten in den Tabulae phycologicae zu erkennen, ohne jedoch richtig gedeutet zu sein. Naegeli (neuere Algensysteme p. 186), der die Trennung von Dictyota dichotoma und vulgaris Kg. auf Grund der Fruchtform verwirft, findet jedoch bei neapolitanischen Exemplaren an einer und derselben Pflanze neben einander Einzelsporen und solche, die in allen Mengen haufenweis liegen (2, 3, 4, 5, 10, 20, 50—60). Hiermit stehen nicht nur meine eigenen Beobachtungen im Widerspruch, sondern auch die Angaben von Areschong, Harvey und Thuret, welche die Vierlings- und Haufenfrüchte stets auf getrennten Pflanzen fanden. Vielleicht basiren die Naegeli'schen Angaben auf getrockneten und daher weniger deutlichen Exemplaren oder auf verschiedenen Individuen desselben Busches. Dass Harvey (Phycologia britannica, Melanospermeae [Tab. c. III]) bereits die Viertheilung der Vierlingsfrüchte abbildet, aber sie fälschlich den Haufenfrüchten zuschreibt, hat schon Thuret bemerkt; dieser selbst hatte, wie ich schon oben erwähnt, alle wesentlichen Momente der Fortpflanzung von Dictyota ermittelt.

Vierlingsfrüchte und Haufenfrüchte kommen auch bei Haliseris polypodioides auf getrennten Exemplaren vor, wie bereits Areschong angiebt und Harvey bestätigt; Antheridien sind noch nicht bekannt; vielleicht gehört jedoch hierher eine Beobachtung der Mrs. Griffiths, welche an der Stelle der Sori braune wellige, netzartige Linien angiebt, die einen durchsichtigen Raum umgrenzen; doch sind dies wohl eher entleerte Haufenfrüchte. Padina Pavonia hat nach Harvey's Abbildung Tetrasporen; Antheridien haben Bornet und Thuret vergeblich gesucht.

Eine Frage, deren Lösung mich längere Zeit beschäftigte, betrifft die sexuelle Bedeutung der Vierlings- und Haufenfrüchte von Dictyota. Wie bei allen Florideen, so ist es auch bei Dictyota wahrscheinlich, dass die eine Klasse der Sporen geschlechtslose knospenähnliche Keimzellen, die andere Eizellen darstellt, welche der Befruchtung durch die Samenkörper bedürfen, um zu keimen. Bekanntlich hat Naegeli (Neuere Algensysteme 1847) die Tetrasporen für die weiblichen Zellen erklärt, die Kapselsporen dagegen für geschlechtslose Keimzellen, während Pringsheim die weibliche Natur der Kapselsporen für wahrscheinlicher erklärte (über Befruchtung und Keimung der Algen Monatsbericht der Berl. Akademie 1855). Thuret dagegen fand, dass die befruchtende Thätigkeit der Samenkörper bei den Florideen, wenn eine solche überhaupt stattfindet, sich nicht auf die Sporen selbst erstrecken kann, da beide Klassen der Sporen keimen, auch wenn sie von den Antheridien getrennt gehalten werden (Annal. d. sc. nat. 1855). Pringsheim ist neuerdings zu demselben Resultat gekommen, da die Sporen so der Vierlings- wie der Kapselfrüchte, sogar im Innern des geschlossenen Fruchtorgans keimen (Beiträge zur Morphologie der Meeresalgen 1863 p. 33).



Was ich in dieser Beziehung für *Dictyota* dadurch zu ermitteln suchte, dass ich Individuen mit den verschiedenen Fortpflanzungsweisen, bei Ausschluss männlicher Pflanzen, in gesonderten Gläsern cultivirte, ist folgendes: Die Tetrasporen keimten leicht und zahlreich, meist direct auf der Mutterpflanze. Die Sporen der Haufenfrüchte keimten niemals, sondern lagerten sich massenhaft am Boden des Gefässes ab, indem sie sich ohne weitere Entwicklung zersetzten. Dass jedoch die Sporen der Haufenfrüchte unter andern Umständen keimfähig sind, konnte ich leicht daraus entnehmen, dass auch die Exemplare mit Haufenfrüchten, die ich aus dem Meere bezog, nicht selten mit jungen Keimpflanzen besetzt waren. Dieses Ergebniss bekömmt eine wichtige Stütze durch die mir nachträglich bekannt gewordenen Resultate Thurets, der in seiner oft citirten Abhandlung (Pag. 29) bemerkt, dass er die Tetrasporen an *Dictyota* sehr oft zum vollständigen Keimen gebracht habe, ohne sie vorher mit den Antheridien in Contact gesetzt zu haben; geringeren Erfolg dagegen habe er unter gleichen Umständen bei den Sporen der Haufenfrüchte gehabt, deren Keimung constant am Ende einiger Tage still gestanden sei, nach der Entstehung der ersten Scheidewände.

Insoweit die Uebereinstimmung dieser ganz unabhängig von einander, zu verschiedener Zeit und an verschiedenen Orten gemachten Beobachtungen überhaupt zu einem Schluss berechtigt, so möchte es der sein, dass die Tetrasporen von *Dictyota* der Befruchtung nicht bedürfen, also der geschlechtslosen Fortpflanzung entsprechen, während die Haufenfrüchte die weiblichen Organe darstellen, deren Keimfähigkeit von der Einwirkung der Samenkörper abhängt. Diese Annahme wird unterstützt durch das Zahlenverhältniss der drei Formen, insofern die Tetrasporen die überwiegend häufigen, die Antheridien und Haufenfrüchte dagegen seltner, annähernd aber in gleicher Anzahl vorzukommen scheinen. Leider ging mir das Material aus, als ich den entscheidenden Parallelversuch machen wollte: ob nämlich die Sporen der Haufenfrüchte bei Berührung mit männlichen Exemplaren sich besser entwickeln; da es ausserdem schwierig ist, die Möglichkeit der Anwesenheit von Samenkörpern in dem Seewasser, in welchen die sporentragenden *Dictyoten* cultivirt werden, auszuschliessen, so kann ich unsern Beobachtungen trotz des gleichen Resultats doch keine volle Beweiskraft zugestehen.

Die Entwicklung der Sporen, mögen dieselben nun aus Vierlings- oder Haufenfrüchten kommen, ist die gleiche, und wenn es mir auch nicht möglich war, dieselbe, wie Thuret, bis zur Entwicklung des flachen Laubes zu verfolgen, so gelang es mir doch, diejenigen Momente, welche die Differenzirung der verschiedenen Gewebe des Laubes erläutern, festzustellen. Nachdem die kugliche Spore (Tab. III Fig. 6) sich mit einer zarten Cellulosemembran bekleidet, dehnt sie sich in der Richtung einer Achse überwiegend aus, und nähert sich daher der cylindrischen Form; alsdann theilt sie sich durch eine Querscheidewand in zwei gleiche Hälften (Tab. IV Fig. 6a. u. b. Die eine Hälfte ist die primäre Wurzelzelle und verändert sich nicht weiter; die andere ist die primäre Scheitelzelle, aus deren successiven Theilungen der ganze Laubkörper hervorgeht. Die Scheitelzelle ist mit besonders dichtem, braunem Protoplasma erfüllt; sie streckt sich in die Länge und theilt sich bald durch eine der ersten parallele Querscheidewand; die untere cylindrische Hälfte ist die primäre Mutterzelle des Laubes; die obere, halbkugliche ist die neue Scheitelzelle, welche fortfährt, sich zu verlängern und dann quertzutheilen, sodass der junge Keimling bei der dritten Quertheilung einer zonenartigen Vierlingsfrucht



(Tab. IV Fig. 6c), später einem einreihigen mehrzelligen walzenförmigen Faden mit unbegrenztem Gipfelwachstum gleicht (Fig. 6d—h). In der ersten Zelle unter der Scheitelzelle, der primären Laubmutterzelle, tritt bald eine Längsscheidewand, parallel der Fadenachse, und zwar excentrisch, dem Rande mehr genähert auf (Fig. 6d); später wird eine zweite, näher dem entgegengesetzten Rande sichtbar. Obwohl es schwierig ist, alle einzelnen Theilungsacte direct unter dem Mikroskop mit befriedigender Klarheit zu verfolgen und Schnitte in diesem Alter unmöglich sind, so lässt sich doch kaum daran zweifeln, dass dieser ganze Vorgang der Keimung von Polysiphonia völlig entspricht. Hiernach wird die zunächst unter dem Scheitel befindliche, kurz cylindrische primäre Laubmutterzelle durch einen Schnenschnitt, welcher etwa ein Viertel ihrer Peripherie abschneidet, in zwei ungleich grosse Tochterzellen getheilt (vgl. das Schema Tab. V Fig. 8a). Die kleinere derselben bleibt zunächst ungetheilt und wird zur ersten Oberhautzelle. Die grössere theilt sich durch einen zweiten Schnenschnitt, der ein zweites Viertel des Cylinderumfangs abschneidet, wiederum 2 ungleiche Hälften, von denen die kleinere zur zweiten Oberhautzelle wird (Tab. V Fig. 8b), die grössere in derselben Weise sich nochmals theilt; indem dieser Vorgang sich viermal wiederholt, zerfällt die primäre Laubmutterzelle in eine centrale würfelförmige Zelle, deren Seitenkanten den Cylindermantel berühren, und in 4 peripherische Zellen, deren äussere Wände je ein Viertel des ursprünglichen Cylinderumfangs einnehmen; jene ist die primäre Zelle der Mittelschicht (primäre Markzelle), diese sind die 4 primären Oberhautzellen (Tab. V Fig. 8d). Dieser Vorgang wiederholt sich in den übrigen Zellen des bis dahin einreihigen Zellfadens und hat die Entstehung einer centralen und 4 peripherischer Zellreihen zur Folge (Tab. IV Fig. 6f—h). Da die centralen Zellen in dieser Stufe eben so lang sind, als die sie umgebenden Oberhautzellen, so gleicht der junge Keimling von Dictyota in der That bis auf die Farbe einer keimenden Polysiphonia, z. B. *P. urceolata*; er besteht, wie diese, aus kurzen Gliedern, in deren jedem eine Centralzelle von 4 peripherischen eingeschlossen ist.

Die weitere Entwicklung beruht nun darauf, dass jede der 4 peripherischen Zellen sich durch Längs- und Querscheidewände, die der Fadenachse parallel, oder senkrecht auf diese stehen, erst in 4, dann in 16 Tochterzellen theilt. Es entspricht nunmehr die Länge einer Oberhautzelle nur dem vierten Theil der Centralzelle, und jedes Glied ist demnach von 4 Querreihen von Oberhautzellen begrenzt (Tab. V Fig. 8e, d).

Endlich treten auch in den centralen Zellen successive Längsscheidewände auf, die sämtlich unter einander und der Fadenachse parallel liegen; dadurch geht aus jeder dieser Zellen erst 2, dann 4, schliesslich eine unbestimmte Reihe nebeneinander liegender Zellen, d. h. ein Quergürtel der Mittelschicht hervor. Da hierdurch der ursprüngliche cylindrische Faden zu einem flachen Laube sich verbreitet, müssen auch die Oberhautzellen fortfahren sich durch Längsscheidewände zu vermehren; dagegen scheinen Querscheidewände in der Regel nicht mehr aufzutreten.

Die am frühesten aus der Scheitelzelle erzeugten, also tieferen, dem Wurzelende näheren Zellen theilen sich minder als die höheren, sodass der Keimling sich nach unten hin verschmälert; die untersten Zellen bilden wurzelartige Aussackungen, die als Haftartern dienen.



Die weitere Entwicklung des jungen Laubes beruht ganz wie bei der Keimung auf dem Spitzenwachstum und der Theilung der Scheitelzelle. Die Zellengürtel sind natürlich um so jünger, je näher sie dem Scheitel liegen; erst in einer gewissen Entfernung von diesem hört die Theilung, und noch später die Streckung der Mark- und Oberhautzellen auf; erst dann nimmt der Inhalt seine normale Beschaffenheit in Bezug auf die Vertheilung der Phaeophyllkugeln in der Oberhaut, und die Entstehung der braunen, Oeltröpfchen umschliessenden Protoplasma Massen in der Mittelschicht an; in den obersten Gürteln fehlen diese Bildungen noch. Natürlich ist auch die Zahl und Grösse der zu einem Gürtel vereinigten Zellen nach der erst in Entwicklung begriffenen Spitze des Laubes hin eine geringere, daher rundet sich das Laub allmählich nach dem Scheitel hin; auch liegt dieser in einer andern Ebene, als die Laubfläche, so dass die Spitze die Gestalt eines flachen Kegels besitzt. Die Scheitelzelle, die sich durch ihre sphäroidale Gestalt, ihre Grösse, ihren trüb-braunen Inhalt, wie durch die gallertartige Aufschwellung der sie bekleidenden, offenbar in Dehnung begriffenen Membran vor allen andern Zellen des Laubes auszeichnet (Tab. V. Fig. 1-5), theilt sich durch eine die Laubachse und Laubfläche rechtwinklich schneidende, aber convex nach unten gebogene Scheidewand in 2 Theile, eine obere grössere, ebenfalls sphäroidale, die neue Scheitelzelle, und einen unteren kleineren Meniskus; dieser wird vermittelt einer durch die Laubachse gehenden, aber rechtwinklich auf die Laubfläche stehenden Scheidewand halbt, jede der Hälften wiederum durch zwei neue Längsscheidewände parallel der früheren getheilt, so dass der Meniskus erst in 2, dann in 4, später auf dieselbe Weise in 8 und 16 neben einander liegende Stücke zerfällt, welche zusammen einen nach dem Scheitel concaven Zellgürtel darstellen. Die Sonderung in Mittelschicht und Oberhaut geschieht durch je 2 excentrische Scheidewände, welche in jeder Zelle dieses Gürtels der Laubfläche parallel gelegt sind, worauf die peripherischen Zellen sich nach der schon früher berührten Weise in 16 Oberhautzellen theilen. Was ich hier von der Entwicklung eines Meniskus gesagt habe, gilt von allen, die sich nach einander von dem untern Theile der Scheitelzelle durch Querscheidewände abtrennen; im jugendlichen Laub, wo diese Theilungsprozesse noch ungestört vor sich gehen, sind in Folge dessen die nach oben concaven, unter sich concentrischen Zellgürtel, wie die von der Scheitelzelle aus durch das Laub gehenden radialen Längsscheidewände sehr deutlich. In Fig. 5 der Tafel-V, welche ich der Güte des Herrn Dr. Leopold Kny verdanke, lässt sich z. B. noch ganz deutlich erkennen, dass je vier Oberhautzellen über einander der Länge eines Gürtels entsprechen, welcher der Länge der Mittelschichtzellen gleichkommt. Später in Folge unregelmässiger Theilung und ungleicher Streckung einzelner Zellen tritt dieses Gesetz minder rein hervor.

Die Dichotomie des Laubes beruht darauf, dass nach einer gewissen Anzahl von Theilungen der Scheitelzelle, wo die Scheidewände die Laubfläche sowohl als die Laubachse rechtwinklich schneiden, eine Theilung derselben eintritt, wo die Scheidewand zwar die Laubfläche unter  $90^\circ$  schneidet, aber durch die Laubachse hindurchgeht (Tab. V. Fig. 2, 3, 4). Hierdurch entstehen zwei neben einander liegende gleichwerthige Scheitelzellen, von denen jede sich verhält, wie die frühere einzige, d. h. zunächst durch eine Querscheidewand an ihrem untern Ende einen Meniscus nach dem andern abschneidet, aus denen alsdann durch wiederholte Theilungen nach dem schon oben entwickelten Gesetze zwei neue Laubzipfel hervor-



gehen, wobei sich zugleich durch die, auf diese Weise eingeschobenen Zellmassen die beiden Scheitelzellen immer weiter von einander entfernen (Fig. 5. Tab. V). *Dictyota* ist daher eine Pflanze mit echter Dichotomie, und ihr Speciesname insofern sehr charakteristisch. Indessen ist zu bemerken, dass die beiden Gabeläste sehr selten gleich stark entwickelt sind; in der Regel ist der eine von beiden zellenreicher, daher breiter, länger und kräftiger als der andere. Diese Verschiedenheit der beiden Gabeläste tritt schon sehr zeitig hervor und lässt sich bereits dann erkennen, wenn dieselben als kurze Lappchen sich von dem gemeinschaftlichen Laubstück erheben. Hierbei zeigt sich folgendes merkwürdige Gesetz. Da alle Verzweigungen in derselben Ebene liegen, so spaltet sich jeder Laubzipfel in einen rechten und in einen linken Ast. Hierbei zeigt sich, dass die gleichseitigen Gabeläste stets die schwächeren, die entgegengesetzten dagegen die stärkeren sind. Die Fig. 8 Tab. V giebt eine schematische Darstellung dieses Gesetzes, wobei die stärkeren Gabeläste durch kräftigere und längere Linien angedeutet sind. Ist in dieser Figur bei der primären Verzweigung der linke Gabelast der stärkere, so gabelt derselbe sich secundär in einen rechten stärkeren und in einen linken schwächeren Zweig; bei der Gabelung des rechten Secundärzweiges findet sich der tertiäre stärkere Gabelast wieder auf der linken Seite, und dieser selbst wieder hat nach rechts die stärkere quaternäre Verzweigung. Es stehen daher die stärkeren Gabeläste abwechselnd rechts und links und sie stellen demnach in ihrer Verbindung eine Art von Sympodium dar:

Der schwächere rechte Gabelast erster Ordnung dagegen theilt sich secundär in einen schwächeren rechten, und in einen stärkeren linken, da, wie erwähnt, die gleichseitigen Aeste die schwächeren sind. Beide verhalten sich in ihren secundären, tertiären und folgenden Gabelungen, wie die primären Aeste, d. h. von dem stärkeren linken Zweig ist der gleichseitige linke der schwächere Gabelast, der entgegengesetzte rechte der stärkere; umgekehrt steht an dem schwächeren rechten Zweig der stärkere Gabelast auf der linken, der schwächere auf der rechten, gleichseitigen Seite u. s. f.

Man kann das Gesetz auch so ausdrücken, dass bei der tertiären Verzweigung der stärkere Gabelast stets der Verlängerung der primären Laubachse zugewendet, der schwächere von ihr abgewendet ist; bei der Gabelung des  $n$ ten Grades ist der stärkere Ast derjenige, welcher der verlängerten Achse des Mutterastes  $n-2$ ter Ordnung zugewendet ist. In Bezug auf diese Achse kann man auch sagen, dass bei jeder Dichotomie der innere Ast der stärkere, der äussere der schwächere sei. Die charakteristische, fächerartige Form des Laubes von *Dictyota* ist die Folge dieses Theilungsgesetzes; wir überzeugen uns aus unserer schematischen Darstellung, dass die äussersten Zweige des Laubes immer die schwächeren sind, und dass, wenn wir die obersten Gabeläste der Reihe nach betrachten, auf den äussersten schwachen zwei stärkere, dann zwei schwächere, dann zwei stärkere, dann wieder zwei schwächere u. s. f. folgen. Ein ähnliches Gesetz scheint auch bei anderen Algen zu gelten und selbst bei Phanerogamen wiederzukehren.

Uebrigens bemerke ich, dass wohl nur wenig Pflanzen zusammengesetzteren Baues existiren, an denen sich die Gesetze des Aufbaues aus einer einzigen Urzelle so leicht und vollständig studiren lassen, wie gerade *Dictyota*, wie denn auch schon Naegeli die allgemeinen Gesetze ihrer Entwicklungsgeschichte festgestellt hat.



Ich schliesse diesen Aufsatz mit einer Charakteristik der Gattung *Dictyota*, wie sie auf Grund der neueren Untersuchungen über *D. dichotoma* reformirt werden muss.

### Florideae

#### Fam. Dictyoteae, prope Ceramicas.

##### *Dictyota* Lam.

Frons foliacea plerumque dichotoma olivacea utrinque corticata, fasciculis pilorum uniserialium delicatorum deciduorum hinc illinc ornata, e cellularum stratis tribus composita, duobus corticalibus, unico interno medullari. Cellulae corticales minores plerumque subrectangulares globulis phaeophylli coloratae, medullares multo majores subcubicae subhyalinae, massam protoplasmatis centram brunneam guttas oleosas continentem includentes. Incrementum frondis e cellulae terminalis divisione transversali continua, dichotomia vera e partitione cellulae terminalis longitudinali exorta. Fructificatio triplex trieca, cellularum corticalium metamorphosi progenita:

- 1) antheridia ovalia vel oblonga hyalina, limbo cellularum corticalium papilloso involuata, e fasciculo cellularum corticalium sursum exscrescentium multiplicato-divisorum formata, ex quibus corpuscula spermatica hyalina immobilia erumpunt.
- 2) tetrasporangia e cellulis corticalibus singularibus tumescentibus intus quaternatim cruciatim divisim formata, tetrasporis singulis globosis facile germinantibus.
- 3) cystocarpia vel gymnocarpia e cellularum corticalium in soros tumescentium fasciculis formata, cuticula communi tecta et limbo papilloso involuata, polysporis singulis e singula cellula matricali erumpentibus, (vix sine fecundatione germinantibus?).

### Figuren-Erklärung.

#### Tab. III.

##### *Dictyota dichotoma* Lam.

- Fig. 1. Ein Stück des Laubes, *a* mit Antheridien; *b* mit Vierlingsfrüchten. Natürliche Grösse.
- ” 2. Eine Antheridie in Flächenansicht: die Mutterzellen rechts oben sind bereits entleert; die übrigen enthalten noch die Samenkörper.
- ” 3. Ein Haufen Samenkörper, *a* einzelne stärker (650 Mal) vergrössert.
- ” 4. Eine jugendliche Antheridie vor der Theilung der Mutterzellen.
- ” 5. Vierlingsfrüchte; *a* in jugendlichem, *b* in entwickelterem, *c* in völlig ausgewachsenem Zustande; *d* der Inhalt der Mutterzelle in 2, darunter in 4 Tetrasporen getheilt; *e* Tetrasporen kreuzförmig gestellt; *f* eine entleerte Vierlingsfrucht.
- ” 6. Eine kugelige Tetraspore.
- ” 7. Eine unregelmässige gekeimte Tetraspore, die bereits eine Membran gebildet hat und im Begriff ist, sich zu theilen.



## Tab. IV.

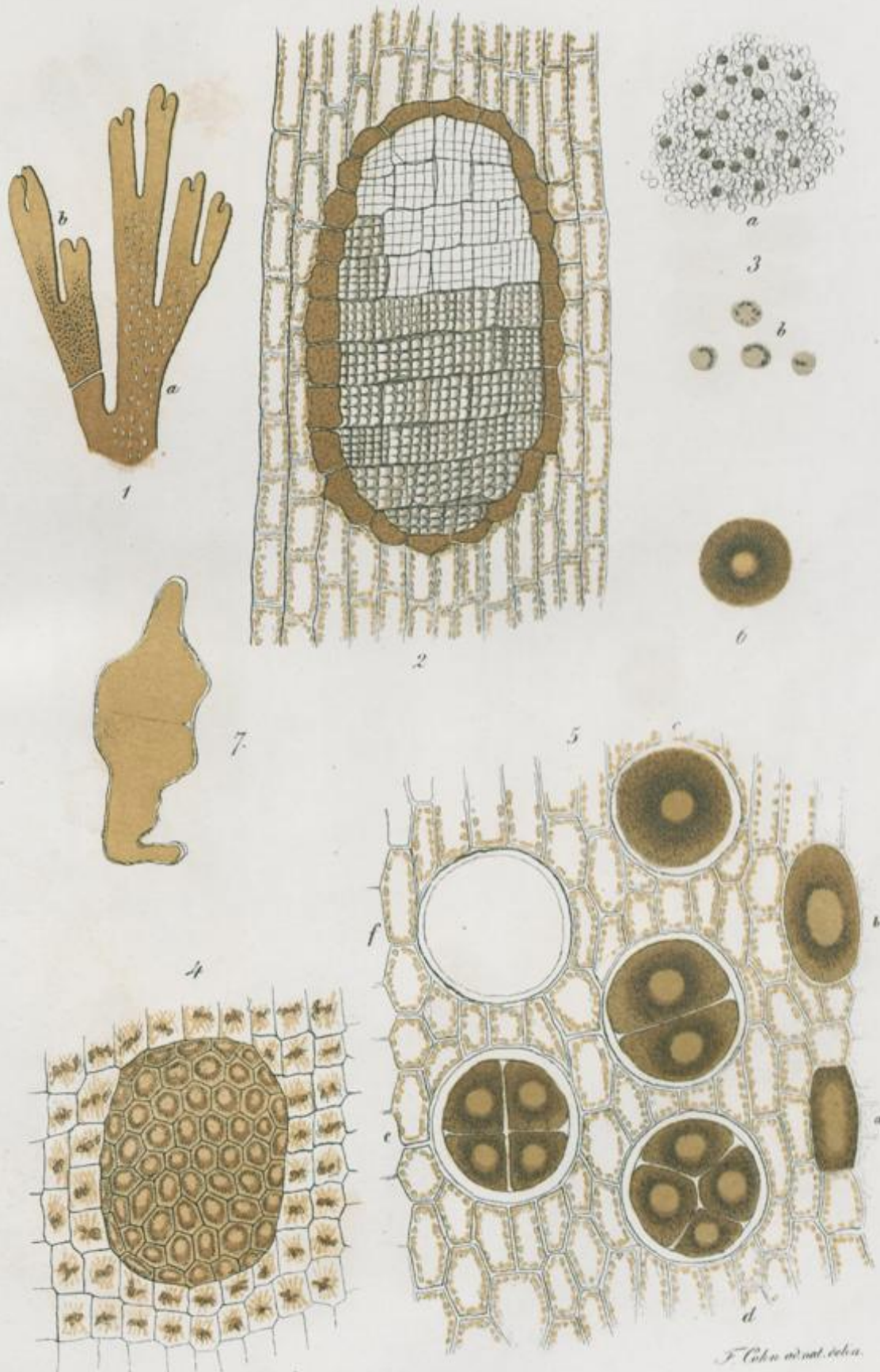
- Fig. 1. Ein Stück des Laubes mit Haufenfrüchten. Natürliche Grösse.  
 „ 2 und 3. Haufenfrüchte in ausgewachsenem Zustande.  
 „ 4. Desgl. in jugendlichem Alter.  
 „ 5. Desgl. entleert, nur 2 Sporen sind noch in ihren Mutterzellen zurückgeblieben.  
 „ 6. Keimung der Tetrasporen: *a* und *b* Zweitheilung; *c* Viertheilung; *d*, *e*, *f*, *g* spätere Entwicklungszustände; *h* eine gekeimte Tetraspore durch Kalihydrat durchsichtig gemacht: man unterscheidet den centralen Zellstrang, von 4 peripherischen, in je 16 getheilten Zellreihen umgeben.

## Tab. V.

- Fig. 1. Wachsthum des Laubes durch die sich quertheilende Scheitelzelle.  
 „ 2, 3, 4 u. 5. Dichotomie des Laubes durch die Längstheilung der Gipfelzelle; die Figuren 4 und 5 sind von Herrn Dr. Leopold Kny nach Exemplaren von Antibes gezeichnet und mir zur Benutzung freundlichst überlassen worden.  
 „ 6. Eine Haufenfrucht im Querschnitt, auf der Untenseite ein jugendliches Haarbüschel.  
 „ 7. Schematische Darstellung der Entwicklung des Laubes aus der Theilung der Zelle zunächst unter der Scheitelzelle; *a* und *b* von oben betrachtet, *a* die Bildung der ersten, *b* von 2 peripherischen Zellen; *c* und *d* perspectivisch gezeichnet; bei *c* sind alle 4 peripherischen Zellen gebildet, die eine derselben ist bereits durch eine Längsscheidewand in 2, die andere durch Längs- und Querscheidewand in 4 Tochterzellen getheilt; in Fig. *d* haben sich die peripherischen Zellen in  $4 \times 16$  Oberhautzellen vermehrt, die centrale beginnt sich ebenfalls durch parallele Scheidewände in eine Zellschicht umzubilden.  
 „ 8. Schematische Darstellung der dichotomischen Verästelung.

Sämmtliche Figuren sind mit Hülfe eines Hartnack'schen Mikroskops bei 320facher Vergrößerung gezeichnet, mit Ausnahme von Fig. 1 Tab. III u. IV, die in natürlicher, von Fig. 3 a Tab. III, die bei 650facher, und Fig. 5 Tab. V, die bei 155facher Vergrößerung dargestellt sind.





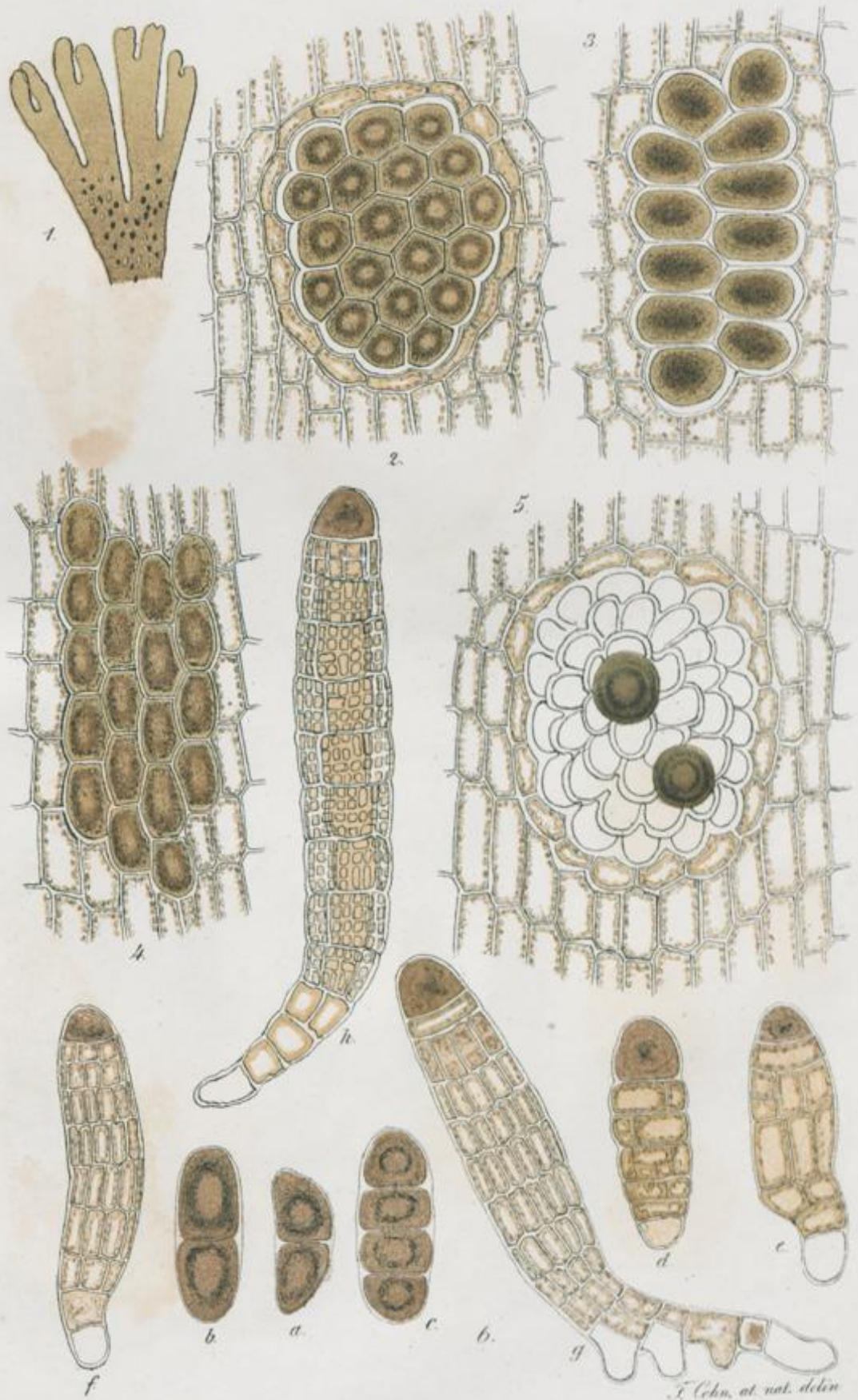
Lichg. Anst. v. C. Brück

F. Cohn ad nat. v. Cohn









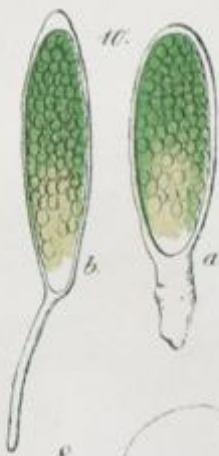
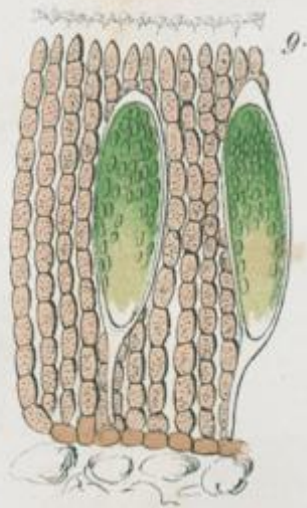
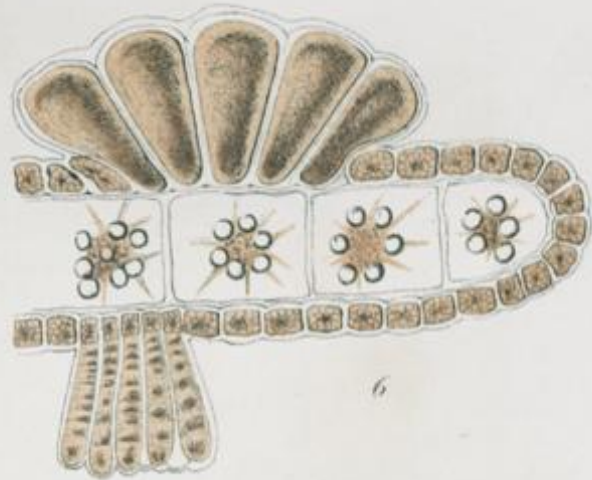
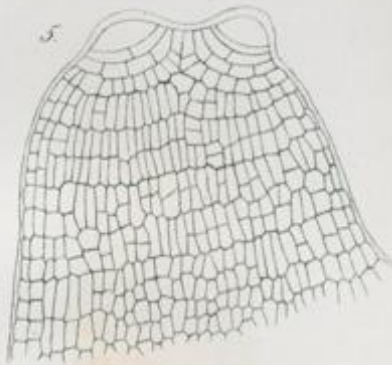
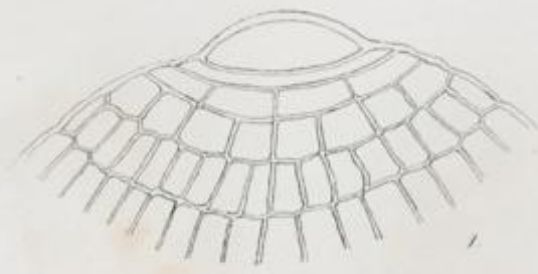
Lith. Joh. C. Nees

J. Ehrh. et. nat. delin









*Dielytra cochlearia* — *Crucea peltata*

F. Cohn ad. nat. delin.

Länge 200. v. Cohn



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur näheren Kenntniss und Verbreitung der Algen](#)

Jahr/Year: 1865

Band/Volume: [2](#)

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

Artikel/Article: [Ueber einige Algen von Helgoland 17-32](#)