

# FLECHTENSTUDIEN.

von

HUGO ZUKAL.

(Mit 7 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. JÄNNER 1884.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung. . . . .	250
Erstes Capitel.	
<i>Manzonia cantiana</i> (Garov). — Das Gonoecystium.	255
Das Gonangium . . . . .	259
<i>Verrucaria rupestris</i> (Schrad.) var. <i>rosea</i> . . . . .	261
Zweites Capitel.	
<i>Petractis exanthemata</i> (Körb.) . . . . .	265
<i>Verrucaria fusca</i> (Arnd.) . . . . .	266
<i>Hymenelia bluscens</i> (Mass.) . . . . .	267
<i>Ionopsis Prevostii</i> (Fr.) . . . . .	268
<i>Aspicilia flavidula</i> (Hepp.) var. <i>caerulea</i> (Arnd.) . . . . .	269
Das „Mikrogonidium“ . . . . .	269
Drittes Capitel.	
<i>Collema granosum</i> (Wulf) . . . . .	272
<i>Leptogium minutissimum</i> Flke (Die „Hormosporae“). . . . .	237
<i>Plectospora condensata</i> (Arnd.) . . . . .	274
<i>Eolichen Heppii</i> (n. sp.) . . . . .	276
<i>Eolichen compactus</i> (n. sp.) . . . . .	277
<i>Ephæbe Kernerii</i> (n. sp.) . . . . .	279
Das Verhältniss der Flechten zu den Algen ihrer unmittelbaren Umgebung . . . . .	281
Eine Bemerkung znr Systematik der Flechten . . . . .	283
<i>Lichenopeziza byophila</i> (n. sp.) . . . . .	284
Zusammenfassung. . . . .	288

## Einleitung.

Wer die Flechten nur aus einem grösseren Handbuche, etwa aus Sach's Lehrbuch der Botanik, kennt, wird mit einer Art von Verblüffung auf die ihm vorgelegten stattlichen 3 Bände blicken, welche nichts Anderes, als die Geschichte der Lichenologie von Krempelehuber enthalten.

Er wird nach einer flüchtigen Durehsicht der hier aufgehäuften gewaltigen Literatur zu der Einsicht gelangen, dass die Flechten Organismen sind, welche in nenerer Zeit einen grossen Reiz auf die Phantasie und den Erkenntnissdrang der Naturforscher ausgeübt haben.

Vielleicht war es der geheimnissvolle innere Bau im Verein mit einer ausserordentlichen Resistenz wider die grössten Extreme des Klimas, vielleicht waren es auch die bizarre Formen, welche diesen unscheinbaren Gewächsen immer neue Freunde zuführten.

Wie dem auch sei, die Thatsache steht fest, dass selbst entlegene Erdenwinkel, in Bezug auf ihre Flechtenflora, keine absolute Terra incognita mehr sind.

Wenn wir jedoch die lichenologische Literatur etwas näher ins Auge fassen, so finden wir zu unserem Erstaunen, dass weitauß der grösste Theil derselben sich mit der Systematik, Nomenklatur, Charakteristik und Physiographie beschäftigt und nur ein winziger Bruchtheil der Anatomie und Physiologie gewidmet ist.

Dieses Missverhältniss erklärt sich theils aus der scheinbaren Verworrenheit des inneren Baues der Flechten, theils aus der Kleinheit der bezüglichen Elementarorgane, also aus zwei Schwierigkeiten, die erst mit Erfolg bekämpft werden konnten, nachdem die optischen Mittel wesentliche Verbesserungen erfahren hatten.

Da der Autor dieser Abhandlung nur gewisse anatomische und biologische Verhältnisse der Flechten in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat, und die lichenologische Literatur dieser Disciplinen nicht sehr umfangreich ist, so kann er es sich gestatten, die einschlägige Literatur in grossen Zügen zu skizziren, ohne fürchten zu müssen, dadurch das Volumen seiner Abhandlung allzusehr zu vergrössern.

Als die erste bahnbrechende Arbeit über die Morphologie der Lichenen muss Tulasne's: Mémoire pour servir à l'histoire organograph. et physiol. des lichenes genannt werden. Diese grosse Arbeit ist schon 1852 in den Annal. des scienc. natur. 3. sér. Botanique. Tom. XVII erschienen und bildet noch gegenwärtig eine wichtige Quelle. Tulasne war von der Einheit der Flechtenmatur vollkommen überzeugt, zumal es ihm (seiner Ansicht nach) mehrmals geglückt war, einen vollständigen Flechtenthallus aus der Spore zu erziehen. Besonders hat sein Bericht über die Cultur der *Verrucaria muralis* eine Art von Berühmtheit erlangt, weshalb ich mir auch erlaube, die charakteristische Stelle aus demselben hier wörtlich anzuführen. „Die Sporen wurden im Monate Februar „in grosser Menge auf einen kleinen, aber abgeschliffenen Kalkstein gesät, welcher zum Schutz gegen Staub „mit einem Uhrglase bedeckt und von Zeit zu Zeit in sehr unregelmässigen Intervallen mit Wasser befeuchtet „wurde. Hin und wieder würden der Aussaat mittelst eines Pinsels einige Sporen entnommen, um den Fortschritt „ihres Wachstums zu constatiren. Beim Keimen vergrösserte sich ihr Volumen nicht, und sie entleerten nach „und nach alle festeren Bestandtheile, die sie enthalten hatten. Im April, also beiläufig 2 Monate nach der Aus- „saat, war ihre Form noch nicht verändert, sie waren mit den Schläuchen, welche sie getrieben hatten, in Ver- „bindung, jedoch ihre Membran war von innen her zertheilt geworden. Die Schläuche verzweigten sich vielseitig „und ihr Durchmesser nahm von der Basis gegen die Spitze hin zu. Nachdem sie lange Zeit ohne Querwände „geblieben waren, theilten sie sich endlich in eine grosse Anzahl regelmässiger Zellen und zwar durch Scheide- „wände, welche zuerst bei der Spore, beim Austritte des Keimschlauches auftraten, und die sich dann auch in „den Zweigen bis zu deren äussersten Enden bildeten“

„Zur selben Zeit, als diese Theilung eintrat, hatten die Keimschläuche evident an Volumen zugenommen; „ihre Zellen, die anfänglich kaum kurze Cylinder darstellten, rundeten sich allmälig bis zu einem gewissen „Grade ab, und es erhielten die Schläuche dadurch ein halskettenförmiges Aussehen. Diese zelligen Schläuche“

„massen in ihrem grössten Durchmesser kaum 0·01<sup>mm</sup>, d. h. sie blieben immer enger als die Sporen, waren farblos oder wenig gebräunt und enthielten sehr wenig feste Bestandtheile. Durch das Verwickeln der Schläuche untereinander bildeten sie ein festes verfilztes Gewebe (*Hypothema* Wall.), auf welchem sich gegen Ende April „eine weissliche Lage kleiner, runder Zellen, die innig untereinander und mit den Keimschläuchen, aus welchen „sie hervorgegangen waren, verbunden blieben, von 0·0004—0·0006<sup>mm</sup> Durchmesser entwickelte; einige dieser „Zellen waren scheinbar leer, andere mit einem plastischen Stoffe erfüllt. Bald darauf sah man auf dieser ersten „Zellenlage hie und da Zellen mit grünem Stoffe erfüllt erscheinen, und man durfte nicht mehr zweifeln, dass „ein neuer Thallus von *Verrucaria muralis* aus den zum Experimente verwendeten Sporen sich entwickelt hatte. „Diese grünen Zellen waren durch ihr Aussehen, ihr Volumen, ihre Gruppierung und ihre Beziehungen zu den „unter ihnen liegenden Zellen unmöglich mit den Zellen von *Protococcus* oder mit anderen niederen einzelligen „Algen zu verwechseln und unterschieden sich auch anserdem in keiner Weise von den Gonidien des Thallus „einer ausgewachsenen *Verrucaria muralis*.“ So weit Tulasne.

Jeder Unbefangene wird zugeben müssen, dass diese Art von Cultur nicht den Anforderungen entspricht, welche die Gegenwart an einen Versuch stellen muss, der den Anspruch auf Exaethetie erhebt. Denn bei der Tulasne'schen Culturmethode konnten sehr leicht Algenzellen mit dem Wasser zu den keimenden Sporen gelangen. Auch ersicht man aus der beigegebenen Zeichnung (Tafel 13, Fig. 12 und 13) nicht im Mindesten, dass sich die Gonidien aus den Hyphen entwickelt haben, ein Umstand, der um so schwerer ins Gewicht fällt, weil Tulasne als ein eminenter Zeichner mit Recht berühmt ist.

Übrigens wurde das Tulasne'sche Experiment von anderen Forschern wiederholt. Diese bekamen jedoch nur Keimschläuche zu Gesicht, die regelmässig abstarben, sobald die aus den Sporen stammenden Reservestoffe verbraucht worden waren; eine förmliche Thallusanlage sahen dieselben nie, noch weniger das Auftreten von Gonidien.

Im Jahre 1866 erschien De Bary's *Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten*, ein Werk, das für die Erkenntniiss des wahren Wesens der Flechtenmatur von grosser Bedeutung geworden ist. Denn hier wird zum ersten Mal die Alternative aufgestellt: „dass entweder die Gallertflechten, Ephebe etc. die vollkommen entwickelten, fructifirenden Zustände von Gewächsen sind, deren unvollständig entwickelte Formen als Nostocaceen, Chroococcaeen bisher unter den Algen standen, oder aber, dass die Nostocaceen und Chroococcaeen typische Algen sind, welche die Form von Collemen, Epheben etc. dadurch annehmen, dass gewisse Ascomyceten in sie eindringen, ihr Myel in dem fortwachsenden Thallus ausbreiten und an dessen phycocromhaltigen Zellen öfters befestigen.“ Nach dem Gesagten muss man De Bary für den eigentlichen Urheber der Theorie des Parasitismus erklären, wenngleich es erst Schwendener vorbehalten war, diese Theorie durch breit angelegte und tiefgehende Untersuchungen fest zu begründen. Beide Forscher gelangten zu ihrer Ansicht nicht etwa auf dem Wege einer plötzlichen Inspiration, sondern sie liessen sich durch die von ihnen zu Tage geförderten Thatsachen langsam und widerstrebend zu den letzten Schlüssen drängen. Schwendener hat bekanntlich erst am Schluss des 2. Bandes seiner „Untersuchungen über den Flechtenthallus“ die nach ihm benannte Theorie präzise formulirt und durch schwer wiegende Gründe unterstützt. Da der 1. Theil in Nägeli's Beiträgen zur wissenschaftlichen Botanik schon 1860, der 2. Theil ebendaselbst erst 1868 erschienen ist, so hat Schwendener seine Theorie eine Reihe von Jahren reifen lassen, ehe er mit ihr vor die Öffentlichkeit getreten ist. Diese Theorie, nach welcher die Flechten Ascomyceten sind, die sich durch einen eigenthümlichen Parasitismus auf gewissen Algen anszeichnen, klingt für den ersten Moment so abenteuerlich, dass es uns nicht wundern darf, wenn diese Theorie anfangs auf eine heftige Opposition stiess, welche durch die Arbeiten Famintzin's und Boranetzky's neu gefährdet wurde. Diesen Forsehern war es nämlich 1867 gelungen, die aus dem Thallus verschiedener Flechten stammenden Gonidien monatelang im Wasser am Leben zu erhalten, ja sogar zur Zoosporenbildung zu bringen.

Sie gelangten durch ihre Beobachtungen zu dem Schluss, dass die Gonidien vieler Flechten auch ausserhalb des Thallus für sich allein vegetiren können, und dass demnach viele der sogenannten einzelligen Algen wohl nichts Anderes, als frei lebende Flechtengonidien sind.

„Famintzin und Boranetzky, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Gonidien und Zoosporenbildung bei *Physia parietina*.“ — Bot. Zeitung, Mohl und de Bary 1867. Dieselben in: Mémoires de l'Acad. impér. des scienc. de St. Pétersbourg, VII. sér. Tome XI. Boranetzky, Beitrag zur Kenntnis des selbstständigen Lebens der Flechtengonidien in: Mélanges biolog. du Bullet. de l'Acad. de St. Pétersbourg. Tome VI. 1867.

Auch die Arbeiten Itzigsohn's über die Glaucogonidien von *Peltigera canina* (Bot. Zeitg. 1868) und Nylander's über die Cephalodien der Flechten (Flora 1866 und 1868) sprachen mehr gegen, als für die Theorie des Parasitismus. Ebenso spricht sich Funiting in seinen Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Lichenen (Bot. Zeitg. 1868) entschieden für die einheitliche Natur der Flechten aus.

Da publicirte 1869 Schwendener seine „Algentyphen“ und bewies auf das schlagendste die Identität bestimmter Flechtengonidien mit gewissen Algengattungen, wie *Sirospiran*, *Scytonema*, *Rivularia*, *Nostoc*, *Polycoecus* u. s. w. (Programm für die Rectoratsfeier der Universität Basel 1869.) Allein auch diese Abhandlung vermochte die Gegner Schwendener's nicht zu bekehren; sie erklärten nun auch die eben genannten Algengattungen für frei lebende Flechtengonidien. Besonders waren es hervorragende Lichenologen, wie Nylander, Körber und Krempehuber, welche die Schwendener'sche Theorie auf das heftigste bekämpften. Von dieser Seite wurde der wissenschaftliche Streit hauptsächlich in der Regensburger Flora geführt und demnach findet man in den Jahrgängen 1868—79 dieser Zeitschrift so ziemlich Alles beisammen, was an Thatsachen und Gründen gegen die neue Theorie vorgebracht worden ist. Nach und nach mehrten sich aber auch im In- und Auslande die Stimmen, die für Schwendener in die Schranken traten.

So erklärte z. B. 1870 Gibelli, dass die Resultate seiner eigenen Arbeiten die Richtigkeit der Schwendener'schen Theorie in hohem Grade wahrscheinlich mache. (Gibelli G.: Sulla genesi degli apotheci delle *Verneariacee* in Nuovo Giornale Bot. Italiano, Vol. II, 1870.) Ein besonderes Aufsehen mache es, als auch Sachs in der 2. Auflage seines Lehrbuches 1870 für Schwendener in einer sehr entschiedenen Weise Partei nahm. Ein Jahr später — also 1871 — erschien in den Monatsberichten der Berliner Akademie eine Arbeit von Rees: Über die Entstehung der Flechte *Collema glaucescens*.

Der Autor der eitirten Arbeit ist der erste, welcher den Versuch gemacht hat, die Flechtenfrage auf dem Wege des exacten Experimentes zu lösen, indem er die Sporen der *Collema glaucescens* auf *Nostoc lichnoides* aussäete. Durch diesen Culturversuch erhielt er einen *Collema*-Thallus, der jedoch nicht zur Fructification gelangte. Wenn die Anhänger der Schwendener'schen Theorie dieses Experiment mit Recht als eine Thatsache begrüssten, die sehr zu Gunsten ihrer Anschanungen sprach, so kann man sich andersseits doch darüber nicht wundern, dass die Gegner Schwendener's dem Rees'schen Versuche jede Beweiskraft absprachen; denn wer *Nostoc lichnoides* für keine Alge, sondern für eine frei vegetirende Flechtengonidie hält, der wird auch geneigt sein, den Rees'schen Versuch genau so zu betrachten, wie etwa die Aussaat der Sporen von *Marchantia polymorpha* auf — ihre eigenen Brutknospen. Eine weitere, wichtige Unterstützung erhielt die Schwendener'sche Lehre im Jahre 1873 durch Bornet's: Recherches sur les gonidies des Lichens, in Annales des sciences naturelles, 5. Serie.

In dieser umfangreichen Arbeit werden nicht nur die Gonidien von circa 60 Flechtengattungen auf ganz bestimmte Algentyphen zurückgeführt, sondern es wird auch gezeigt, wie oft beide Componenten der Flechte durch das Convivium verändert werden; es wird auch ferner der Nachweis geliefert, dass eine und dieselbe Alge sehr verschiedenen Pilzen als Gonidium dient, aber dass auch umgekehrt derselbe Flechtenpilz zuweilen zwei verschiedene Algen einschliesst. Auch hat Bornet den Rees'schen Versuch nicht nur wiederholt und bestätigt, sondern auch insofern erweitert, dass er die Sporen von *Parmelia parietina* und von *Biatora muscorum* auf *Protococcus viridis* aussäete. Obwohl diese letzteren Culturen an Schimmelbildungen zu Grunde gingen, ehe es zu einer eigentlichen Thallusbildung kam, so gaben sie Bornet doch Gelegenheit, höchst interessante Details über das Anlegen der Pilzhypfen an die Algenzellen etc. zu beobachten.

In demselben Jahre berichtete auch Treub in Nr. 46 der bot. Zeitg. über einige Culturen von Flechtensporen auf Gonidien, die andern Flechtenexemplaren entnommen worden waren. Die Sporen trieben Keimschlüche, welche sich an die Gonidien anlegten und dieselben schliesslich vollkommen einschlossen. Zu einer eigentlichen

Thallusbildung kam es jedoch auch bei den Treub'schen Culturen nicht, welchen Misserfolg die Gegner der Schwendener'schen Theorie zu neuen Angriffen benützten. Erst im Jahre 1877 gelang es Stahl aus den Sporen und Gonidien zweier verschiedenen Flechten, nämlich des *Endocarpon pusillum* und der *Thelidium minutulum* einen vollständigen Thallus zu erziehen und denselben auch bis zur vollständigen Sporenreife zu bringen. Aber auch in anderer Beziehung sind Stahl's „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Flechten“ höchst wichtig geworden; denn wir werden durch sie mit einer neuen Befruchtungstheorie der Flechten bekannt gemacht, welche ganz dazu angethan ist, den Parallelismus zwischen den Ascomyceten und Flechtenpilzen in ein neues Licht zu setzen.

Durch die erfolgreichen Stahl'schen Culturen wurde auch der synthetische Beweis für eine Theorie erbracht, die aus Abstractionen und Präparationsbefunden — also auf analytischem Wege entstanden war. Wenige Wochen nach den Stahl'schen „Beiträgen“ erschien eine interessante Abhandlung von Frank: Über die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten in Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, 2. Band, 1877.

In dieser Arbeit wird der Nachweis geliefert, dass nicht immer der Flechtenpilz die Alge befällt, sondern dass auch zuweilen die Alge den Flechtenpilz aufsucht und in diesen gewissermassen hineinwächst. Nebst anderen interessanten Details, wie über den Transport der Gonidien durch die Hyphen aus der Gonidienzone gegen die äusserste Randzone zu, bringt uns dieser Forseher die Mittheilung, dass es Flechtenspecies gibt, die sich zuweilen auch ohne Gonidien behelfen können.

Die Folge der Stahl'schen und Frank'schen Untersuchungen war, dass derjenige Theil der Morphologen und Biologen, welcher bislang der Schwendener'schen Theorie skeptisch gegenübergestanden war, diese nun rückhaltlos anerkannte. Nur allein die Lichenologen hielten, oder besser gesagt, halten an ihrem alten Standpunkt fest. Diese Thatsache ist immerhin auffallend und verdient näher untersucht zu werden, denn es gibt ja unter den Lichenologen viele ernste Forseher, von denen nicht so ohne Weiteres angenommen werden kann, dass sie logischen Gründen unzugänglich sind. Der Verfasser hält folgende Umstände für die eigentliche Ursache des noch hente ungebrochenen Widerstandes der Fletenkundigen gegen die Schwendener'sche Theorie.

Es kommen nämlich bei den Flechten höchst merkwürdige Organe und Structurräthsel vor, die entweder noch gar nicht oder mit irrgen Interpretationen beschrieben worden sind. Nun liegt es in der Natur der Sache, dass die erwähnten Structurräthsel solchen Männern, die sich vielleicht ein halbes Menschenalter hindurch nur mit den Flechten befassten, häufiger vor die Augen treten mochten, wie dem Anatomen, der den Lichenen nur einen begrenzten Zeitraum zu widmen vermag. Nun stelle ich mir vor, dass vielleicht gerade in der genauen Bekanntschaft mit den oft sehr überraschenden Structurdetails der Hauptgrund des Widerstandes der Lichenologen zu suchen sein mag.

Allerdings wäre es dann die Sache der Flechtenforscher gewesen, ihre Opposition durch die Beschreibung der erwähnten histologischen Verhältnisse zu rechtfertigen, allein die meisten Lichenologen vermieden es, diesen Weg zu betreten, wahrscheinlich aus Scheu vor einer Polemik, die sich fast gegen alle lebenden botanischen Autoritäten richten müsste. Nur Minks scheint von dieser Scheu nicht angekränkelt worden zu sein, denn er setzt in einer ganzen Reihe geharnischter Streitschriften den Kampf gegen die „Schwendenerianer“ fort.

Sein erstes Opus dieser Art — erschien in den Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, XXVI. Band, 1877, unter dem Titel „Beiträge zur Kenntniss des Baues und des Lebens der Flechten“. In dieser Abhandlung beschreibt er die sogenannten Gonangien und Gonoeystien, zwei Organe, die „zur Erzeugung der anfänglichen Gonidien des Flechtenhallus dienen“. Zwei Jahre später — also 1879 — veröffentlichte Minks sein Mikrogonidium, „als einen Beitrag zur Kenntniss des wahren Wesens der Flechten“. In dem ganzen Buehe wird nur die Structur einer einzigen Flechte beschrieben, die des *Leptogium myochroum*. Minks behauptet daselbst, dass auch die Hyphen (das „Gonohyphea“) grün sind, und winzige Gonidien (Mikrogonidien) enthalten, welche sich nur durch ihre Grösse und schwächere Färbung von den gewöhnlichen

Gonidien (dem „Gonidema“) unterscheiden. Beide Gewebeformen können in einander übergehen. Zu diesen zwei Geweben tritt noch ein drittes Gewebesystem das „HypHEMA“, welches wie ein feiner Schleier die beiden anderen Gewebeformen durchwächst und umhüllt, und das für das Leben der Flechten von ausserordentlicher Bedeutung ist“. Die ganze Schreibweise im „Mikrogonidium“ erinnert stark an Wallroth's Naturgeschichte der Flechten. Da ich übrigens im Laufe des Textes auf dieses merkwürdige Buch noch zurückkommen werde, so enthalte ich mich hier jeder kritischen Bemerkung. Die neueste Mink'sche Arbeit vom Jahre 1882 führt den Titel „Symbolae Licheni Mycologieae“. Hier werden jene Organismen beschrieben, „die gewissermassen das Grenzgebiet zwischen den Flechten und Pilzen ausmachen“. In dieser Arbeit werden auch vielen notorischen Pilzen „Mikrogonidien“ zugesprochen — wodurch dieselbe genügend charakterisiert wird. Die letzten Publicationen, die ich noch in dieser Arbeit berücksichtigen konnte, sind Krabbe's Untersuchungen über die Gattung *Sphyridium* (Bot. Zeitg. 1882) und dessen Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Cladonien (Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, Band 1, Heft 2). Krabbe ist durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse gelangt, dass sich die Apothecien vieler Flechten auf ungeschlechtlichem Wege entwickeln und dass die Podetien der Cladonien (mit wenigen Ausnahmen) nicht zum Thallus zu rechnen sind, indem sie mit den Apothecien und Spermagonien zusammen den eigentlichen Fruchtkörper darstellen.

Der Verfasser dieser Abhandlung gehörte selbst lange Zeit hindurch zu den Gegnern der Schwendener'schen Theorie und gelangte erst nach jahrelangen Untersuchungen zu einer rückhaltlosen Annahme des Schwendener'schen Standpunktes. Die Aversion gegen die Theorie des Parasitismus war bei ihm gewissermassen ein wissenschaftliches Vorurtheil, welches durch starke Jugendindrücke auf ähnliche Weise entstanden sein mag, wie irgend ein sociales Vorurtheil. Denn seit dem Augenblick, als ich mich als 13jähriger Tertianer im Landesmuseum zu Troppau zum ersten Mal an dem Anblick merkwürdiger Flechtenformen (der *Nephroma artica*, *Evernia vulpina*, *Usnea longissima* etc.) erfreuen konnte, hatte ich mich daran gewöhnt, die Flechtenarten mit demselben Massstabe zu messen, wie die guten Arten der Phanerogamen. Später — als ich mit den bezüglichen wissenschaftlichen Theorien bekannt gemacht worden war, schloss ich mich eifrig jener an, welche die Chroococaceen und andere Alpentypen für frei lebende Flechtengonidien erklärte. In dieser Anschauung wurde ich noch durch einige theoretische Erwägungen bestärkt.

So sagte ich mir, dass die Flechten — wenn die Schwendener'sche Theorie richtig wäre — in einer andern und auffälligen Weise variieren müssten, wie die übrigen Pflanzen. Das ist aber nicht der Fall. Im Gegentheil, man findet unter den Flechten neben vielen merkwürdig constanten Formen auch solche, die ausserordentlich variieren, also dieselben Verhältnisse, wie bei den anderen Gewächsen. Eine andere Erwägung war die, dass sich die Ascomyceten unter den Pilzen phylogenetisch nur schwer von den Algen ableiten lassen, dagegen leicht von den Flechten, wenn man die Ascomyceten für Flechten erklärt, die sich an das Schmarotzerleben gewöhnt haben, und denen dadurch das Organ der selbständigen Ernährung, das Chlorophyll, abhanden gekommen ist.

Ich wurde ferner in meinen Anschauungen noch durch den Umstand bestärkt, dass bei Chroococaceen bis jetzt noch keine Befruchtung, ja nicht einmal eine ordentliche Sporenbildung nachgewiesen werden konnte. Endlich hatte ich durch meine fortgesetzten Flechtenstudien eine Reihe von Thatsachen constatirt, welche alle gegen die Schwendener'sche Theorie zu sprechen schienen. Da aber diese Studien schliesslich doch nur zu einer Bestätigung der Schwendener'schen Anschauungen führten, so könnte es fast scheinen, als ob eine detaillierte Beschreibung der eben erwähnten Thatsachen überflüssig wäre. Das ist aber doch nicht ganz der Fall; denn einerseits ist ein Theil der Thatsachen vollkommen neu und seine Publication kann als ein Beitrag zur Kenntniß der Structurverhältnisse der Flechten überhaupt gelten, andererseits wurde allerdings ein anderer Theil dieser Thatsachen bereits beschrieben, aber — in einer unrichtigen Belichtung und mit irrgigen Interpretationen.

Der Übersicht halber habe ich alle Befunde, welche für die Einheit des Flechtenorganismus zu sprechen scheinen, in drei Gruppen getheilt. In der ersten Gruppe sollen alle jene Behälter und kapselartigen Organe beschrieben werden, in denen sich Gonidien zu entwickeln scheinen.

In der zweiten Gruppe werde ich jene Fälle anführen, in denen die Hyphen scheinbar direkt in die Gonidien übergehen. In der dritten Gruppe endlich sollen alle jene Beobachtungen zusammengefasst werden, welche mich lange Zeit dazu verleitet haben, den Flechten (analog den Moosen) eine Art von Protonema zuzusprechen. Eine allgemeine Übersicht über die vorgebrachten Thatsachen wird den Schluss bilden und hoffentlich verhindern, dass beim Studium des Flechtenthallus Andere dieselben Irrgänge beschreiten, wie der Verfasser.

### Erstes Capitel.

#### *Manzonia Cantiana* Garov.

Gazovaglio Saneto, *Manzonia Cantiana*, novum lichenum angiocarporum genus, in: Memorie della società italiana di scienze natur. Vol. II, Nr. 8, 1866.

Diese Flechte bildet auf Kalk, besonders in den südlichen Alpen, eine körnige, rundliche Kruste von 1—8<sup>cm</sup> Durchmesser. Sie fällt — trocken aus dem Herbar genommen — durch ihre grünliche Färbung auf. Dieses Grün röhrt aber nicht von den Gonidien her, sondern von blaugrünen Hyphen, welche die Kruste überziehen und am Thallusrande strahlig auseinanderlaufen. Die Dicke der Kruste ist verschieden; in der Mitte, wo dem mächtig entwickelten Hypothallus (Rhizoidentheil) noch zahlreiche Thallushyphenschichten aufgelagert sind, beträgt dieselbe wohl 5<sup>mm</sup> und darüber. An der Peripherie ist die Dicke der Kruste gleich jener der vereinzelten Hyphen, welche hier allein noch die verwaschene Rauhzone bilden.

Der weitaus grösste Theil des Thallus ist in den Kalk versenkt und nur seine oberste Schicht ragt frei in die Luft hinein. Wer sich daher mit dem inneren Bau dieser Flechte bekannt machen will, muss die Kruste (mit einem entsprechenden Theile ihrer Unterlage) von dem Muttergestein lossprengen, und zwar an solchen Stellen, wo sie am mächtigsten entwickelt ist. Die abgesprengten Partikeln werden dann so lange in verdünnte Salzsäure gelegt, bis aller Kalk gelöst ist. Auf diese Weise erbält man oft ziemlich grosse Thallusstücke, die vom Hypothallus an bis zur blaugrünen Deckhyphe vollkommen unversehrt sind. Die weitere Manipulation erfordert wegen der geringen Consistenz des flockigen Hypothallns grosse Vorsicht. Sie betrifft das Auswaschen, Übertragen und Einbetten der Thallusstücke in Gummischleim. Sobald das Einbettungsmittel die nötige Festigkeit erlangt hat, lässt sich der Thallus leicht in dünne Schnitte zerlegen. Ein gelungener Schnitt, genau senkrecht auf die Thallusfläche geführt, gibt bei einer 400fachen Vergrösserung ein sehr complicirtes und verwirrendes Bild (I, 1).

Wir wollen uns das Verständnis desselben erleichtern, indem wir das Gonidien- und Hyphensystem gesondert betrachten, dabei verstehen wir unter Gonidien jede Zelle, welche Chlorophyll oder einen gleichwertigen Farbstoff enthält oder offenbar einen solchen enthalten hat, während wir alle nicht chlorophyllhaltigen Zellen als Hyphe ansprechen wollen.

#### Die Gonidien.

Im Rhizoidentheil kommen reich verzweigte grüne Fäden vor, welche eher einem Moosvorkeim als einer Alge ähnlich sehen, denn die Querwände liegen meist schief und die Zellen sind oft auf eine merkwürdige Weise ausgebaut und verbogen, als ob sie sich im jugendlichen Zustand genau jeder Unebenheit des Substrates angeschmiegt hätten, der Zellinhalt zeigt zwischen dem grün gefärbten Protoplasma grosse Öltröpfchen. (I, 2.) Weitans der grösste Theil dieser Protonema-artigen Fäden ist jedoch gebräunt, verrottet und von Hyphen durchwachsen. Dort wo der Hypothallus (Rhizoidentheil) ohne scharfe Grenze in den Thallus übergeht, verschwinden die grünen Fäden und statt ihrer treten längliche, mitunter verzweigte Gonidienstücke auf. (I, 3.) Sie bestehen aus einer grossen Anzahl einzelliger, trübgrüner Gonidien von meist polydrischer Form, welche nur spärlich von Hyphen umspinnend sind. Man kann nicht leicht über die Herkunft dieser Gonidienstücke ins Klare kommen. Einige der verzweigten Stöcke sehen nämlich so aus, als ob sie aus den Moosvorkeim-artigen Fäden des Hypothallus durch Theilung hervorgegangen wären. Auch stimmt die Breiten-

dimension der Stöcke und die Art ihrer Verzweigung mit der der Fäden so ziemlich überein; dazn sieht man zuweilen einzelne Gonidienstöcke von einem deutlichen Gallertsamm begrenzt, welcher recht gut für die degenerierte Membran der Fäden gelten könnte. Da ich aber deutliche Übergänge zwischen den Protonema-artigen Fäden und den Gonidienstöcken nicht auffinden konnte, und überdies der supponirte Zusammenhang beider Formen zu höchst unwahrrscheinlichen Schlüssen führen müsste, so nehme ich an, dass die Protonema-artigen Fäden nur zufällig in den Thallusverband der Flechte gelangt sind. Ich würde ihrer auch gar nicht erwähnt haben, wenn ich nicht dieselben Fäden auch bei anderen Kalkflechten und immer im Rhizoidentheil gefunden hätte. Im eigentlichen Thallus unserer Flechte kommen die typischen Gonidien vor, und zwar zu ziemlich gleich grossen, rundlichen Nestern vereinigt. Die einzelnen Gonidien sind etwas grösser, gerundeter und heller grün, als jene der Gallertstöcke, auch zeigen sie eine dickere Membran. (I, 1 a.) Ähnliche Gonidienester, wie die eben besprochenen, finden sich auch noch hart unter der Rindschicht der Kruste. (I, 16 und 4.) Nur sind diese Häufchen viel kleiner als die im Thallus tiefer liegenden, und die einzelnen Gonidien sind so eigenartig mit den Hyphen verwachsen, dass sie wie Beeren an den Zweigenden der zarten Hyphe zu sitzen scheinen. Wenn man die typischen Gonidienhäufchen des Thallus mit Schwefelsäure und Jod behandelt, dann zeigt die Membran der Gonidien deutlich eine blane Färbung, während die sie umspinnenden Hyphen gar nicht oder nur gelblich gefärbt werden. Behandelt man aber ebenso die vorhin erwähnten kleinen Gonidienhäufchen, so färben sich diese nicht blau, sondern schön weinrot.

Auf der Oberfläche der *Manzonia*, besonders häufig an der äussersten Randzone der Kruste, sitzen an einer auffallend blaugrün gefärbten, knrigliederigen Hyphe eigenthümlich dunkelgefärbte, undurchsichtige kugelige Kapseln von sehr verschiedener Grösse, immer aber so gross, dass sie schon bei einer 200fachen Vergrösserung deutlich erkannt werden können (I, 1, e und 5, 6, 7, 8, 9, 10). Die Kapseln sind ein-, zwei-, vier- bis vielfächerig. In jedem Fælle liegt eine kugelige oder ellipsoidische Zelle, deren Grün oft deutlich durch die braune Kapselwand hindurchschimmert, besonders dann, wenn vorher durch irgend ein Quellungsmittel die Kapselwand durchsichtiger gemacht worden ist.

Wenn die Kapsel eine gewisse Grösse und die Zahl der eingeschlossenen grünen Zellen eine gewisse Höhe erreicht hat (zuweilen aber auch schon nach der Bildung von 2—4 Zellen) wird die Kapselwand durch einen Degenerationsprozess in eine sich bald verflüssigende Gallerte verwandelt, in welcher die grünen, nun zu einem diffusen Häufchen vereinigten Innenzellen eingebettet liegen. Dieses Häufchen wird bald von den Thallushyphen umspunnen und unterscheidet sich dann in nichts mehr von den typischen Gonidienenglomeraten. Die Kapseln können übrigens auch noch ein anderes Schicksal erleiden. Ich habe nämlich beobachtet, dass sie sich von der trockenen Flechte äusserst leicht loslösen.

Wenn dieses im Freien geschieht, so werden sie oft vom Winde erfasst und weit fortgetragen werden.

Die eben besprochenen Organe wurden zuerst von Minks entdeckt und in den Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Band XXII als „Gonocystien“ beschrieben. Minks lässt bekanntlich die Gonocystien aus den Hyphen hervorgehen, und es sind diese Organe in der That oft so eigenthümlich an kurzen Seitenästen der Hyphen inserirt, dass obige Annahme sehr nahe zu liegen scheint. Ich selbst habe jahrelang in diesem Punkte die Minks'schen Ansehanungen getheilt und bin erst durch Culturversuche zur Erkenntniss des wahren Sachverhaltes gelangt. Da fand ich denn Folgendes: Bei vielen Flechten, besonders bei Steinflechten mit nicht geschlossenem Thallus, gelangen einzelne Gonidien durch gewisse Wachstumsprozesse so an die Oberfläche der Kruste, dass sie mit der atmosphärischen Luft in eine direkte Berührung treten.

Bei manchen Flechten mit Marginalwachsthum geschieht dieses in der äussersten Randzone mit einer gewissen Regelmässigkeit. So lange sich die Gonidien im Innern des Thallus befinden, so lange sind sie durch die Hyphendecke vor einem allzugrossen Wasserverlust geschützt.

Für diejenigen Gonidien aber, welche durch gewisse Wachstumsvorgänge an die Oberfläche oder an den Rand der Kruste gebracht worden sind, geht dieser Schutz verloren. Wenn man nun bedenkt, dass ein grosser Theil der Steinflechten die nackten Felswände der Gebirgskämme bewohnt, wo eine enorme Wärmestrahlung

herrscht, so wird man zugeben, dass die aus dem Thallus an die Luft geführten Gonidien durch Austrocknung zu Grunde gehen müssten, wenn nicht irgend eine Schutzvorrichtung die völlige Austrocknung verhindern würde.

Viele Phanerogamen schützen sich bekanntlich in den hoehalpinen Regionen vor denselben Einflüssen entweder durch eine dicke Cuticula oder durch ein dichtes Haarkleid. Die an ähnlichen Orten wachsenden *Sirosiphoniaeae*, *Seytonemeen* etc., sondern unter gleichen Umständen eine gewaltige Hüllmembran ab, welche in der Regel so dicht ist, dass die betreffenden Algen fast schwarz aussehen. Ganz ähnlich verfahren die durch einzelne Hyphen an die Luft gebrachten Gonidien der Krustenflechten. Sie sondern, um sich vor einem allzu starken Wasserverlust zu schützen, eine dichte Hüllmembran ab, und werden dadurch zu Gonocystien. Innerhalb der dichten Hüllmembran (Kapselwand) theilen sich die Gonidien dann durch senkrecht aufgesetzte Scheidewände in allen drei Richtungen des Raumes in 2, 4, 8, 16 und mehr Zellen.

Während dieser Theilungsvorgänge wächst die äussere Kapselwand bis zu einer gewissen Grenze durch Intussusception mit, und schafft den jungen Zellen in ihrem Innern den nötigen Raum zur Entwicklung. Endlich aber stirbt sie ab (wahrcheinlich in Folge des durch die Gonidien ausgeübten Druckes) und löst sich in eine formlose Gallerte auf.

Die Gonocystienbildung ist nicht etwa auf eine bestimmte Gonidienart (oder besser auf einen bestimmten Algentypus) beschränkt; ich fand Gonocystien bei Steinflechten, deren Gonidien theils zu den Palmellaceen, theils zu den Gloeocapseen, ja sogar zu den Seytonemen gehörten. Wieder ein Beweis, dass unter dem Einfluss einer allgemein wirkenden Ursache ähnliche Gestalten auch aus heterogenen Bausteinen hervorgehen können. Während des Studiums der Gonocystien legte ich mir noch die Frage vor, ob diese Gebilde den Flechten irgend welchen Nutzen gewähren oder nicht? Wenn die Gonocystien hauptsächlich an der Peripherie einer Flechte auftreten, so werden sich aus ihnen häufig neue Thallusareolen bilden; auf diese Art können sie zur Verbreitung (Vergrösserung) der Kruste beitragen, denn nach der gallertigen Degeneration der Kapselwand wird der frei gewordene Gonidienhaufen in der Regel von den benachbarten Hyphen dicht umspinnend werden. In vielen anderen Fällen jedoch lösen sich die Gonocystien noch vor der gallertigen Degeneration ihrer Kapselwände von dem Thallus ab und gelangen als leichte Körper in die Bahnen der Luft- und Wasserströme. Was geschieht mit diesen? Gehen die entführten Gonocystien für die Mutterflechten verloren?

Über diese Fragen konnte nur die direkte Beobachtung entscheiden, weshalb ich auch die Gonocystien mehrerer Species in Cultur nahm.

Anfangs wurden dieselben unter Wasser gezogen, und zwar in flachen Glaszellen, die mit einem Deckglase verschlossen werden konnten. Das Wasser wurde (zur Verhütung von Fäulniss) täglich mittelst einer Pipette erneuert. Der ganze Apparat konnte unter dem Mikroskop (noch mit Wasserlein's System Nr. 4) in allen seinen Räumen durchforscht werden. Das Resultat aller Wasserculturen war stets das gleiche. Während der 1. (selten auch 2.) Culturwoche blieben die Gonocystien fast unverändert liegen. Nach dieser Zeit bemerkte man ein leichtes Aufquellen der Gonocystienwände; dieses Aufquellen wurde später immer deutlicher und am Schlusse der vierten Woche waren in der Regel sämtliche Wände der vielfächerigen Kapsel mehr oder minder versehleimt. Zu dieser Zeit sahen die Gonidien ziemlich blass aus und zeigten häufig eckige Contouren. Im Verlaufe der nächsten 4 Tage rundeten sie sich jedoch ab und bekamen ein freudig grünes Aussehen. Zuletzt entwickelten sie sich innerhalb der grössten Gonidien zahlreiche Tochterzellen, die jedoch nicht ausschwärmt, sondern innerhalb der Mutterzellenmembran verblieben. In diesem Stadium sahen die Gonidien der Nägeli'schen Algentypus „*Gloeocystis*“ täuschend ähnlich. Das war der Verlauf sämtlicher sechs Culturen, die ich mit Gonocystien unter Wasser angestellt habe. Eine Abweichung ergaben nur die Gonocystien von *Acarospora glaucoarpa* Whlbg. (aus dem Riesengebirge), die nahezu 3 Monate zur völligen Erweichung ihrer Kapselwände brauchten. Niemals aber kam es bei der Wassercultur auch nur zu der ersten Anlage einer Thallusbildung; im Gegentheil, diejenigen Hyphenstücke, welche mit den Gonidien vom Thallus abgerissen worden waren, weil sie diesem durch Verwachsung fest anhingen, gingen in der Wasser-

cultur regelmässig zu Grunde. Später änderte ich das Culturverfahren dahin ab, dass ich die Gonocystien unter Glasgloeken auf ihren natürlichen Substraten (Felsstücken) trocken cultivirte und nur unregelmässig befeuchte. Die meisten dieser Culturen gingen zu Grunde, wahrsecheinlich weil das richtige Maass von Feuchtigkeit nicht getroffen wurde. Einmal jedoch nahm die Trockeneultur der Gonocystien von *Petrartis exanthemata* Körb. einen anderen Verlauf. Ich hatte mittelst eines Pinsels 25 dieser interessanten Körper auf ein plan-geschliffenes Stück Alpenkalk gebracht und jeden Abend reichlich mit frischem Wasser benetzt. Den Zutritt von Staub und anderen Fremdkörpern verhinderte eine über den Stein gestülpte Glasglocke. Am 16. Tage nach der Aussaat erschienen die Gonocystien stark gequollen und in Folge der durchschimmernden Gonidien grün gefärbt.

Als ich einzelne Gonocystien mit einem feinen Malerpinsel von ihrem Substrate abheben und auf einen Objectträger übertragen wollte, hatte ich einen gewissen Widerstand zu überwinden; die mikroskopische Untersuchung ergab, dass einzelne Hyphen aus der Basis der Gonocystien hervorgewachsen und theilweise in den Kalk eingedrungen waren. Durch diese Hyphen wurden die Gonocystien an ihre Unterlage befestigt. Andere Hyphen waren aber auch in das Innere der Gonidiencyste eingedrungen und hatten sich zwischen den Gonidien schwach verzweigt. Die Gonidien selbst schienen durch die Berührung mit den Hyphen in ihrem Wachsthum mächtig gefördert worden zu sein, denn sie hatten was Grösse, Abrundung und Färbung anbelangt, mit 16 Tagen eine Entwicklungsstufe erklimmen, welche sie in den Wasserculturen erst nach 5, beziehungsweise 4 Wochen zu erreichen pflegten.

Wie entwickelten sich aber die Hyphen aus den Gonocystien? Die Untersuchung ergab, dass es kaum möglich ist, ein Gonocystium von der Flechte abzulösen, ohne dass nicht ein Stück der Hyphe (mit welcher es verwachsen ist) mitgenommen werde. Dieses mitgenommene Hyphenstückchen stirbt in der Wassercultur regelmässig ab, in der Trockeneultur dagegen können sich unter Umständen aus demselben nicht nur Rhizoiden sondern auch Thallushyphen entwickeln. Ich sage Thallushyphen, weil es mir in der That gelungen ist, aus einigen Gonocystien kleine Thallusschüppchen zu erziehen. Es wurde schon oben erwähnt, dass sich die Gonocystien — besonders bei anhaltender Trockenheit — leicht vom Thallus ablösen. In der freien Natur werden dann die abgelösten Körperehen von den Winden erfasst und oft weit fortgeführt.

Gelangen sie dann zufällig auf ein ihnen znsagendes Substrat, so können aus ihnen neue Thalli- und neue Flechtenindividuen hervorgehen. Demnach ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Gonocystien vegetative Propagationsorgane sind, und es ist gewiss kein blosser Zufall, wenn bei den meisten Flechten, die Gonocystien produzieren, keine Soredien aufgefunden werden können. Ausser den Gonocystien kommen auf dem Thallus von *Manzonia* noch dunkle wulstförmige Körper vor (I, 11), welche ebenfalls Gonidien enthalten und daher ähnlichen Zwecken dienen dürften, wie die echten Gonocystien. Mit der Erwähnung der zuletzt genannten Gebilde ist aber die Schilderung der Gonidien der *Manzonia* noch nicht erschöpft. Im Hypothallus nämlich wird der Raum zwischen den Rhizoiden von einer grünlich schimmernden Gallerte auf eine ähnliche Weise ausgefüllt, wie das Fachwerk mancher Gebäude mit Schutt. In dieser Gallerte liegen ganze Colonien grosser chroococcytartiger Zellen (I, 12) aber auch Nester aus grünen Zellehen, von so ungewöhnlicher Kleinheit, dass man an *Micrococcus* erinnert wird. Ob die beiden zuletzt genannten Gonidienarten fremde Einschlüsse sind, oder ob sie wirklich der *Manzonia* angehören, ist nicht klar; doch fand ich sie wiederholt bei Exemplaren verschiedener Standorte. Auch Gibelli hat bei mehreren verrucarienartigen Formen ähnliche Beobachtungen gemacht und ich bin geneigt, seiner Ansicht beizustimmen, dass unter Umständen ein und dieselbe Flechte auch mehrere Gonidienformen enthalten kann. (Gibelli, 1870, in Nuova Giornale Bot. Ital. Vol. II, p. 197.)

#### Das Hyphensystem.

Wir beginnen wieder mit dem Hypothallus. Hier ist man — so sonderbar es auch klingen mag — im ersten Moment in Verlegenheit, wenn man angehen soll, welche Fäden als Hyphen und welche als Gonidien zu gelten haben. Das Gesagte wird sofort verständlich, wenn man einen Blick auf den entkalkten Hypothallus wirft.

Man hat da ein Gewirre brauner, halb verrotteter Fäden von allen möglichen Dimensionen vor sich und ist bei dem Entziffern dieser chaotischen Masse einzig auf die Form der Fäden und auf Analogieschlüsse angewiesen. Das so beliebte Auskunftsmittel der chemischen Reaction versagt hier ganz, weil fast alle Fäden gleich reagiren.

Doeh lassen sich immerhin zwei Hauptformen unterscheiden. Die erste (I, 13) ist von stahlgrauer Farbe mit einem Stich in's Grünliche und erinnert in ihrer Gliederung an gewisse Mikroformen der Seytonem. Die andere ist durchscheinend schwärzlich gefärbt, sehr dünn und gewöhnlich mit ihres Gleichen zu ganzen Bündeln vereinigt. (I, 14.)

Die Hauptmasse des Thallus der *Manzonia* wird von einer Hyphe gebildet, welche theils durch ihre Zartheit und ihren Ölgehalt, theils durch eigenthümlich winkelig gebogene Zellen charakterisiert ist. (I, 15.) Die Hyphe des *Hypotheriums* (I, 16) unterscheidet sich in nichts von der gewöhnlichen, stark verdickten, typischen Flechtenhyphe. Jene zarte, kurzgliedige Hyphe, an welcher die schwach ergründeten Gonidien (in den kleinen Häufchen unter der Rindenschicht) sitzen, wurde schon oben erwähnt. (I, 4 und 17.) Die Hyphe, welche das *Excipulum proprium* der Apothecien bildet, fällt durch ihre blaugrüne Färbung auf. Noch intensiver grün gefärbt ist jene merkwürdige Hyphe, welche die Krustenoberfläche der *Manzonia* netzartig überzieht und sich gegen den Thallusrand zu strahlenförmig ausbreitet. Dieser eigenthümlichen, torulösen Hyphe verdankt die trockene Flechte ihr grünliches Colorit. Der Farbstoff haftet nicht nur an dem Zellinhalt, sondern tingirt auch die Membran, was sofort deutlich wird, wenn man die Hyphe unter dem Deckglase zerquetscht. In Alkohol und Äther ist der Farbstoff, selbst nach wochenlanger Einwirkung, absolut unlöslich. Ebenso erhält ihm Glycerin vollkommen unverändert. Ätzkali bleicht die Hyphe etwas, dagegen tritt in 70percentiger Schwefelsäure die ursprüngliche Färbung intensiver hervor; bei einer längeren Einwirkung der Säure diffundirt jedoeh der Farbstoff durch die Hyphenwand in die Säure und färbt letztere blaugrün.

Auf der blaugrünen torulösen Deckhyphe sitzen bei *Manzonia* mit grosser Vorliebe die Gonoecysten. Wenn wir jetzt die Schilderung der *Manzonia* abbrechen, so sind wir uns bewusst, nicht den Bau der Pflanze selbst, sondern nur die Bausteine beschrieben zu haben. Aber auch das kann bei dem fragmentarischen Charakter unserer Kenntniß der Flechtenanatomie nicht ganz ohne Nutzen sein, zumal *Manzonia* einen Typus repräsentirt, der bei vielen Krustenflechten wiederkehrt.

### Das Gonangium.

Wir haben unsere „Studien“ mit *Manzonia Cantiana* Garov. hauptsächlich aus dem Grunde eröffnet, weil uns diese Flechte vorzüglich dazu geeignet schien, an sie die Besprechung der Gonoecysten anzuknüpfen. Es wurde schon erwähnt, dass diese Gebilde hauptsächlich bei den Steinflechten gefunden werden; bei den Rindenflechten dagegen sollen nach Minks andere „Organe“ vorkommen, in denen aus ausgesprochenen Hyphen-elementen die Gonidien entstehen. Minks hat diese Organe „Gonangien“ genannt und glaubte durch ihre Entdeckung der Schwendener'schen Lehre jede Basis entzogen zu haben. Ich selbst bin den Minks'schen Angaben Schritt für Schritt naeligegangen und habe alle einschlägigen Thatsachen gewissenhaft geprüft, bin aber zuletzt zu ganz anderen Schlüssen gelangt, wie der genannte Autor.

Ehe wir uns jedoeh mit diesen Schlüssen beschäftigen, wird es nöthig sein, die Thatsachen selbst etwas näher in das Auge zu fassen. Die unteren Schichten der Rinde unserer Bäume werden häufig nach allen Richtungen von einer sehr zarten, langgliedrigen und ungefärbten Hyphe durchzogen. (II, 5 a.) Gewöhnlich gehören diese Hyphen einer Species aus den Flechtengattungen *Cirtidula*, *Arthonia*, *Tomasellia*, *Microthelia* und *Verrucaria* an. Wenn die erwähnten farblosen Hyphen an die Oberfläche der Rinde gelangen, verändern sie häufig ihre Struktur, indem ihre Glieder successiv anschwellen und dabei immer kürzer und derbwandiger werden. (II, 5 b.) Diese braunen, stark verdickten und verästelten Hyphen legen sich gern an kleine Colonien einzelliger Algen an, die fast allgegenwärtig zu sein scheinen und auf jedem Baume zu finden sind. Aufangs glaubte ich, dass die Structurveränderung der Hyphe in Folge des Contactes mit den grünen Algenzellen eingetreten sei. Später überzeugte ich mich jedoch von der Unrichtigkeit dieser Annahme, denn ich sah die-

selben kurzgliederigen verdickten Hyphen auch dann, wenn ringsum kein Spur von einer algenartigen Zelle vorhanden war.

Die erwähnten *Pleurococcus*-artigen Zellhäufchen werden häufig von der kurzgliedrigen Hyphe derartig überwuchert, dass sie unter dem entstehenden Hyphenpseudoparenchym fast ganz verschwinden. (II, 5.c.) Die Algenzellen leiden durch diese Überwucherung nicht im mindesten, ja es hat sogar den Anschein, als ob sie unter der Hyphendecke lebhafter vegetiren, als ohne derselben. Die Endglieder der verdickten, torulösen Hyphe schwelen zuweilen knopfförmig an und theilen sich durch zwei senkrecht auf einander stehende Wände in vier Segmente. (II, 5.d.) Diese knopfförmige Anschwellung mit der folgenden kreuzweisen Theilung ist keine anfallende Ersecheinung, denn sie kommt bei vielen Pilzgonidienformen vor, z. B. bei *Cladosporium*, *Helminthosporium* etc. Ausser den erwähnten kreuzförmig getheilten Endknöpfen findet man an den Zweigenden der torulösen Hyphe (wenn auch sehr selten) grössere schwarzbraune Zellkörper von pseudoparenchymatischem Aussehen. (II, 5.e, 6.) Diese Zellkörper erweisen sich bei näherer Untersuchung als hohle Kapseln, welche einige *Pleurococcus*-artige Zellen enthalten, die meist in einer lebhaften Zelltheilung begriffen sind. (II, 6.) Minks hat diese Kapseln „Gonangien“ genannt und als „Organe“ beschrieben, in denen sich bei den Rindenflechten die ersten Gonidien entwickeln. Er ist zu dieser Anschauung durch die angebliche Auffindung aller Übergangsformen zwischen den oben erwähnten Endknöpfen und den Gonangien gelangt. Wer sich vorurtheilslos auf den Standpunkt eines Gegners der Schwendener'schen Theorie stellt, wird zugeben müssen, dass die Minks'schen Anschauungen nicht gleich a priori ohne alle Prüfung zu verwerfen waren, denn aus der Thatsache, dass bisher noch niemals das Hervorspriessen einer grünen Zelle aus einer Hyphe constatirt werden konnte, folgt noch nicht, dass ein soleher Vorgang überhaupt unmöglich ist. Da der Verfasser dieser Abhandlung lange Zeit selbst ein Anhänger der Gonangientheorie war, so suchte er eifrig nach schlagenden Beweisen für ihre Richtigkeit, hauptsächlich aber nach Übergängen zwischen den Kapseln und den Knöpfen. Ich konnte aber zu meinem grössten Leidwesen keine wirklichen Übergänge auffinden. Wohl fand ich einzelne Knöpfchen, welche aus mehreren knäuelartig in einander geschlungenen Hyphenästen bestanden, aber diese enthalten niemals Gonidien (II, 7) und was die Hauptsache ist, niemals sah ich in den wenigen Gonangien (die ich überhaupt auffinden konnte) Zustände, welche auch nur im mindesten auf die Entstehung der grünen Zellen innerhalb der Kapsel gedeutet hätten.

Schon hatte ich die Hoffnung aufgegeben, jemals zur Klarheit über die Gonangien zu gelangen, als mir eines Tages der Zufall ein Stück Birkenrinde in die Hand spielte, das alle Zweifel löste. Ich fand auf demselben nämlich Gonangien in halbfertigem Zustande und konnte auch erkennen, wie diese pseudoparenchymatischen Kapseln zu Stande kamen. Eine Hauptbedingung für ihre Entstehung ist die Gegenwart winziger (möglichst kugeliger) *Pleurococcus*-Colonien, welche nur aus wenigen Zelchen bestehen. Diese winzigen *Pleurococcus*-häufchen werden genau so, wie ihre grösseren Schwestercolonien von der kurzgliedrigen Hyphe überwachsen. Zur Entstehung eines Gonangiums ist aber nothwendig, dass nur eine einzige Hyphe das winzige Algenhäufchen erreicht, die aber dann sofort unter ihrer Spitze mehrere Seitenzweige treibt, welche das Algenhäufchen nach und nach innig einschliessen. Auf diese Weise entsteht über den Algenzellen eine pseudoparenchymatische Halbkugel aus innig an einander schliessenden Hyphenästen, welche dem Algenhäufchen stark adhäriften. Es kommt nun vor, dass die ganze Halbkugel, sammt den grünen Algenzellen von dem Substrate abgelöst und in die Höhe gehoben wird. Als die treibenden Kräfte (welche diese Ablösung bewirken) müssen gewisse Wachstumsprocesse und Streckungen in den Zellen der Stielhyphe der Halbkugel genanzt werden. Ist die Ablösung einmal bewirkt, und die Halbkugel in die Höhe gehoben worden, dann entwickeln sich rasch, vom Rande der Halbkugel aus, noch einige Hyphenäste, welche das Algenhäufchen auch auf der freien Seite umspannen und die Halbkugel nach und nach zu einer vollkommenen Kugel ergänzen. (II, 5.f.) Auf diese Weise entsteht ein Gonangium. Da die Gonangien beide Componenten einer Flechte, nämlich Hyphen und Gonidien enthalten, so dürfte sich unter Umständen aus ihnen wohl ein vollkommener Thallus entwickeln können. Allein eine besondere Bedeutung für die Ökonomie der Flechten dürften die

Gonangien kaum besitzen, denn dazu sind sie viel zu selten. Dagegen kommen halbseitige Überwucherungen von Algencolonien durch verdickte, kurzgliederige Flechtenhyphen ausserordentlich häufig vor; Minks hält diese Wucherungen für geplatzte und entleerte Gonangien. Nach dem Gesagten kann jedoch über die wahre Natur dieser Gebilde kaum mehr ein Zweifel obwalten. Um aber jedem möglichen Einwand zu begegnen, habe ich sowohl die Gonangien, wie auch die Gonocystien einer mikrochemischen Untersuchung unterzogen.

Hier die Resultate derselben.

Zuerst wurden die Gonocystien geprüft. Die Kapselwand der jungen kleinen Gonocystien färbt sich nach Einwirkung erwärmter Kalilösung und Jod violett oder röthlich; ältere Kapselwände färben sich nach derselben Behandlung gelb. Chlorzinkjod und Schwefelsäure und Jod färben die Kapselwände intensiv gelb, doch nicht gleichmässig. Bettet man ältere Gonocystien in Stearin ein und zerlegt sie dann in möglichst dünne Schritte, so zeigen die Schritte nach Behandlung mit Chlorzinkjod oder Schwefelsäure und Jod deutlich drei Schichten oder Lamellen, nämlich eine innerste sehr schmale Schicht, die sich deutlich bläut, eine breite gelbe Mittelschicht und eine dünne, schwach gelblich gefärbte Aussenschicht. Frisches Cupraammoniumoxyd, Chromsäure und concentrirte Schwefelsäure bringen die Kapselmembran zur Lösung, u. z. die beiden ersten rapid, die letztere nach 40—60 Minuten. Doch bleibt in allen Fällen ein feines Häutchen zurück, das nicht vollkommen gelöst wird. Über die Natur dieses Häutchens bin ich nicht ins Klare gekommen. Zuerst dachte ich an eine Art von Verholzung und versuchte die Reaction des Phloroglucins und Indols nach der Höhnel'schen, resp. Nigell'schen Methode, — es trat keine Färbung ein.

Dann glaubte ich an eine Cuticularisirung — doch gaben concentrirte Kalilauge und das Schultze'sche Gemisch nur sehr undeutliche Reactionen. Im Grossen und Ganzen ergab die chemische Untersuchung, dass sich die Kapseln der Gonocystien gerade so verhalten, wie die Membranen der Chroococcaceen.

Bei der Untersuchung der Gonangien musste die pseudoparenchymatische Kapselwandung von ihrem Inhalt — den Gonidien — streng getrennt werden. Die Kapselwand wird selbst nach dem Kochen in Kalilauge durch Jod und Schwefelsäure nicht gebläut. Cupraammoniumoxyd und concentrirte Schwefelsäure bringen sie wohl zur Quellung, aber nicht zur Lösung. Kurz — die ganze Kapsel verhält sich genau so, wie — Pilzcellulose. Dagegen erweisen sich die in der Kapsel liegenden Gonidien — als Algenzellen; denn ihre Membranen färben sich leicht (oft schon beim 1. Versuche) sowohl durch Chlorzinkjodlösung, wie auch durch Schwefelsäure und Jod deutlich blau.

Demnach hat auch die mikrochemische Untersuchung unsere auf anderem Wege gewonnenen Anschauungen über die Natur der Gonangien und Gonocystien vollinhaltlich bestätigt.

### *Verrucaria rupestris* Schrader (varietas *rosea*).

Ausser den Gonangien und Gonocystien kommen bei den Flechten noch andere Bildungen vor, welche ebenfalls leicht für „Gonidien erzeugende Organe“ gehalten werden könnten. Ich habe diese merkwürdigen Bildungen zuerst bei *Verrucaria rupestris* entdeckt und dann bei *Hymenelia caerulea* Mass. wiedergefunden, und glaube am besten ihre Bedeutung klar machen zu können, wenn ich eine Schilderung der Gesamtstructur der genannten *Verrucaria* voraussende.

Diese ziemlich häufige Flechte bildet auf Kalk- und Dolomitsfelsen eine ausgebreitete, zusammenhängende, fein gekörnte (oder auch glatte) runde Kruste, die meistens von einem rothbraunen „Prothallus“ schmal umsäumt wird. Trocken schimmert sie weiss, grau-weiß, röthlich-grau oder zart rosarot; angefeuchtet, mehr ins Grüne. Im Vegetationszentrum, also dort, wo sich die Flechte zuerst entwickelt hat, ist die Kruste am dicksten (bis 4<sup>mm</sup>), gegen die Peripherie zu wird sie immer dünner. Die zahlreichen Apothecien sind auffallender Weise in zwei durchaus verschiedenen Formen vorhanden. Die kleinere, circa um 0,2<sup>mm</sup> messende Form, hat die Gestalt eines Brothaibes mit durchbohrtem Scheitel; sie ragt etwa mit dem dritten Theile ihrer Grösse aus der Kruste hervor. Die grösseren (etwa 0,45<sup>mm</sup> messenden) Apothecien dagegen sind krugförmig gestaltet und oben mit einem flachen, kreisrunden, kohligen Scheibchen geschlossen. Die grösseren Früchte sind so tief in den Thallus eingesenkt, dass die kreisrunden Deckelchen in demselben Niveau liegen wie

die Rindenschicht. Bei völliger Reife sind die schwarzen, kohligen Deckelchen in der Mitte durchbohrt. (II, 1 a.) Sie müssen übrigens mit den Halstheilen der Krüge nur schwach verwachsen sein, denn häufig fallen sie heraus und lassen im Thallus eine seichte, runde Grube als Abdruck zurück. Beide Fruchtformen enthalten banchig aufgetriebene Schläuche. Die Sporen sind elliptisch, farblos, ungeheilt, circa 6—7 $\mu$  dick und 15—18 $\mu$  lang.

Paraphysen fehlen, oder zerfliessen bald nach ihrer Anlage. Dagegen enthalten die grossen krugförmigen Apothecien im Dach- und Halstheil „Periphysen“, welche im jugendlichen Apothecium reichlich Spermatien abschnüren.

Da die zu besprechende Species eine Kalkflechte ist, d. h. also eine Flechte, welche sämmtliche Interzellularräume ihres Gewebes mit kohlensaurem Kalk ausfüllt, so mussste Behufs einer näheren anatomischen Untersuchung zunächst der Kalk entfernt werden. Zu diesem Ende wurden mit Hammer und Meissel von denjenigen Stellen des Substrates, wo die Kruste am mächtigsten entwickelt war, kleine, etwa 0.5<sup>cm</sup> dicke Stücke abgesprengt und die erhaltenen Kalkstücke so lange in verdünnte Salzsäure gebracht, bis aller Kalk gelöst war. Die entkalkten Thallusstücke wurden dann sorgfältig ausgewaschen und die allenfalls vorkommenden Sandkörnchen vorsichtig (mit einem Haarpinsel kleinster Sorte) entfernt. Die so erhaltene Kruste stellt — nach dem Trocknen — einen lockeren äusserst leicht zerbröckelnden Filz dar. Wenn man aus diesem Filz zarte Drehschmitte erhalten will, so muss man sich eines Einbettungsmittels bedienen. Ich benützte zu diesem Zweck einen dicken Gummischleim, dem etwas Glyeerin zugesezt worden war. An einem Schnitt, der senkrecht auf die Thallusfläche geführt wurde und alle Gewebetheile enthält, kann man zweckmässig drei Zonen unterscheiden: eine obere, eine mittlere und eine untere Zone. Die obere Schicht (II, 1) reicht von der Rinde bis zur Basis der grossen Apothecien; in ihr liegen auch die hellgrünen Gonidienhäufchen. Die Mittelzone beherbergt keine Gonidien mehr; sie wird ausschliesslich von einem eigenthümlichen, lockeren Markgewebe gebildet. Die Hyphen dieses Gewebes sind ziemlich dünnwandig, septirt, und mit merkwürdigen, blasenartigen Organen besetzt (II, 3), welche oft so dicht an der Hyphe sitzen, wie die Beeren an den Stielen einer Traube.

Die Hyphen sowohl, als auch die aus ihnen hervorgehenden Blasen sind mit einem dichten, beinahe homogenen, grünlich schimmernden Protoplasma erfüllt, das sich nach einem wochenlangen Liegen im Glyeerin, Äther und Alkohol kaum verändert (II, 3.) Die untere Zone, der Hypothallus, besteht aus einem Gewirre von verästelten, conservenartigen Fäden (II, 2), welche von der blasentragenden Hyphe der Mittelzone durchwuchert werden. Die zuletzt erwähnte Hyphe sieht aber im Hypothallus etwas anders aus, als in der Mittelschicht. Sie hat eine rothbraune Färbung und eine stärkere Membran gewonnen und in allen Theilen grössere Dimensionen erlangt. Diese rothbraune, oft halb verrottete Hyphe bildet auch an der äussersten Peripherie der Kruste den schmalen Prothallussaum.

Die erwähnten, conservenartigen Fäden gleichen merkwürdiger Weise vollkommen jenen im Hypothallus der *Manzonia*; da ich diese Fäden aber nicht immer, sondern nur öfters auffinden konnte, so halte ich sie für Theile irgend eines Moosprotomemas, die nur zufällig in die Kruste der *Verrucaria* gelangt sind.

Nachdem wir nun die Strukturverhältnisse unserer Flechte im Grossen überblickt haben, können wir uns dem Detail zuwenden. Wir beginnen wieder mit der obersten Zone.

Diese besteht der Hauptsache nach aus einer ähnlichen Hyphe wie die Mittelschicht, doch ist das Gewebe im Ganzen dichter. Die sogenannte Rinde wird hier, wie auch bei vielen anderen Krustenflechten durch ein Geflecht von Hyphen und Hyphenzweigen gebildet, die beinahe lückenlos untereinander verbunden sind. Die Hyphen der Rinde besitzen keine blasenartigen Anhänge oder wenigstens nur solche minutiösesten Durchmessers. Unmittelbar unter der Rinde liegen in dem Gewebe einzelne grüne Gonidienhäufchen; diese sind ziemlich unregelmässig im Thallus vertheilt, doch findet man sie nur bis zu einer Tiefe, welche beiläufig der Basis der grossen krugförmigen Apothecien entspricht. Die einzelnen Gonidien erscheinen als isodiametrische Zellen von meist polygonaler Form. Ihre verhältnissmässig dicke Membran färbt sich durch Jod und Schwefelsäure oder Chlorzinkjod deutlich blau. In dem hellgrün gefärbten Zellinhalt kann man deutlich ein scharfbegrenztes Bläschen unterscheiden. Der Raum zwischen den Gonidiennestern wird von der schon öfter erwähnten blasentragenden Hyphe ausgefüllt; hier aber zeigen die Blasen eine äusserst merkwürdige Veränderung. Während

sie nämlich in der Mittelschicht und im Hypothallus immer einzellig sind und von einem homogenen, grünlich schimmernden Plasma erfüllt erscheinen, enthalten manche Blasen der Gonidienzone 2—4 (selten mehr) Tochterzellen. (II, 4.)

Am leichtesten kann man sich von der Richtigkeit des Gesagten überzeugen, wenn man einen dünnen Schnitt durch die Gonidienzone auf einer 15 Minuten in eine 60—70 pereentige Schwefelsäure legt und den Schnitt dann zerzapft und mit dem Deckgläschen zerquetscht. In den grösseren Blasen besitzen die Tochterzellen eine deutliche Membran und meist (durch den gegenseitigen Druck bedingte) eckige Formen. Sie treten entweder durch einen Riss in der Mutterzellenmembran aus (II, 4a) oder werden durch Degeneration der Blase frei. Über das fernere Schicksal der ausgetretenen Tochterzellen konnte ich nichts Bestimmtes ermitteln.

Als ich zum ersten Male einzelne, mit Tochterzellen erfüllte Blasen zu Gesicht bekam, gesehah dies zu einer Zeit, in welcher ich noch zu den Gegnern der Schwendener'schen Theorie gehörte. Deshalb nahm ich keinen Anstand, die Blasen mit den Gonidien in einen genetischen Zusammenhang zu bringen, ja jene geradezu für die Mutterzellen der Gonidien zu erklären.

Drei Umstände waren es hauptsächlich, welche damals mein Urtheil beeinflussten. 1. Die Lage der mehrzelligen Blasen, in der Nähe der Gonidienhäufchen, 2. die Grösse und Gestalt der Tochterzellen, welche so ziemlich zu den Dimensionen der Gonidien stimmten, und 3. der merkwürdige grüne Schimmer des plasmatischen Inhaltes der Mutter- und Tochterzellen. Gegenwärtig sehe ich allerdings ein, dass alle drei Gründe zusammengenommen für den genetischen Zusammenhang zwischen Blasen und Gonidien nicht beweisend sind, dass hingegen andere Gründe, wie namentlich das chemische Verhalten, einen Zusammenhang im höchsten Grade unwahrscheinlich machen.

Die Hyphen färben sich nämlich, sammt den Membranen der Blasen und der Tochterzellen, durch Schwefelsäure und Jod oder durch Chlorzinkjod gelb, während die Hämpe der Gonidien nach gleicher Behandlung schön blau werden. Obschon nun die Annahme eines genetischen Zusammenhangs zwischen Hyphe und Gonidie auch in diesem Falle zurückgewiesen werden muss, so bleiben doch die blasigen Anhangsorgane mit ihren Tochterzellen höchst rätselhafte Gebilde, deren Dentung auf besondere Schwierigkeiten stösst. Vielleicht haben wir es da mit einem Rückseitig zur Conidienbildung zu thun, welche den Flechtenpilzen ganz abhanden gekommen zu sein scheint. Der Conidienmangel bei den Flechten ist überhaupt eine sehr auffallende Erscheinung, die gewiss näher untersucht zu werden verdient.

Er deutet darauf hin, dass die Association zwischen Ascomycet und Alge im Laufe der Zeiten sehr fest geworden ist, indem beide Theile jede separatistische, ungeschlechtliche Vermehrung aufgegeben haben und nur bestrebt sind, sich als gemeinsames Ganzes fortzupflanzen.

Während meiner Beschäftigung mit der *Verrucaria rupestris* v. *rosea* beachtete ich auch einen Punkt, dem bislang nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde; ich meine das Verhältniss der Kalkflechte zu ihrer Unterlage.

Von Algen, Moosen etc. ist es längst bekannt, dass sie im Stande sind, ans doppelt kohlensauren Wässern Kohlensäure aufzunehmen und einfach kohlensauren Kalk abzusecheiden. Solche Pflänzchen werden dann (an ihren eingetauchten Theilen) von den ausgeschiedenen Kalkpartikelchen mehr oder minder dicht eingehüllt. Bei den Kalkflechten hingegen sollen nur die rhizoidalen Hyphen die Eigenschaft besitzen, durch Ausscheidung einer sauren Flüssigkeit mehr oder minder tief in das Gestein einzudringen, während der Thallus selbst frei in die Luft hineinragt. Diese Vorstellung entspricht den thatsächlichen Verhältnissen der *V. rupestris* und vieler anderen Kalkflechten nicht. Denn hier finden wir nicht nur alle Interzellularräume des Thallus von Kalkmasse erfüllt, sondern auch oft die Rindenschicht der Flechte von einer mehr oder minder dicken Kalkhaut überzogen. Häufig bilden auch auf glatten Kalkwänden die Flechten erhabene Kalkkärtchen. Diese Erscheinungen sind nur dann verständlich, wenn wir annehmen, dass nicht nur einzelne Algen und Moose, sondern auch viele Flechten die Eigenschaft besitzen, Kalk auszuscheiden. Nur wäre bei den Flechten zu untersuchen, ob die Kalkausscheidung durch die Gonidien oder durch die Hyphen verursacht wird. Nach den Beobachtungen, die ich an der äussersten Randzone einiger Kalkflechten gemacht habe, scheinen die Hyphen allein bei der

Kalkausscheidung thätig zu sein, was jedoch nicht ausschliesst, dass sie diese Fähigkeit erst durch ihr Convivium mit den Gonidien erlangt haben.

Anmerkung. Die beschriebenen blasigen Anhangsorgane fand ich besonders schön bei einer rosarothen Form der *V. rupestris* entwickelt, obwohl sie auch der typischen Form nicht mangeln. Das Material meiner Varietät „*rosea*“ stammt aus Freiwaldau in Österreichisch-Schlesien, und verdanke ich dasselbe Herrn Tief, Gymnasialprofessor in Villach, dem ich hier meinen verbindlichsten Dank ausdrücke. Dieselben blasigen Anhängsel fand ich ferner bei *Hymenelia caerulea* Müss., welche Flechte überhaupt in ihrem ganzen Thallusbau eine frappirende Ähnlichkeit mit der *V. rupestris* besitzt.

### Zweites Capitel.

Man findet sehr häufig in dem Thallus der heterogensten Flechten Gonidien, welche den Hyphen fest und auf eine ganze charakteristische Weise anhaften. Die hierher gehörigen Beziehungen wurden zuerst von Schwendener in seinen bahnbrechenden „Untersuchungen über den Flechtenthallus“ anatomisch klargelegt.

Aufangs führten die Präparationsbefunde Schwendener zu der Annahme eines genetischen Zusammenhangs zwischen Hyphe und Gonidie; erst später gelangte er (hauptsächlich durch seine Untersuchungen über Gallertflechten) zu der Überzeugung, dass ein solcher genetischer Zusammenhang nicht stattfinde, und dass in allen Fällen, wo ein äusserlicher Zusammenhang zwischen Hyphe und Gonidie nachgewiesen sei, eine blosse Verwachsung vorliege. Börnet (Recherches sur les Gonidies des Lichens. Ann. de sc. nat. T. XVII, 1873) geht über die Annahme einer blossem Verwachsung hinans und weist für die Gattungen *Physma*, *Arnoldia*, *Synalissa*, *Omphalaria* etc. nach, dass die kurzen Seitenäste, welche die Hyphen zu den Gonidien absenden, in manchen Fällen morphologisch und physiologisch als Hausterien (Saugorgane) aufgefasst werden müssen. Doch schwebt über den Beziehungen zwischen den Hyphen und Gonidien trotz der umfassenden Untersuchungen Schwendener's und Börnet's noch immer manches Dunkel. So legen sich z. B. bei manchen Flechten die Hyphen tangentenartig nur an eine Stelle seitlich an die Gonidien, während in anderen Fällen die Gonidien von den Hyphen schlängenförmig umwunden werden. Bei der Gattung *Physma* senden die Hyphen nur zu einer einzigen Zelle des Nostaefadens ein Hausterium ab, während sie sich um die übrigen Zellen desselben Fadens nicht kümmern. Zuweilen legt sich die Hyphe nur an eine bestimmte verschmälerte Stelle des tonnen- und sackförmig gestalteten Gonidiuns an, und zwar so, dass der Schein entsteht, als ob Hyphe und Gonidie Theile derselben Fadens seien, die continuirlich in einander übergehen. Das schönste Beispiel einer solchen Verwachsung liefert wohl *Roccella fusiformis*.

Bei dieser Flechte vereinigen sich mehrere Umstände, um den Schein eines genetischen Zusammenhangs zwischen Hyphe und Gonidie bis zur vollendeten Täuschung zu steigern. 1. zeigen die blassen Gonidien sehr unregelmässige Formen, welche dadurch zu Stande kommen, dass sie sich durch Sprossung (wie Hefezellen) vermehren; 2. sind diese sackförmigen Gonidien meist durch eine Stielzelle an der Hyphe befestigt, welche den Grössenunterschied zwischen Hyphe und Gonidie ausgleicht; 3. ist die Verwachsung zwischen Hyphe und Gonidie so innig, dass dieselbe selbst durch kochende Kalilauge nicht gelöst wird. Wenn man dann noch einen solchen mit Kalilauge behandelten Schnitt durch Methylviolett tingirt, so färben sich die gequollenen Zellen der Hyphe und die Zellen der seitlich anhängenden Gonidien fast gleichmässig blau. Auf diese Weise erhielt ich Bilder, welche alle, die sie sahen, auf das höchste überraschten. Die Täuschung nämlich, als ob die Gonidien aus den Hypfen hervorgegangen wären, war dann eine vollständige.

Die bis jetzt erwähnten Verwachsungen sind allgemein bekannt und werden schwerlich mehr eine Veranlassung zu falschen Interpretationen geben, zumal durch die Zuhilfenahme ehemischer Mittel (wenigstens oft) der wahre Sachverhalt ohne Schwierigkeit klar gelegt werden kann. Weniger oder gar nicht bekannt sind gewisse Structureigenthümlichkeiten und anatomische Verhältnisse, die eigentlich nicht auf der Verwachsung von Hyphen und Gonidien beruhen, die aber sehr leicht zu irrgen Vorstellungen und Interpretationen führen können.

Die folgende Schilderung einiger Flechtentypen soll die wichtigsten dieser Structureigenthümlichkeiten zur Anschauung bringen.

*Petractis exanthematica* Körber. Syst. p. 329, Par. 107.

Taf. III, Fig. 1—9.

Auch in *Petractis* haben wir eine Kalkflechte vor uns, u. z. aus der Familie der Gyaleeteen. Die ursprünglich geschlossenen Apothecien sind anfangs von der Kruste bedeckt. Später öffnen sich dieselben krugförmig und durchbrechen die Krustendecke. Diese reisst dabei zierlich sternförmig auf und bildet den grössten Theil des Apotheciums mantelartig umhüllend, eine Art von thalodischem Excipulum. Durch das sternförmige Excipulum wird die Flechte so charakterisiert, dass sie kaum mit einer andern verwechselt werden kann.

Die weisslich graue Kruste ist oft sehr dünn und scheint daher zuweilen bei flüchtiger Betrachtung gauz zu fehlen. Wenn man aber einige Apothecien mit einem Theil ihrer kaltigen Unterlage absprengt und mit verdünnter Salzsäure behandelt, so überzeugt man sich, dass immer ein Thallus vorhanden ist, u. z. ein Thallus, der aus mehr als einem Grunde unsere Aufmerksamkeit in einem hohen Grade fesselt.

Vor allem fällt uns auf, dass die Gonidien der Kruste nicht aus Häufchen *Pleurococcus*-artiger Zellen, sondern aus *Scytonema*-Fäden bestehen. *Scytonema* als Gonidie kommt überhaupt, wenn wir von *Heppia* und *Porocyphus* absehen, nur selten im Flechtenthallus vor. Umsomehr sind wir überrascht, sie in einer Krustenflechte aus der Familie der Gyaleeteen zu finden. Schon der unterste Theil der Kruste, also der Rhizoidentheil (Hypothallus), besteht fast ganz aus einem dünnen Filz dicker, brauner Fäden, die sich bei näherer Betrachtung als halb verrottete *Scytonema*-Fäden, sowie deren Scheiden erweisen. Man sieht in ihnen noch Reste von Heterocysten, toten Zellen, Scheinästen und Hormogonien aller Stadien (Tafel III, Fig. 1, a). Doch fehlt allen diesen Fäden der Farbstoff, das Phycochrom. Die *Scytonema*-artigen Fäden des Thallus dagegen sind durch ein intensives Spahngrün ausgezeichnet. Ihre Structur ist nicht an allen Stellen der Kruste dieselbe. In der untersten Thallusregion walten Fäden vor, deren Scheiden erfüllt sind von flachrundlichen Zellen, die sich geldrollenartig aneinander reihen. (III, 2.) Die Zellen der jüngeren Fäden aus dem obersten Theil der Kruste sind äusserst schmal und so dicht von einem gefärbten, körnigen Protoplasma erfüllt, dass ihre Scheidewände oft undeutlich werden. (III, 3.) Dazwischen kommen auch langgliedrige Fäden und auch solche aus quadratischen Zellen vor. (III, 4 und 5.) Die Scheiden stehen gewöhnlich von den Fäden weit ab, und zeigen in der Richtung der erfolgten Zelltheilungen Runzeln, Sprünge und Risse. Leere Scheiden, ohne Fäden, finden sich so ausserordentlich häufig, dass sie gewiss einen nicht unbedeutenden Theil der ganzen Stoffmasse der Flechte ausmachen. Weit wichtiger als die Abweichung der Strueturverhältnisse der *Scytonema*-Fäden an den verschiedenen Thallusstellen ist aber ein anderer Umstand, nämlich das Vorkommen von verzweigten hyphenartigen Fäden, deren Zellen nicht nur deutlich grün gefärbt sind, sondern auch den *Scytonema*-Typus en miniature wiederholen. (III, 6.) Damit ist auch für den Flechtenthallus eine Thatsache erwiesen, die ich zuerst bei *Diplosiphon Julianus* (Kitz) gefunden habe, die Thatsache nämlich, dass die Fäden der *Scytonema* bezüglich ihrer Breitendimension ausserordentlich variieren und sogar einen *Leptothrix*-artigen Habitus erlangen können.

Ich habe an einem anderen Orte<sup>1</sup> diese Fäden Mikrofäden genannt und werde diese Benennung auch dann beibehalten, wenn wir sie innerhalb der Flechtenthallus antreffen sollten.

Obschon nun die Mikrofäden in der Kruste der *Petractis* gewöhnlich so deutlich grüngefärbt sind, dass Niemand, der sie gesehen, an ihrer Zusammenghörigkeit mit den übrigen *Scytonema*-Fäden zweifeln wird, so ist dieses doch nicht immer der Fall. Zuweilen zeigen die Zellen der Mikrofäden nur einen schwachen, grünlichen Schimmer, ja mitunter sind sie scheinbar ganz farblos.

In letzterem Falle können sie sehr leicht für Hyphen angesehen werden und sind auch ohne Zweifel schon oft dafür gehalten worden. Allein eine richtige Behandlung derselben mit Ätzkali, Schwefelsäure und wässrigem Jod macht den Sachverhalt immer klar; nicht wegen der hierbei auftretenden Färbungen, sondern wegen der durch die Reagentien deutlich hervortretenden *Scytonema*-Structur. Hier ist wohl der Ort, der weitverbreiteten

<sup>1</sup> Österreichische botanische Zeitschrift, Jahrg. 1883, Nr. 3.

Meinung entgegenzutreten, dass es jeder Zeit leicht sei, mit Hilfe der Cellulosereaction die Hyphen von den Gonidien zu sondern.

Diese Meinung (welche namentlich bei den jüngeren Physiologen verbreitet zu sein scheint) ist entschieden irrig. Schon Schwendener sagt in seinen Untersuchungen über den Flechtenthallus, 3. Heft, p. 144, dass die Membranen der blaugrünen Gonidien, nach Erhitzen in Kali und Zusatz von Jod in Jodkalium, farblos bleiben und dass es Stellen im Flechtengewebe gibt, welche nach Zusatz von Jodlösung eine schwachblaue Färbung annehmen. Doch sind es nicht allein das Hypothecium und Hymenium, die Cellulosereaction zeigen, sondern es färben sich auch andere Thallusstellen (unter der Rinde oder in der nächsten Nähe der Gonidienhäufchen) durch Schwefelsäure und Jod blau, rot oder violett. Man hat es in diesen Fällen vielleicht nicht immer mit Cellulose, sondern auch mit der Flechtenstärke (Liehenin) zu thun, allein dieser Umstand ist für die Färbung selbst offenbar irrelevant. Unsere *Petractis* ist ganz dazu angethan, die obige Behauptung von der Unsicherheit der Cellulosereaction (in gewissen Fällen) zu illustrieren. Denn bei dieser Flechte liegt die Sache so, dass die Membranen der deutlich grün gefärbten Mikrofäden nach der Einwirkung von Jod und Schwefelsäure meist eine bläuliche Färbung annehmen, aber nicht immer. Doch auch die Hämpe der grossen *Scytonema*-Fäden zeigen nur im jugendlichen Zustande Cellulosereaction, während sieh die Secheiden der alten Fäden nur gelblich färben. Da wir bisher nur die Gonidien von *Petractis* verfolgt haben, so wird es nötig sein, jetzt auch die Hyphen etwas näher ins Auge zu fassen.

Streng genommen, gibt es bei unserer Flechte nur zwei verschiedene Hyphenformen: die Thallushyphe und die Deckhyphe. Die erstere ist so ungewöhnlich dünn und besitzt dabei so verdickte Zellwände, dass die Lumina der Hyphenzellen fast ganz verschwinden und die Hyphen selbst noch bei einer 400fachen Vergrösserung wie solide, verzweigte Stränge erscheinen. Sie würden deshalb in der Zeichnung mit einfachen Strichen markirt. Erst nach längerer Einwirkung starker Quellungsmittel kann man den zelligen Bau der Hyphe deutlich unterscheiden. (III, 7.) Von der Thallushyphe auffallend verschieden ist die Deckhyphe. (III, 8.) Diese graugrüne, stark verdickte, torulose Hyphe bildet nicht etwa die Rindenschicht der Kruste, sondern sie kriecht nur wie die Deckhyphe der *Manzonia* über die Kruste hin, indem sie dieselbe mit einem sehr weit maschigen Netz überzieht. Nach unten zu geht die Deckhyphe allmälig in die gewöhnliche Thallushyphe über. *Petractis exanthematica* besitzt auch Gonocystien, doch sind dieselben klein und enthalten selten mehr als 4 Gonidien. Die Membran dieser Kapseln färbt sich nach Einwirkung erwärnter Kalilösung durch Schwefelsäure und Jod weinrot. Zuweilen wird ein aus den Gonocystien stammendes Gonidienhäufchen von den Rindenhyphen der Kruste umspannen und auf diese Weise dem Thallus einverlebt. (III, 1b.)

In der Regel jedoch lösen sich die Gonocystien ab und werden von den Winden fortgetragen. Zuweilen fand ich auch den Thallus der *Petractis* von *Chroolepus*-Fäden förmlich durchstrickt. Diese Fäden sind offenbar fremde Eindringlinge, die auch bei andern Kalkflechten nicht selten gefunden werden. Sie besitzen gegenüber der Kruste dieser Flechten eine beispiellose Selbstständigkeit, indem sie ihren Thallus genau so durchwachsen, wie ein Pilzmycel das von ihm befallene Parenchym. Einmal sah ich sogar ein Apothecium von *P. exanthematica*, das seiner ganzen Breite nach (von unten nach oben) von einem *Chroolepus*-Faden durchwachsen worden war. (III, 9.) Hier scheint also nicht der Flechtenpilz, sondern die Alge der stärkere Theil im Kampf um's Dasein zu sein, ein Verhältnis, das gewiss die Aufmerksamkeit der Physiologen verdient. Schliesslich muss ich bemerken, dass ich die *Petractis* hauptsächlich aus dem Grunde beschrieben habe, um an ihr zu zeigen, dass im Flechtenthallus zuweilen auch grüngefärbte Fäden vorkommen, die dünner als die gewöhnlichen Hyphen sind und die dennoch nicht zu den Hyphen, sondern zu den Gonidien gehören; ferner, weil ich durch dieses Beispiel constatiren wollte, dass die *Scytonema*-Fäden auch im Flechtenthallus in Bezug auf ihre Breitendimension stark variiren können.

#### *Verrucaria fusca* Arnold.

Taf. III, Fig. 10, 11, 12.

Diese Flechte ist, was den feineren Bau ihres Thallus betrifft, der *Petractis* sehr ähnlich. Wir finden bei ihr dieselben *Scytonema*-Fäden als Gonidien, dieselbe dünne Thallushyphe, dieselbe kurzgliedrige Deckhyphe

und ganz ähnliche Gonocystien. Doch in einer Beziehung weicht die Struktur der *V. fusca* wesentlich von der der *P. exanthematica* ab. Es kommen nämlich bei der *V. fusca* (u. z. typisch) ausser den *Scytonema*-Fäden auch noch Häufchen blaugrüner Zellen vor, besonders in den oberen Partien des Thallus. (III, 10 a.) Diese Gonidienester unterscheiden sich in nichts von denen in andern Flechten vorkommenden; ihre Herkunft ist nur interessant. Sie stammen nämlich, wie man sich durch das Studium der Schnitte unschwer überzeugen kann, aus den *Scytonema*-Scheiden. Man findet nicht selten an dem offenen Ende eines entleerten *Scytonema*-Fadens ein kleines Häufchen der ausgetretenen Zellen (einzeligen Hormogonien) und kann sich durch den Vergleich überzeugen, dass diese Zellen identisch sind mit jenen der Gonidienhäufchen. Die ausgetretenen *Scytonema*-Zellen wachsen aber im Thallus der *V. fusca* nicht wieder zu Fäden heran, sondern folgen einem andern Wachsthumsgesetz, indem sie sich abwechselnd in allen 3 Richtungen des Raumes theilen. Dabei werden dicke Hüllemembranen ausgeschieden, deren äusserste Schichten leicht vergallerten. Auf diese Weise entstehen *Gloeocapsa*-artige Zellhaufen, die von den Thallushyphen wie gewöhnlich umspunnen werden, und denen man ihre Abstammung von *Scytonema* gewiss nicht ansieht. (III, 11.) Die neu entstandenen Gonidienhäufchen unterscheiden sich von gewöhnlichen *Gloeocapsa*-Massen insofern als bei jenen die Urmutter und Mutterzellenhüte nicht erhalten bleiben, sondern bald zu einer formlosen Gallerte verschleimt werden. (III, 11.) Der Zusammenhang von *Scytonema* mit *Gloeocapsa* wurde schon von F. Tzitzigsohn behauptet, aber erst in neuester Zeit von Zopf bewiesen. (Zopf, Zur Morphologie der Spaltfarnen.)

Die *V. fusca* gibt uns ein Beispiel, dass der Formwechsel zwischen *Scytonema* und *Gloeocapsa* nicht nur bei der freien, selbstständig lebenden Alge, sondern auch innerhalb des Flechtenthallus stattfinden kann.

### *Hymenelia biascens* Mass.

Taf. IV, Fig. 1 und 2.

Bei dieser Flechte bilden die Gonidien keine Nester oder Häufchen, sondern äusserst charakteristische Stränge. (IV, 1.) Die ungewöhnlich grossen, dunkelgrünen Gonidien werden nämlich von einer transparenten kurzgliedrigen Thallushyphe in streng gesetzmässiger Weise so umspunnen, dass eigenthümlich verzweigte Stränge entstehen, die gegenüber den anderen Thallustheilen eine gewisse morphologische Selbstständigkeit behaupten. Da die durchsichtige, torulöse Stranghyphe sich auch zwischen die einzelnen Gonidien hineindrängt und dieselben in einer Weise umfasst, wie der Rahmen das Bild, so liegen dieselben nicht perlchnurförmig dicht nebeneinander, sondern sie werden durch die transparente Hyphe auseinander gehalten und gewinnen dadurch ein äusserst zierliches Aussehen. Außer den eben beschriebenen eleganten Ketten kommen in dem Thallus der *H. biascens* auch noch andere Stränge vor, die aber ein minder regelmässiges Aussehen besitzen. Die Hyphe der unregelmässig geformten Stränge ist dieselbe, wie die in den regelmässigen Ketten, dagegen sind die Gonidien 8—10 mal kleiner, als die in den regelmässigen Ketten (oder Strängen 1. Ordnung. (IV, 2.) Da diese Gonidien nur schwach gefärbt sind und oft dieselbe Grösse besitzen wie die Zellen der transparenten Hyphe, so war ich vor mehreren Jahren der Meinung, dass die Gonidien in den Strängen 2. Ordnung entstünden und mit der torulösen transparenten Hyphe in einen genetischen Zusammenhang gebracht werden müssten.

In dieser Meinung wurde ich noch durch das Anfinden aller möglichen Übergangsformen zwischen den beiden Strangarten bestärkt. Nachdem aber in der Folge mein Glaube an die Einheit der Flechtenatur durch anderweitige Beobachtungen stark erschüttert worden war, musste ich alle jene Untersuchungen, welche mich gegen die Schwendener'sche Theorie eingenommen hatten, von Nenem aufnehmen und nach den wahrscheinlich vorhandenen Fehlerquellen forschen. So kam es, dass ich auch den Thallus der *H. biascens* zum zweiten Male untersuchte. Zufälliger Weise hatte ich ein sehr junges Exemplar entkalkt, an dem ich bequem die Entstehung beider Strangarten studiren konnte.

In dem untersten Thallustheil nämlich lagen eine Menge *Chroolepus*-artiger Fäden, die gar nicht oder nur sehr schwach von der hyalinen Hyphe umspunnen wurden; weiter oben im Thallus fand ich die Stränge 1. Ordnung. Beide Formen wurden durch Zwischenglieder so mit einander verbunden, dass die Entstehung der Ketten

klar vor Augen lag. Die Stränge entstehen, indem jede einzelne Zelle des *Chroolepus*-Fadens von allen vier Seiten von der Hyphe rahmenartig umstrickt wird, wobei die obere und untere Fläche der parallelepipedischen Zelle frei bleibt.

Dadurch wird natürlich die Continuität des *Chroolepus*-Fadens unterbrochen und derselbe in einzelne Zellen aufgelöst, die nur durch die Hyphen mit einander in Verbindung stehen. Die von den Hyphen umspinnenden *Chroolepus*-Zellen schwollen hypertrophisch an und umgeben sich mit einer mächtigen Membran.

In diesem Zustande würde sie a prima vista Niemand für direkte Abkömmlinge eines *Chroolepus* halten. Wie entstehen aber jene Stränge 2. Ordnung mit den kleinen, blassen Gonidien? (IV, 2.)

Man könnte annehmen, dass diese kleinen Gonidien nur zufällig in den Thallus gelangt sind und dann von der hyalinen Hyphe umspinnenden wurden. Gegen diese Annahme spricht ihr constantes Vorkommen.

Wahrscheinlicher ist es, dass die kleinen Gonidien von den *Chroolepus* abstammen. Diese Luftalge vermehrt sich bekanntlich (so lange sie selbstständig lebt) durch Zoosporen, welche in eigenen, blasig aufgetriebenen Sporangien erzeugt werden.

Diese Sporangien findet man auch im Flechtenthallus (doch selten) u. z. meist entleert. Wenn es nun auch kaum wahrscheinlich ist, dass die in den Sporangien entstandenen Zellen im Thallus einer Krustenflechte wirklich ausschwärmen, so ist es doch möglich, dass sie auf eine andere Weise, z. B. durch Degeneration der Sporangienwand frei werden. Diese freigewordenen Zellchen werden dann von der hyalinen Hyphe umspinnenden werden und so die Veranlassung geben zur Entstehung der Stränge 2. Ordnung. (IV, 2.) Um eventuellen Berichtigungen vorzubeugen, sei hier bemerkt, dass im Thallus der *H. biascens* ausser der erwähnten hyalinen Hyphe nach zwei anderen Hypenformen und ausserdem noch Gonocystien vorkommen. Doch würde die weitere Beschreibung der Structurverhältnisse unserer Flechte mir die Breite dieser Abhandlung vergrössern, ohne die Hauptfragen klarer zu stellen.

Schliesslich muss ich noch erwähnen, dass das für *Chroolepus* so charakteristische Öl in den Gonidien der *H. biascens* fast ganz fehlt, dafür sind diese Zellen von ausserordentlich kleinen grünen Körperchen erfüllt, über deren Natur ich nicht ins Klare kommen konnte. In Alkohol und Äther werden diese Körnchen nicht gelöst, Jod färbt sie jedoch intensiv gelb.

Es existieren einige Flechten, deren Hypenzellen eine so grosse Ähnlichkeit mit Gonidien besitzen, dass man in einem Thallusdurchschnitt verwundert nach den Hypen sucht; es scheint eben Alles Gonidium zu sein und die vorhandene Differenz in der Färbung und Grösse der Zellen nur auf Altersunterschiede Bezug zu haben. Eine solche Flechte ist z. B.

### *Jonapsis Prevostii* Fr.

Taf. IV, Fig. 3.

Beufs einer klaren Übersicht des inneren Banes muss die Flechte mittelst Salzsäure entkalkt, durch Ätzkali aufgeheilt und mit wässriger Jodlösung gefärbt werden.

Dann erkennt man, dass ein geschlossener Thallus nicht vorhanden ist, sondern durch ein Conglomerat von dicken und dünneren Strängen und sphärischen Zellmassen repräsentirt wird. Die Stränge sowohl, wie die sphärischen Zellmassen scheinen aus kleinen, blassen Gonidien zu bestehen, welche durch eine Gallerie zusammengehalten werden. (IV, 3.) Einzelne Zellen in den Strängen und rundlichen Zellmassen erscheinen deutlich trübgrün gefärbt, andere schwächer, die meisten gar nicht. Hypen sucht man anfangs vergebens. Nach langem Suchen findet man endlich einzelne dicke Stränge, welche grosse Gonidien in regelmässigen Abständen enthalten. An diesen Strängen kann man auch zuweilen sehen, wie die farblosen kugeligen Zellen der Stranghülle nach unten zu in eine langgliedrige Hyphe übergehen.

Mit der Entdeckung dieses Überganges wird das ganze Verhältnis sofort klar. Die vermeintlichen schwach gefärbten Gonidienhaufen und Stränge erweisen sich als Hypencomplexe, deren einzelne Zellen durch ihre kugelige Gestalt und durch ihr grün schimmerndes

Protoplasma allerdings eine grosse Ähnlichkeit mit jungen Gonidien besitzen. Da aber viele Stränge und sphärische Aggregate nur vereinzelte, kleine, blasse Gonidien einschliessen, so ist es factisch unmöglich, sofort zu entscheiden, welche Zellen des Conglomerates als Hyphenzelle und welche als Gonidium angesprochen werden soll.

Auch die chemischen Hilfsmittel lassen uns hier im Stiche; einerseits, weil sich die vereinzelten Gonidien meist im Innern der Stränge befinden und von den Hyphenzellen verdeckt werden, andererseits, weil die vorhandene Gallerte die Reaction undeutlich macht.

In solchen Fällen kann der wahre Sachverhalt oft nur durch die Analogie mit den Strukturverhältnissen anderer Flechten erschlossen werden.

Wenn wir in *J. Prevostii* eine Flechte kennen gelernt haben, deren Hyphenzellen eine gewisse Ähnlichkeit mit Gonidien besitzen, so soll uns

*Aspicilia flava* Hepp. var. *caerulea* Arns

Taf. IV, Fig. 7.

eine Zelleconfiguration veranschaulichen, die oft im Flechtenthallus vorkommt und die mir ebenfalls dazu geeignet erscheint, Missverständnisse herbeizuführen.

An der Peripherie vieler Krustenflechten kommt nämlich eine schmale Gewebezone vor, in der die Gonidien zu entstehen scheinen. Diese Zone fällt wenig in die Augen und entsteht, indem winzige Gonidienhäufchen von radiär wachsenden Hyphen in die äusserste Randlage transportirt werden. Die einzelnen Gonidien dieser vorgeschobenen Gonidiennester sind meist sehr klein und nur schwach gefärbt; sie werden aber von den Hyphen genau so umspannen, wie die gewöhnlichen, grossen Gonidienhäufchen. Wenn nun die Zellen der (sie unspinnenden) Hyphe den kleinen blassen Gonidien in Form und Inhalt ähnlich sind, und wenn ferner das Einspinnen in einer Weise erfolgt, dass dadurch isolirte sphärische Körper von einer gewissen morphologischen Selbstständigkeit gebildet werden, so kann sehr leicht die Täuschung entstehen, dass man in diesen sphärischen Zellelementen eigene Organe (Gonidienfollikel) vor sich habe, in denen die Gonidien entstehen. Die Täuschung wird noch vollständiger, wenn die Hyphenzellen dieser Follikel gefärbt sind.

Dieser Fall tritt bei *Asp. flava* f. *caerulea* ein.

Hier sind die Hyphen der Follikel deutlich grünblau gefärbt, u. z. um so intensiver, je näher den Gonidien. (IV, 7.) Zuweilen macht es den Eindruck, als ob der Farbstoff aus den Gonidien in die anliegenden Hyphen hinüber diffundirt wäre und sich dort in Blau verwandelt hätte. Unmöglich ist dieser Vorgang nicht, denn die Hyphen vieler Schimmelpilze, welche auf intensiv gefärbten Früchten und Pflanzendecoceten vegetiren, nehmen häufig die Farbe ihres Substrates an. Gegen die Annahme einer Überführung des Farbstoffes aus den Gonidien in die Hyphe spricht aber die Thatsache, dass bei vielen Krustenflechten eine eigenthümliche knrzgliedrige Hyphe vorkommt, die sich auf der Oberfläche der Kruste netzartig ausbreitet und häufig grau, braunblau, blaugrün und trübgrün gefärbt ist. Da diese Deckhyphe keine Gonidien umspinnt, so muss angenommen werden, dass der Farbstoff in den Zellen der Hyphe selbst entsteht. Es steht nichts im Wege, diese Annahme auch auf die grünblau gefärbten Hyphen der jungen Gonidiennester von *Asp. flava* f. *caerulea* auszudehnen. Insofern aber die Blaufärbung der Hyphen bei *A. flava* nicht constant vorkommt, sondern nur bei der Varietät *caerulea*, so wäre es gewiss interessant, den Bedingungen nachzuforschen, unter denen die Blaufärbung eintritt oder unterbleibt.<sup>1</sup>

..Das Mikrogonidium..

Taf. IV, Fig. 5 u. 6.

Manche Flechten können unter mir unbekannten Bedingungen in einen Vegetationszustand treten, der durch eigenthümliche Veränderungen im Inhalt der Hyphenzellen charakterisiert wird. Das Protoplasma der

<sup>1</sup> Das Untersuchungsmaterial erhielt ich nebst anderen Mikroflechten von Herrn Appellationsrath Arnold in München, dem ich hier für seine freundliche Sendung meinen wärmsten Dank ausdrücke.

Hyphenzellen soleher Flechten sieht fast homogen aus, bricht das Licht ungewöhnlich stark und besitzt einen deutlichen grünen Schimmer. Dabei sondert es sich gern in gleich grosse, regelmässige Kugelchen, die, perlenschnur förmig aneinander gereiht, die Hyphen erfüllen (IV, 5 a). In kurzen Zellen liegen 4—6, in sehr langen Zellen bis 20 solcher Plasmabällchen.

Wenn man einen Schnitt der betreffenden Flechten etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde lang in einer 60 procentigen Schwefelsäure quellen lässt und dann mit sehr wässrigem Jod behandelt, so färben sich die Plasmakugelchen intensiver gelbgrün und es entsteht der Schein, als ob die Hyphen mit winzigen grünen Zellehen erfüllt wären. Minks hält diese Protoplasmakugelchen für junge Gonidien und ist zu der Überzeugung gelangt, „dass Hyphenzellen und Gonidien sich nur als Modificationen ein und derselben Zelle gegenüberstehen“. Sein ganzes Buch, „Das Mikrogonidium“, verfolgt eigentlich nur den Zweck der näheren Begründung dieses Satzes.

Da das erwähnte Buch sich nur mit einer einzigen Flechte, dem *Leptogium myochroum* Tuck. befasst, so verschaffte ich mir leicht authentisches Untersuchungsmaterial und machte mich mit Eifer an dessen Zergliederung. Zu meinem grössten Erstaunen fand ich aber in dem *L. myochroum* keine Spur von einem Mikrogonidium, sondern nur gewöhnliche Hyphen, wie bei jedem andern Leptogium, und war deshalb zu der Annahme geneigt, dass der ganzen Mikrogonidientheorie keine Thatsachen zu Grunde liegen. Als ich aber einige Monate später mehrere Exemplare der *Collema polycarpum* (Schaer) untersuchte, die ich auf der Raxalpe gesammelt hatte, da fand ieh die Hyphen derselben mit Mikrogonidien erfüllt (IV, 5). Später sah ieh dann allerdings dieselben Mikrogonidien auch bei *L. myochroum* (bei einem Salzburger Exemplare) und bei *Lithoicea tristis* Mass. (IV, 6.) Eine weitere Untersuchung einiger Exemplare von *Collema polycarpum*, die nicht von der Raxalpe stammten, brachte mir die Überzeugung bei, dass die „Mikrogonidien“ durchaus nicht immer bei derselben Speeies vorkommen, sondern dass ihr Vorhandensein entweder von dem Standort oder von einem bestimmten Vegetationszustande abhänge. Aneh legte ieh mir die Frage vor, ob die „Mikrogonidien“ nicht vielleicht das Product eines krankhaften Proesses seien? Gegen eine solche Annahme sprach aber das Aussehen der betreffenden Flechten, die sich offenbar in der üppigsten Entwicklung befanden.

Da die Plasmaeongregationen selbst in den stärksten wasserentziehenden Substanzen ihre Form nicht merklich veränderten, so musste ieh folgern, dass diese Protoplasmabällehen überhaupt nur eine minimale Menge freien Wassers besitzen. Diese Wasserarmuth regte in mir folgenden Gedankengang über die Entstehung der Mikrogonidien an. Wenn das Wachsthum einer üppig vegetirenden Flechte durch eine plötzlich eintretende Hitze und Trockenheit unterbrochen wird, und wenn schliesslich dann noch Winde und Wolkendecken die Thaibildung absolut verhindern, so kann der Wasserverlust der Flechte so gross werden, dass sich das Protoplasma in den Hyphen contrahirt. Ob dann das contrahirte Plasma eine einzige Masse oder mehrere regelmässige oder unregelmässige Sphäroide bildet, das wird theilweise von der Länge und Form der Zelle, theils von der Speeies abhängen. Bringt man eine solehe stark ansgetrocknete Flechte plötzlich in das Wasser, so quellen zwar die vergallerten Membranen und Zwischensubstanzen augenblicklich auf, die contrahirten Plasmamassen dagegen brauchen wochenlang, ehe sie wieder vollständig gelöst sind. Davon habe ieh mich direkt überzeugt, indem ieh einen Thallus der *L. polycarpum* ins Wasser legte und von Zeit zu Zeit untersuchte. Die „Mikrogonidien“ waren erst nach der dritten Woche verschwunden; indessen bin ieh nicht ganz sicher, ob es sich in diesen Falle nicht um einen pathologischen Degenerationsprozess handelte. Ieh gab aneh die diesbezüglichen Untersuchungen bald auf, weil es mir wichtiger seien, die Natur der Mikrogonidien überhaupt klar zu legen, als ihrer Entstehung nachzuforschen. Es wurde schon oben erwähnt, dass „die Mikrogonidien“ ein sehr starkes Lichtbrechungsvermögen besitzen. Deshalb suchte ieh vor allem anderen darüber ins Klare zu kommen, ob man es nicht doch vielleicht mit Fettkörpern zu thun habe. Zu diesem Behufe legte ieh Schnitte von *L. polycarpum* 14 Tage lang in absoluten Alkohol und in Äther. Da nach Ablauf dieser Zeit die „Mikrogonidien“ nicht verändert waren, so konnte ieh erstens schliessen, dass die „Mikrogonidien“ keine Fettkörper sind, und zweitens, dass ihr grünlicher Schimmer nicht von einem chlorophyllähnlichen Farbstoff herrühren könne, weil dieser sonst durch die Einwirkung der erwähnten Reagentien verloren gegangen wäre, was nicht der Fall war. Alkoholisches Jod färbte die „Mikrogonidien“ braungelb bis rothbraun, Znckerlösung und Schwefelsäure rosen-

roth, Kupfersulfat mit Kali violett; aus diesen Reactionen ergab sich mit Sicherheit ihre Protoplasma-Natur. Dass die Mikrogonidien nichts anderes als Protoplasmamassen sind, ergab auch die Anwendung von Carmin, Cochenilleauszug, Gentianablau, Hämatoxylin etc.

Die durch Säuren oder Alkohol abgetöteten Plasmabällchen färbten sich nämlich ausgezeichnet rotb, beziehungsweise blau. Die gefärbten Plasmasphäroide zeigten ferner niemals eine verdichtete Aussenschicht oder sonst eine Andeutung, aus der man auf das Vorhandensein einer Zellhaut schliessen könnte. Gegen das Vorhandensein eines (wenn auch noch so dünnen) Zellhäutchens spricht auch die Kalireaction.

Kocht man nämlich die Flechtenschnitte in verdünnter Kalilauge, so fliessen die „Mikrogonidien“ zusammen und bilden unregelmässige Tropfen, in denen keine Spur von einer Zellhaut zu finden ist.

Auch gegen die Annahme, dass die „Mikrogonidien“ nackte Zellen sind, muss ich mich aus dem Grunde aussprechen, weil ich in diesen Plasmakügelchen niemals einen Kern finden konnte.

Aus dem Gesagten erhellte, dass die „Mikrogonidien“ nicht anderes als wasserarme contrahirte Protoplasmatheile sind, die mit den Gonidien nichts gemeinsam haben. Der grünliche Schimmer führt nicht von einem Farbstoff her, sondern beruht auf dem spezifischen Absorptions- und Brechungsvermögen der betreffenden Proteinstoffe. Das Vorhandensein dieser sphärischen Protoplasmakörper bildet kein charakteristisches Merkmal für irgend eine Flechtenpecies, sondern es ist nur der Ausdruck eines gewissen Vegetationszustandes oder eines temporären Lebensproesses.

### Rückblick auf das zweite Capitel.

In *Petractis exanthemata* haben wir eine Flechte kennen gelernt, welche grüne Fäden verschiedener Dicke als Gonidien enthält; die dünnsten derselben können unter Umständen mit Hyphen verwechselt werden. *Verrucaria fusca* wurde als Beispiel gewählt, um an ihr zu zeigen, dass sich auch innerhalb des Flechtenthallus Seytonemafäden in *Gloeoocapsa*-Massen verwandeln können. *Hymenelia biascens*, *Jonapsis Prevostii* und *Aspicilia flava f. caerulea* machten uns mit eigenthümlichen Hyphensträngen, Ketten und Follikeln bekannt, deren merkwürdiger Bau den Schein erweckt, als ob sie die Geburtsstätten der Gonidien wären. Gewisse Exemplare der *Collema polycarpum* und der *Lithoicet tristis* gaben uns endlich die Veranlassung zur Besprechung des „Mikrogonidiums“. Dieses Capitel lasse sich leicht durch die Beschreibung anderer, interessanter Gewebeconfigurationen noch beträchtlich erweitern. Besonders liefern die auf Stein lebenden Mikroflechten ein für dergleichen Untersuchungen beinahe unerschöpfliches Untersuchungsmaterial. Da aber die Lösung der Hauptfragen, mit denen sich unsere Abhandlung beschäftigt, durch derartige Schilderungen kaum gefördert würde, so haben wir auf ein weiteres Ausspinnen dieses Capitels verzichtet.

### Drittes Capitel.

Während meiner jahrelangen Beschäftigung mit den Flechten trat eine Periode ein, in der ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf den Hypothallus richtete. Ich verfolgte denselben nicht nur am Präparirtisch, sondern auch in der freien Natur. Da fiel mir die Thatsache auf, dass unter dem Thallus gewisser Flechten sehr häufig ganz bestimmte Algen und wenigstens deren Reste vorhanden waren.

So fand ich z. B. unter *Racoblemma coralloides*, *Pannaria triptophylla* und vielen Collemen gewöhnlich Formen aus der Familie der Seytonemen, unter dem Prothallus einer *Cladonia (turgida?) Trichodictyon rupestre* und unter vielen Krustenflechten *Chroolepus*. Anfangs hielt ich dieses gemeinschaftliche Vorkommen für eine lose Form der Symbiose — ähnlich dem Convivium gewisser Seeanemonen und Einsiedlerkrebsen. Bald jedoch überzeugte ich mich, dass die Alge unter und neben der Flechte nicht gedieb, dass sie vielmehr naeb und nach verschwand und gewissermassen in den Thallus derselben einverlebt wurde. Dieses Verschwinden der Alge schien nicht durch die Superiorität der Flechte gegenüber der Alge im Kampfe um's Dasein bedingt zu werden, sondern vielmehr an eine bestimmte Zeit und an ein bestimmtes Entwicklungsstadium der Flechte

gebunden zu sein. Die Alge hatte gewissermassen den Höhepunkt ihrer Entwicklung bereits übersehritten, ehe sich die Flechte auf ihr zu entwickeln begann. Dadurch entstand der Eindruck der Succession — des Vorangehens der Alge und der Nachfolge der Flechte. — Hätten die vorangehenden Algen zu denselben Arten gehört, wie die Gonidien der nachfolgenden Flechten, so wäre an der ganzen Erscheinung nichts Auffallendes gewesen; da aber diese Algen fast immer anderen Gattungen angehörten, wie die Gonidien der bezüglichen Flechten, so nahm die beobachtete Succession mein ganzes Interesse gefangen und verleitete mich zuletzt zu der Aufstellung einer falschen Protonema-Theorie für sämtliche Flechten. Ehe ich jedoch berichte, auf welchem Wege ich von dem post hoc zu dem propter hoc gelangt bin, will ich zur besseren Illustration der Beziehungen zwischen Alge und Flechte die bezüglichen Fälle einzeln beschreiben.

*Collema granosum* Wulf.

Taf. IV, Fig. 4.

Die Oberfläche dieser Flechte ist übersät mit kleineren oder grösseren Gallertkugeln, welche schon dem unbewaffneten Auge sichtbar sind und dem Thallus ein körniges Aussehen geben. Die oberflächlichen sphärischen Gallertmassen erweisen sich bei näherer Untersuchung als Prolificationen des Thallus. Der grösste Theil derselben gleicht kleinen *Nostoc*-Colonien, denn man findet in ihnen wohl *Nostoc*-Schnüre, aber keine Hyphen (IV, 4 a.) Eine zweite Art von Prolificationen ist auffallend blaugrün gefärbt — sonst aber der eben erwähnten ähnlich. Unter den blaugrünen Prominenzen kommen auch solche vor, welche scheinbar keine *Nostoc*-Schnüre, sondern einen Haufen einzelner Zellen enthalten. Die Prolificationen letzterer Art fand ich meist auf der Unterseite des Thallus; sie gleichen in jeder Beziehung der Kützing'schen Algenspecies *Polycoecus punctiformis* (IV, 46), welche von Schwendener in den „Algentyphen“ zu den Nostocaceen gestellt worden ist. Die bis jetzt betrachteten Prominenzen besitzen nachweislich keine Hyphen und müssten — für den Fall ihrer vollständigen Loslösung von den Flechten — unbedingt als Algen angesprochen werden. Es kommen jedoch bei *L. granosum* auch grosse Prolificationen vor, welche deutlich von Hyphen durchzogen sind. (IV, 4, c.) Diese letzteren hängen oft nur durch einen dünnen Stiel mit dem Thallus zusammen und trennen sich in den Trockenstadien leicht von denselben. Sie können daher als Propagationsorgane der *Collema* gelten, analog den Soredien der höheren Flechten. Endlich muss ich noch eine Art gomimischer Sprossen beschreiben, welche meines Wissens noch nicht bekannt ist, und die doch geeignet scheint, einiges Licht über die Beziehungen zwischen *Nostoc* und *Scytonema* zu verbreiten. Unter den vielen blaugrünen Blastemen der Unterseite fand ich nämlich auch solche, die einen knäuelartig aufgewickelten Algentadern enthielten. Die Gliederung dieses Fadens hielt die Mitte zwischen *Nostoc* und *Scytonema*. (IV, 4 d.) Einige dieser merkwürdigen Prominenzen waren so erweicht, dass der oberste Theil des Fadens sich gerade strecken und die Wachstumsrichtung nach abwärts einschlagen konnte. Dieselbe Wachstumsrichtung hatten auch andere ältere *Scytonema*-Fäden eingeschlagen, die offenbar in ähnlichen Prolificationen (wie die zuletzt beschriebenen) entstanden waren. Die gleiche Wachstumsrichtung sinnlicher Fäden deutete auf eine gemeinsame Ursache und ich bin geneigt, den Einfluss einer Quelle für diese Ursache zu halten. Die Exemplare der *L. granosum*, welche das Material für diese Untersuchung abgaben, wuchsen nämlich zwischen Moosen, deren Fusstheile noch in dem Sickerwasser einer Quelle standen.

Die Deutung der angeführten Thatsachen wird am Schlusse dieses Capitels versucht werden. Hier sei nur andeutungsweise erwähnt, dass es sich in dem gegebenen Falle wahrscheinlich um die Befreiung der Alge von der Umarmung des Flechtenpilzes handelt, u. zw. unter dem Einfluss einer abnormalen Feuchtigkeit, die der Alge günstig, dem Pilze ungünstig sein mag. Dabei spinnt sich derselbe Vorgang ab, den Zopf (Spaltpflanzen) jüngst beobachtet hat — nur in genau umgekehrter Weise. Dieser Forscher sah nämlich die Umwandlung *Scytonema*-artiger Fäden in *Nostoc*, in unserem Falle scheint sich *Nostoc* mit Hilfe des Zwischengliedes *Polycoecus* in *Scytonema* zu verwandeln.

Zum zweiten Male beobachtete ich das Hervorspiessen *Scytonema*-artiger Fäden bei

*Leptogium minutissimum* Flke.

Taf. II, Fig. 8 u. 9.

Bei dieser Flechte wuehnen jedoeh die grünen Fäden nicht aus der Unterseite hervor, sondern aus dem Thallusrande. Zwei dieser Fäden waren gegen die Vegetationsspitze zu kolbig verdickt und von einer sehr starken, braunen, oben geschlossenen Scheide umgeben. (II, 8 a.) Aueh die Zellen innerhalb der kapselartigen Scheide hatten ein anderes Aussehen, als die übrigen Zellen des *Scytonema*-artigen Fadens. Sie zeichneten sich von letzteren durch ihre abweichende Form und bedentende Grösse, durch eine stärkere Wandung und einem bräunlich-grünen, ölfreichen Inhalt aus. Aueh diese Bildungen sind bereits von Minks gesehen und ausführlich beschrieben worden. (Mikrogonidium, p. 124.) Er nennt sie „Hormosporen“ und erklärt sie für vegetative Reproductionsorgane der Flechte — analog den Stylosporen. Wäre diese Auffassung richtig, so müsste sich aus der „Hormospore“ ein Thallus oder wenigstens die Anlage eines solchen entwickeln. Das ist jedoeh, wie ich mich überzeugte, nicht der Fall. Ich nahm nämlich die oben erwähnten zwei „Hormosporen“ des *L. minutissimum* in Cultur. Das hierbei beobachtete Verfahren war höchst einfache. Eine grosse Krystallisirschale wurde theilweise mit Wasser gefüllt, und dann ein Drahtnetz in dieselbe so eingehängt, dass das Netz über dem Wasser schwiebte, ohne es zu berühren. Auf dem Drahtnetze lag ein gewöhnlicher Objetträger, mit einem Wassertropfen, und in letzterem befanden sich die „Hormosporen“. Der obere freie Rand der Krystallisirschale wurde zur Erhöhung seiner Adhäsion mit Talg eingefettet. Sobald die Schale mit einer Glasplatte bedeckt worden war, bildet das Ganze eine feuchte Kammer. In derselben konnte selbstverständlich der Wassertropfen auf dem Objetträger nur sehr langsam verdunsten; trotzdem wurde der Culturtropfen, behufs Vermeidung von Bakterienbildung, täglich erneuert. Die erste Veränderung, welche die „Hormosporen“ zeigten, bezog sich auf die Stielzellen; diese starben ab und konnten bald darauf mittelst eines Pinsels entfernt werden.

Erst am 10. Tage nach der Aussaat zeigte der Inhalt der grösseren „Homospore“ eine deutliche Veränderung. Die grossen Öltropfen waren verschwunden; dafür hatte das ganze Protoplasma ein gleichmässig schaumiges Aussehen gewonnen. Rüksichtlich der Färbung zeigten die zwei Endzellen des eiförmigen Körpers ein helleres Grün als die anderen Zellen, welche ihre trübe Farbe nicht verändert hatten. Der Farbstoff war aber nicht an bestimmte Körperchen gebunden, sondern tingirte gleichmässig (mit Ausnahme der Öltröpfchen) das ganze Protoplasma. Zellkerne könnte ich wegen des schaumigen Plasmas nicht unterscheiden. Am 16. Tage war die derbe Scheide der „Homospore“ stark gequollen und hatte — besonders an dem Pol mit den zwei intensiver gefärbten Zellen — eine bräunliche Färbung fast ganz eingebüsst. Aueh die Scheide der zweiten „Homospore“ zeigte eine starke Wasseraufnahme, dagegen hatte der Inhalt seiner Zellen keine Veränderung erlitten. Von nun an kontrollierte ich das fernere Verhalten der „Hormosporen“ täglich unter dem Mikroskope und konnte in aller Bequemlichkeit das Auswachsen der einen Hormospore zu einem gewöhnlichen *Scytonema*-Faden verfolgen. Die andere Hormospore ging aus einer mir unbekannten Ursache zu Grunde. An dem Wachsthum der „Hormosporen“ beteiligten sich nur die zwei vorhin erwähnten oberen Zellen, während die vier übrigen sich nicht mehr teilten, sondern die verdickten Basalzellen des Fadens bildeten. Die Verlängerung des Fadens wurde durch das succeedane Auftreten von Zwischenwänden in den Zellen der Vegetationsspitze und durch die später eintretende Streckung bewirkt.

Eine Astbildung sah ich nicht, ebensowenig auch nur die Spur einer sich bildenden Hyphe. (II, 9.)

Gestützt auf diesen Culturversuch, muss ich der Minks'schen Auffassung (nach welcher die Hormosporen Propagationsorgane der Flechten sein sollen) entschieden entgegentreten. Diese Gebilde sind einfache Vegetationsformen einer Alge aus der Familie der *Seytonemaceae* und den *Danerhormogonien* so ähnlich, dass ich aueh die Benennung „Hormospore“ für inopportun halte, zumal dieser Ausdruck leicht zu irrgigen Auffassungen führen könnte.

*Plectopsora condensata* Arnold „Tyrol“ IV, p. 655.

Taf. V, Fig. 1—5.

Eine strauchartige Gallertflechte, deren Äste letzter Ordnung fast stielrund sind und häufig gegen das Ende zu keulenförmig ansehwellen; die untersten und ältesten Thallusäste dagegen zeigen die Tendenz, sich zu verflachen und haben nicht selten ein blattartiges Aussehen. In den keulenförmigen Anschwellungen der Zweige letzter Ordnung sind die Gonidien *Nostoc*-artig, — doch weicht ihr Ausschen von den gewöhnlichen *Nostoc*-Schnüren ziemlich weit ab. Die einzelnen Schnüre sind nämlich von einer sehr breiten durchsichtigen, dabei aber doch noch deutlich sichtbaren Gallertscheide umgeben. Diese Scheiden zeigen aber nur selten wurstförmige Formen, desto häufiger sind sie ovoid bis kugelig. Die Schnüre selbst sind in diesen sphärischen Scheiden so mannigfaltig gekrümmmt, dass ihre rosenkranzartige Anordnung erst auf Umwegen erschlossen werden kann; auf den ersten Blick erscheinen daher die Gonidien nicht *Nostoc*-, sondern *Polycoccus*-artig. Die Hyphen dieser Flechte sind so zartwändig und durchsichtig, dass man sie bei einer nur oberflächlichen Betrachtung des Schnittes gar nicht sieht und erst nach Anwendung von Anhellungs- und Färbemitteln deutlich verfolgen kann. (V, 1.)

Sehr lehrreich sind bei dieser Flechte die Beziehungen zwischen Hyphe und Gonidie. Bekanntlich scheinen sich bei vielen Collemen die Hyphen um die Gonidien gar nicht zu kümmern. Bei den Omphalarien jedoch copuliren typisch alle Gonidien mit den Hyphen, ohne dass hiervon die Gonidien (meist Gloeoecapsen) merklich verändert würden. Bei der Gattung *Lempholemma* Körber (*Physma* Mass.) treten nur bestimmte Zellen der *Nostoc*-Schnüre mit den Hyphen in Copulation; diese Zellen schwollen jedoch hypertrophisch an und gehen bald zu Grunde.

In den älteren Thallustheilen unserer *Plectopsora* copuliren einzelne Zellen der Schnüre mit den Hyphen nach dem Typus von *Omphalaria* und *Synalissa*. (V, 5.) In den untersten und ältesten Thallusregionen sind alle Zellen der Gonidienschnüre copulirt — aber offenbar tot. (V, 3.) Ihr Inhalt ist entfärbt und die Membranen sind geschrumpft und man hat oft Mühe, in den collabirten Resten die ehemaligen Gonidienschnüre wieder zu erkennen. (V, 1 a.) Die Veränderungen, welche die Gonidien in den verschiedenen Thallusregionen erleiden, sind in ihren Wirkungen auch schon für das unbewaffnete Auge erkennbar. Während nämlich die jüngeren Äste ein helles und die älteren ein dunkles Grün zeigen, sind die ganz alten Partien der Flechte schwärzlich trübgrün gefärbt. Sobald die Gonidien in Folge der Hausterienwirkung der Hyphen getötet sind, verändert sich auch die Beschaffenheit ihrer mächtigen sphärischen Scheiden. Zunächst werden die Conturen derselben undeutlich, indem die benachbarten Sphäroide in eine formlose Gallerte zusammenfließen. Später wird der grösste Theil dieser Gallerte von den Hyphen aufgebranzt. Nun müsste, in Folge des Absterbens der Gonidien und des Schwundes der Gallerte in den untersten Theilen des Thallus, die ganze Flechte zusammensinken und jeden Halt verlieren, da ja gewissmassen unter ihrem Leibe die tragenden Stützen zusammengebrochen sind. Das geschieht aber nicht, weil in demselben Masse als die Gonidien absterben und die Gallerte schwindet, die Membranen der Hyphen immer dicker und dicker werden. Ganz unten bilden dieselben mächtige Stränge, die vielfach unter einander anastomosiren, und die in ihrer Gesamtheit offenbar den Zweck haben, als mechanisches Gewebe den ganzen Flechtenkörper zu tragen und zu befestigen. (V, 1 b.) Die Wände dieser Hyphen sind wie gewisse Bastfasern so verdickt, dass das Zelllumen fast ganz verschwindet. Auf dem Querschnitt erscheinen die bald wasserreichen, bald wasserarmen Zellhautlamellen als eine eonectrische Schiebung. In ehemischer Beziehung verhält sich die Membran der erwähnten Stützhyphen wie Pilzezelllose; denn sie zeigt auch nach dem Kochen in Kalilauge auf Schwefelsäure und Jod nicht die geringste Blännung — ebenso wenig nach Behandlung mit dem Schultze'schen Gemisch oder Chromsäure.

Weit wichtiger als die eben geschilderten biologischen Verhältnisse der ausgewählten Flechte wurden für mich einzelne Jugendzustände derselben. Das mir zur Verfügung stehende Material begünstigte mich insoweit, als in demselben sehr verschiedene Entwicklungsstadien der *P. condensata* aufzufinden waren.

Die jüngsten Thalluswärzchen sassen auf einer ziemlich dicken Algenschicht. Diese bestand aus einem scheinbar chaotischen Gemengsel von *Scytonema*, *Gloeocapsa*, *Leptothrix*, *Polycoccus* und *Nostoc*. (V, 5.) Der freie *Nostoc* in dem Gemengsel erwies sich in jeder Beziehung als identisch mit den Gonidienzähnen im Thallus unserer *Plectopsora*. Sehr merkwürdig war aber dabei der Umstand, dass die Fusstheile der jungen *Plectopsora*-Stämmchen nicht deutlich von ihrer Algenunterlage abgegrenzt erschienen, sondern allmälig in diese übergingen. (V, 4 und 5.)

Solche junge Thallusstämmchen führten auch nicht allein die *Nostoc*-artigen Gonidien, sondern es fanden sich in ihnen auch unzweifelhaft *Gloeocapsa*- und *Leptothrix*-artige Formen vor und zwar dieselben, welche auch in dem Gemengsel vorhanden waren, das der Flechte als Substrat diente. Die *Leptothrix*-artigen Fäden außerhalb der Flechte waren schön blaugrün gefärbt, im Thallus der *Plectopsora* hingegen erschienen dieselben Fäden beinahe farblos. Diese farblosen *Leptothrix*-Fäden sahen in ihrer ganzen Glfederung den zarten Hyphen der Flechte so ähnlich, dass ich in den Irrthum verfiel, die Hyphen selbst für metamorphosirte *Leptothrix*-Fäden zu halten. Allerdings wurde diese kühne Annahme nicht durch die Untersuchung der *P. condensata* allein gestützt; sie war vielmehr lange vorbereitet durch eine Menge anderweitiger Beobachtungen. Ich hatte nämlich in derselben Zeit einige Algen aus der Ordnung der Chroococaceen in Cultur genommen und war zu der Überzeugung gelangt, dass die Gattungen *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa*, *Polycoccus*, *Hormosiphon* und *Nostoc* keine Selbstständigkeit besitzen, sondern zu gewissen Fadenformen in genetischer Beziehung stehen. Nebenbei hatte ich bei diesen Züchtungen bemerkt, dass die Breitendimension der Fäden ein und derselben *Scytonema*- (*Sirospiphon*-) Art oft auf eine unglaubliche Weise variieren kann. Dessenhalb konnte mich der geringe Querdurchmesser der *Leptothrix*-artigen Fäden (in dem Gemengsel) nicht hindern, diese Fäden mit der stärkeren *Scytonema* in einen genetischen Zusammenhang zu bringen und zwar nur so weniger, als ja auch bei der Gattung *Amphithrix* (Kütz.) ein ähnlicher Zusammenhang allgemein angenommen wird.

Indem ich mir das überaus häufige Vorkommen von *Scytonemaceen* und *Sirospiphonaceen* unter und neben dem Thallus bestimmter Flechten ins Gedächtniss rief, gelangte ich bei gleichzeitiger Vergegenwärtigung der Zopf'schen Beobachtungen und meiner eigenen über Spaltpflanzen zur Aufstellung folgender Hypothese: Die Chroococaceen sind keine echten Algen, sondern Flechtengonidien. Die meisten derselben können jedoch auch außerhalb des Flechtenthalls leben und sich vegetativ durch Theilung vermehren, doch bringen sie es nie zu einer geschlechtlichen Differenzirung oder auch nur zu einer echten Sporenbildung.

Die Gattungen *Scytonema* und *Sirospiphon* bilden insbesondere den Vorkeim vieler Flechtenarten, d. h. derjenigen, welche diese Gattungen selbst oder *Nostoc*- und *Gloeocapsa*-ähnliche Gonidien führen.

Das *Scytonema*- (*Sirospiphon*-) Protonema bildet nach einem complieirten Vegetationsprozess zwei Endprodukte. Nämlich einerseits *Nostoc*- oder *Gloeocapsa*-ähnliche Massen (die Gonidien), anderseits *Leptothrix*-ähnliche Fäden (die Hyphen). Aus diesen beiden Componenten baut sich der Flechtenthallus auf. Die *Nostoc*-Massen bilden das assimilirende, die *Leptothrix*-ähnlichen Fäden das reproductive Organ.

Der Zufall brachte mir wenige Tage nach der Aufstellung dieser Hypothese eine scheinbar glänzende Bestätigung derselben. Ich fand nämlich auf dem Leopoldsberge bei Wien, in der Nähe des „Touristenstegs“ auf blosser Erde einige minutiöse Thallusanhänge der *Collema pulposum* (Berkh.) Diese Thallusanhänge hatten eine kugelige bis schüsselförmige Gestalt und waren intensiv blaugrün gefärbt. Genau denselben Farbenton zeigten auch die dicken Haftfasern (*Rhizinae solidae*), welche vom Rande und der Unterseite des Thalli bis einige Millimeter tief in den Boden drangen. (V, 6.) Die Thalli verdankten ihre Färbung den eingeschlossenen *Nostoc*-Schnüren, die Farbe der Haftstränge rührte jedoch von einem Bündel *Oscillaria*-artiger Fäden her, welche der Länge nach verlaufend die Stränge erfüllten. Je 6 bis 12 dieser schön grünen Fäden steckten immer in einer gemeinschaftlichen, glashellen Gallertscheide (V, 7), 1 und 5—6 solche gefüllte Scheiden bildeten das centrale Gonidienbündel der Haftstränge. Theils zwischen den Scheiden, theils zwischen den Algenfäden und diesen parallel liefen andere farblose Fäden die Stränge hinab, welche in ihrer Struktur den Algenfäden ziemlich ähnlich waren. (V, 9.) Anglücklichen Schnitten konnte man sich überzeugen, dass die farblosen Fäden aus den dicken Rhizinen in den Thallus eintraten und sich dort verzweigten, also als Hyphen angesprochen

werden mussten. (V, 8.) Deshalb glaubte ich auch in diesem Falle die Hyphen auf die grünen Fäden der Rhizinen zurückführen zu sollen und für meine Hypothese einen anderen Beleg gefunden zu haben. Später, als ich schon längst meine Hypothese über Bord geworfen und *C. pulposum* mit *P. condensata* abermals untersucht hatte, stellte es sich allerdings heraus, dass der vermutete Zusammenhang zwischen den Hyphen und den dünnen, grünen Fäden eine blosse Fiction war, die jeder soliden Stütze entbehrte. Denn ein eigentlicher Übergang zwischen den Hyphen und den grünen Fäden konnte niemals nachgewiesen werden; auch ergab eine genaue Untersuchung beider Objecte mit chemischen Hilfsmitteln unüberbrückbare Strukturunterschiede.

Obwohl nun jetzt festgestellt ist, dass die grünen Fäden in den Fussteilen der *Plectopsora condensata* und in den Rhizoiden der *Collema pulposum* mit den Hyphen in keinem genetischen Zusammenhang stehen, so bin ich doch nicht in der Lage, eine befriedigende Erklärung für ihre Gegenwart im Flechtenthallus überhaupt zu geben. Möglicherweise sind sie nur als zufällige Einschlüsse zu betrachten — vielleicht aber (und dies scheint mir wahrrscheinlicher) stehen sie zu den Gonidien in irgend einer Beziehung — welche klar zu legen künftigen Untersuchungen vorbehalten bleibt.

### *Eolichen Heppii* nov. sp.

Taf. VI, Fig. 1—4.

Ich fand dieses Gebilde im Mai 1882 auf einem Felsblock des Bisamberges bei Wien. Der Thallus — soweit man hier überhaupt von einem solehen reden kann — ist hantartig, gallertig und tritt in kleinen, runden, Sehnppen von 1—5<sup>mm</sup> Durchmesser auf. Die Hauptmasse der Schüppchen bildet *Sirosiphon Heppii* Rabenh.; die einzelnen Stämmchen und Äste dieser Alge sind jedoch durch äusserst zarte Hyphen derartig mit einander verwebt, dass ein hautartiges Ganze entsteht. An der Peripherie des häufigen Conglomerates zeigen die *Sirosiphon*-Fäden noch einzelne, lebhaft vegetirende Spitzen, während in der Mitte jedes Wachsthum der Alge erloschen zu sein scheint. Da auch die Hyphen den in radialer Richtung fortwachsenden *Sirosiphon*-Fäden folgen, so kann man von den häufigen Gebilden sagen, dass sie eine Art von Marginalwachsthum besitzen. Sehr eigenthümlich sehen die Hyphen aus; diese gleichen in ihrer Gliederung und in ihrem ganzen Aussehen eher einer blassen, dünnen Oscillariacee als einer Pilzhyphe. Sie durchwirken den *Sirosiphon* in einer scheinbar ganz gesetzlosen Weise; doch kann man bemerken, dass sie in den jungen kräftigen Algenfäden hauptsächlich die Scheiden bewohnen, während sie in den älteren *Sirosiphon*-Stämmchen auch die inneren Fäden durchsetzen.

Die Alge scheint unter dem Angriff der Hyphen stark zu leiden und zu einer überstürzten, krankhaften Astbildung angeregt zu werden. Die Äste bleiben jedoch kurz und zeigen zuweilen peitschenförmige Enden, wie bei *Ricularia*. (V, 1 a.)

Zwischen den *Sirosiphon*-Fäden kommen auch einzelne Nester von *Nostoc* und *Gloeocapsa* vor, die ebenfalls von der erwähnten dünnen Hyphe durchwachsen werden. Verschiedene Gründe sprechen übrigens für die genetische Znsammenghörigkeit der drei genannten Algentypen. Nun ist es in hohem Grade interessant, zu beobachten, wie sich dieselbe Hyphe gegen die verschiedenen Formen ein und derselben Algenspecies verhält. In den *Nostoc*-Massen verläuft sie bei einer sehr spärlichen Verästelung ziemlich geradlinig nur in der Gallerie und scheint sich um die Schnüre gar nicht zu kümmern. In den *Gloeocapsa*-Colonien dagegen verzweigt sich dieselbe Hyphe dichotom und sendet zu jeder Zelle einen kurzen Seitenast, der die Hüllmembranen auf dem kürzesten Wege durchdringt und in unmittelbarer Berührung mit der innersten Zellhülle knopfförmig ansetzt. Ähnliche Beobachtungen habe ich auch bei *Manzonia* und anderen Flechten gemacht, die zufällig mehrere Gonidienarten einschlossen. Es scheint demnach, dass die Art und Weise des Anlegens der Hyphe an die Gonidie nicht von dem jeweiligen Verhältniss zwischen Pilz und Alge abhänge, sondern einzig und allein durch die Form der Nähralge bestimmt werde, dergestalt, dass die Formen *Nostoc*, *Gloeocapsa*, *Pleurococeus* etc. stets dieselben Hypnenlagen bedingen.

Man könnte auch sagen: Die Art des Anlegens der Hyphe an die Gonidie hängt direkt weder von der Pilz-, noch von der Algenspecies ab, sondern sie wird nur bedingt von der

Beschriftenheit der Zellhant der Alge. Sollten künftige Untersuchungen die Richtigkeit dieses Satzes erweisen, dann könnten wir mit seiner Hilfe dahin gelangen, schon im Vorhinein zu bestimmen, welchen Verlauf in einem zukünftigen Thalhus die Hyphen nehmen werden, wenn die Sporen einer Flechte auf eine bestimmte Form einer Alge ausgesät worden sind.

Um wieder zu unserem ursprünglichen Gegenstand zurückzukehren, sei hier hervorgehoben, dass die oben erwähnten *Gloeocapsa*-Nester, wenn sie oberflächlich auf der Haut liegen, häufig streng begrenzte, sphärische oder buehlig-gelappte Formen annehmen, die noch überdies durch eine intensivere Färbung von ihrer Umgebung abstechen. Sie scheinen von einer bräunen pseudoparenchymatischen Rinde umgeben zu sein. Diese Rinde wird jedoch nicht wie man a prima vista vermuten sollte, von den Hyphen gebildet, sondern von den *Gloeocapsen*. Die kleinen *Gloeocapsa*-Familien der äussern Randschicht zeichnen sich nämlich vor den übrigen inneren durch derlei bräunliche Hüllmembranen aus, welche durch gegenseitigen Druck polyödrische Gestalten angenommen haben. Dass auch auf diese Weise eine Rindenschicht zu Stande kommen kann, die einem Pseudoparenchym täuschen ähnlich sieht, mögen besonders Jene beachten, welche die Existenz einer chlorophyllhältigen, pseudoparenchymatischen Rindenschicht bei den Flechten behaupten.

Nachdem wir einen Überblick über die Textur der Haut gewonnen haben, können wir uns den rothbraunen Apothecien zuwenden. (VI, 1b). Diese sitzen in der Regel in der Mitte der häutigen Kruste auf älteren *Sirosiphon*-Fäden. Sie haben die Form einer etwas abgeplatteten Kugel und sind am Scheitel durchbohrt. Die dünne, häutige Wand des Peritheciums besteht nur aus einer Lage von Zellen, deren Form an die Täfelehen eines Geduldspiels erinnert. Wenn wir diese Zellen als sehr niedrige Prismen betrachten, so entsprechen die beiden Basisflächen der Aussen- und Innenseite der Perithecienvand. Die Aussenwände der Zellen springen nicht vor, sondern liegen so ziemlich in derselben sphärischen Fläche; die Innenwände sind häufig resorbirt. Die Seitenwände zeigen auffallende Verdickungen, die, gegen den Mittelpunkt der Zellen zu, oft leistenartig vorspringen, so dass man durch die Flächenansicht der Perithecienvand stark an die Textur gewisser Lebermooskapseln erinnert wird. Der Abstand zwischen der Perithecienvand und den Ascis ist in den reifen Früchten auffallend gross. Die schmal keulenförmigen Schläuche sind gegen die Spitze zu stark verdickt; sie werden nicht alle gleichzeitig reif, sondern nach einander in verschiedenen Zeiträumen; wenigstens fand ich immer entleerte Schläuche in Gesellschaft solcher, deren Inhalt noch nicht differenziert war.

Die circa 4-2 $\mu$  langen und 2-1 $\mu$  breiten Sporen liegen undeutlich 2reihig in den Schläuchen. (VI, 2-3.) Sie sind farblos, spindelförmig und in der Mitte einmal getheilt. (VI, 3.)

Bei ihrer Entleerung reissen die Schläuche am Scheitel der Quere nach auf. Die entleerten Ascis verschwinden bald durch gallertige Degeneration; früher nehmen sie jedoch eine bräunliche Färbung an, die an der Spitze am tiefsten ist. Paraphysen habe ich nicht gesehen. Sollten dennoch welche vorhanden sein, dann müssten sie in einem früheren Entwicklungsstadium des Apotheciums zerfliessen. Zwischen den Apothecien kommen auf denselben *Sirosiphon*-Pflänzchen zuweilen Spermagonien vor. Dieselben sind 3-4 mal kleiner als die Schlauchfrüchte, sonst aber diesen ähnlich gestaltet und gefärbt. Die baeterienförmigen Spermatien werden susedan von der Spitze äusserst feiner Sterigmen abgeschnürt, mit denen die ganze Innenwand der Spermatien bis zur Scheitelregion gleichmässig bekleidet ist. (VI, 4.) Die Spermatien liegen in einer Gallerte und gelangen durch das Aufquellen derselben bei Wasserzufuhr durch das Scheitelostiolum passiv in das Freie.

### *Eolichen compactus* nov. sp.

Taf. VI, Fig. 5-6.

Auch diese Species bildet auf Steinen schwärzliche, 2-5<sup>mm</sup> grosse, häutige Schüppchen, welche dadurch entstehen, dass zahlreiche Pflänzchen der Algenart *Sirosiphon compactus* Ktz. durch äusserst zarte Hyphen zu einem dichten gallertigen Filz verflochten werden. Innerhalb der Haut liegen die Fäden des *S. compactus* gerade so horizontal, wie jene bei *Eolichen Heppii*; auch zeigt das ganze Gebilde ein ähnliches, vages Marginalwachsthum, wie bei dem zuerst beschriebenen *Eolichen*. Während aber die Pflänzchen des *Sirosiphon Heppii* durch den Angriff der Hyphen stark irritirt werden, kann man das Gleiche von *Sirosiphon compactus* nicht

behaupten. Denn nichts deutet darauf hin, dass die Alge durch die Hyphen in ihrer Vegetation erheblich gestört würde. Dieser Befund ist um so auffallender, weil bei *E. compactus* auch die inneren *Sirosiphon*-Fäden gleich von allem Anfang an nach allen Richtungen durchwachsen werden, ein Vorgang, der bei *E. Heppii* erst in einem späteren Entwicklungsstadium platzgreift.

Bei *E. compactus* kommen keine Nester von *Gloccapsa* oder *Nostoc* vor und sind die beiden Componenten des Thallus — Alge und Hyphe — in vollkommener Reinheit vorhanden. Dessenhalb fällt auch bei dieser Species der *Oscillaria*- oder *Leptothrix*-artige Charakter der Hyphen noch mehr auf (VI, 6), als bei *E. Heppii*.

Die Apothecien und Spermagonien der beiden *Eolichen*-Arten gleichen einander in Bezug auf Grösse, Färbung, Form und Textur vollkommen. Um daher das bereits Gesagte nicht noch einmal wiederholen zu müssen, verweise ich auch die Beschreibung dieser Organe bei *Eolichen Heppii*. Doch muss ich hier ausdrücklich bemerken, dass ich die Sporen des *E. compactus* nicht zu Gesicht bekam, weil die aufgefundenen Apothecien bereits vollständig entleert waren.

Indessen darf man wohl bei der sonstigen Conformität des Baues der Fruchtformen beider Species vermuten, dass auch die Sporen beider Arten einander ähnlich sein dürften.

Von einer dritten *Eolichen*-Species, nämlich dem *E. clavatus*, kenne ich nur die Spermagonien; da ich die nähere Beschreibung dieser Art einstweilen verschiebe, so sei hier nur bemerkt, dass dieselbe einen ganz ähnlichen Thallusbau und dieselbe *Leptothrix*-artigen Hyphen besitzt, wie die bereits beschriebenen *Eolichen*-Arten. Als Nähralge fungirt aber kein *Sirosiphon*, sondern die *Scytonema clavatum* Ktz.

Ich habe längere Zeit darüberirt, ob die drei eben beschriebenen Gebilde als Flechten aufzufassen seien, oder als Pilze, welche auf *Sirosiphon* und *Scytonema* Rasen schmarotzen. Denn es kann nicht geläugnet werden, dass bei *Eolichen* ein eigentlicher Thallus in demselben Sinne wie etwa bei *Peltigera* oder *Parmelia* nicht vorhanden ist.

Da es aber eine grosse Zahl von niederen Flechten gibt, die gar keinen geschlossenen Thallus besitzen, und deren Hyphen oft nur so beiläufig über einzelne, verstreute Gonidienhäufchen dahinkriechen, so bin ich zu dem Schlusse gelangt, dass die beschriebenen Gebilde zum Mindesten mit demselben Recht als Flechten gelten können, wie viele Arthonien, Arthopyrenien etc. Da sie aber unter den Flechten keine näheren Verwandten besitzen, so war ich genöthigt, eine neue Gattung aufzustellen.

Für den systematischen Gebrauch liege ich folgende Diagnosen bei:

*Eolichen*: Thallus rundlich, gallertig, häutig, 1—5<sup>mm</sup> gross, mit der ganzen Fläche der Unterlage aufgewachsen. Als Gonidien dienen *Sirosiphon* und *Scytonema*-Arten. Die Hyphen sind *Leptothrix*-artig gegliedert. Apothecien braunrot, kugelig, häutig, an der Spitze durchbohrt. Die Sporen liegen zu 8, undeutlich 2reihig, in einem eng keulenförmigen Schlauch. Paraphysen fehlen.

Spermagonien den Apothecien ähnlich, doch 3—4 mal kleiner.

1. Species *E. Heppii*. Nähralge: *Sirosiphon Heppii* (Rab.) Sporen: spindelförmig, farblos, 2zellig, 4·2<sup>μ</sup> lang, 2·1<sup>μ</sup> breit. Auf Felsen an sonnigen Stellen. Bisamberg bei Wien. 1882.
2. Species. *E. compactus*. Nähralge *Sirosiphon compactus*. Sporen unbekannt. Auf Steinen nächst der „Knödelhütte“ bei Wien. 1883.
3. Species. *E. clavatus*. Nähralge: *Scytonema clavatum* Kiz. Nur Spermagonien bekannt. Am oberen Wasserfall bei Lichtenfeld in Niederösterreich. 1883.

Schliesslich muss ich bemerken, dass „*Eolichen*“ keine Seltenheit sein kann, denn ich fand nicht nur drei Species binnen zwei Jahren im Freien, sondern auch seine deutlichen Spuren in alten Herbarexemplaren.

Wer sich daher diese interessante Flechte zur Anschauung bringen will, dem rathe ich irgend eine Exsiccatensammlung (etwa Rabenhorst-Algen Sachsens, resp. Mitteleuropa's) in Bezug auf die *Sirosiphon*- und *Scytonema*-Species zu durchforschen.

*Ephebe Kernerii* nov. sp.

Taf. VII, Fig. 1—5.

„*Thallus pulvinatus nigricans*; rami irregulariter ordinati, versus thalli apicem paullulum aggregati, saepe leniter inflexi; gonidia prosus iis *Sirosiphonis pulvinati* (Ktz.) similia; hyphae membrana crassa et conspicue gelatinosa insignes; hymenium in tuberculo semilateral, inaequali, fuso-rubro inclusum; paraphyses desunt; sporae in aseis elongato clavaeformibus fusiformes vel oblongo-ellipsoideae, octonae, hyalinae, minutae, dibus, inconspicue uniseptatae, 3—4<sup>mm</sup> latae et 3—4<sup>mm</sup> longiores; spermagonia nondum observari.“

„Das Pflänzchen wurde von Kerner in Tyrol bei Trins im Gesehnitzthal entdeckt, und gelangte auch in dessen Normal-Herbar der Flora Österreich-Ungarn unter Nr. 800 zur Ausgabe. Es wuchs in einer Höhe von 1200<sup>m</sup> auf Gneissfelsen mitten unter Gyrophoren und Umbilicarien. Unsere Species unterscheidet sich von den anderen Epheben durch die einseitige, knollige Fruchtanschwellung, besonders aber durch die starken *Seytonema*-artig gegliederten Hyphen. Der unterste Theil der Thallusstämmchen enthält keine Gonidien, sondern besteht nur aus einem dichten Geflecht der Hyphen, welche hier am dicksten sind. Im mittleren Theil der Stämmchen bilden die bereits dünneren Hyphen eine centrale (selten exzentrische) Axe, um welche herum die von Hyphenzweigen begleiteten Gonidien gelagert sind.“

„In den jüngsten Thallusspitzen liegen die Gonidien und Hyphen genau so, wie bei *Ephebe pubescens* L. Wenn die Flechte etwa eine Stunde lang in einer 70procentigen Schwefelsäure gelegen ist, so tritt der Verlauf der Hyphen wunderbar klar zu Tage. Behandelt man dann noch den ausgewaschenen Thallus mit „Gentiana-violett“, so färbt sich der Inhalt der Hyphen dauernd blau.“

„Ätzkali und dann Jod färben die jüngsten Thallusspitzen blau, das Hymenium und die älteren Thallusstücke gelb. Die einzelnen Stämmchen sind etwa 0.3—0.5<sup>mm</sup> dick und bis 8<sup>mm</sup> lang. Sie bilden runde (circa 8<sup>mm</sup> im Durchmesser führende) verfilzte, dunkelgrüne Polster von einem auffallend algenartigen Habitus“. (Schedae, ad Floram Exsiccatam Austro-Hungaricam II. Editio Anni 1882, p. 172, Autore A. Kerner et Öst. bot. Zeitschrift 1883. Nr. 7.)

Bei *Ephebe pubescens* wird der *Sirosiphon* offenbar durch den Reiz des Flechtenpilzes zu einer enormen Vermehrung seiner Zellen angeregt. Dabei teilen sich die Zellen nach allen drei Richtungen des Raumes, umgeben sich mit einer dicken Membran und nehmen jene Form an, die Zopf in seiner „Morphologie der Spaltpflanzen“ als *Sirosiphon* Sporen bezeichnet hat. Nur in den jüngsten Thalluszweigen erfolgt die Zellteilung nur in einer oder zwei Richtungen, und dort behalten auch die Zellen ihren rein vegetativen Charakter bei. Durch die abnorm gesteigerte Zellteilung der Alge, im Verein mit der sie begleitenden Gallertseidenbildung, gewinnen die älteren Thalluspartien der *E. pubescens* so mächtige Dimensionen, dass sie nur noch eine schwache Ähnlichkeit mit den ursprünglichen *Sirosiphon*-Pflänzchen besitzen. Dennoch bildet die Alge in allen Theilen des Thallus die Hauptmasse, während die Hyphen des Flechtenpilzes nur in einer sehr untergeordneten Weise zur Vergrösserung der Thallusdimensionen beitragen.

Auch sieht man an keiner Stelle die Algenzellen (Gonidien) unter dem Einflusse der Hyphen kränkeln oder gar zu Grunde gehen. Ganz anders liegen die Dinge bei *Ephebe Kernerii*. Zwar wird auch hier der *Sirosiphon* durch den Einfluss des Flechtenpilzes zu einer lebhafteren Zellteilung angeregt, welcher Vorgang besonders in den jüngeren Zweigen deutlich sichtbar ist; sehr bald jedoch — ehe es zu einer bemerkenswerthen Verdickung des *Sirosiphon*-Fadens gekommen ist — tritt ein Stillstand in der Zellvermehrung ein. Ja noch mehr. In demselben Masse wie die Zellen des *Sirosiphon* von den Hyphen immer dichter umspannen werden, erkrauen sie immer bedenklicher und sterben zuletzt ganz ab. Auch ihre gallertigen Hüllen werden dann verflüssigt und aufgebraucht.

Nun wiederholt sich bei *Ephebe Kernerii* ein Vorgang, den wir schon bei *Plectopsora condensata* kennen gelernt haben. Es werden nämlich die Hyphen genau in demselben Verhältnisse dicker, als die Zellen der Alge absterben und die Gallerte verschwindet. Die unteren Thallustheile der *E. Kernerii* bestehen aus einem dichten Hyphengeflecht, in dem man nur mit Mühe die Reste der *Sirosiphon*-

Zellen aufzufinden vermag. Das Verhältniss des Flechtenpilzes zur Alge ist daher bei *E. Kerner* wesentlich anders gestaltet, wie bei *E. pubescens*.

Wenn schon die eben geschilderten biologischen Verhältnisse ganz dazu geeignet erscheinen, ein lebhaftes Interesse für diese Flechte zu erwecken, so verdient sie dieses in einem erhöhten Masse durch die Struktur ihrer Hyphen. (VII, 6 a, b, c.) In den jungen Thallusästen sind dieselben reichlich verzweigt, aber nur an der den Gonidien zugewendeten Seite, während die dem Thallusrande zugekehrte Fädenhälfte keine Sprossen treibt. Wie schon mehrmals erwähnt, sind die Hyphen in den jüngsten Thallusspitzen 4—5 mal dünner, als jene in den untersten und ältesten Thallustheilen.

Besonders stark sind die Rhizoiden, in welche sich oft der Thallus nach unten zu aufzulösen scheint.

Dieselben sind nur sehr spärlich verzweigt, dringen tief in den Boden ein und besitzen eine dunkelblänliche Färbung. Der Farbstoff scheint allein die dicken Zellwände zu tingiren, während in den Höhlungen der länglichen Zellen häufig schwärzliche, opake Körnchen angehäuft sind. Ein ganz anderes Anssehen besitzen die dünneren Hyphen in den jüngeren Thallustheilen. Diese fallen vor allen andern durch den Besitz einer gemeinsamen gallertigen Scheide auf. In dieser durchsichtigen Scheide liegen erst die meist langgestreckten Zellen und werden durch breite Gallertstücke auseinandergehalten.

Zuweilen wird die Reihenfolge 4—6 gleich langer Zellen von einer kurzen, beinahe isodiametrischen Zelle unterbrochen. Der Inhalt sämmtlicher Zellen schimmert bläulich-grün, welcher Schimmer von einem Farbstoff herrührt, der in dem Zellinhalt gleichmässig gelöst erscheint. Wenn man sich den geraden (nicht geschlängelten) Verlauf der Hyphen in den Zweigspitzen, das Vorhandensein einer gallertigen Scheide, die gleichmässige, nur selten von kurzen Zellen unterbrochene Gliederung, sowie endlich ihre grünliche Färbung gleichzeitig in das Bewusstsein ruft, so wird man zugestehen müssen, dass der ganze Habitus dieser Hyphen stark an gewisse *Scytonema*-Fäden erinnert, und man wird es auch begreiflich finden, wie ich durch dieselben Hyphen eine Zeit lang in meiner falschen Hypothese von der Entstehung der Flechtenfasern bestärkt werden konnte.

Eine ruhige, vorurtheilslose Untersuchung lässt indessen auch bei diesen Hyphen mannigfaltige Pilzcharaktere erkennen. So findet man z. B. nicht selten H-förmige Zellfusionen, knotenförmige Anschwellungen an den Zellgrenzen, hantelartige Zellumminge und eine schollenförmige Zerklüftung der scheidigen, äusseren Zellhaut. Dagegen wirkt die Anwendung chemischer Hilfsmittel in diesem Falle mehr verwirrend als aufklärend. Wenn man nämlich die Flechte mit erwärmer Kalilauge behandelt hat, so färbt sich die innerste Membranlamelle der jüngeren (dünneren) Hyphen mit Schwefelsäure und Jod oder durch Chlorzinkjod deutlich blau.

Es scheint hier wirklich eine Cellulosereaction vorzuliegen, welche nur dann verständlich ist, wenn wir mit Richter annehmen, dass durch die Behandlung der Hyphen mit Kalilauge und Schwefelsäure jene „inermstirenden Substanzen“ aus denselben entfernt worden sind, die für gewöhnlich die Cellulosereaction verhindern. (Siehe Richter, Beiträge z. genaueren Kenntniss der chemischen Beschaffenheit der Zellmembranen bei den Pilzen. Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. LXXXIII, 1. Abth. 1881.) Beziiglich des bläulich grünen Farbstoffes der Hyphen konnte ich nur das Eine constatiren, dass derselbe kein Chlorophyll (oder Ähnliches) ist. Denn nach einem wochenlangen Aufbewahren der *E. Kerner* in Alkohol oder Äther zeigte derselbe nicht die mindeste Veränderung. Wahrscheinlich haben wir es hier mit demselben Farbstoff zu thun, der auch die Hyphen von *Manzonia* und *Aspicilia flava* f. *caerulea* und die Protonemafäden mancher Species aus den Gattungen *Lecothecium*, *Pannaria*, *Buellia* tingirt.

Derselbe scheint bei den Flechten häufiger aufzutreten, als man bisher anzunehmen geneigt war. Da aber gewöhnlich nur die Prothallushyphen, die Deckhyphen, und die Hyphen des Excipulum proprium gefärbt sind, so liegt die Möglichkeit oder besser Wahrscheinlichkeit nahe, dass bei manchen Flechtenspecies schon das primäre Hyphengflecht, welches aus der Spore hervorgeht, eine blaugrüne Färbung besitze.

Diese Färbung geht später — vielleicht in Folge des Contactes mit den Gonidien — verloren, denn die Thallushyphe (Mark- und Rindenschichthyphe) ist meistens ungefärbt. In der Deckhyphe und im Excipulum

proprium kommt die Färbung der Prothallushyphe jedoch gern wieder zum Vorschein. Der Farbenton der Hyphen ändert mit dem Ort und Alter in ein und demselben Flechtenexemplar vielfach ab und kann vom Schwärzlichen und Blausehwarzten bis zu einen schönen Blaugrün schwanken. Eine spektroskopische Untersuchung dieses Farbstoffes wäre wohl erwünscht, allein bei Flechten ist dieselbe (der minutiösen Quantität des Materials wegen) kaum durchführbar. Bei Pilzen kommt übrigens derselbe (oder vermutlich ein ähnlicher) Farbstoff vor, und da wäre es vielleicht möglich, *Chloridium*- oder *Chlorosplenium*-ähnliches Holz in hinreichender Menge zu beschaffen, um aus demselben eine Lösung für das Absorptionsspektrum herstellen zu können. Bis dahin werden wir uns mit der Hervorhebung der Thatsache begnügen müssen, dass es Hyphen gibt, welche nicht nur durch ihre Gliederung, sondern auch durch ihre Färbung einen algenähnlichen Habitus besitzen — ein Umstand, der vielleicht schon manchen Flechtenforscher in seinen Widerstande gegen die Schwendener'sche Theorie bestärkt haben mag.

### Das Verhältniss der Flechten zu den Algen ihrer unmittelbaren Umgebung.

Oft sieht man die glatten Stämme unserer Waldbäume auf der Wetterseite orangeroth gefärbt. Tritt man näher, so überzeugt man sich, dass ein üppig vegetirender *Chroolepus* die Ursache dieser Färbung ist. Das Orange der Stämme wird jedoch an einzelnen Stellen durch grauliche oder weisse Flecken unterbrochen. Eine nähere Untersuchung zeigt, dass die Flecken von einzelnen Flechtenkeimstufen aus der Familie der Graphideen herrühren, welche die Fäden des genannten *Chroolepus* als Gonidien führen. Häufig trifft man auch auf alten Planken, Schindeldächern, Obstbäumen etc. einen grünen Überzug an, der sich bei näherer Besichtigung als ein Conglomerat von *Pleurococcus*, *Stichococcus* und andern heraustritt.

Auf denselben Substraten haben sich gewöhnlich auch mitten unter den *Pleurococcus*-Colonien eine Menge Flechten aus den Familien der Pertusarien, Plaeodien und Buellien angesiedelt, welche alle Gonidien führen, die mit den Zellen der benachbarten Algencolonien identisch sind.

Ganz ähnliche Verhältnisse trifft man auf nackten Felsen, alten Mauern und auf den thonigen Böschungen der Waldhohlwege. Die genannten Erscheinungen sind an der Hand der Schwendener'schen Theorie sofort verständlich und bedürfen keiner näheren Erläuterung. Es wird uns auch nicht auffallen, wenn wir in der Nähe von *Ephebe*, *Petractis*, *Porocypelus* u. s. w. *Sirospiphon*-artige Algen antreffen, da wir wissen, dass dieselben Algen auch im Thallus von den genannten Flechtenengattungen vorkommen. Wenn wir aber *Scytonema*-Fäden in Gesellschaft von *Peltigera*, *Pannaria*, *Leptogium*, *Collema*, *Physma*, *Omphalaria*, *Synalissa* etc. antfinden, dann ist dieses gemeinsame Vorkommen schon um vieles merkwürdiger, weil die genannten Algengenera wohl *Nostoc* und *Gloeocapsa*, aber nicht *Scytonema* als Gonidien führen. Bis jetzt hat man dieses Zusammenleben für Zufall gehalten und ihm nur dann einige Aufmerksamkeit geschenkt, wenn die *Scytonema*-ähnlichen Fäden — wie in den „Cephalodien“ — direkt in den Thallus der beigleichen Flechten einverlebt worden waren. Bei genauer Untersuchung der einzelnen Fälle erhält man aber den entschiedenen Eindruck, dass da kein Zufall obwalten könne, sondern dass zwischen der Flechte und der Alge irgend ein Zusammenhang bestehen müsse. Mit Bezug auf die Zopf'schen Untersuchungen über die „Morphologie der Spaltpflanzen“ kann kann ein Zweifel darüber bestehen, in welcher Richtung dieser Zusammenhang zu suchen ist. Nach Zopf sind nämlich *Nostoc* und *Gloeocapsa* keine selbstständigen Arten, sondern nur Entwicklungsformen von *Scytonemen* und *Sirospiphonaceen*. Ich selbst habe mich durch ausgedehnte Untersuchungen von der Richtigkeit der Zopf'schen Anschauungen überzeugt, und werde an einem andern Orte über dieselben ausführlich referiren. Wenn aber *Nostoc* und *Gloeocapsa* zu den *Scytonemen* gehören, dann sind auch die Beziehungen dieser Algenfamilie zu den Flechten mit *Nostoc*- und *Gloeocapsa*-Gonidien im Grossen und Ganzen nicht mehr unverständlich.

Die Aufhellung des Details dieser Beziehungen wird allerdings noch manche Arbeit erfordern, denn die hier auftretenden Möglichkeiten sind ziemlich complicirter Natur.

So kann z. B. eine *Collema*-Spore auf einen reinen *Scytonema*-Rasen gelangen, der nur aus Fäden besteht.

In diesem Fall wird die Spore wohl keimen und ein Mycel bilden, das in den gallertigen Scheiden fortwächst, allein ein *Collema*-Thallus wird vor der Hand nicht entstehen; das aus der Spore hervorgegangene Hyphensystem wird so lang in dem Zustand eines Promyceliums verharren müssen — bis die Alge *Nostoc*-Massen gebildet hat, — denn erst dann sind die Bedingungen für die Entstehung eines *Collema*-Thallus gegeben.

Dabei wäre es allerdings möglich, dass die Gegenwart des Mycels die Entstehung des *Nostoc* begünstigt hätte. Die vorerwähnte *Collema*-Spore kann aber auch auf einen *Sirospiphon*-Polster gelangen, der bereits *Nostoc* und *Gloeocapsa* gebildet hat. In diesem Fall wird sich der *Collemathallus* rascher bilden können, vorausgesetzt, dass nicht schon irgend eine andere Flechtenpore von dem *Nostoc* Besitz ergriffen hat.

Nach dem Gesagten könnte die Meinung entstehen, als ob bei allen Flechten mit *Nostoc*- und *Gloeocapsa*-Gonidien *Scytonema*-artige Algen gefunden werden müssten. Diese Meinung wäre entschieden irrig, was sofort erhellt, wenn man bedenkt, dass sich die Flechten nicht allein aus Sporen, sondern auch aus Soredien, Gonocystien und Brutkörpern entwickeln. Bei einer aus einem vegetativen Propagationsorgan hervorgegangenen Flechte wird in der Regel keine Spur einer frei vegetirenden Alge zu finden sein; ich sage in der Regel, weil Fälle vorkommen, wo *Polycoccus*, *Rivularia*, *Scytonema* oder *Sirospiphon* direkt aus dem Thallus solcher Flechten herauswachsen. Bisher stand man diesen paradoxen Erscheinungen ziemlich ratlos gegenüber. Ein Theil der Forscher glaubte, sie mit der Bezeichnung „fremde Einschlüsse“ kurzweg beseitigen zu können.

Allein diese Bezeichnung stand nur zu oft nicht ganz im Einklang mit dem anatomischen Befund. Ein anderer Theil der Beobachter, zumal jene Liehenologen, welche die Wallroth'schen Traditionen pflegen, sind geneigt, in diesen rätselhaften Sprossungen ebenso viele Zeugnisse einer wunderbaren „Blastesis“ zu sehen, mit der die Flechten von der Natur in einer wahrhaft verschwenderischen Weise ausgestattet sein sollen. (Siehe in Mink's „Mikrogonidium die Cap. über Blastesis und Hormosporen.“) Von unserem Standpunkt aus, verlieren diese Erscheinungen den Nimbus des Rätselhaften. Denn wenn sich *Scytonema*-artige Fäden in *Nostoc* und *Gloeocapsa* verwandeln können, warum soll nicht umgekehrt aus *Nostoc* oder *Gloeocapsa* gelegentlich eine *Scytonema*-Form hervorgehen? Es frägt sich nur wie, warum oder wann das geschieht. Das Wie wird dann befriedigend beantwortet werden können, bis wir überhaupt wissen, wie aus der *Nostoc*-Form die Fadenform entsteht. Ich habe über diesen Punkt einiges Material gesammelt, doch würde die sofortige Dissektion desselben von dem Hauptthema zu weit abführen. Die zweite Frage nach dem Warum ist gleichbedeutend mit der Frage nach der Natur und Beschaffenheit des Reizes, auf welchen im Flechtenthallus die Umwandlung der einen Algenform in die andere stattfindet. Beaufs Beantwortung dieser Frage wird es nützlich sein, wenn wir uns an das erinnern, was im ersten Capitel über die Entstehung der „Gonocystien“ gesagt worden ist. Dort sahen wir einzelne Gonidien, welche durch gewisse Wachstumsprozesse an die Oberfläche oder an den äussersten Rand des Thallus gelangt waren, eine ganz charakteristische Cystenform annehmen. Wir fassten auch die derbe, branne Cystenwand als ein Mittel auf, welches die mit der Luft in direkte Berührung gelangte Alge vor dem gänzlichen Verlust ihres Imbibitionswassers schützen soll. Nach dieser Ansicht muss die Trockenheit der Luft und die durch dieselbe gesteigerte Verdunstung als eine Hauptbedingung für die Entstehung der Gonocystien bezeichnet werden. Sollte nicht umgekehrt grösse Feuchtigkeit die Ursache sein, dass die Gonidien jene Form annehmen, in welcher die Mutteralge in der Regel im Wasser vegetirt? Wenn wir uns an den feuchten, quellenreichen Standort erinnern, von welchem die im 2. Capitel beschriebene *Collema granosum* stammt, so scheint die Erfahrung die theoretische Speculation unterstützen zu wollen. Es bleibt nur noch die dritte Frage: das Wann zu beantworten. So lange der Flechtenpilz jugendlich und kräftig ist, wird es kaum zu einer Bildung von Algenfadenformen innerhalb des Thallus kommen, weil die Fadenformbildung gewissermassen eine Befreiung der Alge von dem Zusammenleben mit dem Pilz involvirt. Wird aber die Lebenskraft des Pilzes vermindert, so wird die Alge sich besonders dann erfolgreich von der Umarmung des Pilzes befreien können, wenn dieselben Ursachen, welche den Pilz schädigen, ihr eigenes Gedeihen nur befördern. Ein solcher Fall tritt ein, wenn eine Flechte plötzlich von einem relativ trockenen Standort in das Wasser oder in eine constante, grosse Feuchtigkeit gelangt. (Man vergegenwärtige sich die Experimente von Famintzin, Boranetzky und Itzigsohn.)

Ich hatte in dem vergangenen Sommer Gelegenheit, einen ähnlichen Vorgang in der freien Natur zu beobachten. In der Nähe einer Mühle zullainfeld in N.-Oesterreich lag ein mässig dicker und circa  $3\frac{1}{2}$  m langer Klotz, auf dessen Rinde die schöne Flechte *Phialopsis rubra* Körb. üppig vegetirte. Nach einigen Tagen fand ich in dem nahe gelegenen „Plattner Walde“ denselben Klotz als einen integrirenden Bestandtheil eines Röhrensystems wieder, durch welches eine Quelle zu Thal geleitet wurde. Er bewährte sich aber schlecht in seiner neuen Verwendung als Röhre, denn das Wasser quoll aus verschiedenen Stellen seiner Mantelfläche heraus, u. z. so, dass die *Phialopsis rubra* nicht direct von dem Wasser bespült wurde, aber doch sehr feucht zu liegen kam. Nun war es interessant, zu beobachten, wie nach und nach der Pilz (das Hyphensystem) der *Phialopsis* zu Grund ging und zuletzt nur die Gonidien — *Chroolepus*-Fäden — übrig blieben, die üppig weiter wuchsen und zahlreiche Zoosporangien bildeten. Die Befreinng der Alge von dem Pilz durch den Einfluss einer übergrossen und constanten Feuchtigkeit ist in diesem Falle während eines Zeitraumes von  $2\frac{1}{2}$  Monaten vollständig durchgeführt worden. Aus dem Gesagten geht mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit hervor, dass eine übergrosse Feuchtigkeit die Vegetation der Alge im Flechtenthallus einseitig begünstige und daher auch die Entstehung von abnormen Fadenformen veranlassen mag. Genane Untersuchungen werden erst feststellen müssen, ob der *Hydrotropismus* als die einzige Ursache der „gonimischen Sprossungen“ betrachtet ist, oder ob da noch andere Kräfte mitwirken.

Mit den „gonimischen Sprossen“ sind nicht die fremden, zufälligen Einschlüsse zu verwechseln. Diese freunden Einschlüsse kommen überaus häufig im Flechtenthallus vor und man wird dies auch sofort verstehen, wenn man bedenkt, wie wenig wählerisch die wachsenden Flechtenpilze sind, wenn es der Ansbreitung ihres Ernährungsgebietes gilt. So konnte ich z. B. beobachten, wie ein handtellergrosses Stück Gallerte von *Trichodictyon rupestre* (Kütz.) unter dem Einflusse der Rhizoiden eines Cladonienprothallns sich nach und nach in eine Art von Variolarienthallus verwandelte, aus dem später zahlreiche Cladonienschüppchen hervorsprossen.

Ein andermal fand ich in dem Thallus der *Biatora decolorans* (Flk.) ein ganzes Brutknospenköpfchen der *Calypogeia Trichomanis* (Corda) eingeschlossen, welches ich leicht als solches erkennen konnte, da dieses Lebermoos mit der *Biatora* gemischt auf demselben Standort wuchs. Dass auch öfter Laubmoosvorkeime im Kalkflechtenthallus gefunden werden, wurde schon im ersten Capitel erwähnt.

Nach dem Gesagten kann uns das Vorkommen von zwei- ja dreierlei Gonidienarten in ein und demselben Thallus nicht mehr überraschen. (Siehe die bezüglichen Fälle bei Boret in: Gonidies des Lichens. Anal. d. sciene. natur. Tome XVII, 1873.)

Obschon nun der Fall der gewöhnlichste ist, dass der Flechtenpilz eine naheliegende frende Alge ergreift und nach und nach seinem Thallus einverleibt, so kommt doch auch der umgekehrte Fall vor, dass die Alge aktiv in einen bereits vorhandenen Thallus hineinwächst. Eine solche Alge ist z. B. (wie Frank für die Rindenflechten nachgewiesen hat) *Chroolepus*. Ich habe mich bei Kalkflechten wiederholt überzeugt, dass auch die steinbewohnenden *Chroolepus*-Arten derselben Gewohnheit folgen. (III, 9.)

### Eine Bemerkung zur Systematik der Flechten.

Während meiner mehrjährigen Beschäftigung mit den Flechten habe ich die Überzeugung gewonnen, dass eine genaue Erforschung des Thallusbanes der einzelnen Species die gegenwärtig bestehende Systematik der Flechten in einem hohen Grade modifizieren wird.

Die bevorzugte Berücksichtigung der Apothecien und Spermagonien ist offenbar ebenso einseitig, wie die Benützung der Gonidien zur ausschliesslichen Causa dividendi. In beiden Fällen wird man dabin gelangen, nahe verwandte Arten aneinanderzureissen und entfernte Formen unnatürlich zu verknüpfen.

Als nahe verwandt müssen offenbar jene Flechten betrachtet werden, welche nicht nur ähnliche Flechtenpilze, sondern auch ähnliche Nähralgen besitzen.

Durch die Zusammenstellung der nahe verwandten Formen wird man zwar zur Aufstellung vollkommen berechtigter Gattungen und Familien vorschreiten, niemals aber bis zu einem natürlichen System. Und doch ist

gerade die Aufstellung des „natürlichen Systemes“ das Hauptziel der systematischen Forschung in allen anderen Pflanzenklassen.

Die Erforschung des natürlichen Systemes der Flechten kann gar nicht angestrebt werden, weil die Verwandtschaft der Flechtenarten nicht darauf beruht, dass so und so viele Arten eine gemeinsame Stammform besessen haben, sondern darauf, dass ähnliche (gleiche) Algentypen einst von ähnlichen Pilzen befallen worden sind. Die Verwandtschaft innerhalb der Flechtenklasse unterscheidet sich demnach wesentlich von jener Verwandtschaft, die in den andern Pflanzenklassen herrscht, indem letztere auf phlogenetischen Beziehungen basirt, während erstere auf physiologischen Anpassungen beruht.

Ähnliche Flechtenpilze werden sich unter sonst gleichen Umständen auch mit denselben oder nahe verwandten Algenspecies assoziiert haben; dieser Umstand allein hat es bewirkt, dass wir überhaupt von nahe verwandten Flechten sprechen können.

Wenn nun auch aus den angeführten Gründen ein natürliches Flechtensystem<sup>1</sup> gar nicht denkbar ist, so wird man doch durch die sorgfältige Berücksichtigung beider Componenten des Flechtenthallus zur Aufstellung von Gattungen, Familien und Ordnungen gelangen, die logisch berechtigter sind, wie manche gegenwärtige.

Indessen werden auch in dem denkbar besten Systeme eine Menge Species einen schwankenden Platz behaupten und selbstständige Gattungen bilden müssen. Ein Beispiel wird meine Ansicht erläutern. Wir können uns vorstellen, dass einst 12 Species der Pilzgattung *Hysterium* ein festes Convivium mit dem Algentypus *Chroolepus* eingegangen sind, und dass 12 Arten des Flechtengenus *Graphis* das Resultat dieser Association war. Wir können uns aber auch denken, dass sich zur derselben Zeit eine 13. Art der Pilzgattung *Hysterium* nicht mit einem *Chroolepus*, sondern mit einem *Cystococcus* verbunden habe, und dass gleichfalls eine Flechten-species die Folge dieser Verbindung gewesen sei. Diese letztere Flechte müsste den 12 anderen hypothetischen *Graphis*-Species bis zu einem gewissen Grade ähnlich sein, dennoch könnte man sie nicht in das Genus *Graphis* einreihen, weil sie andere Gonidien besäße. Der eben geschilderte, rein erdachte Fall wird sich mit mehr oder minder complicirten Variationen in der Natur oft genug ereignet haben, weshalb es auch viele Lichenen gibt, die zu keiner Familie recht passen wollen. Wenn ich oben den Flechten eine phlogenetische Verwandtschaft überhaupt abgesprochen habe, so muss dies eum grano salis verstanden werden; denn 1. besitzen sowohl die Flechtenpilze als auch die Nähralgen phlogenetische Beziehungen unter sich und 2. sind ja auch die Flechten seit ungemessenen Zeiten den Gesetzen der Variabilität und der Anpassung im Kampfe um's Dasein unterworfen gewesen. Es ist deshalb recht gut denkbar, dass sich auch die natürliche Zuchtwahl an der Entstehung so mancher Flechtenvarietät oder Species beteiligt hat und noch beteiligt, aber im Verhältniss zu den andern Pflanzen in einer ganz untergeordneten Weise. Die letztere Betrachtung kann uns wohl eine Perspective auf eine Reihe interessanter, systematischer und biologischer Untersuchungen eröffnen, nimmer aber den Satz erschüttern, dass die Aufstellung eines natürlichen Flechtensystems zu — den unmöglichen Dingen gehöre.

### *Lichenopeziza bryophila* nov. sp.<sup>2</sup>

Taf. VI, Fig. 7—16.

Die vorliegende Abhandlung war bereits bis zu Ende gediehen, als mir von befreundeter Seite ein Object zuging, welches sich in mehr als einer Hinsicht so interessant erwies, dass ich mich entschloss, dasselbe hier noch anhangsweise zu beschreiben.

<sup>1</sup> Natürlich in demselben Sinne, wie bei den Phanerogamen.

<sup>2</sup> Diese merkwürdige Flechte wurde von Herrn Heeg in Wien aufgefunden und mir dann in höchst freundlicher Weise überlassen.

## Der Befund.

Auf den Stengelblättern eines kleinen Laubmooses, des *Hymenostomum microstomum* R. Br.,<sup>1</sup> das im vergangenen Sommer nächst Frain bei Znaim in Mähren gesammelt wurde, sitzen einzelne, ungestielte, schwach röthliche, *Peziza*-artige Fruchtkörper, welche immer von 4—8 kleinen, rundlichen, einzeln liegenden Thallusschüppchen umgeben werden. (VI, 7.) Die jüngeren, geschlossenen Fruchtkörper zeigen eine eiförmige, die älteren, ausgebreiteten eine flach becherförmige Gestalt, deren grösste Breite etwa  $192\mu$  beträgt. Die Aussenseite und der Rand der Scheibe ist vollkommen glatt und zeigt keine Spur eines Excipulums, indem die äusserste Wand nur von einer dichten Paraphysenschicht gebildet wird. Die selmaß keulenförmige Schläuche sind etwa  $80\mu$  lang und  $10\mu$  breit und enthalten acht in einer Reihe liegende, einzellige, ellipsoidische, schwach röthlich gefärbte Sporen von  $8\cdot4\mu$  Länge und  $6\cdot3\mu$  Breite.

Die dicht stehenden, aber nicht verklebten Paraphysen sind deutlich gegliedert und nach oben zu kaum verdickt. (VI, 9.)

Die einzeln liegenden, cirea  $90\mu$  langen Thallusschüppchen zeigen eine pseudoparenchymatische Rinde und enthalten blaugrüne Gonidien. (VI, 8.) Sie sind sowohl unter sich, als auch mit dem Fruchtkörper und dem Moosblatte durch rhizoidenartige Hyphen verbunden. Die äusserst zarten Hyphen durchziehen aber nicht nur die Zellen und die Rippe desjenigen Blattes, auf dem der Fruchtkörper sitzt, sondern sie durchwachsen auch die meisten andern Blätter und den Stamm des Mooses. Nur in der Stammspitze und in den Perichelialblättern finden sich in der Regel keine Hyphen. (VI, 16.) Das Moos scheint durch die Hypheinvasion sehr geschädigt zu werden, wenigstens sind die Zellen überall dort, wo die Hyphen häufiger auftreten, abgestorben und zum Theil sogar verrottet.

Auch die noch lebhaft vegetirenden grünen Blätter zeigen einzelne dunkle Flecke. Auf der Ober- oder Unterseite dieser missfarbigen Blattstellen findet man fast immer rundliche blaugrüne Zellkörper von sehr verschiedener Grösse und Gestalt, die den Blattflächen so fest anhaften, dass sie selbst nach Anwendung von Kallilauge nur durch einen mechanischen Eingriff zu entfernen sind. Auch diese Zellkörper werden ebenso wie das Blattparenchym, dem sie anssitzen, von Hyphen durchzogen. Schon eine oberflächliche Beobachtung lässt vermuten, dass sich die den Fruchtkörper umlagernden Thallusschüppchen aus den eben erwähnten Zellkörpern entwickeln; eine genauere Untersuchung bestätigt diese Vermuthung vollkommen, indem sie alle nur möglichen Übergänge zwischen den Thallusschüppchen und den blaugrünen Zellkörpern auf den Blättern zur Anschauung bringt. (VI, 11 und 12.)

## Discussion des Befundes.

Anfangs war ich der Ansicht, dass die rundlichen Zellhäufchen auf den missfarbigen Stellen der Blätter als Prominenzen des Blattgewebes aufzufassen seien. Mehrere Umstände schienen sehr zu Gunsten dieser Ansicht zu sprechen. So hatte ich z. B. die Beobachtung gemacht, dass ein Theil der fraglichen Zellkörper mittelst eines eigenen Stiels der Blattfläche senkrecht aufsass, und einzelne Blattquersehnitte gaben eine förmliche Übersicht über die Entwickelung dieser Zellkörper aus einer 2zelligen Papille (?). (VI, 11 und 22.) Auch das feste Anhaften der fraglichen Blattprominenzen, welches selbst durch die stärksten Macerationsmittel nicht überwunden werden konnte, sowie ihr dem Blattgewebe ähnliches Verhalten gegen Färbemittel und andere chemische Eingriffe, unterstützten die oben ausgesprochene Annahme. Andererseits sprachen wieder das algenartige Ausschen und die deutlich blaugrüne Färbung wenigstens eines Theiles der Zellkörper sehr gegen ihre Abstammung vom Blattgewebe, respective vom Moose. Da aber bei den Laubmoosen blaugrüne Verfärbungen öfter auftreten, wie z. B. bei den *Splachnaceen*, und das abnorme, algenartige Aussehen der Zellkörper auch als eine Folge der Hypheinwirkung aufgefasst werden konnte, so wurde die obige Annahme durch das Gewicht der eben vorgebrachten Einwürfe wohl erschüttert, aber nicht entscheidend widerlegt. Die weitere Untersuchung ergab übrigens noch eine andere Entstehungsweise für die blaugrünen Zellkörper, als die bereits

<sup>1</sup> 2. Für die genaue Bestimmung des Mooses bin ich Herrn Fehlner verpflichtet.

berührte. Ich konnte nämlich constatiren, dass sich einzelne, winzige, über die Blattfläche hervorragende Zellehen zuerst in 2 und dann durch abwechselnd senkrecht aufeinander stehende Wände in 4—8—16—32 Zellen nach allen drei Richtungen des Raumes theilten, wodurch sphärische Zellhäufchen zu Stande kamen, die mit einer breiten Fläche der Blattspreite aufsassen. (VI, 13 *a*, *b*, *c*, *d*.) Nun fand ich aber dieselben winzigen Zellehen, aus denen sich die sphärischen Zellhaufen entwickeln, auch in dem Innern einzelner Parenchymzellen des Blattes, und war daher um so mehr geneigt, an einen krankhaften (durch die Hyphen angeregten) Theilungsprocess der Blattzellen zu glauben. (VI, 14, *a* und *b*.) Nachdem ich mich durch volle acht Tage mit Schnitten, Macerationen, Quetschungen und Färbungen vergebens abgemüht hatte, ohne über die Natur der Zellkörper ins Klare kommen zu können, löste die versuchsweise Anwendung der Salpetersäure endlich alle Zweifel. Legt man nämlich mehrere, mit den sphärischen Zellkörpern behaftete Blätter circa 10 Minuten lang in verdünnte Salpetersäure, so lösen sich die Zellhäute der Zellkörper mehr oder minder vollständig auf, während die innern Zellehen intact bleiben. Drückt man die letzteren sodann vorsichtig mit dem Deckglase, so erhält man mitunter ziemlich lange Stücke — von *Nostoc*-artigen Schnüren. (VI, 15.) Dadurch erweisen sich die strittigen Zellkörper als Algen, die mit *Polycoccus punctiformis* identisch sind oder diesem wenigstens sehr nahe stehen.

Auch andere Verhältnisse lässt die Salpetersäure in diesem speciellen Falle mit grosser Klarheit erkennen. So z. B. die interessante Thatsache, dass selbst die winzigsten Algenzellehen auf den Blattflächen stets von einzelnen Hyphen umspannen sind, und dass erst in demselben Masse, als die Algenfamilien wachsen, die Hyphen in das Parenchym des Blattes eindringen.

Aus dem Umstande, dass auf keinem Blatte Hyphen ohne Algenbegleitung zu finden sind, kann man schliessen, dass die Hyphen erst durch den innigen Contact mit der Alge zum Eindringen in das Gewebe des Mooses befähigt werden. Die Salpetersäure lässt ferner erkennen, wie in der That einzelne Parenchymzellen der Blattfläche mit *Polycoccus*-Zellen erfüllt sind. Doch hat diese Thatsache nichts Auffallendes, denn es ist längst bekannt, dass die beweglichen *Nostoc*-Fäden mit Vorliebe in fremde Zellen und Interzellularräume einwandern. Janezewski constatirte dieses Verhalten des *Nostoc* bei einigen Lebermoosen und Sphagnen, Reinke bei *Gunnera*, Strassburger bei *Azolla* und Cohn bei *Lemna*. Allerdings setzt das Hineinkriechen in die Zellen eine Öffnung voraus, welche ich bei den Parenchymzellen des Moosblattes nicht gesehen habe; doch ist eine solche ohne Zweifel vorhanden und nur sehr schwierig aufzufinden. Nach der Feststellung der Algennatur der Prominenzen ähnlichen Körper liegt auch die Entstehung des ganzen Gebildes klar vor unseren Augen. Auf die Blätter des *H. microstomum* gelangen auf irgend eine Weise winzige *Polycoccus*-Keime (Zellen), die rasch zu kleinen Familien heranwachsen. Gleichzeitig (?) mit den *Polycoccus*-Zellehen treten auch äusserst zarte Hyphen auf, welche die Algenzellehen umspannen und zu einer lebhaften Zellvermehrung anregen, während sie ihrerseits wieder durch die Alge gefördert werden, wie ihre reichlichere Entwicklung beweist.

Später dringen die Hyphen von den Stellen der Blattfläche aus, welche mit den Algenfamilien besetzt sind, in die Gewebe des Mooses ein, welche dann rasch absterben. Inzwischen vergrössern sich die umspannten Algenfamilien unter der Pflege der Hyphen immer mehr und verwandeln sich zuletzt in die schon mehrmals erwähnten kleinen Thallusschüppchen. Wenn sich auf einem Blatte mehrere solche Thalli gebildet haben (4—8), dann kommt es in der Regel zur Anlage eines Flechtkörpers. Nachdem die Untersuchung so weit abgeschlossen war, legte ich mir die Frage vor, ob das beschriebene Gebilde als eine Flechte anzusprechen sei, oder nicht. Nach kurzer Überlegung musste ich die Frage bejahend beantworten, da der vorhandene geschlossene Thallus keinen Zweifel gegen die Flechtenatur des Objektes ankommen lässt.

Streng genommen, würde übrigens auch der Mangel eines geschlossenen Thallus (das Fehlen der Thallusschüppchen) nichts gegen die Flechtenatur der *Lichenopeziza* beweisen, weil es hunderte Flechten gibt, die keinen geschlossenen Thallus besitzen, und deren Hyphen nur mit wenigen, vereinzelten Gonidienhäufchen verbunden sind. Obschon nun die „*Lichenopeziza*“ die wesentlichen Eigenschaften mit allen übrigen Flechten gemeinsam hat (nämlich den Besitz der Aseenfrucht und des gonidienhältigen Thallus), so weicht sie doch in physiologischer Beziehung von allen übrigen, bis jetzt bekannten Lichenen weit ab.

Denn der Flechtenpilz besitzt in dem gegebenen Falle offenbar zwei Ernährer: eine Alge und ein Laubmoos. Man könnte vielleicht einwenden, dass das Moos von den Hyphen einfach durchzogen werde, wie jedes andere organische Substrat, etwa wie ein Stück Torf oder eine halb verrottete Rinde.

Gegen diesen Einwand spricht jedoch der ganze Verlauf der Hyphen, welche von den fleckigen Stellen der Blätter aus in das Blattparenchym eindringen, die Rippe durchziehen und endlich in dem Stamm zur üppigsten Entwicklung gelangen. Dabei zeigt der ganze Hyphenverlauf eine gewisse innere Relation zu den Geweben — alles Vorgänge, welche den bekannten Fällen von Parasitismus durchaus analog sind. Allerdings kommt es in der Natur häufig vor, dass ein abgestorbener oder lebender Moostheil einer wachsenden Pilzhyphe den Weg verlegt, dann wächst die Hyphe aber entweder gerade durch, oder sie weicht mit einer Krümmung so weit aus, als eben nötig ist, um vorbeizukommen; kein Fall ist aber bekannt, dass eine solche Hyphe in ein lebendes Moos eindringt und sich dort in einer ganz bestimmten Weise ausbreite. Wer die Behauptung ausspricht, dass bei der *Lichenopeziza* bezüglich des Mooses kein Parasitismus stattfindet, der ist auch verpflichtet, diese Behauptung zu beweisen, was unserer Ansicht nach kaum gelingen dürfte.

Was nun den eigentlichen Verlauf der Hyphen in den Geweben des Mooses betrifft, so ziehen sie im Stamm und in der Rippe parallel zur Längsrichtung dieser Theile, in dem Blattparenchym dagegen umsäumen sie die Zellen. Ein Eindringen der Hyphen in die Zellumina sah ich nur einige Male bei den rechteckigen Zellen des Blattgrundes, sonst scheinen sie sich entweder in der Mittellamelle zwischen den Zellen oder in den Inter-cellularräumen zu bewegen. Die stark entwickelte Papillenbildung (warzenförmige Verdickung der oberen und unteren Zellwände) erschwert fibrigens sehr das Studium des Hyphenverlaufes im Blattparenchym.

Da ich während meiner Flechtenstudien oft untersuchen musste, ob ein vorliegendes Object eine Flechte sei oder nicht, so drängte sich mir die Betrachtung auf, wie durchaus subiectiv unser Begriff „Flechte“ sei, und wie wenig die Begrenzungen in der Natur diesem Begriffe entsprechen. Denn wenn wir auch die gangbarste Definition des Begriffes „Flechte“ näher prüfen, so finden wir sofort, dass dieselbe theils zu eng, theils zu weit gehalten ist. Nach Sachs sind die Flechten Aseomyceten, die sich durch einen merkwürdigen Parasitismus auf Algen auszeichnen. Wir wissen aber durch die Untersuchungen von Frank, dass es Flechten gibt, die sich zuweilen auch ohne Gonidien behelfen können. (Frank, Über die biologischen Verhältnisse des Thallus einiger Krustenflechten in Cohn's Biologie, 2. Band, 1877.)

Ferner kann es kaum mehr einem Zweifel unterliegen, dass die Hyphen einiger exotischer Flechten nicht einem Aseomyceten, sondern einem Hymenomyceten angehören. (Luerssen's Handbuch, Flechten.) Auch ist die Bezeichnung „merkwürdiger Parasitismus“ eigentlich höchst vag, sie steht aber in dieser Beziehung in einem gewissen Einklang mit den Vorgängen in der Natur, indem innerhalb des Flechtengebietes alle möglichen Abstufungen des Parasitismus angetroffen werden, vom echten Schmarotzerthum angefangen bis zu einer sich gegenseitig fördernden Sybiontose. Die bisher erwähnten Fälle zeigten, dass die gangbarste Definition des Begriffes „Flechte“ zu eng ist; es lässt sich aber auch nachweisen, dass dieselbe Definition andererseits wieder zu weit ist.

Denn nach ihr müsste man auch die *Sphaeria Lemaneae* Cohn zu den Flechten rechnen, weil sie ja auch ein Aseomycet ist, der sich durch einen merkwürdigen Parasitismus auf einer Alge (*Lemanea fluviatilis* Aq.) auszeichnet. Warum rechnet man dennoch die genannte *Sphaeria* zu den Pilzen? Offenbar darum, weil die Masse des Pilzes im Verhältniss zur Masse der Alge zu unbedeutend ist, denn der Verlauf der Hyphen unterscheidet sich in diesem Falle nicht wesentlich von dem Hyphenverlauf in vielen echten Flechten. So könnte man vielleicht dieses bestimzte Massenverhältniss zwischen Pilz und Alge als brauchbares Merkmal für die Definition des Begriffes „Flechte“ benützen? Mit nichten! Denn bei vielen Epheben und verwandten Flechten dominirt entschieden die Masse der Alge gegenüber der des Pilzes.

Vielleicht liegt der Flechtencharakter in dem fest fixirten Convivium, ausserhalb dessen wenigstens der Pilz nicht zu gedeihen vermag? Auch dieses Merkmal der festen Association trifft nicht immer zu, da es Flechten gibt, die sich zuweilen auch ohne Gonidien zu behelfen wissen. Übrigens wäre es auch praktisch unanwendbar, weil man nicht in jedem Einzelfalle untersuchen kann, ob der Pilz ohne Alge lebensfähig sei.

oder nicht. So sehen wir denn schliesslich zu unserem Erstaunen, dass es ungehöner schwierig ist, eine allseitig befriedigende Definition des Begriffes „Flechte“ zu geben; zudem dürften die noch zu erwartenden Entdeckungen diese Schwierigkeit beträchtlich vermehren. Der Verfasser ist aber der Ansicht, dass man gerade durch die Betrachtung der Mängel einer anerkannt guten Definition am meisten zu ihrer Klärung beiträgt.

Wenn wir am Schlusse dieses Capitels unseren Blick rückwärts wenden, so hebt sich von dem Hintergrunde minder wichtiger Daten ein Hauptthema in deutlichen Umrissen ab: die Erörterung des Verhältnisses der Flechten zu den Algen ihrer nächsten Umgebung. Die Discussion aller einschlägigen Momente hat ein Resultat ergeben, das von den bisher gangbaren Anschauungen bis zu einem gewissen Grade abweicht. So sind wir z. B. zu dem Schluss gelangt, dass in allen Fällen, wo *Scytonema*- und *Sirospion*-Arten an Flechten haften, welche *Nostoc* oder *Gloeocapsa* als Gonidien führen, ein genetischer Zusammenhang zwischen den Gonidien im Thallus und den Algenfäden ausserhalb des Thallus, in einem hohen Grade wahrscheinlich ist.

Wir haben auch ferner die Thatsache constatirt, dass sich innerhalb des Thallus (unter gewissen abnormen Verhältnissen) *Nostoc*-Gonidien in *Scytonema*-artige Fäden verwandeln können. Endlich wurde an einem Beispiel aus der freien Natur gezeigt, wie eine Flechte als solche zu Grunde gehen kann, während ihre Gonidien als selbstständige Alge fortleben und sich weit hin ausbreiten.

### Zusammenfassung.

Wir haben im ersten Capitel nachgewiesen, dass die Gonocystien ursprünglich Thallusgonidien sind, die durch gewisse Wachsthumsvorgänge entweder auf die Oberfläche des Thallus oder an die äusserste Randzone desselben so gerückt werden, dass sie mit der Atmosphäre in eine directe Berührung gelangen. Ihre ungewöhnlich derbe Zellwand wurde als eine Schutzvorrichtung gedeutet, durch welche sie vor dem gänzlichen Austrocknen so lange bewahrt werden, bis sie (bei Eintritt einer regenreichen Zeit) wieder unter eine Hyphendecke gelangen. Es wurde ferner auch erörtert, auf welchem Wege die Gonocystien zu „Propagationsorganen“ der Flechten geworden sind.

In den „Gonangien“ haben wir kleine Algencolonien erkannt, die ringsum von einer kurzgliederigen, sehr verdickten Hyphederartig umwachsen werden, dass eine pseudoparenchymatische Kapsel entsteht. Da aber vollkommen entwickelte Gonangien nur sehr selten vorkommen, so gelangten wir zu dem Schluss, dass sie für die Ökonomie der Flechten von keiner besonderen Bedeutung sind.

Bei *Verrucaria rupestris* v. *rosea* und *Hymenelia caerulea* (Mass.) trafen wir eine Thallushyphe an, die höchst merkwürdige blasenartige Anhänge besitzt. Diese Anhänge, welche bis jetzt noch vollkommen unbekannt waren, werden noch um Vieles durch den Umstand interessanter, dass sie mitunter conidienartige Inhaltskörper besitzen, wodurch der Schein entsteht, als ob in ihnen die Gonidien entstünden.

In *Petractis exanthemata* (Körb.) fanden wir als Gonidien *Scytonema*-artige Fäden von sehr verschiedener Breitendimension, unter anderen auch solche, die leicht mit Hyphen verwechselt werden können. Ganz ähnliche Fäden fanden wir auch in dem Thallus der *Verrucaria fusca* (Arnold). Bei letzterer Flechte degenerieren jedoch die Scheiden der Algenfäden häufig; die freigewordenen Inhaltszellen theilen sich dann nach allen drei Richtungen des Raumes und bilden zuletzt *Gloeocapsa*-artige Gonidiennester.

Wir sahen ferner, dass in dem Thallus mancher Flechten, wie z. B. der *Hymenelia biascens* (Mass.), *Jonapis Prevostii* und *Aspicilia flavida* (Hepp.) v. *caerulea* (Arnd.) eigenthümliche Stränge, Stücke und Follikel vorkommen, die eine gewisse morphologische Selbständigkeit und eine derartige Structur besitzen, dass sie uns Entwicklungslinie und Entstehungszentren von Gonidien vortäuschen.

Auch die Minks'schen „Mikrogonidien“ wurden in den Kreis unserer Untersuchungen gezogen.

Wir sind aber zu dem Schluss gelangt, dass diese Gebilde mit den Gonidien in keinem genetischen Zusammenhang stehen, vielmehr als contrahirte Plasmamassen der Hyphen aufgefasst werden müssen.

Im dritten Capitel wurde der Nachweis zu liefern versucht, dass die im Flechtenthallus als Gonidien -o<sub>Δ</sub>R kommenden *Nostoc*- und *Gloeocapsa*-Massen keine selbständigen Algentyphen repräsentiren, sondern von diversen *Sirospiphon*- und *Scytonema*-Arten abstammen, deren Reste gewöhnlich auch ausserhalb des Thallus noch nachweisbar sind.

Es wurden dort ferner einige neue Flechten beschrieben, wie das *Eolichen compactus* und *Heppii*, die *Ephebe Kernerii* und die *Lichenopeziza bryophila* — Flechten, die in mehr als einer Beziehung unser volles Interesse erregen. Indem wir auch die ganz eigenthümliche Art der Verwandtschaft im Flechtenreiche besprachen und zeigten, wie die Verwandtschaft unter den Flechten spezifisch verschieden ist von der Verwandtschaft der übrigen Pflanzen, gelangten wir zu dem überraschenden Schluss, dass die Aufstellung eines natürlichen<sup>1</sup> Systemes der Flechten zu den unmöglichen Dingen gehöre.

Schliesslich wurde auf die grossen Schwierigkeiten aufmerksam gemacht, die sich (bei dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens) der Aufstellung einer allseitig befriedigenden Definition des Begriffes „Flechte“ entgegenstellen.

---

Sit venia verbo.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download From The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org>

## ERKLARUNG DER TAFELN.

## T A F E L I.

Fig. 1—18 *Manzonia Cantiana* (Garov.).

- Fig. 1 (450). Durchschnitt durch den entkalkten Thallus. *a* Die typischen Gonidienhäufchen; *b* ein sich neu bildendes Gonidienhäufchen; *c* junge Gonocystien.
- „ 2 (450). Moosvorkeimartige grüne Fäden aus dem Hypothallus.
- „ 3 (450). Verzweigter Gonidienstock aus der untersten Thallusregion.
- „ 4 (800). Gonidien aus einem jungen Gonidiennest; dieselben sind mit den Hyphen so verwachsen, dass der Schein entsteht, als ob sie aus den Hyphen hervorgingen.
- „ 5—10 (800). Gonocystien in verschiedenen Entwicklungsstadien; dieselben sind meistens mit der blaugrünen Deckhyphe verwachsen.
- „ 11 (450). Ein wulstförmiger Körper, der aus einer grossen Anzahl von Gonidien besteht, die eine dicke, bräunliche Zellwand besitzen.
- „ 12 (800). *Chroococcus*-artige Zellen aus dem Hypothallus, zu welchen die Hyphen Hausterien absenden.
- „ 13, 14 (800). Hyphen aus dem Hypothallus.
- „ 15 (800). Die typische Thallushyphe.
- „ 16 (800). Hyphe aus dem Hypothecium.
- „ 17 (1000). Hyphe aus einem neu entstandenen Gonidienknäuel.
- „ 18 (800). Die blaugrün gefärbte Deckhyphe.

## T A F E L II.

Fig. 1—4 *Verrucaria rupestris* (Schrad.) var. *roseo*.

- Fig. 1 (450). Durchschnitt durch den entkalkten Thallus.
- „ 2 (450). Moosvorkeimartiger grüner Faden aus dem Rhizoidentheil der Flechte.
- „ 3 (800). Die typische Thallushyphe mit den blasigen Anhängen.
- „ 4 (800). Dieselbe Hyphe aus der Gonidienzone, mit conidienartigen Zellen in den Blasen.

Fig. 5—7 Ein Stück Birkenrinde mit „Gonangien“.

- Fig. 5 (800). *a* Hypophloede Hyphe, die sich gegen die Spitze zu knopfförmig (*b*) verdickt; *c* mehrere kurzgliedrige, stark verdickte Hyphen umspannen ein Algenhäufchen; *d* Hyphe, mit einem 4zelligen, knopfförmigen Endglied; *e* vollkommen entwickeltes Gonangium; *f* zwei Gonangien in verschiedenen Entwicklungsstadien.
- „ 6 (800). Ein Gonangium durch einen Tangentialschnitt so geöffnet, dass die eingeschlossenen Algenzellen sichtbar werden.
- „ 7 (800). Eine stark verdickte Hyphe, mit mehrzelligem Endkörper.

Fig. 8, 9 „Hormosporen“ von *Leptogium minutissimum* Flk e.

- Fig. 8 (450). Die vom Thallus losgelöste „Hormospore“.
- „ 9 (450). Dieselbe Spore, in einen Faden auswachsend.

## T A F E L III.

Fig. 1—9 *Petractis exanthematica* (Körb.).

- Fig. 1 (450). Durchschnitt durch den entkalkten Thallus.
- „ 2—6 (800). Verschiedene Formen der Gonidienfäden.
- „ 7 (1000). Hyphe aus der obersten Thallusregion.
- „ 8 (800). Deckhyphe mit einem kleinen Gonocystium.
- „ 9 (450). Ein Apothecium, von einem *Chroolepus*-Faden durchwachsen.

Fig. 10—12 *Verrucaria fusca* (Arnd.).

- Fig. 10 (450). Durchschnitt durch den entkalkten Thallus. *a* *Gloecapsa*-ähnliche, *b* *Scytonema* ähnliche Gonidienform.  
 „ 11 (800). Ein isoliertes Gonidienhäufchen aus dem oberen Thallus.  
 „ 12 (800). Faden aus dem Rhizoidentheil mit sporenartigen Inhaltzellen und degenerirter Scheide.

## T A F E L IV.

Fig. 1—2 *Hymenelia biascens*. (Mass.).

- Fig. 1 (800). Gonidienstränge 1. Ordnung.  
 „ 2 (800). Gonidienstränge 2. Ordnung.

Fig. 3 *Jonapsis Prevostii* (Fr.).

- Fig. 3 (1200) Eine Hyphenpartie aus dem untersten Theil der Kruste nach Behandlung mit Schwefelsäure. *a* Eingeschlossene Gonidien.

Fig. 4 *Collema granosum* (Wulff.).

- Fig. 4 (450). Senkrechter Schnitt durch den Thallus. *a* *Nostoc*-artige Proliferationen; *b* *Polyccus*-artige Proliferationen; *c* *Nostoc*-artige Proliferationen von Hyphen durchzogen; *d* blaugrüne tobulose Fäden im *Polyccus*-artigen Cysten; *e* *Scytonema*-Fäden.

Fig. 5 *Collema polycarpum* (Schaeff.).

- Fig. 5 (1200). Thallushyphe mit „Mikrogonidien“.

Fig. 6 *Lithoicea tristis* (Mass.).

- Fig. 6 (1200). Hyphenpartie aus dem Rhizoidentheil mit „Mikrogonidien“.

Fig. 7 *Aspicilia flava* Hepp. var. *caerulea* Arnold.

- Fig. 7 (800). Junge Gonidionnester aus der obersten Krustenregion von bläulichen Hyphen umspannen.

## T A F E L V.

Fig. 1—5 *Plectopsora condensata* Arnold.

- Fig. 1 (170). Senkrechter Thallusdurchschnitt. *a* Verschränkte Gonidien; *b* sehr verdickte Hyphen.  
 „ 2 (1000). Gonidien aus der Nähe des Fruchtkörpers, einige derselben sind bereits mit Hyphen copulirt.  
 „ 3 (1200). Gewebepartie aus der mittleren Thallusregion. Alle Gonidien sind mit den Hyphen copulirt.  
 „ 4 (170). Junge Thallusanlage, die nach unten zu allmälig in ein Gemengsel von *Nostoc*, *Scytonema*, *Polyccus* und grüner *Leptothrix* übergeht.  
 „ 5 (450). Zeigt die Stelle *a* aus der vorigen Figur stärker vergrössert. Man sieht *Scytonema*-Fäden in eine *Nostoc*-ähnliche Masse übergehen.

Fig. 6 *Collema pulposum* Ach.

- Fig. 6 (15). Durchschnitt durch eine junge Thallusanlage.  
 „ 7 (450). *Chthonoplastus*-ähnliche Fäden aus den dicken Rhizinen.  
 „ 8 (800). Hyphen aus dem Thallus.  
 „ 9 (800). Hyphen aus den Rhizinen.

## T A F E L VI.

Fig. 1—4 *Eolichen Heppii* (n. sp.).

- Fig. 1 (450). Ein Randstück der *Eolichen* Haut, von oben aus gesehen. *a* Peitschenförmiges Astende; *b* Apothecium.  
 „ 2 (1000). Schläuche in verschiedenen Entwicklungsstadien.  
 „ 3 (1000). Sporen.  
 „ 4 (1000). Stück eines Spermagoniumdurchschnittes.

Fig. 5—6 *Eolichen compactus*. (n. sp.).

- Fig. 5 (170). Vollständiger Thallus mit Apothecien und Spermagonien von oben aus gesehen.  
 „ 6 (800). Thallushyphen nach dem Kochen in Kalilauge.

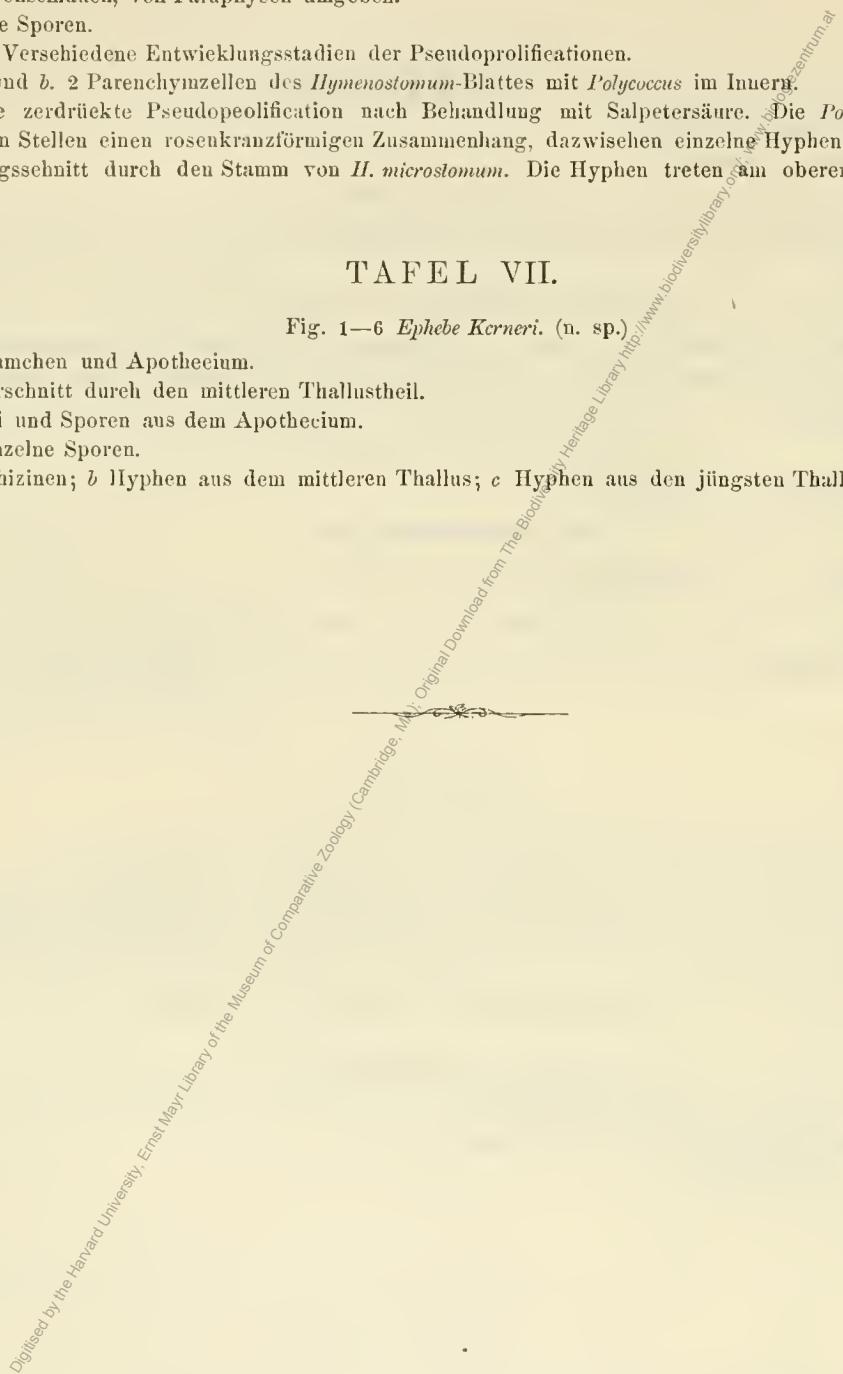
Fig. 7—16 *Lichenopeziza bryophila* (n. sp.).

- Fig. 7 (450). Die Hälfte eines Stengelblattes von *Hymenostomum microstomum* (R. Br.) mit dem von fünf Thallusläppchen umgebenen Fruchtkörper.
- „ 8 (1000). Ein einzelnes Thallusschüppchen, gezeichnet nach Einstellung des Systems auf die Rindensehieht, wobei das Grün des gonidieuhaltigen Innern durchschimmert.
- „ 9 (800). Sporenschlaue, von Paraphysen umgeben.
- „ 10 (800). Reife Sporen.
- „ 11—13 (450). Verschiedene Entwicklungsstadien der Pseudoproliferationen.
- „ 14 (1200). a und b. 2 Parenchymzellen des *Hymenostomum*-Blattes mit *Polycoccus* im Innern.
- „ 15 (450). Eine zerdrückte Pseudoproliferation nach Behandlung mit Salpetersäure. Die *Polycoccus*-Zellen zeigen an manchen Stellen einen roseenkranzförmigen Zusammenhang, dazwischen einzelne Hyphenstücke.
- „ 16 (450). Längsschnitt durch den Stamm von *H. microstomum*. Die Hyphen treten am oberen Rande des Schnittes zu Tage.

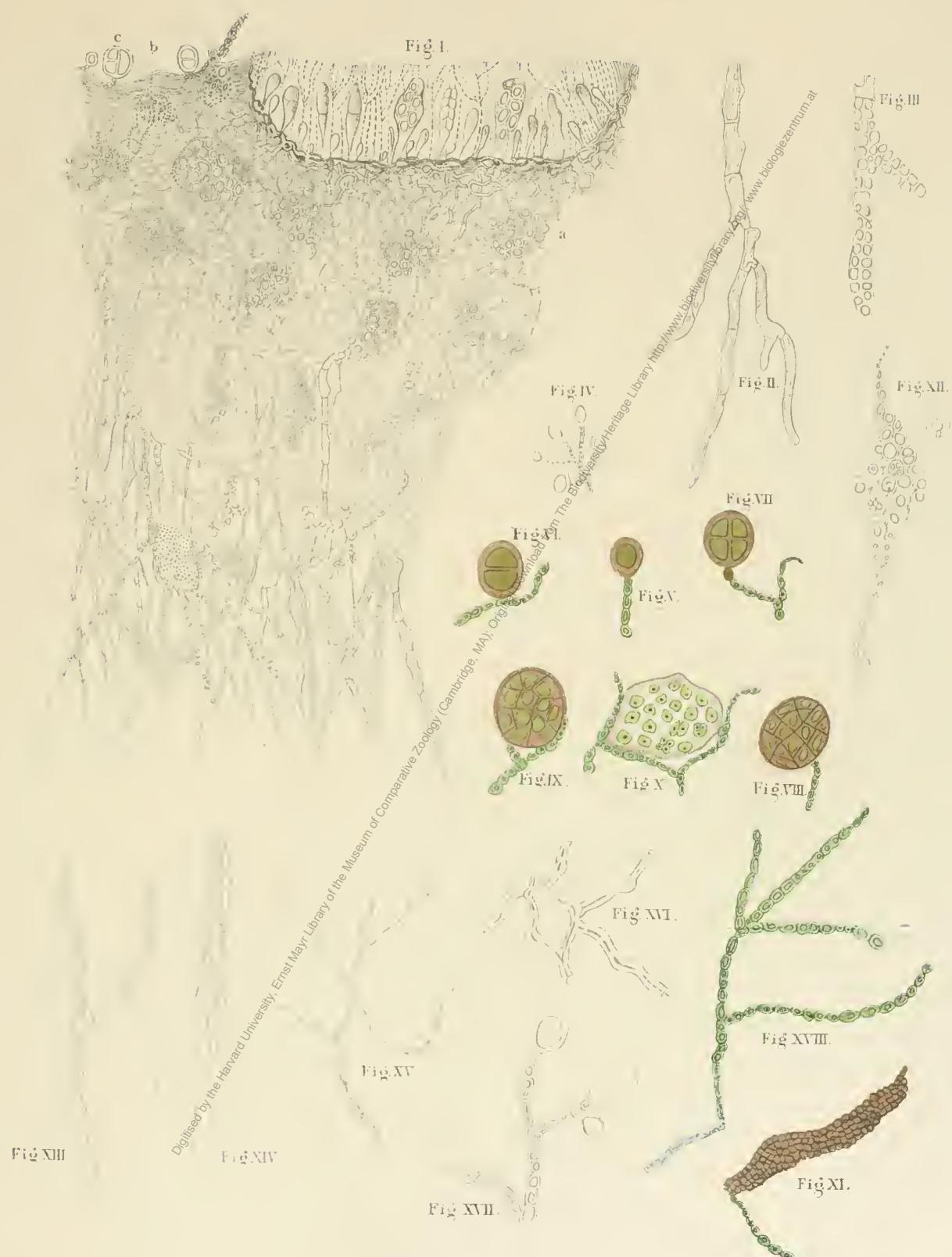
## T A F E L VII.

Fig. 1—6 *Ephebe Kernerii* (n. sp.)

- Fig. 1 (450). Stämmchen und Apothecium.
- „ 2 (450). Querschnitt durch den mittleren Thallustheil.
- „ 3 (800). Ascii und Sporen aus dem Apothecium.
- „ 4 (1200). Einzelne Sporen.
- „ 5 (800). a Rhizinen; b Hyphen aus dem mittleren Thallus; c Hyphen aus den jüngsten Thallusspitzen.



Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org>



Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org>; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

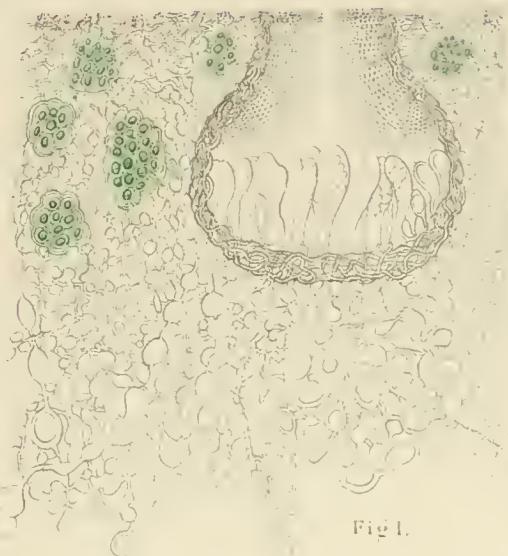


Fig. I.



Fig. II.



Fig. III.



Fig. IV.

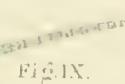


Fig. V.



Fig. VI.

Fig. VII.

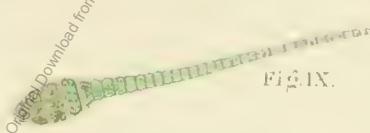


Fig. VIII.

Fig. IX.

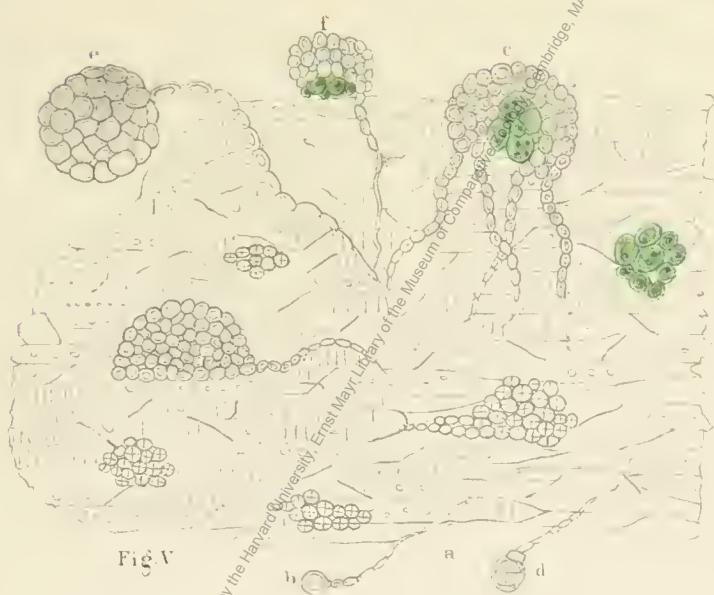


Fig. X.



Fig. XI.

Fig. XII.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

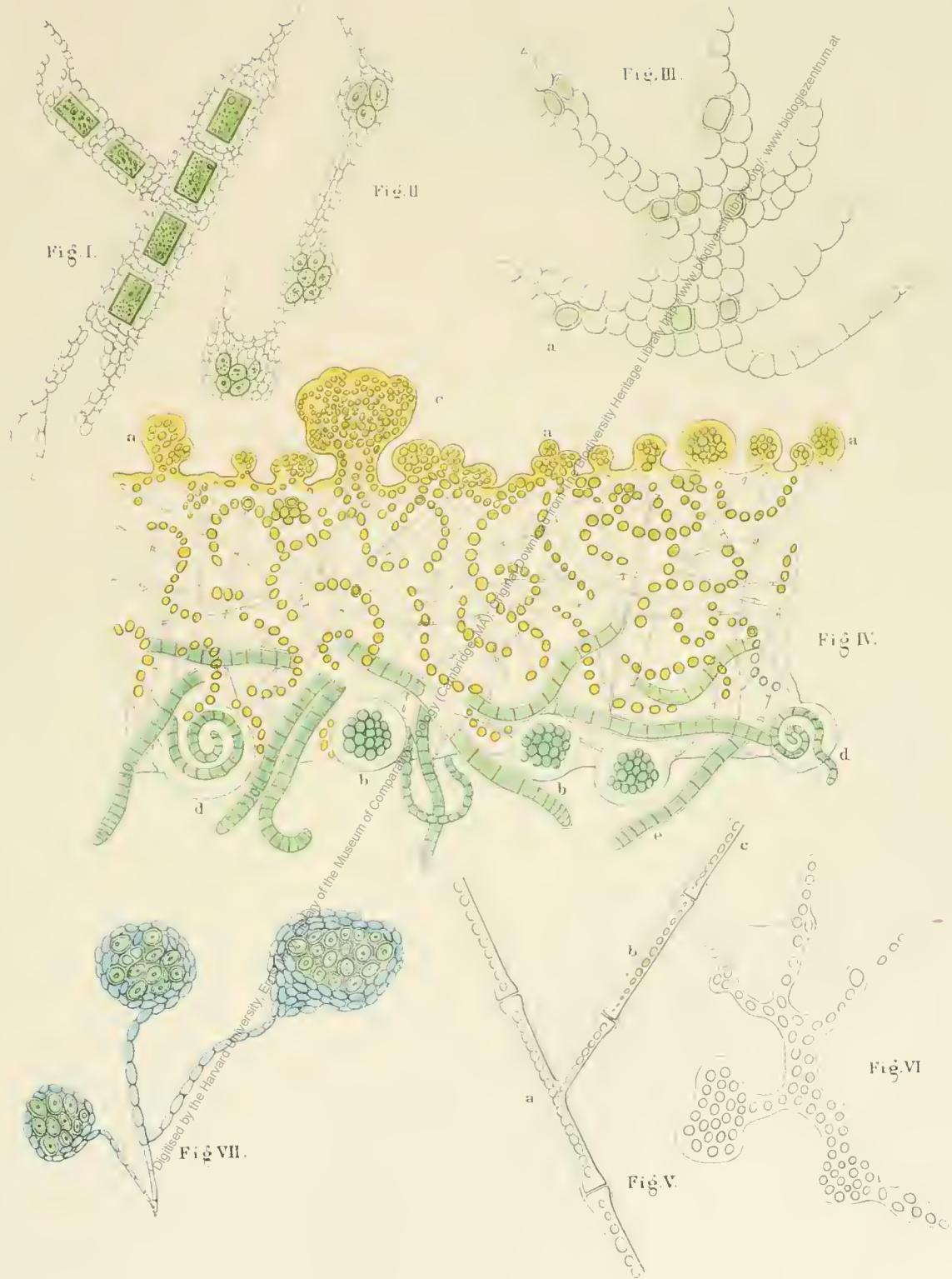




Fig. 2.

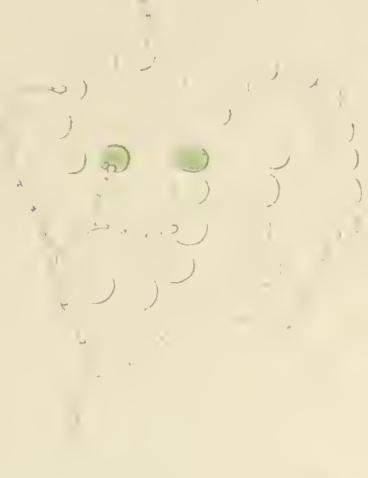


Fig. 1.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 8.



Fig. 7.

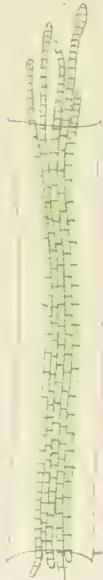


Fig. 5.

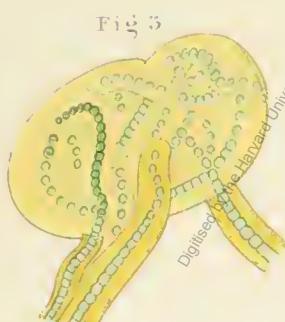
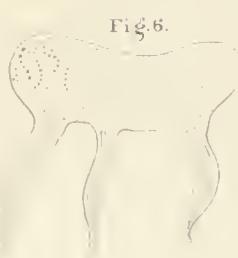


Fig. 9.

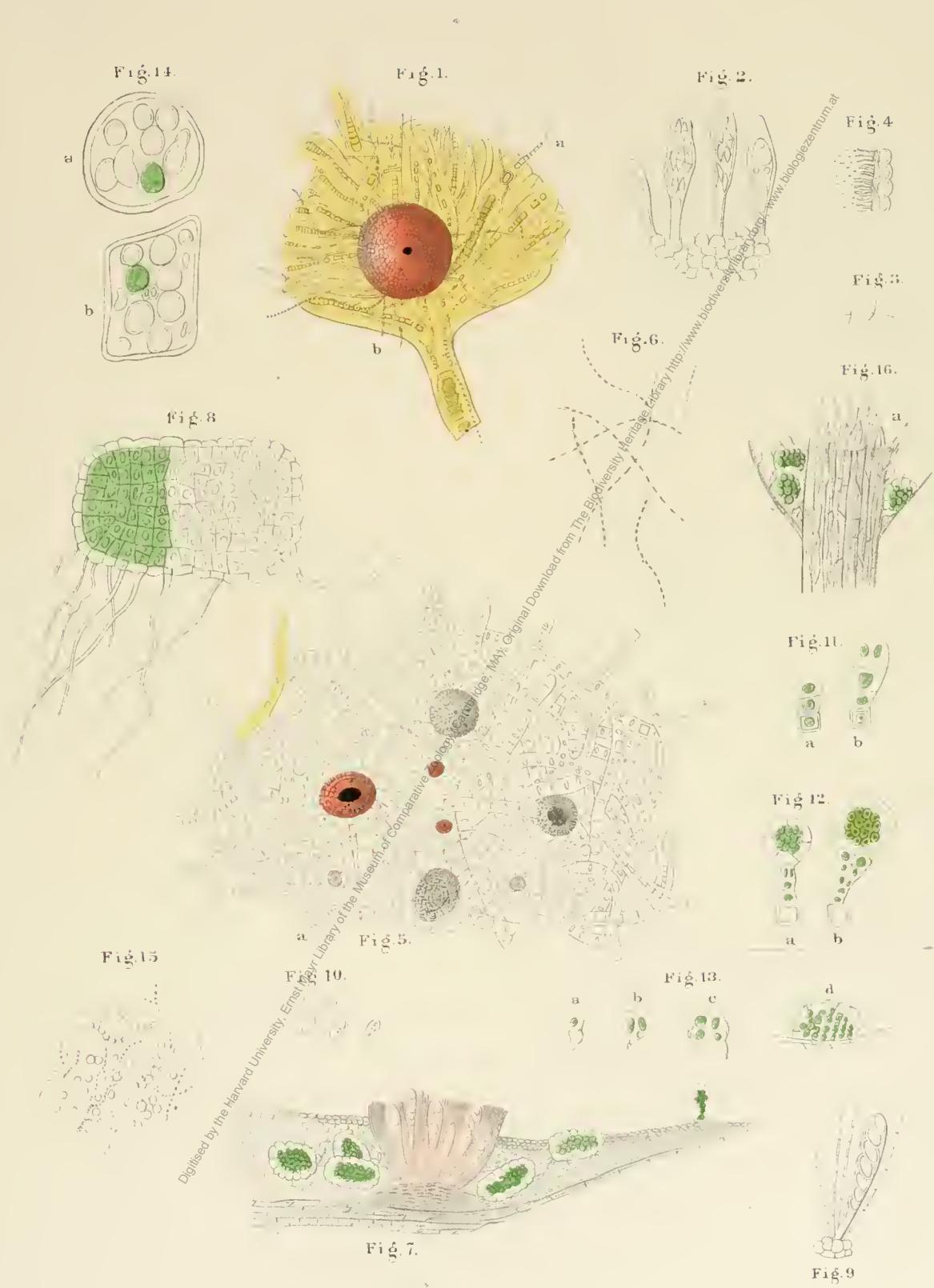


Fig. 6.



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org>; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org/>; www.biologiezentrum.at

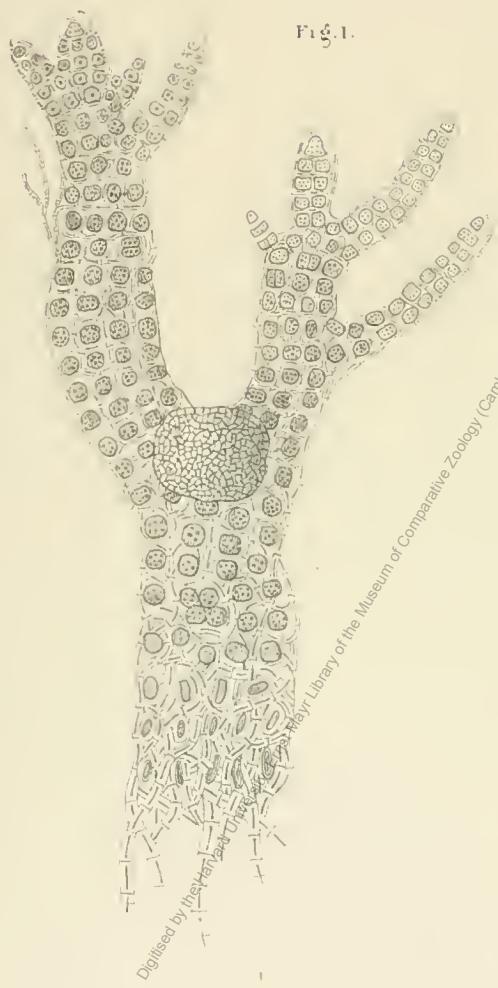


Fig. 1.

Fig. 4.



Fig. 2



Fig. 3.



Fig. 5.

