

Endoclonium polymorphum.

Von

Dr. Max Franke,

Assistent am botanischen Institut der Universität Messina.

Mit Tafel XVIII.

1. Im Januar 1882 sammelte ich aus dem Wasserreservoir des hiesigen Militärhospitalgartens *Lemna gibba* L., um dieselbe auf endophytische Algen hin zu untersuchen, da schon mit blossen Auge besonders auf den absterbenden entfärbten Pflänzchen dunkelgrüne Flecke von verschiedener Gestalt und Grösse sichtbar waren. In der Erwartung ein *Chlorochytrium* anzutreffen sah ich mich jedoch getäuscht; vielmehr ergab die mikroskopische Untersuchung, dass es sich hier um eine neue, der Gattung *Endoclonium*¹⁾ (Szymanski) beizurechnende Alge handelte, welche als *Endoclonium polymorphum* im Folgenden beschrieben werden möge.

2. Aeussere Beschreibung. Wir haben zwei Formen des Lemnabewohners zu unterscheiden, welche, obschon zusammengehörig, besser getrennt geschildert werden, nämlich:

- a) die endophytische, protococcusartige Form und
- b) die epiphytische Stigeoclonium-Form.

a) Die endophytische Form. Unmittelbar unter den Spaltöffnungen der Oberseite von *Lemna gibba* L. beobachtet man in den grossen Lufträumen des weitmaschigen Parenchyms entweder einzelne, grüne, völlig kugelige Zellen oder Gruppen derselben (Fig. 1. c und d). Nur sehr selten, und dann zufälligerweise durch gelegentliche Oeffnungen dorthin gelangt, findet sich der Endophyt entfernt von den Stomata im Lemnagewebe oder auf der der Spaltöffnungen völlig entbehrenden Unterseite oder in den Wurzeln des Wirthes. Dieser Umstand, sowie die Structur der Zellen, die Zoosporenbildung und -Entleerung erinnern an *Chlorochytrium Knyanum*; doch zeigt *Endoclonium* nicht die für diese Alge beschriebene Veränderlichkeit der Zellform. Die Zellen unseres *Endoclonium* sind wie gesagt kugelig und werden nur in den Gruppen durch gegenseitigen Druck polyedrisch. Im Laufe ihres Wachsthums erreichen die Zellen eine

¹⁾ Conf. Szymanski: „Ueber einige parasitische Algen.“ Inaug. Dissertat. Breslau 1878.

Grösse bis zu 0,027 mm im Durchmesser. Sie sind umgeben von einer mässig dicken Membran, welche deutliche Cellulosereaction zeigt. Der Inhalt ist bei jungen Zellen ein gleichmässiges, lichtgrünes Protoplasma, in welchem man ausser mehreren, sehr kleinen Körnchen und Hämatochromtröpfchen einen grossen Amylumkern erkennt. In älteren Zellen, nicht aber in ihrem jüngsten Zustande, konnte ich einen Zellkern nachweisen. An Stelle des einen Amylumkerns bemerkt man später mehrere: das Plasma erscheint grobkörnig. Nun beginnt die Vacuolenbildung; das Protoplasma bildet schliesslich, wie es auch für *Chlorochytrium* beschrieben wurde, ein zartes, grünes, die Zelle durchsetzendes Netzwerk, worin der Nucleus nebst Nucleolus, Amylumkerne und Hämatochromtröpfchen eingebettet sind (Fig. 1 und Fig. 2). So erscheinen die Zellen des Endophyten vor der Zoosporenbildung. Diese wird in der gewöhnlichen Weise eingeleitet: die Vacuolen verschwinden, das Plasma vertheilt sich gleichmässig, erscheint grobkörnig und dunkelgrün. Diese Färbung nimmt mit fortschreitender Zoosporenbildung einen gelblich-braunen Ton an.

Durch vegetative Vermehrung und zwar durch Zweitheilung können die einzelnen Zellen von *Endoclonium* Colonieen bilden, welche meist klein bleiben und sich auf eine geringe, gewöhnlich gerade Anzahl von Zellen beschränken. Indem aber in einer Tochterzelle die Zweitheilung auch ausbleiben kann, bestehen bisweilen solche Colonieen aus einer ungeraden Zellenzahl. Im Allgemeinen jedoch sind die Zellgruppen des Endophyten dadurch zu Stande gekommen, dass zahlreiche Schwärmsporen nach und nach in denselben Luftraum drangen, zu Zellen wurden, die sich vegetativ vermehrten und mit den übrigen, bereits vorhandenen durch ihre Membranen verwachsen. Sie bildeten schliesslich durch immer neuen Zuwachs grosse Zellcomplexe, welche das begrenzende Lemnagewebe stark zusammendrücken. Findet in den benachbarten Lufträumen des Wirthes ein gleich üppiges Wachsthum der Endophyten statt, so gehen die Gruppen scheinbar in einander über und werden schon dem blossen Auge als verschiedengestaltige, grosse, grüne Flecke sichtbar. An den Berührungsstellen platten sich die Zellmembranen ab und verwachsen miteinander. Die Zahl der eine Endophytengruppe zusammensetzenden Zellen ist oft sehr bedeutend (es gelang in einer keineswegs von den grösseren gegen 50 zu zählen), die Structur ist die oben von einer einzelnen beschriebene.

b) Die epiphytische Form. Diese äusserst zierliche, gestaltenreiche Form findet sich auf allen Theilen der Oberfläche des Wirths. Auf den Wurzeln zeigt sie ein diesen angepasstes vorwiegendes Längenwachsthum mit schwacher seitlicher Verzweigung; die

Wachstumsrichtung ist gegen die Wasseroberfläche zu gekehrt. Auf dem horizontal schwimmenden, thallusartigen Lemnatheile beobachtet man einen grossen Formenreichtum. Von kurzen, einfachen, wenigzelligen zu weitläufig verzweigten, von einzelnen auf der Epidermis zerstreuten Zellen zu kleineren und grösseren, scheiben- oder schildförmig ausgebreiteten, parenchymatischen Colonieen mit fädenförmig ausgezogenen Rändern finden sich alle möglichen Uebergangsformen (Fig 16, Fig. 5).

Die Zellreihen folgen in ihrem Verlaufe häufig den Epidermiszellmembranen; sie, wie die Zellscheiben bilden gewöhnlich nur eine Zelllage, welche der Epidermis des Wirths fest angedrückt ist. Sie erinnern lebhaft an die von Reinke¹⁾ und Wille²⁾ beschriebene *Endocladia*, an *Endoclonium chroolepiforme* Szymanski³⁾ und an *Stigeoclonium*⁴⁾. Die Zellen des Epiphyten sind durchschnittlich 0,004 mm breit, 0,0054 mm lang, von rectangulärer, rundlicher, oder, wie in dem parenchymatischem inneren Theile der Zellscheiben, von polyedrischer Gestalt. Eine äusserst zarte Cellulosemembran, an welcher keine Vergallertung beobachtet wurde, umgiebt das in jungen Zellen homogene, hellgrüne Protoplasma, worin stets ein deutlicher Amylumkern, späterhin auch Haematochromtröpfchen, wie andere Körnchen, nie aber ein Nucleus nachzuweisen war. Auch in den Zellen der epiphytischen Form treten beim Aelterwerden Vacuolen im Plasma auf, welches, indem jene in der Mitte zusammenfliessen, randständig wird. In diesem Zustande erinnert die Zellstructur von *Endoclonium* an die für *Ulothrix*-arten bekannte und abgebildete⁵⁾. Vor der Zoosporenbildung verschwinden die Vacuolen, das gleichmässig sich vertheilende Protoplasma erscheint dunkelgrün. Die epiphytischen Formen unserer Alge entstehen wie die endophytischen entweder durch Wachsthum, Theilung und Verzweigung einer einzigen Zelle, oder — und dieses ist auch hier das gewöhnlichere — durch Vereinigung mehrerer in vegetativer Vermehrung begriffener Zellen. Die Schwärmsporen, nachdem sie zur Ruhe gekommen sind und eine Membran ausgeschieden haben, wachsen in die Länge; durch Querscheidewände entstehen Zellfäden, deren Zellen sich an einer beliebigen Stelle auszweigen können.

1) Cf. Reinke: „Zwei parasitische Algen.“ Bt. Ztg. 1879. No. 30.

2) Cf. Wille: „On en endophytik Alge.“ Algolog. Bidrag, Christiania 1880.

3) Dr. Szymanski: „Ueber einige parasitische Algen.“ Breslau 1878. Inaug. Diss.

4) Cf. Cienkowski: „Ueber Palmellazustände bei *Stigeoclonium*.“ Ref. im Just'schen Bot. Jahresbericht, IV. Jahrg. 1876, Ref. 47. p. 42—44.

5) Cf. Dodel: „Die Krauthaar-Alge, *Ulothrix zonata*.“ Leipzig 1876.

wobei die Aeste ebenfalls an der Epidermis angedrückt bleiben und sich nicht von ihr abheben, wie es bei *Stigeoclonium* und *Endocladia* beobachtet wird. Begegnen sich zwei oder mehrere solcher Zellfäden, so verwachsen sie an den Berührungsstellen, woraus sich ein unendlicher Formenreichthum ergibt. Dass die Verzweigungen gern dem Verlaufe der Membranen der Epidermiszellen von *Lemna* folgen, wurde bereits erwähnt. In anderen Fällen kommen die Schwärmsporen haufenweise zu mehreren nebeneinander zur Ruhe. Sie geben, sich vermehrend und mit einander verschmelzend, einer pseudoparenchymatischen Colonie den Ursprung, deren peripherische Zellen wieder zu längeren oder kürzeren Fäden auswachsen. Zwischen den grünen lebenden Zellen des Epiphyten und zwar bei den Zellfäden unregelmässig zwischen den vegetirenden zerstreut, bei den Zellscheiben dagegen in der Mitte trifft man ihres Inhaltes entleerte Zellen: es sind dies die entleerten Zoosporangien (Fig. 5 und 6).

3. Zoosporenbildung und Zusammenhang beider Formen. Neben der vegetativen Vermehrung beobachtet man bei beiden Formen des *Endoclonium* Fortpflanzung durch Schwärmsporen, deren Bildung in beiden Fällen durch Zweitheilung erfolgt. Bei der endophytischen Form zeigt sich, dass Alter und Grösse der Zellen keinen wesentlichen Einfluss auf die Zoosporenbildung haben, welche durch Veränderung der Lebensbedingungen sehr beschleunigt werden kann. Mit dem Verschwinden der Vacuolen vertheilt sich das vorher die Zelle netzartig durchsetzende Protoplasma gleichmässig. Der Zellinhalt erscheint dunkelgrün und grobkörnig. Durch fortgesetzte Zweitheilung entstehen die Zoosporen, wobei jedoch nicht beobachtet werden konnte, ob der Zoosporenbildung eine Theilung oder Auflösung des Nucleus vorangeht¹⁾. Die Grösse der Zoosporen schwankt in engen Grenzen, je nachdem mehr oder weniger von ihnen in einem Zoosporangium sich bildeten. Durchschnittlich sind sie 0,0035 mm breit, 0,0075 mm lang (ohne Cilien, mit ihnen doppelt so lang). Ihre Form ist länglich, sie zeigen einen Amylumkern, einen rothen Augenfleck und 2 Cilien am vorderen, zugespitzten hyalinen Ende (Fig. 4). Die Zoosporen treten, nachdem sie schon im Zoosporangium leise Bewegungen zeigten, durch Zerplatzen der Sporangiumwand in einer gemeinsamen Hülle nach aussen (Fig. 3b). Zuweilen zerreisst schon innerhalb des Sporangiums die gemeinsame Membran, und dann treten die Zoosporen einzeln in's Freie (Fig. 3a).

¹⁾ In einem Falle wurde beobachtet, dass bei der Schwärmsporenbildung der Inhalt des Sporangiums sofort in 4, in die Ecken eines Tetraeder gestellte Theile zerlegt wurde.

Im Zoosporangium bleiben in diesem Falle Reste der Hülle zurück. In Folge der lebhafteren Bewegung der Zoosporen reisst, indem sie sich mehr und mehr erweitert, endlich die jene einschliessende Blase, worauf sich die Zoosporen im Wasser vertheilen. Weder während ihres Schwärmens innerhalb der gemeinsamen Hülle noch später konnte eine Copulation der Zoosporen festgestellt werden. Sie bewegten sich oft $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden lang mit allmählich abnehmender Geschwindigkeit, begegneten sich, verschlangen sich mit ihren Geisseln, lösten sich aber sofort wieder los. Bei einem durch Zerreißen eines Stückes Lemnagewebe und durch Druck isolirten und aus dem Wirthe gelösten Sporangium wurde nun direct beobachtet, dass nach verhältnissmässig kurzem Schwärmen die ausgeschlüpften Zoosporen sich auf der Epidermis von *Lemna* festsetzten. Einige kamen auf der Grenze der Epidermiszellen zur Ruhe, andere gruppenweise nebeneinander. Sie umgaben sich mit einer Membran und nahmen jenes, für junge Zellen der epiphytischen Form charakteristische Aussehen an, wobei der Augenfleck noch lange Zeit sichtbar blieb. Durch weiteres vegetatives Wachsthum erzeugen sie die andere Form. Auch diese entwickelt Zoosporen, und zwar scheint hier die Bildung derselben in Beziehung zu dem Alter der Zellen zu stehen. In den Zellscheiben nämlich nehmen die relativ älteren Zellen die Mitte ein und man beobachtet, dass die Zoosporenbildung in centrifugaler Richtung von innen nach aussen vorschreitet, so dass man die mittleren Zellen einer solchen Colonie häufig nur aus den zurückgebliebenen Membransceletten der entleerten Zoosporangien gebildet findet, während die peripherischen Zellen lebhaft weiter vegetiren (Fig. 5). Bei den Zellfäden ist keine solche Regelmässigkeit zu constataren, welcher Umstand seine Erklärung darin findet, dass, wie wir sahen, die Zellfäden und ihre Verzweigungen auf sehr verschiedene Weise, durch zufällige Verschmelzung oft sehr ungleichaltriger Fäden zu Stande kommen. Die epiphytische Form von *Endoclonium* erzeugt zweierlei Arten von Zoosporen, welche als Micro- und Macrozoosporen unterschieden sein mögen. Die Macrozoosporen, durchschnittlich 0,0108 mm breit, 0,0135 mm lang (stets ohne Cilien), haben birnförmige Gestalt, einen Amylumkern, einen Augenfleck und 4 Cilien am zugespitzten, hyalinen Vorderende. Sie sind den bei *Ulothrix* bekannten Macrozoosporen sehr ähnlich und entstehen wie diese einzeln in einem Macrozoosporangium. Die Microzoosporen gleichen in Gestalt und Grösse den Zoosporen der endophytischen Form, sie haben wie diese nur zwei Cilien, einen Augenfleck und einen Amylumkern. Sie entstehen durch successive Zweitheilung

in einem Microzoosporangium, gewöhnlich zu zweien, doch auch zu vieren und mehr. Der Zweitheilung des gesammten Inhalts geht eine Zweitheilung des Amylumkerns voraus. Beiderlei Zoosporen gelangen durch ein in der Membran der Mutterzelle entstandenes Loch nach aussen (cf. Fig. 6). Eine Verschiedenheit der Structur der Micro- und Macrozoosporangien ist nicht zu bemerken: jede Zelle scheint befähigt das eine oder das andere zu werden. Im Zoosporangium bleibt nach dem Austritt der Zoosporen nichts zurück; zuweilen nur trifft man darin eine in Desorganisation begriffene Zoospore, die neben den Schwestern nicht zur vollen Entwicklung kam. Das weitere Schicksal der Zoosporen ist verschieden. Die verhältnissmässig selteneren, schwerfälligen Macrozoosporen kommen nach längerem oder kürzerem Schwärmen zur Ruhe, setzen sich auf der Epidermis von *Lemna* fest und wiederholen auskeimend die ramificirte epiphytische Form. Dieser Entwicklungsgang ist leicht zu beobachten, auf grössere Schwierigkeiten stösst man bei dem Studium der Microzoosporen. Es ergab sich, dass diese copuliren können. Die Copulation wurde nur in einem einzigen Falle direct beobachtet, doch wiesen Vorkommen von Zygozoosporen mit 2 Augenflecken, in denen noch eine Art Zerklüftung in der Mitte sichtbar war, mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine Verschmelzung hin. Der Ursprung der copulirenden Schwärmsporen aus einer epiphytischen Form war ausser Zweifel. Die Zygozoospore, welche die für diese Copulationsproducte charakteristische Bewegungen zeigt, ist etwa von der Gestalt und Grösse der Macrozoosporen, hat 2 Augenflecke und 4 Cilien. Ihre weitere Entwicklung ist mir nicht bekannt. Ich glaube jedoch nach Analogie der copulirten Microzoosporen von Ulothrixarten schliessen zu dürfen, dass die Zygozoosporen in die Wirthspflanze eindringen und die Protococcusform erzeugen. In den meisten Fällen jedoch copuliren die Microzoosporen nicht, sondern dringen ohne weiteres durch die Spaltöffnungen der Oberhaut in die Lufträume von *Lemna gibba* ein, kommen hier zur Ruhe, geben der endophytischen Form den Ursprung und beschliessen so den Entwicklungskreis von *Endoclonium*, wie er sich durch directe Beobachtungen ergibt (cf. Fig. 7).

4. Culturversuche. Die Culturversuche wurden unternommen zum Zwecke, den nach den vorhergegangenen Beobachtungen klar gewordenen Zusammenhang beider Formen direct zu beweisen. Sie ergaben jedoch auch noch andere Resultate, welche für die systematische Stellung von *Endoclonium* bestimmend sind. Da es bei dem gemeinsamen Auftreten beider Formen in resp. auf demselben Stück der Wirthspflanze schwierig ist reine Culturen zu erhalten, glückte

es nur einige Male sichere Beweise zu erhalten. Stücke, auf denen nach genauer mikroskopischer Untersuchung nur die epiphytische Form vegetirte, wurden in einem hängenden Tropfen Wasser cultivirt. Es zeigte sich, dass Zoosporen in das Lemnagewebe eingedrungen waren und sich zu der endophytischen Form weiter entwickelten. Wiewohl es ferner leicht ist und man häufig Gelegenheit hat das directe Eindringen und zur Ruhekommen der Microzoosporen zu beobachten, gelang eine ununterbrochene Verfolgung des ganzen Verlaufes ihrer Entwicklung nicht. Noch andere Thatfachen beweisen den Zusammenhang beider Formen. Werden durch Zerreißen von Lemnagewebe junge, erst kürzlich eingedrungene und zur Ruhe gekommene Microzoosporen isolirt, so zeigt sich, dass sie im freien Medium zu Fäden anwachsen. Hierdurch wird zugleich ein Beweis dafür beigebracht, dass die protococcusartige, endophytische Entwicklung auf die veränderte Lebensweise, Beschränktheit des Raumes zurückzuführen ist. Es wird diese Annahme um so wahrscheinlicher, als zuweilen junge endophytische Colonieen freilich nur gering verlängerte peripherische Zellen zeigen, welche aber bei dem Aelter- und Grösserwerden der Colonie sich völlig abrunden und kugelig werden. Entscheidend für die systematische Stellung der Alge waren Culturen der epiphytischen Form in feuchter Luft, am Rande eines umgestülpten Glases. Auf einem Wurzelstück von *Lemna gibba*, welches reich von der epiphytischen Form besetzt war, vergrösserten sich die Colonieen sehr bedeutend, so dass einzelne Zellen nach etwa 14 tägiger Cultur eine Grösse von 0,05 mm erreichten (Fig. 8). Zugleich vermehrten sich die Colonien vegetativ, wie durch Zoosporen. Von diesen setzten sich einige fest und erneuten die epiphytische Form, andere aber gingen in einen Dauerzustand über, indem sie sich abrundeten und mit einer verhältnissmässig starken Membran umgaben. Derartige Dauerzustände (Fig. 10) bilden auch die Macrozoosporen, und zwar grössere Zellen, so dass man jene in sehr verschiedener Grösse antrifft. Sie zeigen alle ein körniges, dunkelgrünes Plasma und einen Amylumkern. In Wasser gebracht formen sie sich entweder direct zu Schwärmosporen um oder bilden solche durch Theilung. Nie wurde beobachtet, dass ihre Membran sich vergallerte oder mehrere in einer Gallertmasse vereinigt waren. Die Zellen dieser sich stark vergrössernden und vermehrenden Colonieen bilden durch Zweitheilung Zoosporen (Fig. 8). Die peripherischen Zellen sowie die Fäden verlängern sich und verzweigen sich eben so üppig, wobei sich die Zweige von dem verhältnissmässig klein gewordenen Substrat abheben. Die Endzellen stellen das Scheitelwachsthum ein und verlängern sich zu

langen, chlorophylllosen Spitzen, wie sie für *Stigeoclonium* charakteristisch sind (Fig. 9). Auch die Zellen der Verzweigungen vergrössern sich stark und erreichen die doppelte Länge und Breite der unter gewöhnlichen Verhältnissen vegetirenden *Endoclonium*zellen.

5. Der Generationswechsel ist bei *Endoclonium* nicht bestimmt ausgeprägt. Eine Copulation der Microzoosporen scheint nicht nothwendig, weshalb, ganz abgesehen von der Gleichheit der Structur der copulirenden Schwärmer, es sich von selbst verbietet die epiphytische als geschlechtliche Schwärmsporen erzeugende von der endophytischen als ungeschlechtlicher Generation zu unterscheiden. Ferner ist eine gesetzmässige Aufeinanderfolge beider Entwicklungsstadien nicht gesichert. Es scheint vielmehr die endophytische Form als ein in Folge veränderter Lebensbedingungen in den Lufträumen der Lemnapflanze diesen neuen Raumverhältnissen angepasster Zustand angesehen werden zu müssen. Die Microzoosporen sterben keineswegs ab, wenn sie nicht Gelegenheit finden in die Wirthspflanze einzudringen, sondern wiederholen wie die Macrozoosporen ihre epiphytische, verzweigte Mutterform. Bei Culturversuchen zeigt sich diese Erscheinung sehr häufig. Ebenso scheint mir das Zurückschlagen der endophytischen Zoosporen in die erzeugende Form durchaus wahrscheinlich, obschon keine directen Beweise vorliegen. Die endophytischen Zellgruppen nämlich verschliessen zuweilen die Spaltöffnungen von *Lemna* eng und damit den gebildeten Zoosporen den Austritt aus den Lufträumen, dennoch vermehren sich die Zellcomplexe und fahren ununterbrochen fort Schwärmsporen zu bilden, die nach ihrem Austritt aus dem Sporangium genöthigt sind in dem Luftraume sich weiterzuentwickeln. Hierdurch scheint auch die ausserordentliche Anzahl der die endophytischen Algengruppen zusammensetzenden Zellen eine Erklärung zu finden.

6. Die Symbiose von *Endoclonium* bietet in sofern Interesse, als die endophytische Form als ein in Folge geänderter Vegetationsverhältnisse diesen angepasster Zustand erscheint. An einen eigentlichen Parasitismus kann nicht gedacht werden. Bei der epiphytischen *Stigeoclonium*form ergiebt sich dies ohne weiteres, aber auch die Symbiose der endophytischen *Protococcus*form kann höchstens als Raumparasitismus (Klebs) gedeutet werden. Man findet, wie oben erwähnt, die Alge zumeist und in üppigster Entwicklung in den abgestorbenen Pflänzchen, die sie auch mit grösserer Vorliebe aufzusuchen scheint, da das weicher und nachgiebiger gewordene Gewebe des Wirths ihr neben genügendem Schutze auch freiere Entwicklung gestattet, während die Zellen lebender Pflänzchen ihr durch ihre Resistenz und Gegenwirkung hinderlich sein würden.

7. Die systematische Stellung von *Endoclonium* ist nach den ausgeführten Untersuchungen gesichert. Es gehört zunächst zu den isogamen Confervoideen und unter diesen zu den Chaetophoreen in unmittelbarer Nähe von *Stigeoclonium*. Mit *Endocladia* theilt *Endoclonium* das Gemeinsame eines Raumparasitismus, doch vegetirt *Endocladia* nach Reinke und Wille in der Zellmembran des Wirths, während die Zellen der epiphytischen Form von *Endoclonium* nie von der Lemnamembran überzogen sind, sondern ihr dicht aufliegen. Die Alge war demnach nicht als neue Species der Gattung *Endocladia* einzuordnen. Dr. Szymanski beschreibt in seiner, im botanischen Institut des Prof. Dr. Ferd. Cohn verfassten Inauguraldissertation „über einige parasitische Algen, Breslau 1878“ eine in abgestorbenen Pflänzchen von *Lemna minor*, *trisulca* und *polyrrhiza* beobachtete endophytische Alge unter dem Namen *Endoclonium chroolepiforme*, welche unsrem *Endoclonium* sehr nahe zu stehen scheint. Cohn hatte bereits in seinem Aufsätze „über parasitische Algen“ Band I. Heft 2, p. 106 dieser Beiträge auf diesen grünen Endophyten hingewiesen, welcher in den Interzellularräumen der *Lemna risulca* netzartig verbundene Gliederfäden bildet; Szymanski ermittelte die Entdeckungsgeschichte in der Art, dass die Alge sich durch Macro- und Microgonidien fortpflanzt und theils in den Interzellulargängen der *Lemna* in rosenkranzförmig gegliederte, verzweigte und in Haarspitzen auslaufende Fäden auswächst, theils an der Oberfläche in *Stigeoclonium*form hervorsprosst. Szymanski beobachtete noch die pseudoparenchymatische Verbindung der im Innern des *Lemna* gekeimten Zoosporen, die Entstehung rother Dauerzellen im Herbst, und eine Vergallertung in Palmellen- oder Protococcusartige Zustände, wodurch ihre Verwandtschaft mit *Ulothrix* und *Stigeoclonium* angezeigt wird; dagegen erinnerte ihr Eindringen in das todte Lemnagewebe an das Hineinwachsen von *Chroolepus* in das Rindengewebe der Bäume, worauf nach den Untersuchungen von Frank die Bildung des hypoplödischen Thallus der *Chroolepideen* beruht, so dass *Endoclonium* die biologischen und morphologischen Eigenthümlichkeiten von *Stigeoclonium* und *Chroolepus* in auffallender Weise verbindet. Obwohl sich aus der Dissertation von Szymanski wegen der mangelnden Abbildungen keine klare Vorstellung gewinnen lässt, scheint mir doch wahrscheinlich, dass wir beide zwei Arten der nämlichen endophytischen Algengattung beobachtet haben; doch muss ich die von mir untersuchte Form wegen der beschriebenen abweichenden Entwicklungsgeschichte für eine selbstständige Art ansehen.

Man könnte geneigt sein unsere Alge als ein *Stigeoclonium* anzu-

sehen. Auch für *Stigeoclonium* ist das Vorkommen vierwimpriger ungeschlechtlicher Macrozoosporen neben zweiwimprigen Microzoosporen bekannt, ferner bieten die zugespitzten Endzellen, die Verzweigung der Fäden, die scheibenförmigen Colonieen, welche in gleicher Weise bei beiden zu stande kommen, Uebereinstimmendes. Das Vorkommen zweier bestimmt in ihrem äusseren Habitus unterschiedener Formen, welche in einer Art freilich nur angedeuteten Generationswechsels stehen, bestimmte mich den Lemnabewohner von der Gattung *Stigeoclonium* auszuschliessen. Die Uebereinstimmung in der Structur der vegetativen Zellen der epiphytischen Form, sowie die der Macro-, Micro- und der Zygozoosporen mit den entsprechenden Formen bei *Ulothrix* nähern *Endoclonium* den *Ulothricheen*; sie unterscheiden sich nach der augenblicklich für diese Familie geltenden Diagnose nur durch die Verzweigungsfähigkeit der Zellen und durch das Vorkommen spitz verlängerter, chlorophyllfreier Endzellen. Es scheint demnach *Endoclonium polymorphum* als eine die *Ulothricheen* mit den *Chaetophoreen* verbindende Zwischenform anzusehen zu sein.

8. Zusammenfassung. *Endoclonium polymorphum*, zunächst nur auf *Lemna gibba* L. beobachtet, bewohnt diese Pflanze in zwei Formen, endophytisch in den Lufträumen unter den Spaltöffnungen der Oberseite und epiphytisch auf allen Theilen des Wirths. Beide Formen sind durch unvollkommenen Generationswechsel verbunden, neben welchem jedoch auch zahlreiche Wiederholungen der erzeugenden Form beobachtet werden. Die Zoosporen der endophytischen Protococcusform keimen auf der Oberfläche von *Lemna*, nachdem sie in mannigfaltiger Anordnung zur Ruhe gekommen sind und geben der epiphytischen Form den Ursprung. Diese erzeugt Macrozoosporen mit 4 Cilien, welche stets die Mutterform erneuern und Microzoosporen, welche ohne vorhergegangene Copulation entweder durch die Spaltöffnungen in die Lufträume von *Lemna* eindringen und sich zur endophytischen Form entwickeln oder aber auch, wenn es ihnen nicht gelingt in das Gewebe des Wirths einzudringen, die ramificirte Form wiederholen. Die Microzoosporen können jedoch auch copuliren: die Zygozoospore dringt wahrscheinlich ebenfalls in die Lufträume von *Lemna* und erzeugt die Protococcusform. In feuchter Atmosphäre cultivirt, vergrössern und vermehren sich die Zellen der epiphytischen Form stark und können in einen Dauerzustand übergehen, gleich den Micro- und Macrozoosporen, indem sie ihre Membran verdicken, ohne dass jedoch Gallertbildung eintritt. Die Scheitelzellen der Fäden stellen nach einer Zeit ihr Längenwachsthum ein und verlängern sich zu chlorophylllosen langen Spitzen.

Alle Zoosporen zeigen einen rothen Augenfleck und entstehen mit Ausnahme der einzeln im Sporangium gebildeten Macrozoosporen durch fortgesetzte Zweitheilung. Die Grösse der Macrozoosporen ist 0,0101 mm breit, 0,0135 mm lang, sie besitzen 4 Cilien, die Grösse der nur mit 2 Cilien versehenen Microzoosporen und Zoosporen der endophytischen Form ist 0,0035 mm breit, 0,0075 mm lang (beide Male ohne Geisseln gerechnet). Die Symbiose von *Endoclonium polymorphum* ist als Raumparasitismus anzusehen, die endophytische Form als eine den veränderten Lebensverhältnissen angepasste Entwicklung der epiphytischen.

Vorstehende Untersuchung wurde in dem botanischen Institute der Königl. Universität Messina vorgenommen. Dem Director desselben, Herrn Prof. A. Borzi, sowie Herrn Prof. F. Cohn, fühle ich mich für ihre liebenswürdige Unterstützung zu bestem Danke verpflichtet.

Messina, bot. Inst. der Universität,
im Mai 1882.

Dr. Max Franke.

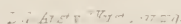
— — —

Figuren-Erklärung.

(Vergrößerung überall 660 mal.)

Endoclonium polymorphum nov. spec.

- ~~~~~
- Fig. 1. Stück Lemnagewebe von *Endoclonium* bewohnt, a. eindringende Zoosporen, b. verzweigte Form, keimende Zoosporen, c. eine endophytische Colonie mit Zellen in verschiedenen Entwicklungsstadien, d. junge Zustände der endophytischen Form.
- Fig. 2. Querschnitt durch *Lemna*; im Luftraum unter der Spaltöffnung eine einzelne Zelle der endophytischen Form.
- Fig. 3. a. und b. Ausschlüpfen der Zoosporen der endophytischen Form.
- Fig. 4. Zoosporen der endophytischen Form.
- Fig. 5. Eine epiphytische schildförmige Colonie.
- Fig. 6. Bildung der Micro- und Macrozoosporen.
- Fig. 7. Micro-, Macro- und Zygozoosporen.
- Fig. 8. und 9. Epiphytische Colonien nach 14tägiger Cultur in fenechter Luft.
- Fig. 10. Dauerzustände.
- ~~~~~



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [3_3](#)

Autor(en)/Author(s): Franke M.

Artikel/Article: [Endoclonium polymorphum 365-376](#)