

III.

Gloietrichia echinulata P. Richt., eine Wasserblüte des Grossen und Kleinen Plöner Sees.

Von **Paul Richter** (Leipzig).

Die ausgebreitete apfelgrüne, resp. blaugrüne Wasseroberflächenfärbung, die hauptsächlich im Hochsommer und Herbst unsere stehenden Gewässer schmückt, war schon älteren Naturforschern, die noch unbekannt mit den solche Färbung hervorrufenden Organismen waren, eine auffallende Erscheinung. Ein schleimiger, grüner, scheinbar homogener Brei, der rahmartig die Gewässer überdeckt, bei Zerstreuung kleine Körnchen von Punktgrösse, Klümpchen, Kügelchen, Fadenbündelchen mit unbewaffnetem Auge erkennen lässt, galt vor hundert Jahren als etwas Unorganisches, das sich aus dem Wasser absetzt und als „Priestleysche Materie“ bezeichnet wurde, die man späterhin für die Begründung der Urzeugung verwertete, insofern man sie als Ausgangspunkt der niederen Pflanzen- und Tierwelt betrachtete. Denn nicht nur grün war die Priestleysche Materie, sondern auch rot, gelb und braun, mit allen dazwischenliegenden Farbenabstufungen trat sie auf. Ansichten kehren gern wieder. Der vor nicht zu langer Zeit begrabene Bathybius Häckelii spielte ungefähr dieselbe Rolle, wie vormals die Priestleysche Materie, nur dass das, was früher an der Oberfläche gesehen worden war, später in die Tiefe derselben verlegt wurde.

Heutzutage nennen wir, wie allbekannt, diese Wasseroberflächenfärbung „Wasserblüte“, die Engländer „Breaking of the Meres“. Wir wissen jetzt die Organismen zu unterscheiden, die bei diesem Phänomen beteiligt sind: die grüne Wasserblüte streng pflanzlicher Gebilde wird hervorgerufen von *Anabaena flos aquae* Bréb. und *A. circinalis* Rabh., *Oscillatoria Agardhii* Gomont, *Polycystis aeruginosa* Kütz., *P. flos aquae* Wittr., *P. prasina*

Wittr., *P. scripta* P. Richt., *Coelosphaerium Kützingianum* Naeg., *Aphanizomenon flos aquae* Ralfs, *Rivularia echinulata* Engl. Bot. (olim) *R. fluitans* Cohn (olim) und im Litoralgebiet *Nodularia spumigena* Mertens. In den meisten Fällen wird die Wasserblüte gebildet von *Polycystis aeruginosa* Kütz., *Anabaena flos aquae* und *A. circinalis*, seltener von den sogenannten Rivularien, *R. echinulata* und *R. fluitans*, die ich vorläufig noch so bezeichnen will. Die erste dieser beiden war seither nur von England und Amerika her bekannt; ihre systematische Stellung galt aber ganz unsicher. Dank der Biologischen Station zu Plön ist sie nun auch für das europäische Festland bekannt geworden. Dr. Otto Zacharias beobachtete unter den als Wasserblüte auftretenden Flocken von *Anabaena* und dann auch, selbstständig zur Wasserblüte sich entwickelnd, kleine, grüne, flottirende Kügelchen, die mir von ihm als *Rivularia* gemeldet und später zur Bestimmung übermittelt wurden. Mit der Reife der Sporen, zu welcher Zeit ich wiederum eine Zusendung dieser Alge aus Plön empfang, dokumentirte sich dieselbe als eine *Gloiotrichia*, in der ich später die alte *Conferva* (*Rivularia*) *echinulata* Engl. Bot. erkannte. Ich finde es ganz richtig, dass diese *Rivularia* von Bornet¹⁾ und Flahault auf Grund der authentischen Exemplare von Dickie als *Gloiotrichia* betrachtet wird, ich halte es aber nach meiner Untersuchung frischen und wohlentwickelten Plöner Materiales für unrichtig, dass sie in „Revision des Nostocacées hétérocytes“ von Bornet²⁾ und Flahault als ein Synonym unter *Gloiotrichia Pisum* Thur. betrachtet worden ist. Ich rehabilitire sie als eigne Art unter Beibehaltung des alten Speciesnamens als *Gloiotrichia echinulata*. Die Begründung dafür werde ich im Nachfolgenden beibringen. Zunächst aber sollen uns unter Berücksichtigung der Literatur Fälle früheren Vorkommens dieser Alge beschäftigen.

Die erste Erwähnung einer flottirenden *Rivularia* weist auf das Jahr 1804 zurück, auf *English Botany* (1. Edition), worin Smith auf Tafel 1378 unter dem Namen *Conferva echinulata* (*Rivularia echinulata* in indice) eine Alge abbildet, welche kleine Kügelchen darstellt, deren Inhalt strahlig um einen soliden Mittelpunkt gestellte Fädenbüschel sind. Rev. H. Davies entdeckte diese Alge auf der Insel Anglesey in einem See. C. A. Agardh³⁾ führt

¹⁾ Bulletin de la Société botanique de France. T. XXXI. — Sur la détermination des Rivulaires qui forment des fleurs d'eau. p. 77.

²⁾ Annal. des sc. nat. Bot. 7. sér. Tom. IV p. 367.

³⁾ Systema algarum p. 16. Lundae 1824.

die Alge als *Echinella articulata* an und citirt als *Synon. Rivularia echinata* Engl. Bot. t. 1378, also dieselbe Tafel wie für *Conferva echinulata*. Zur Feststellung des wahren Namens erbat ich mir vom Brit. Museum, von Mr. George Murray Auskunft. Er theilte mir gütigst mit: „I have consulted English Botany (of which we possess the original drawings and specimens) and I find that t. 1378 is *Conferva echinulata* and the date engraved on it is November 1. 1804.“ Die Angaben Bornet's¹⁾ und Flahault's sind demnach richtig.

Cooke²⁾ nennt daher mit Unrecht unsere Alge *Rivularia „echinulata*, von der er in einer colorirten Abbildung und zwar, wie mir Mr. George Murray schrieb nach dem typischen Specimen entworfen, den unreifen Zustand ohne Sporen giebt. Als Synonym fügt er bei: *Conferva echinulata* Gray³⁾, *Echinella articulata* Engl. Flor. V, p. 398, Engl. Bot. II l. 2555, Harv. Man. p. 187; *Chaetophora punctiformis* Kütz⁴⁾.

In den Jahren 1846, 1847, 1848, und zwar stets im Juli, beobachtete Dickie⁵⁾ 4 Meilen nordwestlich von Aberdeen in einem See die Wasserblüte von *Rivularia*. Kleine, kugelige Körperchen im Durchmesser von $\frac{1}{24}$ — $\frac{1}{12}$ Inch (= 1—2 mm) flottirten auf der Oberfläche in verschiedener Tiefe. Berkeley bestimmte die ihm zugesandte Alge als *Rivularia echinata* Engl. Bot. Bornet⁶⁾ und Flahault fanden diese Dickie'schen Specimina im Herbar von Lenormand. Bei der Untersuchung wurden Anfänge von Sporenbildung gefunden, sodass die genannten Phykologen sie als eine *Gloiotrichia* bestimmten; sie vermutheten *Gloiotrichia Pisum*.

Cohn⁷⁾ beschreibt eine kleine *Rivularia*, die als Wasserblüte im Flusse Leba bei Lauenburg in Pommern im Juli 1877 während dreier Tage (vom 19. Juli ab) massenhaft auftrat und von Dr. Schmidt beobachtet worden war. Sie hatte Grösse und Aussehen einer *Volvox*-Kugel. Die Fäden, in weiche Gallerte eingebettet, waren

¹⁾ Bulletin de la Soc. bot. Tom. XXXI l. c.

²⁾ Brit. Fresh-water Algae p. 278 t. 214, f. 2.

³⁾ Arrang. I, p. 310.

⁴⁾ Kütz. Tabul. phycol. III p. 4, t. 18 f. 2. — Rabenh. Flor. europ. alg. III. p. 386.

⁵⁾ Botanist's Guide to Aberdeen, Banff and Kincardine, 1880, p. 310. — Cooke, Breaking of the meres. Grevillea X. 1881/82 p. 111—15.

⁶⁾ Bull. de la Soc. bot. T. XXXI l. c.

⁷⁾ Cohn, Zwei interessante Fälle von sogenannter Wasserblüthe. 55. Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Cultur. p. 144. — Hedwigia 1878 p. 1.

strahlig um den Mittelpunkt oder die Achse der Kugel geordnet, scheidenlos, ohne basilare Spore, kurz pfriemenförmig. Die Spitzen bildeten eine farblose Zone um die grünen Kugeln. Cohn vermutet, dass die Alge die Jugendform irgend einer Species sei und erteilt ihr „ad interim“ den Namen *Rivularia fluitans*. Er nimmt an, dass sie sich frei auf dem Boden des Moores, den die Leba durchströmt, entwickelt und niemals fest auf Wasserpflanzen gesessen habe, zu welcher Annahme die kugelige Gestalt und strahlige Ordnung keinen Anhalt gäbe; übrigens sei, schreibt Cohn, die Leba vollkommen frei von Wasserpflanzen bis auf spärliche Mengen von *Ranunculus fluitans* und *aquatilis*; auch könne man nicht annehmen, dass für so kolossale Mengen ausreichende Wasserpflanzen als Anheftungspunkte vorhanden seien. Der Fluss war am 19. Juli von den Kügelchen, die in unzähligen Mengen auf der Oberfläche des Wassers schwammen, ganz grün gefärbt, so dass selbst das Volk darauf aufmerksam wurde. Die Erscheinung wurde zuerst am Mittag beobachtet, dauerte etwa 5 Stunden und war am Abend vorüber; am folgenden Morgen liess sich noch nichts bemerken; aber um Mittag trat wiederum ein Maximum auf. Gegen Abend waren hingegen nur wenige zu finden und ähnlich war es am 3. Tage. Dann verschwanden die Kügelchen vollständig und alle Bemühungen, spätere Alterszustände zu erlangen, waren vergeblich. Die Erscheinung konnte in einer Ausdehnung von 4 Meilen verfolgt werden.

Vom 11./23. Juli bis 2./14. August desselben Jahres beobachtete Chr. Gobi¹⁾ an der esthländischen Küste des finnischen Meerbusens bei dem Orte Udrias auf einer Strecke von etwa 2 Werst eine Wasserblüte, hervorgerufen von *Rivularia*. Er schreibt darüber: „Nach einigen etwas frischen Tagen, an welchen das Meer etwas unruhig gewesen und die Schwallwogen fortwährend auf den Strand gerollt waren, trat am 11./23. Juli ein sehr stilles, klares Wetter ein; das Wasser befand sich am Meeresstrande in einem sehr ruhigen Zustande, fast ganz bewegungslos und war an mehreren Stellen gestreift. Bei näherer Untersuchung erwies es sich, dass diese Streifen von einer Anzahl von sehr kleinen, frei im Wasser schwimmenden, gelbgrünen, etwas in's Graue stechenden Gallertkügelchen gebildet wurden. Die grössten dieser Kügelchen waren nicht grösser als ein Stecknadelköpfchen, doch waren solche in verhältnismässig kleiner Anzahl vorhanden — die meisten waren viel kleiner (von circa 0,325 bis 0,455 mm im Durchmesser)“.

¹⁾ Hedwigia 1878 p. 33—37, p. 48.

Gobi fand durch Untersuchung, dass die Kugelchen eine *Rivularia*, jedoch ohne Manubrien (Sporenzellen), ganz ähnlich der von Cohn beschriebenen *R. fluitans* seien. Er nannte sie *Rivularia flos aquae*, da der Cohn'sche Name hier nicht anwendbar erschien. In demselben Jahrgang der *Hedwigia*, p. 29, constatirt Cohn durch Gobi die völlige Uebereinstimmung beider. Später (1884) erfahren wir aus *Bulletin de la Soc. bot. T. XXXI* p. 79, dass nach einer weiteren Nachforschung Gobi's seine *Rivularia* erst durch Flüsse in das Meer getragen worden sei. Bornet und Flahault hatten Gelegenheit, Originalexemplare der *Rivularia* von Cohn sowohl als auch von Gobi zu untersuchen; sie fanden, obwohl die Pflanzen noch jung waren, doch soweit entwickelte Sporen, dass für beide das Genus *Gloiotrichia* festgestellt werden konnte. In *Revision des Nostoc. hétérocyst.*¹⁾ von Bornet und Flahault stehen sie als Synonyma unter *Gloiotrichia Pisum*.

W. Phillips²⁾ berichtet in „*Breaking of the meres*“, dass er in den Landseen von Shropshire *Echinella articulata* Agardh 1880 (vermutlich im Juli oder August, da der Artikel im September gedruckt erschien), beobachtet habe, wo sie die ganze Wasseroberfläche als ein grüner Schleim bedeckte. Dazu bemerkt er, dass diese Erscheinung den Fischern bekannt sei, und sie es in dieser Zeit nicht unternähmen zu fischen, weil bei diesem Zustande des Wassers die Fische krank und schwach seien und die Lockspeise nicht annehmen wollten. Nach seiner Abbildung zu urteilen, die mit der Cooke'schen in *Fresh-water Algae* pl. 214 f. 2 übereinstimmt, hat es Phillips mit einer jungen sporenlosen *Gloiotrichia* zu thun gehabt, deren lange Fäden unserer *Gl. echinulata* entsprechen.

Auch von Nordamerika liegen Berichte über die Erscheinung der *Rivularia*-Wasserblüte vor. So von Arthur³⁾, der das Auftreten einer flottirenden *Rivularia* von der Grösse eines Senfkorns erwähnt, die er für *R. fluitans* Cohn hält. Er beobachtete sie im Juli 1882 in unzähliger Menge in dem See von Waterville (Minnesota). Haustiere, welche von dem Wasser des Sees getrunken hatten, starben plötzlich. Auch in benachbarten Seen dieser Gegend zeigte sich die *Rivularia*. Im Monat August 1883 fand W. G. Farlow im See Minnetonka (Minnesota) *Rivularia fluitans*⁴⁾ vermengt mit *Nostoc coeruleum*.

¹⁾ *Annal. des sc. l. c.*

²⁾ *Grevillea* IX 1880/81 p. 5, pl. 134.

³⁾ Arthur, A supposed poisonous seaweed in the lakes of Minnesota. *Proc. Am. Ass. Adv. Sc.* 1883. XXXII p. 305 (Auszug).

⁴⁾ *Bulletin de la Soc. l. c.*

Bornet und Flahault untersuchten Specimina der Arthur'schen und Farlow'schen Alge, und erklärten sie für identisch mit den europäischen Funden, als *Gloiotrichia*, der Species *Pisum* nahestehend.

Schliesslich möge noch der Bericht des Professors W. Trelease in Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Vol. VII 1883—87, p. 124 u. 125 folgen:

„About the middle of August 1886, while rowing across Second Lake (Wausbesa) South of Madison, my attention was attracted by very numerous yellowish-green spherules about 1 mm in diameter, floating at all depths in the water. These proved to be small fronds of *Gloiotrichia Pisum*. Each consists of a mass of tapering threads arranged radially in a gelatinous matrix, from the surface of which their apices protrude more or less, often rendering the surface bristling. The base of each filament is occupied by a heterocyst, followed by a slender cylindrical spore, above which come a series of vegetative cells gradually decreasing in diameter, until they form a slender colorless point.“

Prof. Trelease giebt hierzu die Abbildung eines sporentragenden Fadens, aber keine speciellen Maasse und Daten.

Über alle diese Funde, mit Ausnahme des letzteren, referiren Bornet¹⁾ und Flahault; jedoch nur mit Vorbehalt werden alle bezügliche Specimina von ihnen auf *Gloiotrichia Pisum* bezogen, und es scheint, dass sie auch in ihrer schätzenswerten „Revision des Nostocac. hétérocyst.“ die Stellung von *Rivularia echinulata*, fluitans und flos aquae als Synonyma von *Gloiotrichia Pisum* mit Einschränkung aufgefasst wissen wollen, da sie bei den drei genannten das Résumé in Bull. de la Soc. t. XXXI citiren. Der Vorbehalt lautet gegen den Schluss des Résumé:

„De l'exposé précédent il résulte que les Rivulariées, qui donnent naissance au phénomène des Fleurs d'eau paraissent devoir être toutes rapportées au genre *Gloiotrichia*. Leur détermination spécifique est moins sûre. Dans quelques cas il n'y a pas de différence appréciable entre elles et quelques-unes des formes groupées sous le nom de *Gloeotrichia Pisum*, mais le plus souvent les plantes sont trop jeunes pour qu'il soit possible de les rattacher à une des espèces connues ou de les caractériser comme espèces distinctes. L'observation suivie des plantes sur place, dans leur lieu natal, conduira seul à une conclusion certaine et définitive, le fait d'être flottantes ne constituant pas à lui seul un caractère distinctif.“

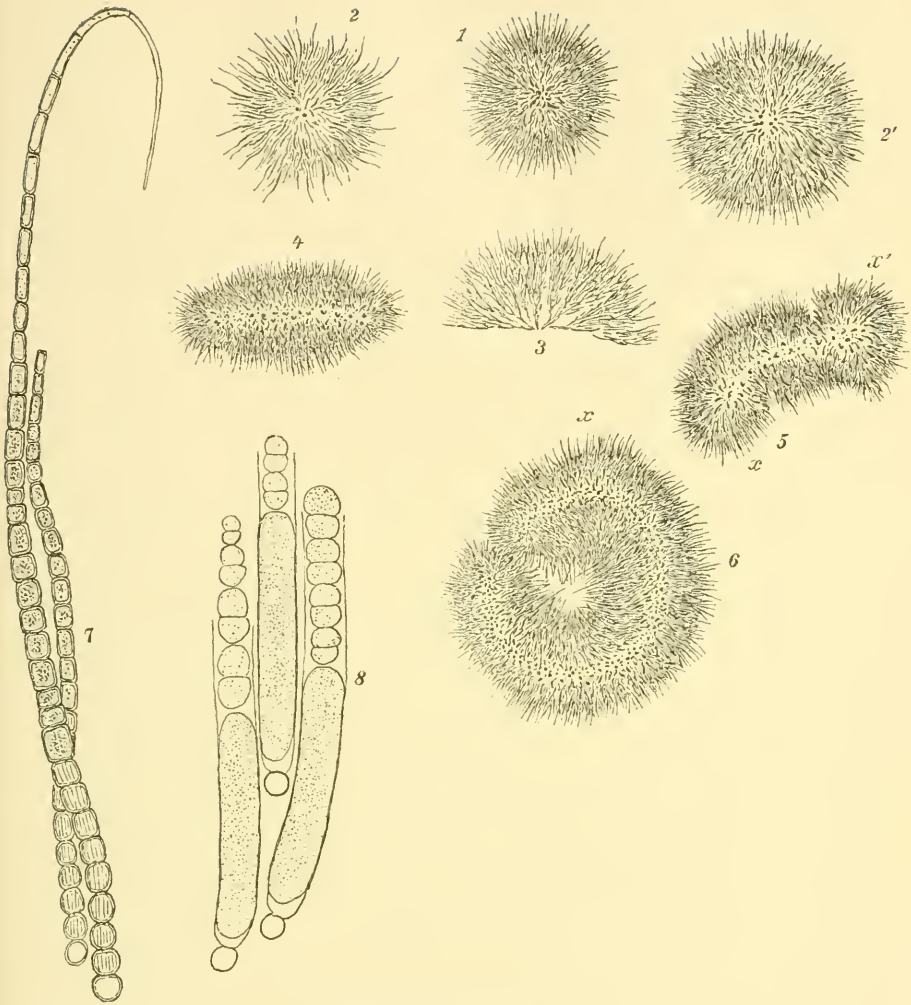
¹⁾ Bullet. de la Soc. bot. T. XXXI l. c.

Beschäftigen wir uns nun mit unserer Plöner Form. Wie schon Eingangs bemerkt, hat Dr. Otto Zacharias im vorigen Jahre sowohl als auch in diesem (1892 und 1893) die Wasserblüte von *Anabaena flos aquae*, *circinalis* und unserer *Gloiotrichia* im Grossen und Kleinen Plöner See beobachtet. Die von *Gloiotrichia* wird Zacharias im Abschnitt über die Planktonbeobachtungen (VII.) specieller beschreiben; ich begnüge mich, hier zu constatiren, dass sie in ihrer Erscheinung mit den vorher erwähnten Fällen bis ins einzelste übereinstimmt, die von der Leba und dem finnischen Meerbusen jedoch ausgeschlossen. Überall die kleinen gelblich-grünen Körperchen, von derselben Grösse und äusseren Beschaffenheit. Ich war zwar nicht selbst in Plön — Umstände verhinderten mich im vergangenen Sommer dahin zu reisen —, aber dieser Mangel wurde ersetzt durch die freundlichen Zusendungen von Seiten des Stationsleiters, der mir die Alge in ihren verschiedenen Entwicklungszuständen nach Leipzig schickte.

Zuerst, da ich nur ein geschlossenes Präparat und einige eingetrocknete Kügelchen mit sporentragenden Fäden gesehen hatte — es war dies im Herbst vorigen Jahres (1892) —, meinte ich, die Alge sei identisch mit der Cohn'schen *Rivularia fluitans* und hielt sie gemäss der Stellung, die sie von Bornet und Flahault in „Revision Nost. hétér.“ gefunden, für *Gloiotrichia Pisum*. Es kostete mich freilich einige Überwindung, den Speciesnamen „*Pisum*“ auf kaum mohnkörner-grosse Kügelchen anzuwenden, deren geringe Grösse nach den Angaben von Cohn, Gobi und O. Zacharias sich als beständig erwies. Frisches und conservirtes Material, das mir in diesem Jahre in ausgiebiger Menge und zu verschiedener Zeit aus Plön übermittelt wurde, liess mir jedoch ihre völlige Verschiedenheit von *Gloiotrichia Pisum* erkennen. Ich entdeckte in ihr die alte *Rivularia echinulata* und es freut mich, sie wieder in ihre alten Rechte als *Gloiotrichia echinulata* einzusetzen. Sie ist hinsichtlich ihrer beständigen Kleinheit, ihres Farbstoffes, der besonderen Vervielfältigungsweise der Conglomerate und ihres ausschliesslich schwimmenden Auftretens, sowie des bis zur Sporenreife mangelnden Periderms eine distinkte Species, von welcher mir alle Entwicklungsphasen, mit Ausnahme der ersten Keimfäden, zu Gesicht gekommen sind. Ende Mai und Anfang Juni dieses Jahres beobachtete ich in dem mir zugesandten Material die zusammengehäuften Hormogonien, Ende Juni die ausgebildeten Rivularienzustände, Anfang August die Anlage der Sporen und Mitte desselben Monats die Reife derselben.

Um den Habitus der *Rivularia-Frons* kennen zu lernen, muss man sich schwacher, etwa 25—40 facher Vergrößerung bedienen. Man erblickt dann gelbgrüne Kügelchen von 300—1000 μ im Durchmesser, dicht mit steifen Borsten oder Stacheln besetzt, sodass sie morgensternartig oder, wie Dr. Gerling jun. in seiner anregend geschriebenen Schilderung der ostholsteinischen Seen treffend bemerkt „sonnenförmig“ erscheinen.¹⁾ *Fig. 1* stellt in 25facher Vergrößerung ein solches Kügelchen mit abgebrochenen Spitzen der Fäden dar. Wegen dieser Abstossung der Fadenspitzen mögen die älteren Autoren den Speciesnamen „*articulata*“, im Sinne von „abgegliedert“, verstanden haben. Nicht immer sind die Fäden durch gegenseitige Reibung abgestossen, man trifft auch hier und da intakte Kügelchen mit unversehrten sehr feinen, langen, hyalinen, etwas gewundenen Fadenspitzen (*Fig. 2*). Solche Kugeln haben wohl über 1 mm im Durchmesser; ich mass Fäden mit erhaltener Spitze von beinahe 400 μ Länge, während abgebrochene nur die Hälfte dieser Länge erreichen. Selbstverständlich giebt es auch kürzere Fäden. Die letzten Zellen der hyalinen Spitzen sind bis auf 2—1 μ verdünnt, dabei bis 35 μ lang, während das Ende der abgebrochenen Fäden etwa 4—4,5 μ dick ist. Die basilaren vegetativen Zellen des Fadens sind sphaerisch, bis 10 μ breit und 9 μ lang, die mittleren tonnenförmig, 4,5 μ breit bis 9 μ lang, die obersten cylindrisch, 2—1 μ dünn. Die Heterocysten haben einen Durchmesser von 10 μ im Maximum. (*Fig. 7* zwei Fäden im *Rivulariastadium*.) Die Kügelchen haben keine fest umschriebene Begrenzung; es fehlt ihnen das „Periderm“, mit welchem Ausdrucke ich die bei anderen Species von *Gloiotrichia* aus den abgeknickten Fadenspitzen, den feinsten im Wasser suspendirten Schlammtheilchen, und der erhärteten Gallerte gebildete Umhüllung bezeichne. Dieses Periderm bildet sich hier bei unserer Alge erst nach der Sporenreife aus, wenn die Sporen in den Dauerzustand übergehen. Auf das Vorhandensein eines Periderms habe ich einige zu *Gloiotrichia* gehörende Formen untersucht, von denen ich nach der Diagnose erwarten konnte, dass sie sich hierin *Gloiotrichia echinulata* ähnlich verhielten. Zunächst *Rivularia dura* Kütz., die mir in einem authentischen Exemplar (Kützings Dekaden in No. 89) zur Untersuchung zu Gebote stand. Ein geschlossenes Periderm war hier vorhanden, ganz deutlich trat es bei schwacher Vergrößerung hervor, nur an einigen Stellen drangen einzelne Fäden und Fädenbüschel hindurch. Es war

¹⁾ Gerling: Ein Ausflug nach den ostholsteinischen Seen, verbunden mit Excursionen zum Diatomeensammeln. Separatabdruck aus No. 25—27 der „Natur“ p. 9.



Figurenerklärung.

- Fig. 1. Habitusbild, Gloietrichiakugel mit abgestossenen Spitzen. 25/1.
 - 2. Dieselbe, Fadenspitzen nicht abgestossen. 25/1.
 - 2'. Kugel in Teilung begriffen. 25/1.
 - 3. Optischer Durchschnitt. 25/1.
 - 4. Cylinderstück einer Frons. 25/1.
 - 5. Dasselbe mit halbkugeligen Enden, bei x und x' bilden sich Kugeln aus. 25/1.
 - 6. Ringförmige Walze, bei x will sich ein Mantelstück abheben. 25/1.
 - 7. Zwei Rivulariafäden mit Heterocysten. Die untersten 8, resp. 9 Zellen sind von homogenem Inhalt, die weiteren granuliert. 400/1.
 - 8. Fäden mit Sporen. 600/1.

ferner zu finden bei *Rivularia villosa* Rabenhorst (Algen Europ. No. 2184), hier fand ich es aber hyalin und sehr zart, an einigen Stellen von Fäden durchbrochen, welche hervorragten. Meine *Gloiotrichia solida* (Phykotheke univers. No. 83) zeigte sich nur im jüngsten Stadium ohne Periderm, was auch für andere Species gelten dürfte. Obwohl die Umhüllung der *Gloiotrichiakugeln*, das Periderm, nach seiner Beschaffenheit nicht als spezifisches Merkmal (da es Zufälligkeiten unterworfen ist) gelten kann, ist doch das vollständige Fehlen bis zum Ende der Sporenreife hier bei *Gloiotrichia echinulata* für die Diagnose verwendbar. Das Fehlen des Periderm begünstigt die rapide Vermehrung, wie später gezeigt werden soll.

Die Kugelform des Frons ist vorherrschend, es kommen aber auch walzenförmige Gebilde vor, die gerade und gebogen, ja sogar ringförmig sein können. Ich habe solche Formen in *Fig. 4, 5 und 6* abgebildet, bei denen aus parallel vereinigten Fäden eine Längsachse gebildet worden ist, um welche starke Fadenbüschel strahlig gruppiert sind. Die Enden dieser Walzen sind meist halbkugelförmig ausgebildet.

Bei durchfallendem Lichte erscheinen die Kugeln an dem jeweiligen Scheitel häufig mit lichter Stelle, so dass es den Anschein hat, als wären die Kugeln hohl, was sie aber durchaus nicht sind. Das Innere ist erfüllt von Heterocysten und Fäden. Da das Wachstum und die Vermehrung der Fäden nach der Peripherie zustrebt, die centralen Fadenbüschel mehr und mehr zurückgehen, schliesslich nur noch getrennte Centralstränge übrigbleiben, so liegt es auf der Hand, dass Weitungen vorkommen, ohne dass die Kugel selbst hohl erscheint. *Fig. 3* zeigt einen Durchschnitt der Kugel mit den Centralbüscheln und Zwischenräumen im Centrum. Die Fäden erblickt man im *Rivulariazustand* selten mit Scheiden, letztere sind meist zu Gallerte zerflossen, welche sich sehr reichlich im Kugelinnenraum vorfindet und bis zum äusseren Umfang vordringt. Otto Zacharias hat diese Gallerte mit Methylenblau in äusserst gelungener Weise gefärbt und mir davon ein Dauer-Praeparat freundlichst überlassen.

Einfache, anliegende und glatte Scheiden treten erst zur Zeit der Sporenbildung deutlich dadurch hervor, dass die Sporen von dem unteren Scheidenende etwas zurückstehen und die vegetativen Zellen schrumpfen und absterben. Deren Membran löst sich in Gallerte auf, die nun zur Bildung des später entstehenden Periderms verwendet wird. Die cylindrische Spore ist ohne Scheide 8—10 μ dick, mit dieser 9—11 μ , dabei bis 50 μ lang (*Fig. 8*). Ihre Verbindung mit der Scheide ist vor der Ausbildung des Periderm sehr locker; schon

der Druck des Deckglases genügt oft, sie aus der Scheide und dem Kügelchen heraustreten zu lassen. Mit dem ausgebildeten Periderm sind die Kügelchen um ein Bedeutendes kleiner geworden, da die meisten vegetativen Zellen ganz abgestorben sind.

Ganz abweichend von allen Arten der Gattung *Gloiotrichia* ist der gefärbte Zellinhalt bei *G. echinulata*. Er lässt sie auf den ersten Blick als eine Alge erkennen, die eine Wasserblüte bildet. Alle Algen der Wasserblüte, die ich Eingangs aufzählte, haben ein das Licht stark brechendes Plasma, das in ganz jungen Zellen meist graublau, in älteren apfelgrün ist. Daher erscheinen diese Algen in der Masse, obwohl sie Cyanophyceen sind, grün in verschiedenen Abstufungen und das gilt auch von unserer *Gloiotrichia*. Auch in den oben mitgeteilten Berichten der Wasserblüte ist übereinstimmend nur von „grünen“ Kügelchen die Rede; Cohn vergleicht sie mit *Volvox*-Kugeln nicht nur der Grösse, sondern auch dem Ansehen nach¹⁾. Die apfelgrüne Färbung, die sich gar nicht mit *Gloiotrichia Pisum* in Einklang bringen lässt, mag auch die kleine Alge besessen haben, die Kützing von Ralfs als „*Rivularia* . . .?“ aus Ellesmere, Shropshire zugesendet worden war, die er aber, irregeleitet durch die Färbung, als *Chaetophora punctiformis* beschreibt und abbildet²⁾. Die Annahme Cooke's³⁾, dass *Chaetophora punctiformis* identisch sei mit *Rivularia echinata*, resp. *echinulata*, hat für mich viel Wahrscheinlichkeit. *Chaetophora punctiformis* Ktz. ist ein Irrtum; die Alge ist als solche nie gefunden worden. Rabenhorst⁴⁾ stellt sie als ihm unbekannt und zweifelhaft hin. Kützing's Diagnose und Abbildungen widersprechen der Annahme Cooke's nicht. Den Abbildungen Kützing's fehlen zwar die Heterocysten, aber es muss hervorgehoben werden, dass diese an getrockneten Exemplaren sehr häufig sich ablösen.

Die Diagnose Kützing's liesse allerdings Einwände gegen Cooke zu, denn sie lautet:

„*Chaetophora punctiformis*, globosa, minutissima, atra, durissima, trichomatibus fastigiatis ramosis, ramis in apicem attenuatis, maxime cohaerentibus, vagina cartilaginea dura involutis“; aber zur Beurteilung derselben müssen wir berücksichtigen, dass Kützing nach getrocknetem Material die Diagnose entworfen hat, der nicht der volle Wert beizumessen ist. Schwarz sind die getrockneten Kügelchen von *Gloeo-*

¹⁾ Cohn, *Hedwigia* 1878 p. 3.

²⁾ Kützing, *Tab. phycol.* III p. 4 t. 18 II.

³⁾ Cooke, *Breaking of the Meres* l. c.

⁴⁾ *Flora europ. alg.* III p. 386.

trichia echinulata wohl nicht, nur die sporentragenden Kugeln erscheinen dunkelgrün; frisch sind sie alle weich, getrocknet jedoch mitunter hart, sonst aber nur fest; man hat daher einige Mühe die Fäden frei zu machen. Das liegt an dem Umstande, dass die eingebettete Gallerte beim Trocknen einen festen Kitt für die Vereinigung der Fäden abgiebt, der auch beim Anfeuchten noch etwas zähe bleibt. Aber eine harte Umhüllung, woran man bei dem Ausdruck „durissima“ denkt, haben die Kügelchen nicht; wenigstens nicht im Rivulariazustand, der Kützing vorgelegen zu haben scheint. „Maxime cohaerentibus“ ist auf dieselbe Weise zu deuten, „vagina cartilaginea dura“ ist eine Täuschung des eingetrockneten Materiales, dadurch hervorgerufen, dass die um die Fäden eingetrocknete Gallerte das Aussehen von Scheiden hervorgebracht. Bei Nachuntersuchung der getrockneten Cohn'schen Exemplare von *Rivularia fluitans* in Rabenhorsts Algen Europ. No. 2540, sind mir diese Täuschungen gleichfalls entgegengetreten; es sind mir auch hierbei Scheiden in allgemeiner Ausdehnung vorgetäuscht worden, während Cohn doch sagt: „vaginis non distinctis“. So kann man die Einwände entkräften.

Die älteren Fäden unserer *Gloiotrichia* sind vorherrschend gelbgrün und zeigen dabei auch einen Stich in Rot von eingelagerten, meist wenig scharf umschriebenen, kleinen, roten Körnchen, die hier und da eng angereiht sind, dass man kleine rote Balken oder Splitter zu sehen meint. Es ist befremdend, dass der im Centrum der Kugel steckende Teil des Fadens Zellen mit homogenem stahlblauen oder graublauen Inhalt zeigt, der hervorragende Fadenteil aber gelbgrüne Zellen mit roten Körnchen. Hierbei findet jedoch keineswegs eine bestimmte Regel statt; es können auch alle Zellen rote Körnchen führend und gelbgrün mit einem Stich ins Rote erscheinen. In Bornet und Thuret Not. algolog. II. Pl. XXVIII. J. 4, 6 und 10 sind von *Nostoc Linckia* solche Zellen mit roten Körnchen in Colorit gegeben; Fig. 10, Hormogonien darstellend, zeigt einen gewundenen Faden, dessen untere Zellen grün, die oberen aber rot von kleinen roten Körnchen erscheinen. Eine Deutung dafür geben Bornet und Thuret nicht.

Dieselben roten Körnchen, undeutlich umschrieben, findet man auch in den äusseren Zellen der Conglomerate von *Polycystis aeruginosa*, während die inneren, eingeschlossenen ohne Körnchen, ganz homogen sind. Algologische Werke haben diesen Unterschied der Zellen bei *Polycystis* noch nicht berücksichtigt, vermutlich weil man die inneren Zellen der Colonien nicht untersuchte, oder weil man in

diesem verschiedenen Verhalten keinen spezifischen Wert erkannte. Ich habe indessen schon in der Diagnose meiner *Polycystis scripta* (Phykotheke univers. II. No. 91 und Hedwigia 1886 Heft IV) darauf hingewiesen. *Polycystis aeruginosa* enthält Schwefel wie *Beggiatoa*; vor mehreren Jahren übergab ich eine beträchtliche Menge dieser Alge einem mir befreundeten Chemiker zur Untersuchung auf Schwefel, welche ein positives Resultat hatte. Der Schwefel muss in den roten Körnchen gesucht werden; sie sind bei *Polycystis* wie mit einem feinen hyalinen Hof umgeben, sodass man, wenn ihrer viele in einer Zelle vorkommen, verleitet werden könnte, in der Zelle selbst ein Zellconglomerat zu erblicken. Auch *Polycystis prasina* Wittr. hat diese Körnchen; *P. flos aquae* habe ich frisch noch nicht untersucht. Dieselben Körnchen oder (wenn sie längs zusammenstehen oder -fliessen) Bälkchen findet man in den äusseren Fäden der Büschel von *Aphanizomenon flos aquae*, in den inneren dagegen nicht. Es scheint, dass alle Wasserblüte bildenden Algen, zu der auch *Gloioleptotheca echinulata* gehört, eine besondere physiologische Gruppe wegen ihres Schwefelgehaltes bilden. Es wird nicht zu gewagt erscheinen, zur Erklärung der Thatsache, dass die erwähnten inneren und verdeckten Zellen und Fadenteile der roten Körner entbehren, hingegen die äusseren freien sie führen, die von Winogradski¹⁾ für die Schwefelbakterien festgestellten Vorgänge wenigstens zum Teil auf *Gloioleptotheca echinulata*, *Polycystis* und *Aphanizomenon* zu übertragen. Einige der Schwefelbakterien leben ja in denselben Gewässern mit Algen unserer grünen Wasserblüte zusammen, unter denselben Vegetationsbedingungen, wie *Lamprocystis roseo-persicina* Schröt. (*Clathrocystis* r. p. Cohn), *Lampropedia violacea* De Toni (*Merismopedia violacea* Kütz.).

Die Schwefelbakterien führen in Form kleiner roter Kügelchen in lebenden Zellen amorphen reinen Schwefel in weichem, öligem Zustande. Er wird durch Oxydation des aus dem Wasser den Zellen zugeführten Schwefelwasserstoffs in den Zellen niedergeschlagen. Jedes Gewässer mit Wasserblütealgen verrät durch seinen widrigen Geruch Schwefelwasserstoff, zu dem also nun noch Sauerstoff zu treten hat. Es leuchtet ein, dass zu den inneren Zellen der Conglomerate von *Polycystis*, zu den inneren Fäden der *Aphanizomenon*-büschel, zu den inneren Fadenstücken von *Gloioleptotheca echinulata* Schwefelwasserstoff nicht, oder nur spärlich gelangen wird, weil die äusseren Zellen und Fäden denselben absorbieren, dagegen werden die inneren, ein-

¹⁾ Ueber Schwefelbakterien. Botan. Zeitung 1887 No. 37—39.

geschlossenen Zellen und Fäden den zur Schwefelbildung nötigen Sauerstoff den äusseren liefern. Wenn es sich so verhielte, dann ist es erklärlich, warum diese Algen der Oberfläche des Wassers zustreben: sie suchen dort Sauerstoff zu erlangen. Gloiotrichia echinulata auf Schwefelgehalt und dessen Beziehung zum Organismus zu untersuchen, müsste eine dankbare Aufgabe sein, die am leichtesten in Plön selbst, an Ort und Stelle zu lösen sein würde.

Da Gl. echinulata in ungeheurer Menge auftritt, so müssen die Vermehrungsvorgänge auch sehr energisch sein. Wir haben hier zwei Vorgänge zu scheiden, einmal die Vermehrungsvorgänge des Individuums, also des Fadens, und Vervielfältigungsvorgänge der Fadenconglomerate, der Kügelchen, Walzen und Sackbildungen. Erstere sind physiologische Vorgänge, letztere nur mechanische, die auf mannichfaltige Art erfolgen können und in Abgliederungen einzelner Stücke, in Teilungen der Conglomerate bestehen.

Die Vermehrung der Fäden geschieht durch die intercalar auftretenden Heterocysten wie bei anderen Rivularen und Gloiotrichien. Zur Hormogonienbildung sind die Fäden ganz besonders durch frühzeitiges Abwerfen der Spitzen befähigt. Hormogonien treten ungehindert aus, weil das Periderm fehlt. Zur Ruhe gekommen, bilden sie durch seitliches Hervorwachsen der Scheinäste, die auch ohne Auftreten von Heterocysten entstehen können, eine längliche Walze, deren Axe das Hormogonium selbst ist (*Fig. 4*). Eine solche Walze oder sackartige Bildung kommt gerade, gekrümmt oder ringförmig vor und gestaltet die Enden halbkugelig, um sie später als Kugeln abzustossen (*x, x'* in *Fig. 5*). Es bilden sich an den Polen der Walzen Richtungscentren für die zukünftige Kugel aus, die bei *x*¹ in *Fig. 5* schon weit vorgeschritten ist. Die Abtrennung eines solchen Halbkugel- oder Kugelendes ist ein rein mechanischer Vorgang; er wird durch Gegendruck der entgegenwachsenden Fäden bewirkt. Bei *Fig. 6*, einer ringförmigen Walze, hat sich in *x* unter der Mantelfläche ein Richtungscentrum gebildet, das zunächst eine Protuberanz hervortreibt, die dann als eine halbfertige Kugel sich mechanisch abhebt. Auf der Mantelfläche können noch weiter solche Richtungscentren entstehen, selbstverständlich auch hier an den Enden. In dem conservirten Materiale, das ich in reichlicher Menge aus Plön erhielt, habe ich die verschiedensten Formen gefunden, die sich leicht zu Entwicklungsreihen zusammen stellen liessen. Zacharias schrieb mir, dass sich auch Kugeln infolge reichlicher Gallertentwicklung theilten. In meinem conservirten Materiale bemerkte ich dementsprechend Kugeln, bei denen die Theilung durch einen Spalt

angedeutet war (*Fig. 2'*). Durch ungleichmässiges Wachstum können an allen Stellen des Kugellinneren Fadenpartien als Kugelausschnitte oder Kugelabschnitte durch Druck der vermehrten Fadenmenge selbst, oder durch Gallertvermehrung abgehoben werden.

Die Kügelchen verschwinden nach der Sporenreife allmählich von der Wasseroberfläche. Sicherlich fallen sie, nun umgeben und geschützt von einem Periderm, zu Boden, wo sie den Winter über persistieren. Ueber die Keimung vermag ich Positives nicht zu bieten. Ende Mai empfang ich aus Plön Plankton, in dem sich grosse Gruppen synechococcusartiger Zellen, 10—12 μ breit und 18—34 μ lang, von schmutziger Gallerte zusammengehalten, befanden; die Gruppen waren etwa 50—70 μ breit und 200 μ lang. Wenn die Breite dieser Zellen der Sporenbreite von *G. echinulata* entspräche, so hätte man diese Zellgruppen für die Coccen, d. h. für Teilstücke der Sporen halten können. In einer späteren Planktonprobe sah ich Büschel von Fäden, die um eine aus parallelen Fäden gebildete Längsachse nach allen Richtungen hin standen. Dies können recht wohl Hormogonien-entwicklungszustände gewesen sein. Die Zellen dieser Fäden waren cylindrisch bis 6 μ breit, ebenso lang, gegen das Fadenende auf 3,5 μ Diam. verdünnt. Heterocysten kamen darin nur vereinzelt vor. Aus diesen Büscheln mögen sich vielleicht die Rivulariafäden entwickelt haben, von denen mir Otto Zacharias am 3. Juni d. J. schrieb, dass er sie zu 6 bis 7 vereinigt, aber nur lose verschlungen gesehen habe. Ob dies die Anfänge zu Kugeln gewesen sind, vermag ich nicht zu entscheiden, da ich sie nicht selbst im Plankton gesehen habe, und weitere Entwicklungszustände nicht gefunden worden sind.

Die Systematik anlangend stelle ich folgende Daten zusammen:

***Rivularia echinulata* (Engl. Bot.) P. Richter.**

Conferva (*Rivularia*) *echinulata* Engl. Bot. t. 1378. — 1804.

Echinella articulata Agardh Syst. alg. p. 16.

? *Chaetophora punctiformis* Kütz. Tab. phycol. III. p. 4, t. 18 f. 2. — Rabenh. Flora europ. alg. III. p. 386.

Rivularia echinata Cooke Brit. Fresh-water algae p. 278, t. 214 f. 2.

Rivularia Pisum Bornet et Flahault Revis. des Nost. hétér. Ann. des sc. nat. Botan. 7. sér. T. IV p. 366 et 367 ex p.

Diagn. Frons solida, semper natans, mollis (siccitare firma), $\frac{1}{2}$ ad $1\frac{1}{2}$ mm lata, prasina, praecipue globosa, interdum lenticularis vel recte- sive recurvato-cylindracea, superficie trichomatibus longe productis exsertis villosa; periderma nullum in statu Rivulariae et Gloeotrichiae, sed post maturitatem sporae ex trichomatibus praemortuis

formata; filis radiatim dispositis, laxe consociatis, pressione facile secedentibus, sed in siccis cohaerentibus; trichomatibus articulatione obtusis, sed integris in pilum longum productis, articulis inferioribus sphaericis plerumque prasinis vel griseis homogeneis, mediis dolioformibus, prasinis corpusculis rubiginosis (sulfureis?) granulatis, superioribus cylindritis interdum longe cuspidatis, extremis hyalinis; heterocystis oblongis vel sphaericis; vagina in statu Rivulariae non distincta, sed post maturitatem sporae perspicua, angusta, achroa; cum tegumento proprio sporae non concreta; sporis cylindricis, griseis granulatis.

Diam. heterocyst. 7—10 μ , articul. inf. long. 9—10 μ lat. 9 μ ; articul. med. long. 4,5 μ , lat. 4,5—9 μ , articul. super. lat. 4—3 μ , artic. extrem. 2—1 μ . Sporae lat. 8—10 μ , c. vag. 11 μ , long. 50 μ .

Schwimmend im Grossen und Kleinen Plöner See von Juni bis August.

Rivularia fluitans Cohn (Hedwig. 1878 p. 1 (incl. Rivul. flos aquae Gobi) ist von *Gloiotrichia echinulata* durch geringere Grösse der Kügelchen (0,15—0,30 mm im Durchm. nach Cohn), kürzere, plötzlich verdünnte und in ein stumpfes Haar auslaufende Fäden verschieden. Ich untersuchte Original Exemplare von Cohn in No. 2540 der Rabenhorst'schen Algen Europas, fand die Heterocysten und unteren Fadenglieder 8—10 μ ¹⁾ im Durchmesser, die mittleren 4—7 μ , die unreifen Sporen 10—11 μ dick und 18 μ lang; Bornet und Flahault massen letztere von 35 μ Länge. Ich bezeichne diese Art als *Gloiotrichia fluitans* (Cohn), da ich sie für eine eigne Art halte. Abgeneigt bin ich, sie mit *Gloiotrichia echinulata* zu vereinigen, weil die reifen Sporen nicht bekannt sind und durch Einfügung der Gloiotr. fluitans in *Gloiotrichia echinulata* die Stellung beider nur unsicher würde. Es ist besser, das ungenau Erforschte bleibt für sich; darum möchte ich *Gloiotrichia fluitans* auch durchaus nicht als var. von *Gl. echinulata* betrachtet wissen. Wir müssen mit der Gewohnheit brechen, Unsicheres als var. anzufügen.

Cohn kommt im 62. Jahresbericht der Schlesisch. Gesellschaft p. 273 noch einmal auf seine *Rivularia fluitans* zurück; er bezweifelt, dass sie zu *Gloiotrichia* Pisum gehöre, wohin Bornet und Flahault sie gestellt. Zugleich teilt er mit, dass von Herrn Dr. Schmidt in Lauenburg in Pommern im August 1884 im Luggenwieser See wiederum eine kleine *Rivularia* schwimmend gefunden worden sei, die sich von *R. fluitans* durch dunkelgrüne Farbe, festere Consistenz

¹⁾ Die Messungen Cohns in Hedwigia 1878 bezüglich der Heterocysten und Fäden sind irrtümlich, was p. 49 desselben Jahrganges bemerkt ist.

und etwas grösseren Durchmesser unterscheide. Bei gut entwickelten Sporen fand sie Cohn mit *Gloiotrichia* (*Rivularia*) *pygmaea* (Kütz.) Rabenh. übereinstimmend, entsprechend der Mecklenburger Pflanze, von F. v. Flotow und Wüstnei gesammelt. Nach Cohns Angabe soll Letzterer von dieser Alge in No. 535 der Rabenh. Dekaden eine Ausgabe veranstaltet haben, was indessen auf einem Irrtum beruht, wie ich mich überzeuge. Die Diagnose Kützings in *Phycolog.* germ. p. 188 und in *Species algarum* p. 337 lassen ohne Zwang auf eine kleine schwimmende *Gloiotrichia* als Wasserblüte schliessen. Leider hat Rabenhorst mit dieser Mecklenburger Alge eine festsitzende *Rivularia* aus einem Torfsumpfe bei Constanx (in No. 355 seiner Dekaden) vermengt. — Ich hoffe den zweiten Fund des Herrn Dr. Schmidt noch zur Untersuchung zu erhalten, sowie auch *Rivularia* *Echinulus* Areschoug; über deren Stellung zu *Gloiotrichia* *echinulata* werde ich dann in einer botanischen Fachzeitung eine Mittheilung geben.

Gloiotrichia *echinulata* wird in meiner *Phykotheka univ.* ausgegeben werden und zwar in verschiedenen Entwicklungszuständen. Zur Herstellung der erforderlichen Specimina bot Herr Dr. Otto Zacharias freundlichst die Hand, dem ich für die Anregung zur Untersuchung dieser kleinen Alge und für gefällige Unterstützung durch Uebersendung von Untersuchungsmaterial in allen gewünschten Phasen Dank schulde, sowie auch Mr. George Murray in London für die mir bereitwilligst erteilte Auskunft. Möchte vorliegende Arbeit andere Algologen veranlassen, an Ort und Stelle meine Ergebnisse zu prüfen und zu ergänzen, sowie die gewiss reiche Algenflora des Plöner Seengebietes zu erforschen, das wohl noch manchen ungehobenen Schatz bergen dürfte.

Leipzig, Ende November 1893.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön](#)

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Richter Paul

Artikel/Article: [Gloietrichia echinulata P. Richt., eine Wasserblüte des Grossen und Kleinen Plöner Sees 31-47](#)