

V.

Über wasserblütebildende Algen,
insbesondere des Plöner Seengebietes,
und über das Vorkommen
von Gasvacuolen bei den Phycochromaceen.

Von Dr. H. Klebahn (Hamburg).

Mit dem Namen „Wasserblüte“ bezeichnet man bekanntlich die in allen stehenden Gewässern von Zeit zu Zeit auftretende Erscheinung, dass ihre Oberfläche sich mit einer mehr oder minder auffälligen, gewöhnlich grün oder gelbgrün gefärbten Schicht winziger Algen bedeckt. Nicht zu verwechseln ist die Wasserblüte mit den gelegentlichen Ansammlungen grösserer Fadenalgen an der Oberfläche des Wassers. Letztere werden nur zufällig, infolge der zwischen den Fäden festgehaltenen durch die Assimilation gebildeten Gasblasen an die Oberfläche gehoben; die Wasserblüten setzen sich dagegen aus Algen zusammen, die an und für sich spezifisch leichter als das Wasser sind und daher im völlig ruhigen Wasser stets der Oberfläche zustreben. Durch ihr geringes spezifisches Gewicht lassen sich die wasserblütebildenden Algen leicht von den übrigen frei im Wasser lebenden Organismen tierischen oder pflanzlichen Charakters, den freischwimmenden Copepoden, Rotatorien, Volvocaceen, Peridineen und Chrysomonadinen, den aus noch nicht genügend aufgeklärten Gründen schwebenden Bacillariaceen (Diatomeen) etc., die alle mit einander durch das Planktonnetz gefangen werden, sondern.

Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dass wasserblütebildende Algen, wenigstens einige Arten derselben, auch in den kleineren und kleinsten Wasseransammlungen, in Gräben, Tümpeln und dergl., auftreten; ihr eigentlicher Bereich jedoch scheinen sie hier nicht zu haben.

Dieses sind vielmehr die etwas grösseren, sowie die grossen stehenden oder sehr langsam fliessenden Gewässer. In den kleineren Wasserbecken, die infolge ihrer geringen Grösse oder infolge geschützter Lage nur wenig vom Winde bewegt werden, treten diese Algen wohl ausschliesslich als Wasserblüte, d. h. an der Oberfläche schwimmend, auf; in den grösseren Gewässern dagegen, deren Spiegel nur bei ganz ruhiger oder sehr wenig bewegter Luft völlig glatt ist, zeigen sie sich nur von Zeit zu Zeit als Wasserblüte, während sie zum planktonischen Leben übergehen, d. h. sich von der Oberfläche aus bis in eine gewisse Tiefe mehr oder weniger gleichmässig im Wasser verteilen, sobald der Wasserspiegel einigermassen bewegt wird.

In hohem Grade gefördert wird die Entwicklung und Vermehrung dieser Algen durch die Wärme der heissen Sommermonate; in dieser Zeit sammeln sie sich oft in gewaltigen Mengen an der Wasseroberfläche an, so dass sie dieselbe als eine mehr oder weniger zusammenhängende Schicht wie ein Schaum bedecken. Nicht selten scheint dieser Höhepunkt ihrer Entwicklung eine abnorme, rasche Vernichtung der Algen zur Folge zu haben, da die dichte Zusammendrängung so zahlreicher Individuen, verbunden mit intensiver Bestrahlung durch die Sonne, vermutlich für das Leben dieser Algen, die auch beim Zusammenhäufen in kleineren Gefässen in kürzester Zeit zu Grunde gehen, wenig günstige Bedingungen liefert. Man hat beobachtet, dass Gewässer, in denen Wasserblüte in grossen Mengen auftrat, infolge der Zersetzung der Algen in hohem Masse übelriechend wurden, dass der beim Absterben frei werdende Farbstoff der Zellen (Phycocyan) die Felsen und Steine am Ufer blau färbte,¹⁾ und es ist nicht ausgeschlossen, dass das plötzliche Absterben der Fische, das mitunter in Verbindung mit dem Auftreten der Wasserblüte beobachtet worden ist, eher auf eine Erkrankung der Fische durch die Fäulnisproducte, als auf eine giftige Wirkung der mit der Nahrung verschluckten frischen Algen zurückzuführen ist, falls nicht überhaupt ganz andere Ursachen dabei in Betracht kommen.

Die Biologische Station am Grossen Plöner See bietet infolge ihrer günstigen Lage inmitten einer Reihe grösserer und kleinerer Landseen eine vorzügliche Gelegenheit zum Studium der wasserblüte-

¹⁾ Farlow, W. G., Remarks on some Algae found in the water supplies of the city of Boston. Bull. of the Bussey Institution. Jan. 1877. — Derselbe, Paper on some impurities of drinking-water. First Annual Report of the Massachusetts State Board of Health, Lunacy, and Charity. Supplement, p. 131—152. Boston 1880.

bildenden Algen,¹⁾ und dies namentlich aus dem Grunde, weil man daselbst diese Algen, die, wie bereits erwähnt, die Zusammenhäufung in kleinen Gefäßen und daher auch die Versendung schlecht ertragen, während ihrer Vegetationsperiode jeden Augenblick frisch beobachten kann. Dazu kommt, dass die Seen reich sind an mannigfaltigen und interessanten Formen. Während des Sommers 1894 hatte ich bei einem längeren durch eine Unterstützung der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Berlin ermöglichten Aufenthalte in Plön Gelegenheit, die wasserblütebildenden Algen längere Zeit zu beobachten und zu untersuchen. Eine eingehende Darstellung meiner Beobachtungen ist an anderer Stelle publiciert worden.²⁾; kurze vorläufige Notizen finden sich auch in meinem im vorigen Hefte dieser Forschungsberichte enthaltenen Aufsätze über den allgemeinen Charakter der Pflanzenwelt des Plöner Seengebietes (p. 12). Es sei mir gestattet, hier für die Leser dieser Zeitschrift einen zusammenfassenden Bericht über meine Beobachtungen zu geben, so wie einige neue Gesichtspunkte mitzuteilen und einige Einzelheiten zu ergänzen.

Zunächst lasse ich eine kurze Besprechung der in den Seen bei Ploen bis jetzt nachgewiesenen wasserblütebildenden Algen folgen

1. *Coelosphaerium Kützingianum* Näg. Diese Alge fand sich vereinzelt im Plankton des Grossen und Kleinen Ploener Sees, häufiger im Plus-See und namentlich im Kleinen Ukelei-See (bei Stadthaide). Vielleicht bevorzugt sie die kleineren Wasserbecken. In einer von Herrn Lemmermann September 1894 im „Holler See“ bei Bremen (einem künstlich angelegten Teiche im Bürgerpark) gesammelten Wasserblüte, die vorwiegend aus *Aphanizomenon Floë-aquae* bestand und auch *Botryococcus Braunii* enthielt, war sie häufiger.

2. *Polycystis aeruginosa* Kütz. (*Clathrocystis aeruginosa* Henfr.) ist ziemlich häufig in der Wasserblüte und im Plankton des Grossen Ploener Sees und einiger anderer Seen. Wie weit noch andere *Polycystis*-Arten, wie z. B. die von Lemmermann als vereinzelt vorkommend erwähnte *P. elabens* (Bréb.) Kütz. f. *ichthyoblabe* (Kütz.) Hangs., sich an der Zusammensetzung der Wasserblüten und des Planktons beteiligen, ist seiner Zeit von mir nicht eingehender verfolgt worden. -- In den Wasserblüten der Alster bei Hamburg fand ich 1895 sehr charakteristisch ausgebildete *P. aeruginosa* als einen Hauptbestandteil.

¹⁾ Sie dürfte namentlich auch der geeignete Ort sein, um der zuletzt erwähnten für die Praxis wichtigen Frage einmal experimentell näher zu treten.

²⁾ Klebahn, Gasvacuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütebildenden Phycocchromaceen. Flora, Bd. 80, 1895.

3. *Trichodesmium* (*Aphanizomenon*) *lacustre* Kleb. Diese Alge habe ich bereits im III. Teile der Forschungsberichte kurz beschrieben (p. 13); eine genauere und mit Abbildungen versehene Beschreibung findet sich in meinem Aufsätze über die Gasvacuolen im 80. Bande der Flora (1895), p. 31. (Sep.-Abdr.) Sie steht dem *Aphanizomenon Flos-aquae* Ralfs im Habitus sehr nahe, indem sie dieselben einer Gallerthülle entbehrenden Bündelchen bildet. Sie unterscheidet sich aber durch die bräunliche Farbe von dem grünen *Aphanizomenon*, ferner durch die grössere Dicke und die derbere Beschaffenheit der Fäden ($5-6 \mu$), sowie durch die meist stark abgerundete Gestalt der Zellen, die nur an den Enden der Fäden etwas verjüngt und verlängert sind. Vielleicht ist diese Alge doch ein *Aphanizomenon*, aber eine von *A. Flos-aquae* verschiedene Art. Heterocysten und Sporen wurden während des Sommers 1894, wo ich die Alge längere Zeit beobachtete, nicht gefunden. An Material das mir Herr Dr. Strodtmann im November 1894 sandte, waren solche vorhanden; danach würde es sich um ein *Aphanizomenon* von grösseren Dimensionen als *A. Flos-aquae* sie besitzt, handeln. Ich konnte mich indessen noch nicht davon überzeugen, dass die von Herrn Dr. Strodtmann gesammelte Alge mit der von mir beobachteten identisch ist, und ich habe auch im verflossenen Sommer keine Gelegenheit gehabt, diese Frage weiter zu untersuchen. *Trichodesmium* (*Aphanizomenon*) *lacustre* fand sich während des Sommers 1894 nur vereinzelt neben den übrigen wasserblütebildenden Algen im Plankton des Grossen Pl. Sees; in etwas grösserer Menge fand ich sie im Schluen-See. Abbildung: Flora 1895, Bd. 80, Taf. IV Fig. 31—33.

4. *Gloiostrichia echinulata* (Engl. Bot.) P. Richter. Diese Alge, die man bisher mit *Gloiostrichia Pisum* (Ag.) Thuret vereinigte, ist von P. Richter im 2. Teile der Plöner Forschungsberichte, p. 31—47 eingehend besprochen und wieder in ihre alten Rechte als selbständige Spezies eingesetzt worden. Sie bildet einen der auffälligsten Bestandteile des gesamten Planktons des Grossen Plöner Sees und einer Anzahl der benachbarten Seen (Kl. Plöner-See, Schöh-See, Höft-See, Edeberg-See, Gr. Madebröcken-See), scheint jedoch nicht in allen Seen jener Gegend vorzukommen (z. B. nicht im Schluen-See). Wenn sie im Hochsommer bei ruhigem Wasser Wasserblüten bildet, sammelt sie sich auf dem Wasserspiegel in gewaltigen Mengen an, die für mannigfache anatomische und physiologische Untersuchungen ein leicht zu erhaltendes und bequem zu verarbeitendes Material liefern könnten; aber auch, wenn sie bei bewegtem Wasser sich zerstreut und mehr in die Tiefe geht, sind die einzelnen Colonien ihrer Grösse

und ihres eigentümlichen Glanzes wegen leicht bemerkbar und bieten im Spiele der Wellen ein interessantes Schauspiel.

5. *Anabaena Flos-aquae* Bréb. Für diese Alge sind ausser den cylindrischen etwas gekrümmten Sporen von den Dimensionen 19—25 : 8—10 und den rundlichen 5—7 μ dicken Zellen die gedrungenen, aussen einen Kranz von Schlingen zeigenden Knäuel, zu denen die Fäden zusammengewunden sind, besonders charakteristisch. Sie ist nächst *Gloioirichia echinulata* die auffälligste wasserblütebildende Alge des Grossen und Kleinen Plöner Sees; ohne *Gloioirichia* wurde sie im Schluen-See gefunden. Abbildung: Flora 1895, Bd. 80, Taf. IV, Fig. 21, 22.

6. *Anabaena Flos-aquae* Bréb. var. *gracilis* Kleb. Mit diesem Namen habe ich eine der *A. Flos-aquae* ähnliche Alge bezeichnet, die sich durch geringere Dimensionen, besonders durch geringere Dicke der Zellen (5—6 : 4—5), Heterocysten (5 : 5—6) und Sporen (12—25 : 5—7) und durch die lockeren und unbestimmter gestalteten Knäuel, zu denen die zierlichen Fäden in weiten Windungen vereinigt sind, auszeichnet. Sie wurde bisher nur vereinzelt bemerkt und sei weiterer Beobachtung hiermit empfohlen. Abbildung l. c. Fig. 23, 24.

7. *Anabaena spirooides* Kleb. Eine in die Untergattung *Trichormus* zu stellende Art, deren Fäden ziemlich regelmässige Schrauben von 2—13 Umgängen, 45—54 μ Windungsweite und 40—50 μ Windungshöhe bilden. Die Zellen sind annähernd kugelig, 6,5—8 μ dick, die Heterocysten 7 μ dick, die Sporen sind kugelig, mindestens 14 μ dick (erst einmal und noch unreif beobachtet). Abbild. l. c. Fig. 11—13.

8. *Anabaena spirooides* var. *contracta* Kleb. Mit der vorigen in Gestalt und Grösse der Zellen und Sporen übereinstimmend, aber durch die engeren Windungen der Fäden von ca. 25 μ Weite und 10—15 μ Höhe verschieden. Abbildung l. c. Fig. 14, 15.

9. *Anabaena macrospora* Kleb. Diese gleichfalls der Untergattung *Trichormus* angehörende Alge bildet gerade gestreckte Fäden, die ca. 1000 μ Länge erreichen können. Die Zellen sind kugelig ellipsoidisch, 5—9 : 5—6,5 μ , die Heterocysten mehr kugelig, 6—6,5 μ , die Sporen ellipsoidisch, 26 : 17 μ , von den Heterocysten entfernt und nur zu 1—2 gebildet. Abbildung l. c. Fig. 16—18.

10. *Anabaena macrospora* var. *crassa* Kleb. Von der vorigen durch grössere Dimensionen verschieden. Zellen 8—9 : 5—9, Heterocysten 9—10 : 10, Sporen 33 : 21. Abbildung l. c. Fig. 19, 20.

11. *Anabaena solitaria* Kleb. Diese Alge ist der *A. macrospora* dadurch sehr ähnlich, dass sie gleichfalls gerade gestreckte Fäden bildet; sie muss aber der Beschaffenheit der Sporen wegen in die Untergattung *Dolichospermum* gestellt werden. Die Zellen sind rund, ca. $8 : 8 \mu$, die Heterocysten gleichfalls, $9-10 : 8-9$, die Sporen cylindrisch, an den Enden rundlich abgestutzt, in der Mitte nicht eingeschnürt, $28-35 : 9-10$, neben der Heterocyste oder davon entfernt gelegen. Abbildung l. c. Fig. 25.

Die fünf zuletzt genannten Arten und Varietäten wurden bisher nur in geringen Mengen neben den die Hauptmasse der Wasserblüte zusammensetzenden Formen der Plöner Seen (*Gloioleptothrix echinulata* und *Anabaena Flos-aquae*) gefunden, *A. solitaria* im Kleinen Ukelei-See bei Stadthaide, *A. macrospora* var. *crassa* im Trent-See (Dr. Strodtmann), die übrigen im Grossen Plöner See, *A. spiroides* auch im Schluen-See und Plus-See, *A. macrospora* auch im Schluen-See.

12. *Aphanizomenon Flos-aquae* Ralfs, eine sonst in den Wasserblüten häufige Erscheinung, z. B. in der Alster bei Hamburg und in der bereits erwähnten Wasserblüte von Bremen, wurde im Sommer 1894 von mir bei Plön nicht gefunden. Einige von Herrn Dr. Strodtmann im November 1894 angefertigte Präparate enthielten eine Alge aus dem Trent-See, die wohl als *Aphanizomenon Flos-aquae* bezeichnet werden kann (Abbild. l. c. Fig. 30). Die Beziehungen dieser Alge zu dem *Aphanizomenon Flos-aquae* von andern Fundorten und zu dem *Trichodesmium (Aphanizomenon) lacustre* bedürfen weiterer Prüfung.

13. *Botryococcus Braunii* Kütz. ist die einzige mir bisher bekannt gewordene Alge aus einer andern Gruppe als der der Cyanophyceen, die ein ebenso ausgeprägtes Vermögen besitzt, im Wasser emporzusteigen, als die im Voraufgehenden genannten Algen. *Botryococcus* wurde in einer ganzen Reihe von Seen (Gr. und Kl. Plöner See, Schöh-See, Plus-See, Schluen-See) in vereinzelt Exemplaren gefunden, etwas häufiger war diese Alge im Plus-See; in reichlicherer Menge fand sie sich in der oben erwähnten Wasserblüte von Bremen.

Ausser diesen bei Plön nachgewiesenen Algen ist noch eine Anzahl anderer, die mir nicht durch eigene Beobachtung bekannt geworden sind, von den Autoren als wasserblütebildend bezeichnet worden, von denen ich folgende nenne¹⁾.

¹⁾ Diese Zusammenstellung macht auf Vollständigkeit keinen Anspruch.

Polycystis prasina Wittr., *Polycystis Flos-aquae* Wittr. (Wittrock et Nordstedt, *Algae aquae dulcis exsiccatae*, Fascic. 21. Descriptiones systematicae dispositae et index generalis fasciculorum 1—20, p. 51—62.)

Oscillatoria rubescens De Candolle (Notice sur la matière qui a coloré en rouge le lac Morat en 1825. Mém. de la soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève 1825. II, p. 29—42). *Oscillatoria prolifica* (Grev.) Gomont, *Oscillatoria Agardhii* Gomont (Monographie des Oscillariacées. Ann. des sciences nat. 7. sér. T. XVI, p. 205): „La première Section (von *Oscillatoria*) (Prolifica) se compose seulement de trois espèces qui rappellent à beaucoup d'égards les *Trichodesmium*, dont elles tiennent la place dans les eaux douces.“

Anabaena variabilis Kütz. bildet nach Bornet et Flahault (Revision des Nostocacées hétérocystées. Ann. des sciences nat. Bot. 7. sér. T. VII, p. 227) bisweilen Wasserblüten, während sie sonst festsitzend lebt. Diese Angabe bedürfte jetzt wohl der Nachprüfung. *Anabaena circinalis* Rabenh. „spumae instar natante“ Bornet et Flahault, l. c. p. 230. *Anabaena Hassallii* (Kütz.) Wittr. (= *A. circinalis* Rabenh. sec. Born. et Flah.) β *cyrtospora* Wittr. γ *macrospora* Wittr. „una cum *Aphanizomenone Flore aquae* (L.) Ralfs natans et »flore aquae« viridi-aerugineum efficiens“ Wittrock et Nordstedt, l. c. p. 56.

Nodularia spumigena Mertens. „La *Nodularia spumigena* est une des espèces qui forment des fleurs d'eaux.“ Bornet et Flahault, l. c. p. 245. In der Diagnose heisst es „interdum libere natans“. Wechselt diese Art in der Lebensweise? cfr. *Anabaena variabilis*.

Die Erscheinung der Wasserblüte ist nicht auf das süsse Wasser beschränkt. Auch das Meer besitzt Wasserblüten, begreiflicherweise aber sind darüber bisher wenig Untersuchungen angestellt worden. Man muss, wie es scheint, zwischen den Wasserblüten der Hochsee, denen der kleineren Meeresteile und denen der brackischen Küstengewässer unterscheiden. Nach Hensen¹⁾ kommen im Plankton der Ostsee die folgenden Arten vor: *Limnochlide Flos-aquae* (= *Aphanizomenon Flos-aquae* Ralfs), *Sphaerozyga Carmichaelii* Harv. (= *Anabaena torulosa* Lagerh.), *Nodularia litoralis* (gemeint ist wohl *Nodularia spumigena* Mertens β *litorea* Born. et Flah. oder

¹⁾ Hensen: Über die Bestimmung des Planktons etc. p. 92. V. Bericht der Kommission zur wiss. Untersuchung der deutschen Meere in Kiel, 1887. — Dasselbe: Das Plankton der östlichen Nordsee etc., p. 119. VI. Bericht der Kommission etc. 1890.

Nodularia litorea Thuret) und andere nur als *Nodularia* bezeichnete Formen, eine nicht näher bestimmte *Nostoc*-Art, gleichfalls nicht näher bezeichnete *Isactis*- oder *Limnactis*-Arten, *Scenedesmus quadricaudatus* (Turp.) Bréb., ein *Pediastrum* und ein neuer als *B. pelagicus* Engl. bezeichneter *Botryococcus*. Von diesen Algen hat das auch im süßen Wasser vorkommende *Aphanizomenon Flos-aquae* nach Schütt¹⁾ seine Heimat in den wenig salzhaltigen Haffs²⁾ und gelangt von da nur zufällig in das offene Meer hinaus. Eine der *Nodularia*-Arten dagegen hält Schütt für autopelagisch, d. h. heimatsberechtigt im Meere, wenigstens für das Gebiet [der] Ostsee, ebenso, wie es scheint, *Sphaerozyga Carmichaelii*; *Nodularia litoralis* rechnet Hensen zum Küstenplankton. Eine *Nodularia* ist auch in der Nordsee konstatiert worden³⁾. Ausser dem *Aphanizomenon* und dem *Nostoc* dürften sich *Sphaerozyga*, *Nodularia* und *Botryococcus* an der Bildung von Wasserblüten beteiligen, die übrigen Arten wohl nicht. Im atlantischen Ocean sind Nostocaceen bisher nicht nachgewiesen; hier scheinen die Oscillariaceen ihre Stelle zu vertreten³⁾. Lange bekannt ist das Vorkommen der Gattung *Trichodesmium* in Wasserblüten, die teils auf der hohen See, teils an den Küsten grösserer Meeresteile beobachtet wurden⁴⁾. Es sind mehrere Arten von *Trichodesmium* unterschieden worden⁵⁾. Durch die Planktonexpedition wurden nach Schütt⁶⁾ noch zwei weitere Oscillariaceengattungen, *Xanthotrichum* Wille und *Heliotrichum* Wille, im Plankton des atlantischen Oceans gefunden. Schütt ist der Meinung, dass diese Formen nur als Plankton, nicht als Wasserblüte auftreten, während *Trichodesmium* eine eigentliche Wasserblüte sei, die als solche zu den Küsten in einer näheren Beziehung stehe und nur gelegentlich auf die hohe See gelange. Ob diese Ansicht richtig ist, entzieht sich meiner Beurteilung. Ich halte es jedoch für notwendig, dass bei künftigen Beobachtungen der beiden neuen

1) Schütt, Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel u. Leipzig 1893. p. 42.

2) Schütt, l. c. p. 43.

3) Schütt, l. c. p. 43.

4) Ehrenberg, Poggendorfs Annalen XVIII, 1830, p. 504–506. — Montagne, Ann. des sc. nat. Bot., 3. sér., t. II, 1844. p. 332–362. — Report on the scient. Results of the voyage of H. M. S. Challenger. Narrative Vol. I, p. 218, 545, 607. — Die Forschungsreise S. M. S. Gazelle, IV. Teil, Botanik. p. 2. — Möbius, Beitrag zur Meeresfauna der Insel Mauritius. Berlin 1880, p. 7. — Lemmermann, Abhandl. naturwiss. Verein Bremen, Bd. XII, p. 150.

5) Gomont, Monographie des Oscillariées. Ann. des sc. nat. 7. sér., t. XVI, p. 193.

6) l. c. p. 39.

Gattungen entschieden werde, ob sie nicht vielleicht doch in den gleich zu schildernden biologischen Verhältnissen mit den echten Wasserblüten übereinstimmen. Überhaupt erscheint mir eine genauere Bearbeitung der im marinen Plankton vorkommenden Algen von botanischer Seite im hohen Grade wünschenswert.

Alle im Voraufgehenden erwähnten wasserblütebildenden Algen des Süßwassers, soweit ich sie bisher untersucht habe und soweit sie der Gruppe der Phycochromaceen angehören, also die 13 bei Plön nachgewiesenen, mit Ausnahme von *Botryococcus Braunii*, und ausserdem *Trichodesmium Hildebrandtii* Gomont, die einzige marine Art, die ich untersuchen konnte¹⁾, besitzen als gemeinsame Eigentümlichkeit in ihren Zellen jene rötlichen Gebilde, die Richter in den Forschungsberichten aus der Biologischen Station zu Plön²⁾ eingehender beschrieben und zuerst als ein gemeinsames Merkmal der wasserblütebildenden Algen (richtiger: der wasserblütebildenden Cyanophyceen) erkannt hat. Eine gute Abbildung dieser rötlichen Gebilde giebt bereits Bornet³⁾ von *Nostoc Linckia* (Roth) Born., einer Alge, die allerdings als wasserblütebildend nicht bekannt zu sein scheint; ich werde unten auf das Verhalten derselben zurückkommen.

Über das Wesen der rötlichen Gebilde sprach Richter am angeführten Orte eine Vermutung aus, die sich zwar als irrtümlich erwiesen, aber doch zu weiteren Untersuchungen über dieselben angeregt hat. Richter verglich die rötlichen Körner mit dem in den *Beggiatoa*-Zellen enthaltenen Schwefel und glaubte sie gleichfalls für

¹⁾ Auch *Trichodesmium erythraeum* Ehrenb., die vielbesprochene wasserblütebildende rote Alge des roten Meeres, der letzteres seinen Namen verdanken soll, (cfr. Montagne, l. c.) scheint die rothen Körner zu enthalten. Bei Montagne findet sich (p. 349) folgende Fussnote zu dem Ausdrucke individus décolorés: „Notez bien, que j'entends par là ceux qui, de rouges qu'ils étaient d'abord, sont devenus verts ou porracés.“ Man vergleiche hierzu die Ergebnisse meiner Druckversuche. Noch bestimmter sind die Angaben von Möbius (l. c. p. 7): „Der gelbrote Stoff blieb an der Oberfläche desselben (des Wassers), als ich es in eine Schüssel goss . . . Er bestand aus kleinen spindelförmigen Flocken einer Alge aus der Familie der Oscillariaceen, deren Zellen mit gelbrothen Körnchen angefüllt waren.“

²⁾ Teil 2, p. 42—43.

³⁾ Bornet et Thuret, Notes algologiques, 2. fascicule, Pl. 23, Fig. 1—12. Paris 1880. — Eine Notiz, dass die Zellen von *Rivularia echinulata* mit „granules noirâtres“ erfüllt seien, findet sich auch bei Bornet et Flahault, Sur la détermination des Rivulaires qui forment des fleurs d'eau. Bull. soc. bot. de France XXXI, 1884, p. 77.

Schwefel halten zu sollen. Die wiederholte Beobachtung der lebenden Algen, besonders der *Gloiostrichia echinulata*, während meines Aufenthaltes in Plön befestigte in mir die Überzeugung, dass die rötlichen Gebilde kein Schwefel sein können, und regten den Wunsch an, das Wesen derselben zu erkennen.

Der sichere Nachweis, dass die Gebilde nicht aus Schwefel bestehen, war leicht geführt. Durch die Einwirkung verschiedener Reagentien, wie Alkohol, verdünnte Salz- oder Essigsäure etc., die Schwefel nicht zu lösen vermögen, verschwanden dieselben momentan, und der Versuch, sie durch Druck aus den Zellen heraus zu quetschen, führte zu dem bemerkenswerten Ergebnisse, dass sie durch starken Druck verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen, während die Membranen der Zellen völlig intact bleiben. Auch eine chemische Analyse, die Herr Apotheker Dr. U. Hausmann in Bremen die Güte hatte, für mich auszuführen, brachte das Resultat, dass die rötlichen Gebilde nicht Schwefel sein können, da in 3,5 g der getrockneten *Gloiostrichia echinulata* auch nicht eine Spur ungebundenen Schwefels nachweisbar war.¹⁾ Uebrigens spricht auch schon das geringe spezifische Gewicht der lebenden Algen dagegen, dass sie freien Schwefel in irgendwie erheblicher Menge in ihren Zellen enthalten.

Um weiteres über das Wesen der rötlichen Gebilde zu erfahren, nahm ich eine mikroskopische und mikrochemische Untersuchung derselben vor. Dabei wurde folgendes festgestellt.

1. Ein kräftiger, mit einer starken Nadel unter dem Mikroskope auf das Deckglas ausgeübter Druck bringt die rötlichen Gebilde momentan zum Verschwinden, wobei die Zellen durchscheinend und gelblichgrün werden.

2. Chemische Reagentien sind von sehr verschiedener Wirkung auf die rötlichen Gebilde. Alkohol, verdünnte Salz- oder Essigsäure, concentrirte Pikrinsäurelösung und ähnliche Stoffe vernichten dieselben momentan, einprocentige Chromsäure wirkt langsamer, in Glycerin halten sie sich wenigstens einige Tage, um dann zu verschwinden. Andere sonst kräftig wirkende Stoffe sind, wenigstens bei nicht zu lange ausgedehnter Einwirkung, als Fixierungsmittel für die rötlichen Gebilde und die mit ihnen in Zusammenhang stehende Protoplasmastructur anzusehen, so Osmiumsäure und Jodwasser.²⁾ Ohne Einwirkung war auch eine länger als 24 Stunden fort-

¹⁾ Nach Richter l. c. p. 43 hat eine chemische Untersuchung von *Polycystis acruginosa* Schwefel ergeben; Richter giebt aber nicht an, ob es sich um gebundenen oder um ungebundenen Schwefel gehandelt hat.

²⁾ Nach Versuchen des Herrn Dr. Strodtmann auch Sublimat und Formol.

gesetzte Behandlung mit Ammoniak und mit Kalkwasser. Das geeignetste Mittel zur Conservierung der rötlichen Gebilde ist Zucker. In Präparaten der wasserblütebildenden Algen, die mit Osmiumsäure fixiert und dann in concentrirter Zuckerlösung aufgehoben wurden, haben sich dieselben bis jetzt fast $1\frac{1}{2}$ Jahr unverändert gehalten. Die in der Lösung allmählich eintretende Krystallbildung ist aber sehr störend. Ich habe dann auch Caramel versucht, bis jetzt nicht mit wesentlich besserem Erfolge. Neuerdings habe ich direct aus den Waben entnommenen Bienenhonig verwendet; es bleibt abzuwarten, ob auch dieser mit der Zeit Krystalle abscheidet.

Beim Trocknen der Algen bleiben die rötlichen Gebilde und auch die Zellstructur fast unverändert. Beim Erhitzen der trocknen Alge in Oel, Vaseline oder dergl. oder auch ohne ein solches Einschlussmittel bis zum beginnenden Braunwerden tritt keine weitere Veränderung an denselben ein. Es gelang das Vorhandensein der rötlichen Gebilde auch noch an getrockneten wasserblütebildenden Cyanophyceen andern Ursprungs nachzuweisen, z. B. an einem Exsiccacat von *Aphanizomenon Flos aquae*. Hervorgehoben zu werden verdient der auf diese Weise geführte Nachweis derselben in dem Hildebrandt'schen Exsiccacat des *Trichodesmium Hildebrandtii* Gomont von Madagascar. Auch in den getrockneten Algen verschwinden die rötlichen Gebilde momentan durch die Einwirkung von Alkohol, verdünnter Salzsäure etc.

4. Was das optische Verhalten der rötlichen Gebilde betrifft, so lehrt das sorgfältige Studium des mikroskopischen Bildes und die Vergleichung mit in verschiedenen Medien verteilten kleinen Mengen stärker oder schwächer als das Einschlussmedium lichtbrechender Substanzen, dass dieselben ein bedeutend geringeres Brechungsvermögen besitzen als das sie umgebende Plasma und selbst als das Wasser. Durch das geringe Brechungsvermögen erklärt sich das dunkle, fast schwarze Aussehen der Zellen der *Gloioleptotheca* und anderer wasserblütebildender Algen unter schwachen Vergrößerungen bei durchfallendem Lichte, ferner das dunkle Aussehen, welches diese Algen auch mikroskopisch im durchfallenden Lichte zeigen, und ihre helle Farbe im auffallenden Lichte. Die rötliche Farbe der Gebilde ist rein optisch zu erklären, und zwar offenbar ebenso, wie die rötliche Farbe kleiner Teilchen schwach lichtbrechender Substanzen, die sich in einem stärker brechenden Medium befinden.

Die Gesamtheit der im Voraufgehenden besprochenen Erscheinungen und Reactionen wird nur unter einer einzigen Annahme begreiflich, nämlich der, dass die rötlichen Gebilde weder ein

fester Körper, noch eine Flüssigkeit sind, sondern aus Gasbläschen bestehen, die den Vacuolen ähnlich vom Protoplasma umschlossen werden; ich habe sie deshalb Gasvacuolen¹⁾ genannt.

Wenn die rötlichen Gebilde mit einem Gase erfüllte Vacuolen sind, so lässt sich ihr Verschwinden unter Druck leicht durch die stärkere Absorption erklären, die das Gas unter erhöhtem Drucke erfährt, während es unerklärt bliebe, wenn dieselben den festen oder den flüssigen Aggregatzustand hätten. Auch die optischen Eigenschaften der Gebilde und ihr Erhaltenbleiben beim Trocknen und beim Erhitzen der trocknen Alge wird vollkommen verständlich, wenn sie aus Gasbläschen bestehen. Das Verhalten der „Gasvacuolen“ gegen chemische Reagentien ist, wie erwähnt, sehr verschieden. Die Wirkung der Reagentien dürfte davon abhängen, ob sie, wie Alkohol, gegenüber der Substanz der Algen eine grosse Capillarkraft entwickeln, vermöge deren sie in die kleinen Hohlräume einzudringen streben und das dadurch comprimierte Gas zur Absorption bringen, oder nicht, und ferner davon, ob sie härtend wie Osmiumsäure oder mehr zerstörend, wie vermutlich Salzsäure und Essigsäure, auf die Wand der Vacuolen einwirken; vielfach werden mehrere dieser Wirkungen zusammentreffen und einander schwächen oder unterstützen.

Besonders überzeugend waren für mich Versuche, die ich mit der getrockneten Alge anstellte. Durch die Einwirkung von Phenol (liquefactum) verschwanden die rötlichen Gebilde aus derselben ähnlich wie durch Alkohol, nur etwas langsamer. Man konnte dabei constatieren, dass sie in derselben Weise erst allmählich kleiner wurden und dann plötzlich ganz verschwanden, wie man es an zweifellosen Luftblasen in trocknen Diatomeenschalen, Baumwollfäden oder dergleichen bei der Einwirkung von Phenol leicht künstlich herbeiführen kann.

Während ich die besprochenen Untersuchungen in Plön ausführte, beschäftigte sich daselbst auch Herr Dr. Strodtmann mit

¹⁾ Plöner Forschungsberichte, Teil 3, p. 12. — Flora, Bd. 80, 1895. — In sehr interessanter Weise hat jüngst K. Brandt (Biolog. Centralblatt, XV, No. 24, p. 855—859) durch die Annahme eines in der wässrigen Vacuolenflüssigkeit gelösten Gases, und zwar der Kohlensäure, die einem Teile der im Meerwasser gelösten Salze das osmotische Gleichgewicht hält und dadurch einen geringeren Salzgehalt und infolgedessen ein geringeres spezifisches Gewicht der Vacuolen gegenüber dem Meerwasser ermöglicht, das Schwebvermögen gewisser Planktonwesen des Meeres (Thalassicollen und koloniebildenden Radiolarien) zu erklären versucht. Wie weit sich die Anschauungen Brandt's auf andere Organismen, z. B. die Bacillariaceen, und namentlich auf die Süßwasserformen unter ihnen, übertragen lässt, bedarf wohl noch weiterer Untersuchung.

Gloiotrichia echinulata, und zwar besonders mit dem Vermögen derselben, im Wasser emporzusteigen. Da sich Fett in der Alge nicht nachweisen liess, musste die Ursache des geringen specifischen Gewichts in etwas anderem gesucht werden. Als ich das Verschwinden der rötlichen Gebilde durch Druck unter Deckglas gezeigt hatte, führte Herr Dr. Strodtmann Druckversuche in Glasröhren mit grösseren Quantitäten der Alge aus und fand dabei die bemerkenswerte Erscheinung, dass die durch Druck ihrer rötlichen Gebilde entledigten Algen, die diesen veränderten Zustand auch äusserlich durch ihr helleres Aussehen im durchfallenden Lichte sofort kund geben, mit den rötlichen Gebilden momentan auch die Fähigkeit verloren haben, im Wasser emporzusteigen. Wir haben dann eine Reihe von Untersuchungen sowohl über das Verhalten der rötlichen Gebilde, an deren Gasnatur nun kaum noch zu zweifeln war, als auch über die Schwebfähigkeit der Algen und ihre Verbreitung in den verschiedenen Schichten des Wassers im See gemeinsam angestellt¹⁾. Ich habe hier nur zu erwähnen, dass auch die Algen, aus denen man die Gasvacuolen durch chemische Mittel entfernt hat, im Wasser untersinken, während sie ihr Steigvermögen bewahren, wenn man sie mit solchen Reagentien abtötet, welche die Gasvacuolen nicht zerstören.

Das Verschwinden des Steigvermögens der Wasserblüte durch Druck und Stoss war an *Aphanizomenon Flos-aquae* übrigens bereits 1893 von Dr. Fr. Ahlborn in Hamburg gefunden, aber ausser in einem Vereinsvortrage und dem sich daran anschliessenden Zeitungsberichte nicht weiter publiciert worden, so dass ich davon erst später Kenntnis erhielt. Nachträglich hat Herr Dr. Ahlborn auf meine Veranlassung einen Bericht über seine Beobachtungen in den Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg vom Jahre 1894, publ. 1895, veröffentlicht. Herr Dr. Ahlborn hat namentlich auch festgestellt, dass zur Beseitigung des Steigvermögens der Wasserblüte ein Druck von 2,5—2,6 Atmosphaeren erforderlich ist.

Begreiflicherweise musste mir daran liegen, für die Gasnatur der rötlichen Gebilde weitere und womöglich unumstössliche Beweise zu erhalten.

Zunächst war es eine Bestätigung, dass ausser der *Gloiotrichia echinulata* auch die übrigen wasserblütebildenden Cyanophyceen Gasvacuolen besitzen, die gegen die genannten Einwirkungen dasselbe Verhalten zeigen, und dass bei den nächstverwandten, aber feststehend lebenden Formen diese Gebilde fehlen.

¹⁾ Vergl. Strodtmann, Plöner Forschungsberichte Teil III, p. 166 ff. Archiv f. Entwicklungsmechanik I, Heft 3, p. 391 ff.

Ferner konnte ich feststellen, dass ganz allgemein in den Sporen der wasserblütebildenden Algen die Gasvacuolen gegen die Zeit der Reife hin sich vermindern und zuletzt ganz verschwinden. Die Sporen dieser Algen, die am Boden der Gewässer eine Ruheperiode durchmachen sollen, müssen specifisch schwerer sein als Wasser; es ist daher durchaus verständlich, dass sie keine Gasvacuolen enthalten. An Sporenkugeln von *Gloiostrichia echinulata*, die noch schwimmen, lässt sich leicht beweisen, dass sie nach dem Ablösen der äusseren Hülle gasvacuolenhaltiger Fäden ihr Schwebvermögen verloren haben.

Am sichersten wäre die Gasnatur der rötlichen Gebilde erwiesen, wenn es gelänge, das Gas aus denselben zu isolieren. Es lag nahe, an die Einwirkung eines Vacuums auf die Gasvacuolen zu denken. Ich habe gemeinsam mit Herrn Dr. Strodtmann im Gymnasium zu Plön und auch im letzten Sommer im physikalischen Staatslaboratorium zu Hamburg in Verbindung mit Herrn Dr. Classen *Gloiostrichia* der Einwirkung des Vacuums ausgesetzt, ohne dass ein bestimmtes Resultat erzielt worden wäre. Wie es scheint, ist der Aufenthalt im Vacuum auf die Gasvacuolen von keinem oder von geringem Einflusse.

Bessern Erfolg hatte eine Wiederholung der Druckversuche unter Deckglas in modificierter Form, die ich zuerst im September 1894 ausführte. Man bringt eine Anzahl *Gloiostrichia*-Fäden mit möglichst wenig Wasser zwischen Deckglas und Objectträger, überzeugt sich, dass keine Luftblasen im Präparate sind, klebt das Deckglas an zwei Rändern mit gelemtem Papier fest und übt dann unter schwacher Vergrösserung mit einer starken Nadel einen kräftigen aber ganz momentanen Druck auf das Deckglas an der Stelle aus, wo sich die Fäden befinden. Während des Drucks werden die Fäden, die vorher fast schwarz aussahen, an den gedrückten Stellen hell, nach dem Aufhören des Drucks findet man zahlreiche Lüftbläschen über den Algenfäden, da, wo der Druck ausgeübt wurde. Durch den Druck findet nach meiner Ansicht eine Absorption der Gasvacuolen statt, natürlich nur so weit, wie das Deckglas durch den Druck durchgebogen wird. Wenn der Druck aufhört und die Biegung des Deckglases sich wieder ausgleicht, entsteht momentan ein luftleerer Raum unter dem Deckglase, in den das absorbierte noch nicht in der Flüssigkeit verteilte Gas einströmt. Derselbe ist einen Augenblick in Gestalt einer plattgedrückten dendritisch verzweigten Blase sichtbar. Das Vacuum verschwindet alsbald, indem das Wasser wieder eingesogen wird, und es bleibt nur das durch die Saugung freigewordene Gas in Gestalt kleiner Blasen zurück.

Macht man einen Controlversuch mit gewöhnlichem Wasser ohne Algen, so gelingt es zwar auch, kleine Bläschen zu erhalten, die offenbar von der im Wasser absorbierten Luft herrühren. Dieselben sind aber weniger zahlreich und besonders von ganz erheblich geringeren Dimensionen, so dass bei den ersteren Versuchen der Schluss auf die Herkunft wenigstens des grössten Teiles des Gases aus den Algenzellen wohl gerechtfertigt ist.

Ich zweifle nicht, dass sich derselbe Versuch auch im grösseren Massstabe ausführen lässt, und dass es dann gelingen kann, die zu einer chemischen Untersuchung des Gases erforderlichen Mengen abzuscheiden. Einen geeigneten Apparat hat Herr Prof. Dr. Voller, Direktor des physikalischen Staatslaboratoriums in Hamburg, nach meinen Angaben inzwischen herstellen lassen, und ich hoffe damit im nächsten Sommer die erforderlichen Versuche ausführen zu können. In diesem Sommer (1895) konnte ich wegen der zu späten Fertigstellung des Apparates und des frühzeitigen Verschwindens der *Gloiotrichia* nur einige Vorversuche anstellen¹⁾.

Die Gasmenge, welche erforderlich ist, um die Algen im Wasser zum Schweben zu bringen, steht offenbar in bestimmten Beziehungen zum spezifischen Gewichte der Algenmasse. Bezeichnet man das letztere mit s , das spezifische Gewicht des Wassers mit s_1 , das der Gase mit s_2 , das gesamte Volumen der Alge mit v und das der darin enthaltenen Gase mit x , so erhält man nach dem Archimedischen Prinzip als Bedingungsgleichung für das Schwimmen der Alge die einfache Beziehung $v \cdot s_1 = (v - x) s + x \cdot s_2$

Da ohne grossen Fehler $s_1 = 1$ und $s_2 = 0$ gesetzt werden kann, so folgt $v = (v - x) s$ und hieraus ergibt sich

$$x = v \cdot \frac{s - 1}{s}$$

Da die Algen nicht bloss im Wasser schwimmen, sondern emporsteigen, so ist das wahre Volumen der Gase offenbar noch um einen nicht näher bestimmbareren Wert grösser. Das spezifische Gewicht der Algenmasse ist nicht genau bekannt; man müsste ein Verfahren ausarbeiten, um es zu bestimmen. Setzt man dasselbe, da es sicher grösser ist, als das des Wassers, z. B. gleich 1,1 bezüglich gleich 1,01, so würde man erhalten $x = \frac{1}{11} v$ bezüglich $x = \frac{1}{101} v$; daraus

¹⁾ *Gloiotrichia echinulata* ist zu diesen Versuchen bequemer und wegen ihres massenhaften Vorkommens geeigneter als andere Wasserblüten. Herr Dr. O. Zacharias hatte die Güte, mir Material zu senden und mich über das Auftreten der Alge auf dem Laufenden zu erhalten.

dürfte hervorgehen, dass die Gasmasse immerhin einen nicht allzu-kleinen Bruchteil des Gesamtvolumens der Alge ausmachen kann.

So weit meine Erfahrungen bis jetzt reichen, sind die Gasvacuolen auf diejenigen Algen unter den wasserblütebildenden beschränkt, die in die Gruppe der Cyanophyceen (Phycchromaceen) gehören. Wie bereits oben erwähnt, beteiligt sich an der Bildung von Wasserblüten auch eine Chlorophycee, *Botryococcus Braunii* Kütz.¹⁾ Diese Alge enthält sicher keine Gasvacuolen. Ich glaube, dass ihr geringes spezifisches Gewicht auf einem Gehalte an einer fettartigen Substanz beruht, welche die dicken Membranen durchtränkt, und kann dafür zwei Gründe geltend machen, erstens den, dass die Membranen mit Osmiumsäure sich sehr rasch intensiv schwarz färben, und zweitens den, dass die auf einem Objektträger angetrocknete und dann mit Canadabalsam bedeckte Alge durchsichtig und glänzend erscheint. Eine genauere Untersuchung konnte ich noch nicht ausführen.

Übrigens sind die wasserblütebildenden Phycchromaceen nicht die einzigen Wesen, bei denen Gasvacuolen zur Ausbildung kommen. Schon seit längerer Zeit kennt man Luftbläschen im Plasmaleibe der Protozoengattung *Arcella*, wie mir allerdings erst nachträglich bekannt wurde. Es gelang mir im vorigen Sommer, aus einem Moore bei Hamburg einige lebende Exemplare von *Arcella* mit nach Hause zu bringen, und ich konnte nun die Luftbläschen dieses Wesens, die man gleichfalls als Gasvacuolen bezeichnen kann, mit denen der Phycchromaceen vergleichen. Es sind bei *Arcella* etwa 7 rundliche ca. 10 μ grosse Luftblasen vorhanden, die um die Schalenöffnung herum einen Kreis bilden. Sie sind weit leichter als Gasblasen zu erkennen, als die der Phycchromaceen, zeigen im übrigen aber dieselben optischen Eigenschaften. Durch Behandlung mit Osmiumsäure und Einschluss in Zuckerlösung kann man sie in derselben Weise conservieren, wie die Gasvacuolen der Phycchromaceen. Zu weiteren Untersuchungen reichte das Material nicht aus.

Auch im Pflanzenreiche beschränken sich die Gasvacuolen nicht auf die wasserblütebildenden Phycchromaceen, sondern sie

¹⁾ Der von Hensen erwähnte *Botryococcus pelagicus* dürfte sich ebenso verhalten. — De Toni (Nuovo Giornale Bot. Ital., XX, No. 2, 1888, p. 295) bespricht eine durch Schwärmsporen einer Chlorophycee, wahrscheinlich von *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Näg., verursachte Wasserblüte, die in einem Aquarium im botanischen Garten zu Parma auftrat. Ob derartige Erscheinungen häufiger vorkommen und zu den eigentlichen Wasserblüten zu rechnen sind, entzieht sich meiner Beurteilung.

scheinen in gewissen Entwicklungszuständen auch bei andern Phycochromaceen vorzukommen. Es ist oben bereits erwähnt worden, dass Bornet in den Notes algologiques von Bornet und Thuret eine Abbildung von *Nostoc Linckia* (Roth) Bornet mit Gasvacuolen giebt. Leider waren mir die Notes algologiques bei meiner ersten Publikation über die Gasvacuolen nicht zugänglich. Nachdem ich jetzt ein Exemplar des 2. fascicule dieses Werkes, sowie briefliche Mitteilungen der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Bornet verdanke, bin ich in der Lage, auf das interessante Verhalten dieser Alge Bezug nehmen zu können. *Nostoc Linckia* gehört nicht zu den wasserblütebildenden Algen. Die roten Körner finden sich nur in den Hormogonien. Bei der Keimung der Sporen entstehen nach Bornet's Beschreibung (Notes algologiques, 2. fasc., p. 88 — 89) teils grüne Keimlinge, die sich alsbald zu gewöhnlichem *Nostoc* mit Heterocysten und Sporen entwickeln, teils mit roten Körnern (gros granules rougeâtres très réfringents) angefüllte Hormogonien, die eine Zeit lang umherschwärmen und zuletzt wieder in gewöhnliche *Nostoc*-Fäden übergehen. Auch aus älteren grünen Fäden können sich unter Umständen Hormogonien mit roten Körnern entwickeln. Man könnte wegen des von Bornet gebrauchten Ausdrucks „très-réfringents“ allerdings an der Identität der granules rougeâtres mit den Gasvacuolen zweifeln, doch soll mit diesen Worten wohl nur auf die grosse Differenz im Lichtbrechungsvermögen zwischen dem Plasma und den roten Körnern hingewiesen werden. Nach den Abbildungen in den Notes algologiques ist kaum ein Zweifel möglich, dass es sich um dieselbe Erscheinung handelt, noch mehr spricht eine Bemerkung zu *Nostoc caeruleum* Lyngb. (p. 114) dafür, in der die Rede ist von „granules rougeâtres, réfringents, semblables à ceux qu'on observe dans les hormogonies de plusieurs Nostochinées, et qui les rendent presque opaques.“ Gerade den letzten Umstand, das undurchsichtige Aussehen der Hormogonien, halte ich für beweisend. Aus dieser Stelle erhellt zugleich, dass die rötlichen Gebilde sich auch noch bei andern Nostocaceen in den Hormogonien finden, zu deren Funktionen sie, wenn sie wirklich Gasvacuolen sind, in einer leicht zu erratenden Beziehung stehen dürften. Allgemein scheinen sie in den Hormogonien jedoch nicht vorzukommen; es wäre zu untersuchen, welche biologischen Verschiedenheiten sich zwischen denjenigen Hormogonien finden, die sie enthalten, und denjenigen, denen sie fehlen. Ebenso bedarf das oben erwähnte *Noctoc caeruleum*, von welchem Bornet an der erwähnten Stelle angiebt, dass viele Zellen (nicht Hormogonien) mit roten

Körnern gefüllt, andere dagegen grün seien, einer erneuten Untersuchung.

Wie das Voraufgehende zeigt, können die Gasvacuolen nicht mehr als eine ausschliessliche Eigentümlichkeit der wasserblütebildenden Phycochromaceen angesehen werden; dagegen dürfte man, von einigen noch zu klärenden Einzelheiten abgesehen, wohl nicht ganz fehl gehen, wenn man sie als ein gemeinsames Merkmal der freischwimmenden Arten und der schwärmenden Zustände mancher festsitzenden Arten betrachtet. Sicher nachgewiesen sind sie in allen bisher darauf untersuchten wasserblütebildenden Arten, und diese verteilen sich auf sämtliche Familien der Phycochromaceen mit Ausnahme der Chamaesiphoniaceen, der Siroisiphoniaceen und der Scytonemaceen. Es enthalten also Gasvacuolen aus der Familie der Chroococcaceen Arten von *Coelosphaerium* und *Polycystis*, aus der Familie der Nostocaceen Arten von *Anabaena* und *Aphanizomenon*, aus der Familie der Rivulariaceen *Gloiotrichia echinulata*, aus der Familie der Oscillariaceen *Trichodesmium Hildebrandtii*, sowie wahrscheinlich *Trichodesmium erythraeum*, für das Möbius rote Körner angiebt, und *Oscillatoria Agardhii*, die Bornet (briefliche Mitteilung) als Wasserblüte, mit rothen Körnern angefüllt, sammelte. Genauer zu erforschen ist ihr Vorkommen in den Hormogonien, das Verhalten des *Nostoc caeruleum* und der wasserblütebildenden Oscillariaceen, sowie namentlich das Vorkommen der Gasvacuolen in den dem marinen Plankton angehörenden Arten.

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: 1896

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Klebahn Heinrich

Artikel/Article: [Über wasserblütebildende Algen, insbesondere des Plöner Seengebietes, und über das Vorkommen von Gasvacuolen bei den Phycchromaceen 189-206](#)